Buku ini sangat dianjurkan untuk dimiliki dan dibaca, terutama oleh para mahasiswa S1, S2 dan S3, pemerhati pembelajaran dan masyarakat yang ingin memahami seluk beluk pembelajaran embriologi. Karena banyak informasi baru yang akan menambah wawasan dan pengetahuan kita semua. Pada bagian pertama terdiri dari satu bab yaitu tentang konsep dasar embriologi. Pada bagian pertama ini penulis memaparkan beberapa konsep dasar yang harus dipahami pembaca, agar bisa menguasai materi selanjutnya. Bagian kedua terdiri dari delapan bab. Secara umum pada bagian kedua ini penulis memaparkan beberapa teori dasar dan beberapa hasil penelitian tentang pengembangan materi embriologi. Pada bagian ketiga, penulis memaparkan tentang pengembangan komponen pembelajaran embriologi. Tulisan di setiap bab di bagian ketiga merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Isi tulisan di bagian ketiga ini disebut dengan istilah *pengembangan pembelajaran terpada*. Karena penulis memaparkan tulisan tentang komponen pembelajaran secara lengkap, yaitu kurikulum, strategi, media, evaluasi sampai menghasilkan model pembelajaran. Terlebih lagi, pembahasan hanya *more* membahas materi di satu bidang yaitu pembelajaran embriologi. Pada bagian keempat, penulis memaparkan tentang nilai-nilai yang terkandung saat atau setelah mempelajari embriologi.

ISBN 978-602-8887-54-0

M. Haviz

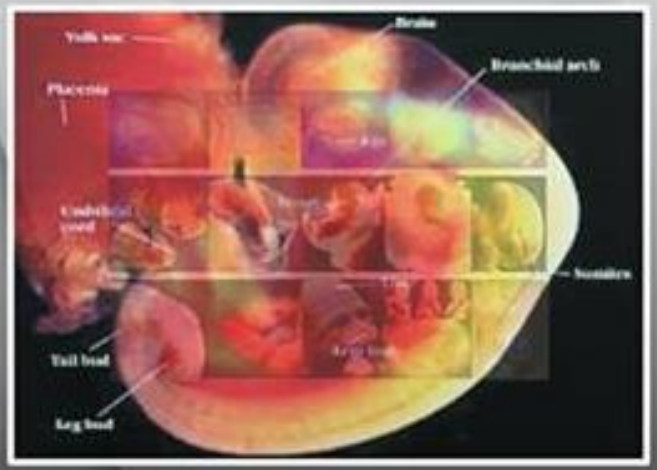
BELAJAR DENGAN EMBRIOLOGI

STAIN BATUSANGKAR PRESS

M. Haviz

BELAJAR DENGAN EMBRIOLOGI

Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran



STAIN BATUSANGKAR PRESS

M. HAVIZ

BELAJAR DENGAN EMBRIOLOGI

METAMORFOSIS TEORI, PENELITIAN DAN PEMBELAJARAN

Kata Pengantar
Prof. Dr. H. Lufri, M.S
(Guru Besar Strategi Pembelajaran Universitas Negeri Padang)

STAIN BATUSANGKAR PRESS
2013

Perpustakaan Nasional: Katalog dalam Terbitan (KDT)

M. Haviz
Belajar dengan Embriologi, Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran
Cet 1. –Batusangkar: STAIN Batusangkar Press, 2013
xi + hlm 285; 25 x 18,5 cm
ISBN: 978-602-8887-54-0
1. Belajar dengan Embriologi, Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran
1. Judul

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang pada Penulis
Cetakan Pertama, Oktober 2013
Belajar dengan Embriologi, Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran

Penulis
M. Haviz

Kata Pengantar
Prof. Dr. H. Lufri
(Guru Besar Strategi Pembelajaran Universitas Negeri Padang)

Perwajahan Isi, Penata Letak dan Desain Cover
Marhen

Penerbit
STAIN Batusangkar Press, 2013
Jl. Sudirman No. 137 Lima Kaum Batusangkar. 27213. Telp: (0752) 71150,
Fax: (0752) 71150. www.stainbatusangkar.ac.id.
E-mail:press@stainbatusangkar.ac.id
Anggota Ikatan Penerbit Indonesia (IKAPI)

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengutip atau memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apapun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotocopi, merekam, atau dengan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Prof. Dr. H. Lufri, M.S
Guru Besar Strategi Pembelajaran Universitas Negeri Padang

Padang, 20 Oktober 2013

Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur saya ucapkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'alla atas limpahan rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua, sehingga kita selalu bisa berkarya. Shalawat dan salam kepada tauladan kita Nabi Muhammad SAW. Menjadi suatu kehormatan bagi saya, diminta untuk memberikan kata pengantar di buku ini. Saya menyambutnya dengan hati yang senang dan gembira.

Buku ini ditulis oleh Dr. M. Haviz, M.Si dengan judul "Belajar dengan Embriologi, Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran". Sebagai seorang peneliti dan juga aktif menulis di bidang perkembangan hewan, kemudian *concern* mendalami tentang pembelajaran sampai saya memperoleh guru besar di bidang strategi pembelajaran, saya sangat memahami ada maksud tersendiri yang dipaparkan oleh penulis dari judul buku ini.

Menurut hemat saya, buku ini merupakan bentuk "ekspresi ilmiah penulis" yang telah menggeluti bidang embriologi dan pembelajarannya dalam satu dekade ini. Jika dicermati dari judul, penulis menggunakan istilah embriologi, bukan perkembangan hewan. Hal ini bisa dipahami karena tulisan yang ditampilkan memang lebih banyak memaparkan tentang perkembangan embrio manusia. Mungkin agak sedikit rancu jika penulis menggunakan istilah perkembangan hewan, karena hasil penelitian yang dituangkan dalam bentuk artikel hanya lima bab dari 18 bab yang ditampilkan, yaitu pada bab 5, 6, 7, 8 dan 9.

Buku ini berisi delapan belas bab, yang dibagi atas empat bagian utama. Bagian pertama memaparkan tentang konsep dasar embriologi. Bagian kedua memaparkan tentang pengembangan materi embriologi. Bagian ketiga memaparkan tentang pengembangan pembelajaran embriologi. Bagian keempat memaparkan tentang nilai-nilai yang diperoleh saat atau setelah mempelajari embriologi. Saya mencoba menelaah secara singkat dari keempat bagian tersebut.

Pada bagian pertama terdiri dari satu bab yaitu tentang konsep dasar embriologi. Pada bab ini penulis memaparkan beberapa konsep dasar yang harus dipahami pembaca, agar bisa menguasai materi selanjutnya. Pada bab ini,

penulis telah memaparkan konsep perkembangan manusia dari awal sampai lahir. Misalnya penulis memaparkan perkembangan manusia pada satuan hari dan satuan minggu. Beberapa kutipan mutaakhir digunakan oleh penulis untuk mendukung teori-teori tersebut.

Bagian kedua terdiri dari delapan bab. Secara umum, pada bagian ini penulis memaparkan beberapa teori dasar dan beberapa hasil penelitian tentang pengembangan materi embriologi. Misalnya pada bab dua, teori dasar yang dipaparkan berkaitan dengan sistem reproduksi dan sistem endokrin. Pada bab ini, penulis menggunakan terminologi *dua sistem tubuh* untuk kedua materi ini. Kita bisa memahami alasan yang dipaparkan oleh penulis untuk memuat kedua sistem tubuh ini (reproduksi dan endokrin). Penulis memaparkan kedua sistem ini sangat berhubungan langsung saat mempelajari embriologi. Kemudian pada bab selanjutnya dari bagain kedua, penulis menuliskan hasil penelitian tentang kajian spermatozoa, embrio dan teratogenik. Hasil-hasil penelitian ini akan memperkaya pengetahuan pembaca tentang pengembangan materi yang berhubungan dengan embriologi.

Pada bagian ketiga, penulis memaparkan tentang pengembangan materi pembelajaran embriologi. Tulisan di setiap bab ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis. Saya mengapresiasikan isi tulisan di bagian ketiga ini dengan menyebutnya dengan istilah *pengembangan pembelajaran terpadu*. Karena penulis memaparkan tulisan tentang materi pembelajaran lengkap dari kurikulum, strategi, media, evaluasi sampai menghasilkan model pembelajaran. Terlebih lagi, pembahasan hanya *concern* menelaah materi di satu bidang yaitu pembelajaran embriologi. Saya juga mengapresiasi tulisan tentang pengembangan model pembelajaran integratif sebagai suatu produk yang baru dihasilkan melalui serangkaian penelitian yang cukup panjang yang telah dilakukan oleh penulis.

Pada bagian keempat, penulis memaparkan tentang nilai-nilai yang terkandung saat atau setelah mempelajari embriologi. Diawali dengan tulisan tentang pembelajaran karakter, kemudian dilanjutkan dengan tulisan tentang pendidikan dan seks dan diakhiri dengan bagaimana menjadi pendidik yang islami. Ketiga tulisan ini mengambil contoh materi embriologi. Misalnya pada tulisan pada bab ke-18, penulis memaparkan contoh seorang pendidik yang islami harus menggunakan ayat-ayat al-Quran tentang materi embriologi.

Saya menganjurkan kepada kita semua untuk membaca buku ini. Terutama kepada para mahasiswa S1, S2 dan S3, pemerhati pembelajaran dan masyarakat yang ingin memahami seluk beluk pembelajaran embriologi. Karena banyak informasi baru yang akan menambah wawasan dan pengetahuan kita semua.

Demikian kata pengantar yang saya berikan untuk buku ini. Semoga buku ini bermanfaat dan bisa menjadi inspirasi bagi pembaca. Saya berharap agar penulis, Dr. Haviz senantiasa menulis untuk menghasilkan karya yang lebih banyak. Karya-karya tersebut bermanfaat bagi dunia pendidikan dan mampu memperkaya khasanah ilmu pengetahuan.

Terima kasih,

Prof. Dr. H. Lufri, M.S

PRAKATA

Puji dan syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kemampuan dan kesempatan kepada penulis untuk menyelesaikan penyusunan buku ini dan menerbitkannya di STAIN Batusangkar Press. Buku ini berjudul **"Belajar dengan Embriologi, Metamorfosis Teori, Penelitian dan Pembelajaran"**. Penerbitan buku ini didasari atas saran beberapa orang kolega, dan banyak permintaan mahasiswa yang memerlukan acuan saat menulis skripsi, tesis dan disertasi. Diharapkan dengan membaca buku ini, para mahasiswa dan kolega bisa memperoleh sejumlah informasi yang dibutuhkan yang tersedia dari satu buku, terutama untuk menulis proposal dan laporan penelitian, artikel jurnal dan karya ilmiah lainnya.

Buku ini memuat kumpulan artikel penulis dari tahun 2003 sampai 2013 yang telah diterbitkan di beberapa jurnal ilmiah terakreditasi nasional, non terakreditasi, dan juga telah disampaikan di beberapa seminar internasional, nasional dan regional. Sebagan besar artikel tersebut adalah hasil riset yang telah penulis lakukan di bidang embriologi dan pembelajaran embriologi.

Penulis menaruh rasa hormat dan ucapan terima kasih, kepada beberapa orang kolega dan sahabat. Penulis dan orang-orang tersebut telah terlibat dalam kegiatan pra penelitian, penelitian dan akhir penelitian. Penulis dan orang-orang tersebut telah terlibat dalam pengusulan proposal untuk dibiayai oleh beberapa sumber bantuan dana penelitian. Penulis dan orang-orang tersebut juga telah mempublikasikan banyak artikel di berbagai forum ilmiah. Sehingga, sepatut dan selayaknya penulis juga menuliskan nama mereka di bagian awal setiap bab buku ini.

Tentang isi buku, penulis menyampaikan pesan bahwa ada suatu proses yang telah dilalui dengan adanya sejumlah tulisan-tulisan yang ada di setiap bagian buku ini. Pada bagian pertama, penulis memaparkan secara ringkas tentang konsep-konsep dasar embriologi. Pada bagian kedua, penulis memaparkan materi embriologi melalui kumpulan artikel, yang diperoleh dari sejumlah riset. Pada bagian ketiga, penulis memaparkan tentang pengembangan pembelajaran embriologi, yang telah diperoleh dari sejumlah riset. Pada bagian keempat, penulis memaparkan tentang adanya nilai-nilai yang bisa diperoleh saat, atau setelah kita mempelajari embriologi. Dengan harapan, agar kita manusia sebagai hamba-Nya belajar dari apa yang diciptakan-Nya, dan selalu berusaha meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepada Allah SWT dari setiap masalah yang kita pelajari.

Semoga buku ini bermanfaat bagi pembaca, terutama bagi mahasiswa yang sedang mendalami embriologi dan yang sedang menulis skripsi, tesis dan disertasi di bidang pendidikan dan pembelajaran.

Batusangkar, 03 Oktober 2013

Penulis

Dr. M. Haviz, M. Si

UCAPAN TERIMA KASIH

Sungguh, memperoleh anugerah yang sangat luar biasa, penulis bisa berkenalan dan banyak belajar dari beberapa orang hebat sejak tahun 2003 sampai dengan 2013. Sepanjang 10 tahun ini, penulis banyak memahami bagaimana menulis proposal penelitian, melakukan penelitian dan menulis laporan penelitian, serta menuliskan hasil penelitian tersebut untuk dipublikasikan di berbagai forum ilmiah seperti di Jurnal Ilmiah dan Seminar Ilmiah. Orang-orang hebat ini juga mengajarkan penulis kiat-kiat memperoleh dana hibah penelitian dari berbagai penyedia bantuan dana penelitian. Untuk itu, sebagai ucapan terima kasih sudah sangat sewajarnya penulis menuliskan beberapa nama-nama orang tersebut di buku ini.

Beberapa orang hebat tersebut adalah *Pertama*, guru dan kolega dari Institut Pertanian Bogor. Diantaranya adalah Prof. drh. Arief Boedino, Ph.D (Guru Besar Embriologi IPB), Dr. Met.Ved. drh. Agus Setiadi, M.Sc (Pakar Bioteknologi Reproduksi IPB), drh. Mokhamad Fahruddin, Ph.D (Pakar Rekayasa Embrio IPB), Dr. drh. Srihadi Agung Priyono (Pakar Anatomi IPB). *Kedua*, guru dan kolega dari Universitas Negeri Padang. Diantaranya adalah Prof. Dr. H. Lufri, M.S (Guru Besar Strategi Pembelajaran UNP), Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc (Guru Besar Pendidikan Matematika UNP), Prof. Drs. Jalius Jama, Ph.D (Guru Besar Pendidikan Teknik UNP), Dr. Ramadhan Sumarmin, M.Si (Pakar Bioteknologi Reproduksi UNP). *Ketiga*, Ketua STAIN Batusangkar, yang telah memberikan bantuan dana untuk penerbitan buku ini. Pimpinan dan staf STAIN Batusangkar Press yang telah membantu proses penerbitan serta banyak kolega dari STAIN Batusangkar, para mahasiswa dan seluruh civitas akademika STAIN Batusangkar.

Secara khusus, penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. H. Lufri, M.S, yang telah bersedia untuk menuliskan Kata Pengantar di buku ini. Terakhir, ucapan terima kasih dan rasa syukur yang sangat mendalam kepada Allah, atas anugerah wanita solehah, Ika Metiza Maris, M.Si dan seorang putera, Hifzi Aushada Elhazka. Keluarga hebat ini senantiasa memberikan semangat agar penulis selalu berkarya.

TENTANG PENULIS

M. Haviz lahir di Kinari Solok tanggal 25 April 1980, dari ayah Drs. Armanius Rasyidin dan Ibu Hj. Hamizar Munir, S.Ag. Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN 1 Kinari Solok (1986-1992). Melanjutkan pendidikan menengah pertama ke SMP PMT Hamka Padang (1992-1995) dan pendidikan menengah atas ke MAN 2 Padang (1995-1998). Penulis menyelesaikan Sarjana Sains (S.Si) di Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang pada tahun 2003. Kemudian menyelesaikan Magister Sains (M.Si) di bidang Biologi Reproduksi di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor pada tahun 2005. Penulis memperoleh gelar Doktor Pendidikan (Dr.) dari Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang pada tahun 2012. Pada tahun 2011, penulis menikah dengan Ika Metiza Maris, M.Si dan telah dikaruniai seorang putera bernama Hifzi Aushada Elhazka.

Penulis adalah dosen tetap di Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan Tarbiyah Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Batusangkar. Penulis juga staf pengajar Program Pascasarjana STAIN Batusangkar dan beberapa perguruan tinggi swasta di Sumatera Barat. Penulis juga pernah menjadi staf pengajar beberapa bimbingan belajar di Sumatera Barat. Penulis aktif sebagai dosen tamu dalam kegiatan kuliah umum di beberapa perguruan tinggi di Sumatera Barat. Penulis juga aktif di kegiatan pendampingan dan pembekalan olimpiade sains siswa-siswa SMA dan SMP di Sumatera Barat.

Sebagai seorang dosen, penulis telah banyak mempublikasikan tulisan baik jurnal terakreditasi nasional dan non terakreditasi. Misalnya artikel *pertama*, hasil penelitian dengan judul Sebaran Anti Aglutinin dengan Kajian Aglutinasi Spermatozoa yang Dikoleksi dari Epididymis dan Ejakulat Domba, dipublikasikan di JVET (Jurnal Terakreditasi Dikti). *Kedua,* Pengembangan Model Pembelajaran Integratif, Analisis Kebutuhan dipublikasikan di Ta'dib (Jurnal Non Terakreditasi Dikti) dan beberapa artikel lainnya. Penulis juga telah menulis beberapa naskah buku, misalnya penuntun praktis memahami embriologi, belajar dengan model integratif (STAIN Batusangkar Press, 2013), dan buku lain yang Insyaallah akan diterbitkan dalam waktu dekat.

Penulis juga aktif sebagai pembicara dalam kegiatan ilmiah seperti seminar, workshop, dan pertemuan-pertemuan ilmiah lainnya. Misalnya, penulis menjadi pemakalah di kegiatan tahunan Seminar Nasional Biologi se-Sumatera Barat sejak tahun 2007-2011. Menjadi pembicara pada pelatihan guru-guru di SMA/SMP Sumatera Barat, menjadi pemberdaya dalam kegiatan-kegiatan pengabdian yang dilaksanakan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian STAIN

Batusangkar. Pada tahun 2013 ini, penulis menjadi pembicara pada kegiatan International Seminar and Workshop on Educational and Design Research di Universitas Negeri Padang.

Penulis juga pernah memperoleh dana hibah penelitian dari berbagai sumber. Misalnya pada tahun 2004-2005 penulis memperoleh Hibah Pascasarjana di IPB. Pada tahun 2007 penulis memperoleh Hibah Penelitian Dosen Muda Kopertis Wil. X, dan Penelitian Kompetitif Dosen STAIN Batusangkar (2010, 2011, 2012 dan 2013).

Sejak semasa kuliah, penulis aktif di lembaga atau organisasi mahasiswa. Penulis pernah menjabat Ketua Departemen Pengembangan Sumber Daya Manusia (PSDM) BEM FMIPA Universitas Negeri Padang 2001-2002. Penulis pernah menjabat Sekeretaris Umum Ikatan Mahasiswa Pascasarjana Asal Sumatera Barat (IMPACS) Institut Pertanian Bogor 2004-2005. Penulis juga menjabat Sekretaris Umum DPP Ikatan Alumni Biologi FMIPA UNP 2007-2011. Penulis juga menjabat Wakil Ketua I Forum Mahasiswa Pascasarjana Universitas Negeri Padang 2009-2011. Dan sampai saat ini tercatat sebagai anggota Iluni Bio FMIPA Universitas Negeri Padang, anggota Iluni Institut Pertanian Bogor dan anggota Iluni Pascasarjana Universitas Negeri Padang. Penulis juga aktif dalam kegiatan organisasi sosial kemasyarakatan seperti menjadi anggota ICMI Kabupaten Tanah Datar (2009-2014). Pada tahun 2013, penulis pernah menjabat Sekretaris Tim Seleksi Calon Anggota Komisi Pemilihan Umum Kabupaten Tanah Datar untuk Periode 2013-2018.

Untuk anakku tersayang Hifzi Aushada Elhazka,
Semoga ananda menjadi muslim yang cerdas dan beruntung
karena senantiasa menjaga shahadat
Bukittinggi, 03 April 2013

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR..... ii

PRAKATA v

UCAPAN TERIMA KASIH vii

TENTANG PENULIS viii

DAFTAR ISI xi

BAGIAN PERTAMA, KONSEP DASAR EMBRIOLOGI

Bab 1. Konsep Dasar Embriologi 1

BAGIAN KEDUA, PENGEMBANGAN MATERI EMBRIOLOGI

Bab 2. Dua Sistem Tubuh 10
Bab 3. Hormon dan Metabolisme Tubuh 34
Bab 4. Gen dalam Embriologi 44
Bab 5. Teratogenik 52
Bab 6. Kajian Spermatozoa 58
Bab 7. Kajian Spermatozoa, Lanjutan 68
Bab 8. Bioteknologi Reproduksi 78
Bab 9. Aplikasi Embriologi 91

BAGIAN KETIGA, PENGEMBANGAN PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

Bab 10. Filsafat Pembelajaran Embriologi 107
Bab 11. Pengembangan Metode Pembelajaran Embriologi 121
Bab 12. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Embriologi 158
Bab 13. Pengembangan Media Pembelajaran Embriologi 179
Bab 14. Pengembangan Model Pembelajaran Embriologi 215
Bab 15. Pengembangan Model Pembelajaran Embriologi, Lanjutan .. 234

BAGIAN KEEMPAT, NILAI DALAM PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

Bab 16. Pembelajaran Berbasis Karakter 248
Bab 17. Remaja dan Pendidikan Seks 264
Bab 18. Menjadi Pendidik yang Islami 274

BAB 1. KONSEP DASAR EMBRIOLOGI

Embryology is part of a study of developmental biology. In embryology widely used terms that will clarify a process, and the state or the name of a body part, such as teratology, is part of a study of embryology and cause birth defects. Fetuses and embryos as another name for the developing fetus. Individual development process involves five kinds of processes, namely the growth, differentiation, cellular interactions, movement and metabolism. The fifth process will always be found in every stage of human development (day after day and week after week or). Embryology process closely related to the presence and action of genes in the body. Advances in technology have shown that the lack of regulation in the body at the cellular level is called the molecular regulation and signaling.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *embryology, developmental of biology*

PENDAHULUAN

Embriologi merupakan bagian dari kajian biologi perkembangan (*developmental of biology*). Biologi perkembangan adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan progresif struktur dan fungsi tubuh dalam hidup makhluk hidup. Sedangkan embriologi adalah studi mengenai embrio dengan penekanan kepada pola-pola perkembangan embrio. Untuk membedakan pemahaman anda tentang embriologi dengan biologi perkembangan, di bagian berikut ini akan dituliskan beberapa pemikiran dan pendapat ahli embriologi.

Sadler (2012:xii) mengilustrasikan embriologi dengan sebuah contoh adanya perubahan sebuah sel menjadi seorang bayi saat masih dalam kandungan ibu, yaitu suatu proses yang menggambarkan bahwa telah terjadinya suatu fenomena besar dan kompleks. Sadler (2012:xii) menamakan kajian tentang fenomena ini dengan embriologi. Pada proses ini termasuk juga kajian tentang aspek-aspek molekuler, seluler, dan struktural yang saling berkontribusi untuk membentuk organisme.

Spratt (1971) dalam Lufri dan Helendra (2009:1) mendefinisikan perkembangan sebagai suatu aksi gen dalam: (1) pembentukan organisme baru dari beberapa bagian organisme induk, (2) pemeliharaan atau peningkatan ukuran dari organisme dewasa yang terbentuk secara sempurna, dan (3) perbaikan terhadap kerusakan akibat kecelakaan atau kehilangan bagian anggota tubuh dari suatu orgsnisme. Sehingga bisa dituliskan perkembangan merupakan suatu perubahan (transformasi) dari suatu keadaan, komposisi atau fungsi dari bagian atau keseluruhan organisme atau bakal organisme yang terjadi secara progresif dan relatif permanen pada kondisi alami.

Pendapat lain menyebutkan embriologi menjadi bagian dari ruang lingkup biologi perkembangan. Karena Biologi perkembangan ruang lingkupnya lebih luas, sampai kepada perkembangan pasca lahir dengan penekanan kepada masalah, konsep dan prinsip perkembangan. Beberapa ruang lingkup biologi perkembangan adalah (1) Embriologi, yaitu mempelajari mengenai pembentukan embrio; (2) Proses stadium pasca lahir; (3) Perkembangan tingkat sel, baik perkembangan normal ataupun abnormal (neoplastik) seperti tumor dan kanker; (4) Pertumbuhan, yaitu pertambahan masa sel; (5) Regenerasi; (6) Perbaikan sel, misalnya pada waktu luka dan (7) Genetika perkembangan.

Untuk melengkapi pemahaman anda, ada beberapa istilah yang sering ditemukan saat mempelajari embriologi. Istilah-istilah ini telah dirangkum dari Sadler (2012:xii), yaitu

- Embriogenesis adalah proses pembentukan dan pertumbuhan secara progresif dari sebuah sel menuju periode organ primordial. (Pada manusia terjadi saat minggu ke-8 perkembangan). Terkadang disebut juga dengan organogenesis.

- Periode fetal adalah saat terjadinya diferensiasi yang berkelanjutan dan ditandai dengan pertumbuhan dan meningkatnya berat fetus.
- Teratologi adalah bagian embriologi yang mengkaji tentang cacat lahir dan penyebabnya.

PROSES DASAR PERKEMBANGAN

Ilustrasi tentang fenomena perubahan sebuah sel menjadi seorang bayi saat masih dalam kandungan ibu, merupakan suatu proses yang menggambarkan bahwa telah terjadinya suatu fenomena besar dan kompleks. Adanya fenomena besar dan kompleks ini akan melibatkan proses yang kompleks pada tingkat seluler, misalnya regulasi dan transduksi signal secara molekuler. Adanya regulasi dan transduksi signal secara molekuler merupakan cara yang paling mutakhir untuk memahami perkembangan organisme. Sadler (2012:3-9) menjelaskan beberapa bagian tersebut seperti adanya transkripsi gen, regulasi ekspresi gen, induksi formasi organ dan cell signaling. Spratt (1971) dalam Lufri dan Helendra (2009:6-15) menjelaskan lima proses dasar pada tingkat sel, yaitu:

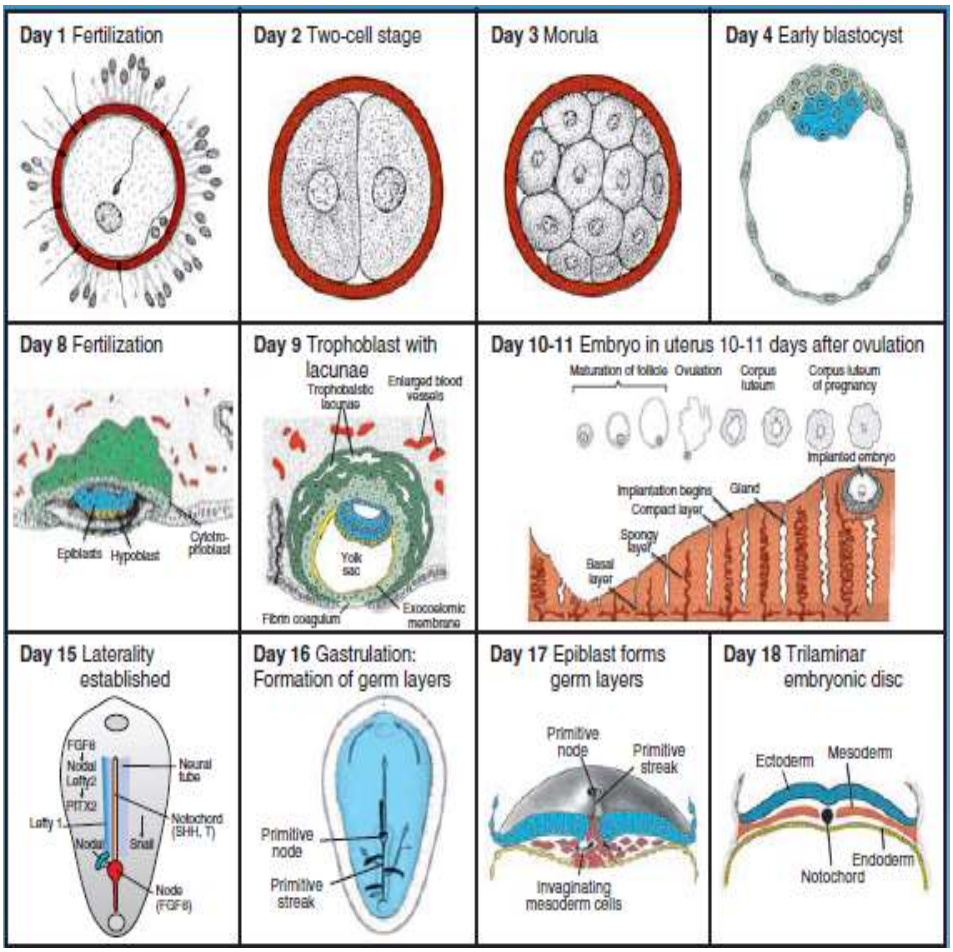
1. Pertumbuhan, yaitu pertambahan masa sel (ukuran dan jumlah sel).
2. Diferensiasi, yaitu proses yang menghasilkan sel-sel yang sudah terspesialisasi (sudah melakukan biosintesis spesifik).
3. Interaksi seluler, yaitu saling pengaruh-mempengaruhi antara satu sel atau kelompok sel dengan sel atau kelompok sel yang lain.
4. Pergerakan, yaitu perubahan posisi sel atau jaringan (gerakan morfogenetik).
5. Metabolisme, merupakan proses penghasil (sumber) dan penggunaan energi, dan merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan dan perkembangan.

ULASAN RINGKAS TAHAP PERKEMBANGAN EMBRIO MANUSIA

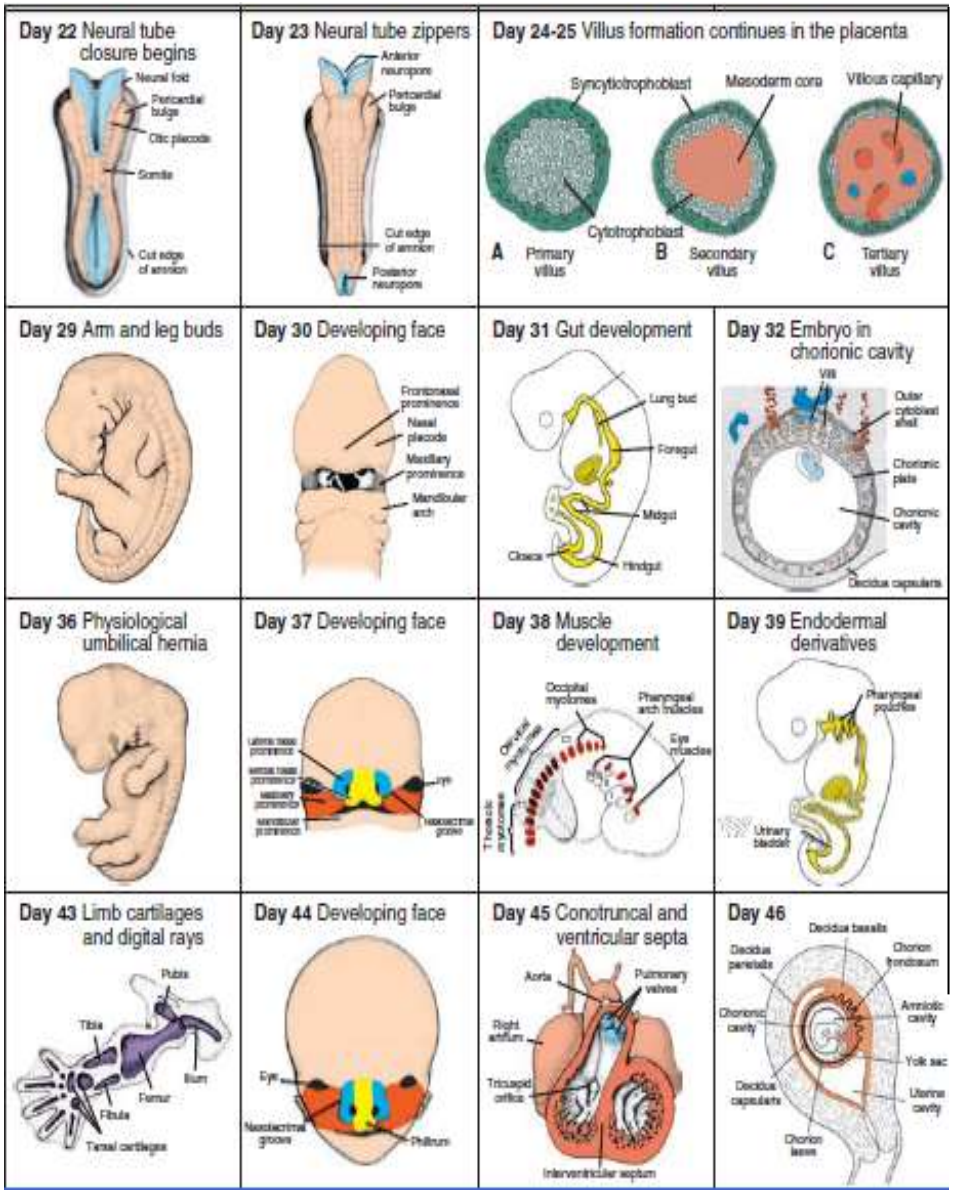
Tahap perkembangan manusia dijelaskan secara terperinci di Gambar 1.1-1.4. Sadler (2012) menjelaskan tahapan perkembangan manusia menjadi lima tahap, yaitu:

1. Tahap gametogenesis, terjadinya pembentukan gamet laki-laki dan perempuan atau konversi *germ cell* sperma dan sel telur.
2. Tahap perkembangan minggu ke-1, terjadinya proses ovulasi sampai implantasi
3. Tahap perkembangan minggu ke-2, terjadinya pembentukan *bilaminar germ disc* (embrio dua lapis)

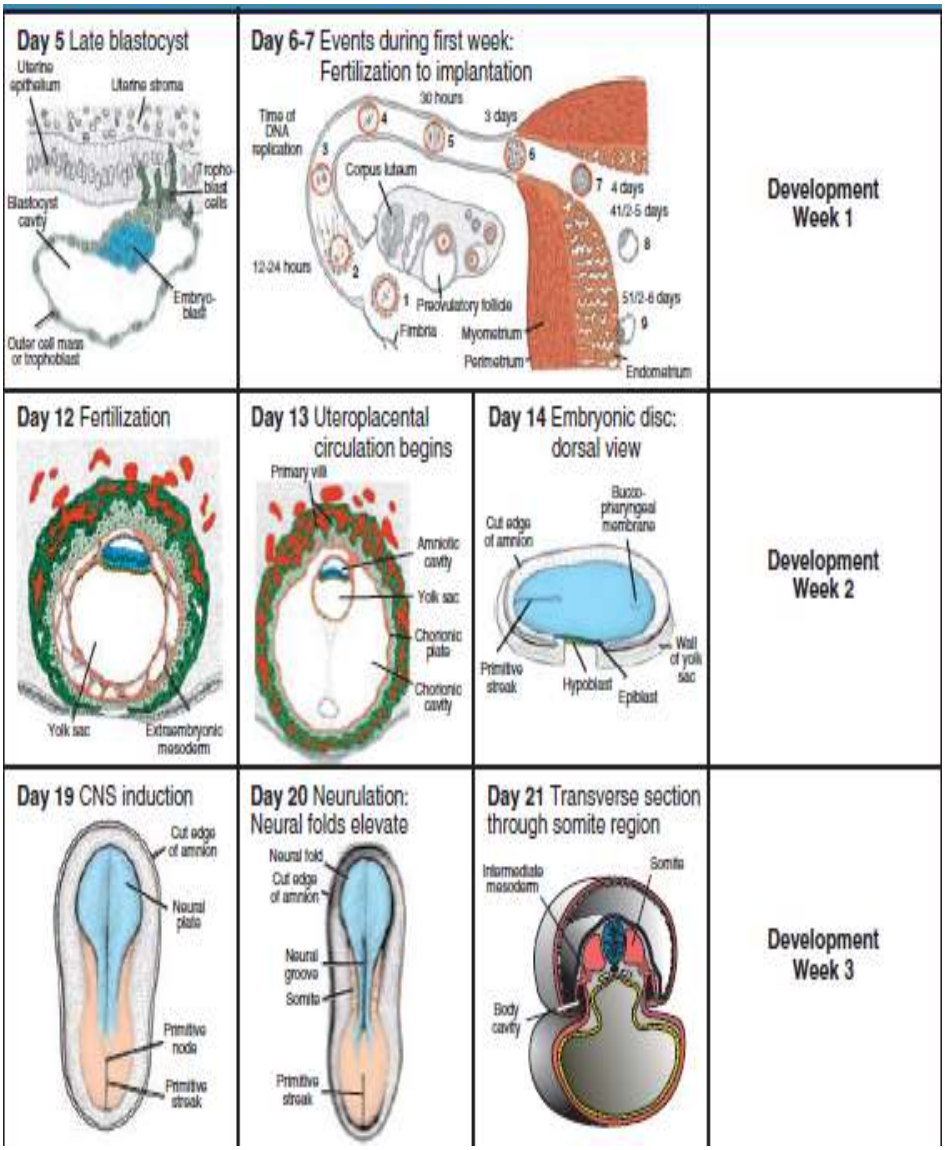
4. Tahap perkembangan minggu ke-3 sampai 8, disebut juga dengan periode embrionik, terjadinya pembentukan sistem tubuh.
5. Tahap perkembangan bulan ke-3 sampai kelahiran, adalah masa fetus dan berperannya plasenta dalam perkembangan manusia.



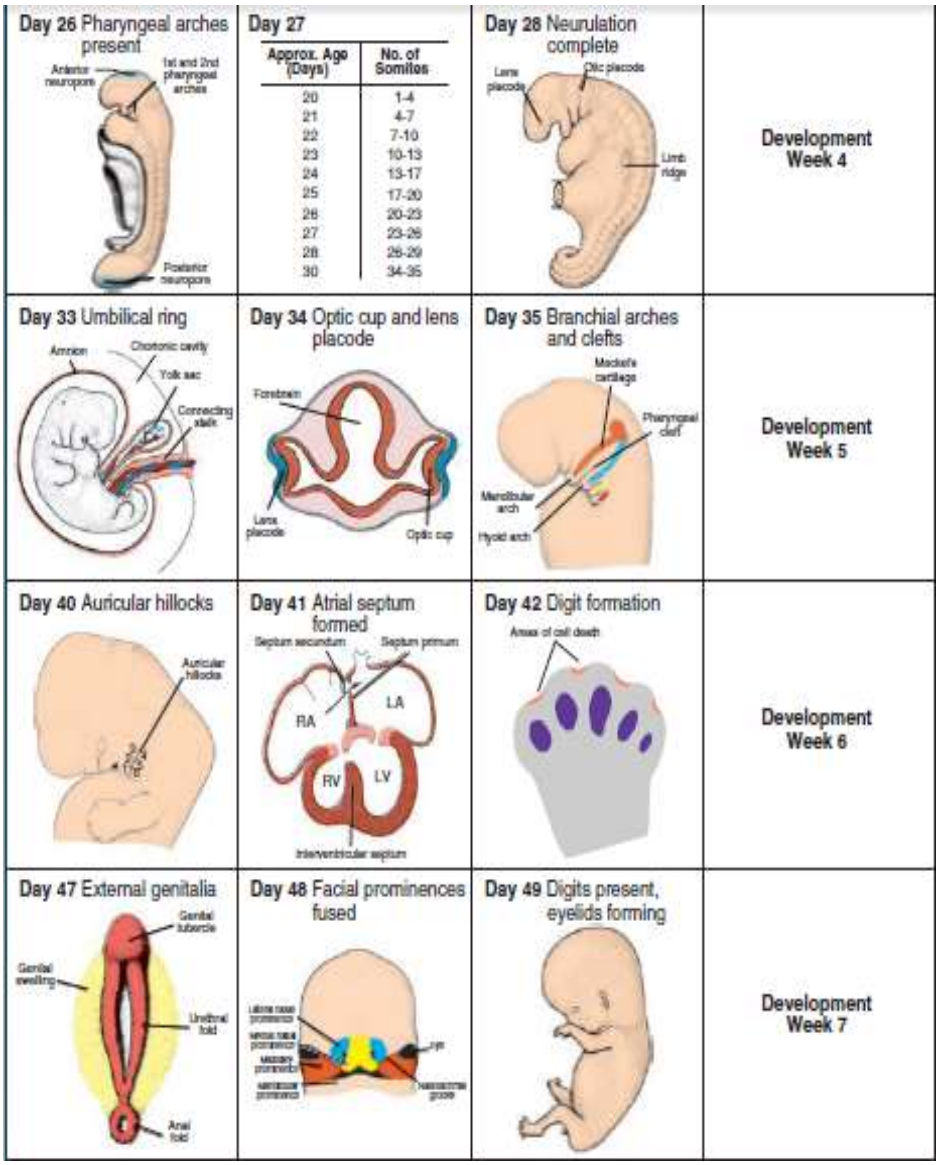
Gambar 1.1 Tahapan Perkembangan Manusia Hari 1-18 (Sadler, 2012: ii)



Gambar 1.2 Tahapan Perkembangan Manusia Hari 22-46 (Sadler, 2012: ii)



Gambar 1.3 Tahapan Perkembangan Manusia Minggu 1-3 (Sadler, 2012: iii)



Gambar 1.4 Tahapan Perkembangan Manusia Minggu 4-7 (Sadler, 2012: iii)

Dudek (2011) menguraikan perkembangan manusia diawali dari tahap prefertilisasi, periode mingguan, periode embrionik dan organogenesis. Uraian lengkapnya sebagai berikut.

1. Prafertilisasi, meliputi perkembangan organ reproduksi seksual, perkembangan organ reproduksi seksual, perkembangan kromosom, meiosis, organogenesis, spermatogenesis.

2. Perkembangan minggu 1 (hari ke 1-7), meliputi fertilisasi, pembelahan, blastocyst dan implantasi.
3. Perkembangan minggu ke-2 (hari ke 8-14), meliputi pembentukan embrioblast lanjutan, trophoblast lanjutan dan mesoderm ekstraembrio.
4. Periode embrionik, meliputi pembentukan embrioblast lanjutan, vasculogenesis dan plasentasi.
5. Periode bulan 3 sampai lahir, disebut juga organogenesis sampai parturisi, terjadi perkembangan organ dan sistem tubuh dan proses kelahiran.

REGULASI MOLEKULAR DAN SINYAL

Proses embriologi erat kaitannya dengan keberadaan dan aksi gen dalam tubuh. Kemajuan teknologi telah memperlihatkan bahwa adanya regulasi dalam tubuh pada tingkat seluler yang disebut dengan *molecular regulation and signaling*. Sadler (2012:3) menjelaskan ada sekitar 23.000 gen dalam genom manusia, tetapi gen ini akan mengkode untuk sekitar 100.000 protein. Gen mengandung kompleks DNA dan protein disebut kromatin, yang terdiri dari satuan dasar struktur yang disebut dengan nukleosom.

Salah satu proses dasar dalam pembentukan organ adalah induksi. Organ akan terbentuk dengan adanya interaksi antara sel dengan sel yang lain. Adanya interaksi sekelompok sel atau jaringan yang membentuk sel atau jaringan yang lain disebut dengan induksi (Sadler, 2012:5). Di setiap interaksi, salah satu sel atau jaringan akan bersifat sebagai *inducer* dan yang lainnya bersifat *responder*, misalnya interaksi sel epitel dengan mesenkim.

Cell signaling adalah inti dari proses induksi. Jalur transduksi signal memiliki molekul signal yang disebut dengan *ligand* dan reseptor. Reseptor selalu bekerja di membrane sel dan diaktifkan oleh adanya pengikatan ligan spesifik. Aktifasi reseptor tersebut selalu melibatkan posforilasi protein lain yang disebut dengan *kinase*. Aktifasi jenis ini akan bekerja dan merupakan faktor pada proses traksripsi untuk menginisiasi ekpresi gen.

Sadler (2012:6-7) menjelaskan jalur transduksi signal menjadi dua yaitu *paracrin signaling* dan *juctacrine signaling*. Keduanya ini merupakan faktor yang akan mempengaruhi transduksi jalur signal (*signal transduction pathways*). Signal antar sel (*cel-to-cel signaling*) bisa berbentuk *paracrine*. Parakrin melibatkan faktor *diffusable*, atau *juxtacrine* dan faktor *nondiffusable*. Protein yang bertanggung jawab untuk sinyal parakrin yang disebut faktor parakrin atau *growth and differentiation factors* (GDFs). Ada empat keluarga besar GDFS: FGFs, WNTs, Hedgehogs dan TGF-ßs. Selain protein, neurotransmiter, seperti serotonin (5HT) dan norepinefrin, juga beraksi melalui sinyal parakrin. Aksinya dengan berperan sebagai ligan dan mengikat reseptor untuk menghasilkan respon seluler.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Dudek RW. 2011. *Embryology, 5th Ed.* Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.

Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan*, *Jilid 1*. Padang: UNP Press.

Sadler TW. 2012. *Langmans's Medical Embryology, 12thEd.* Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.

BAB 2. DUA SISTEM TUBUH

REPRODUKSI DAN ENDOKRIN

Why is it important reproductive and endocrine system is important for someone to be learned by studying embryology? Both of these systems, reproductive and endocrine systems are the most interconnected in the study of embryology. For example, when spermatogenesis (sperm formation process), will be studied how the male sex glands as the production of sperm, and then at the end of the study as well as the hormonal regulation of spermatogenesis. In the second chapter of this book discussed on the reproductive system, including ultra structure and fsiologis of male and female reproductive systems. In the next section, is also discussed about the endocrine system. Discussion of the endocrine system include terminology, structure, function and mechanism of action of several hormones related to reproductive system and embryology.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *reproduction, endocrine, hormone*
- Sebagian isi tulisan ini telah dituliskan untuk diterbitkan di Jurnal Sainstek Volume V No. 2 Desember 2013 ISSN:2085-8019, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Tanpa mengindahkan sistem tubuh yang lain, bab kedua dalam buku ini hanya menampilkan dan membahas tentang sistem reproduksi dan sistem endokrin. Mengapa pada buku ini hanya fokus pada sistem reproduksi dan sistem endokrin? Mengapa tidak pada sistem tubuh yang lain? Padahal keseluruhan sistem dalam tubuh manusia sama pentingnya. Anda pasti akan juga mempertanyakan atau memiliki komentar yang sama dengan pernyataan di atas. Ada argumentasi penting yang bisa dituliskan. Menurut penulis, kedua sistem ini, reproduksi dan endokrin, merupakan sistem yang paling sering dipelajari dan saling berhubungan saat kita mempelajari embriologi. Misalnya saat spermatogenesis (proses pembentukan sperma), akan dipelajari bagaimana terjadinya kelenjar kelamin jantan sebagai tempat produksi sperma, kemudian di bagian akhir dipelajari juga regulasi hormonal saat terjadinya spermatogenesis. Contoh berikutnya adalah saat terjadi kehamilan, peran estrogen dan progesteron sangat penting untuk menjaga kehamilan dan persiapan kelahiran. Kedua contoh tersebut memperlihatkan bahwa kedua proses tersebut saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. Sehingga bisa dituliskan saat mempelajari embriologi, sistem reproduksi dan sistem endokrin saling berkaitan dan mutlak dikuasai oleh seorang yang akan mempelajari embriologi. Bab kedua pada buku ini membahas tentang sistem reproduksi, meliputi ultra struktur dan fisiologis dari sistem reproduksi pria dan wanita. Pada bagian berikutnya, juga dibahas tentang sistem endokrin. Pembahasan sistem endokrin meliputi terminologi, struktur, fungsi dan mekanisme kerja beberapa hormon terkait dengan sistem reproduksi dan embriologi.

SISTEM REPRODUKSI

Sistem reproduksi adalah sistem yang berperan dalam menghasilkan gamet fungsional pada tubuh. Pack (2007:265) menjelaskan reproduksi menggambarkan pembuatan telur, sperma dan proses-proses yang menyertainya sampai pembuahan (fertilisasi). Sistem reproduksi terdiri dari organ seks primer atau gonad (testis pada pria dan ovarium pada wanita), yang mensekresikan hormon dan menghasilkan gamet (sperma dan telur). Selain itu, juga ada organ seks sekunder berupa kelenjar dan saluran-saluran.

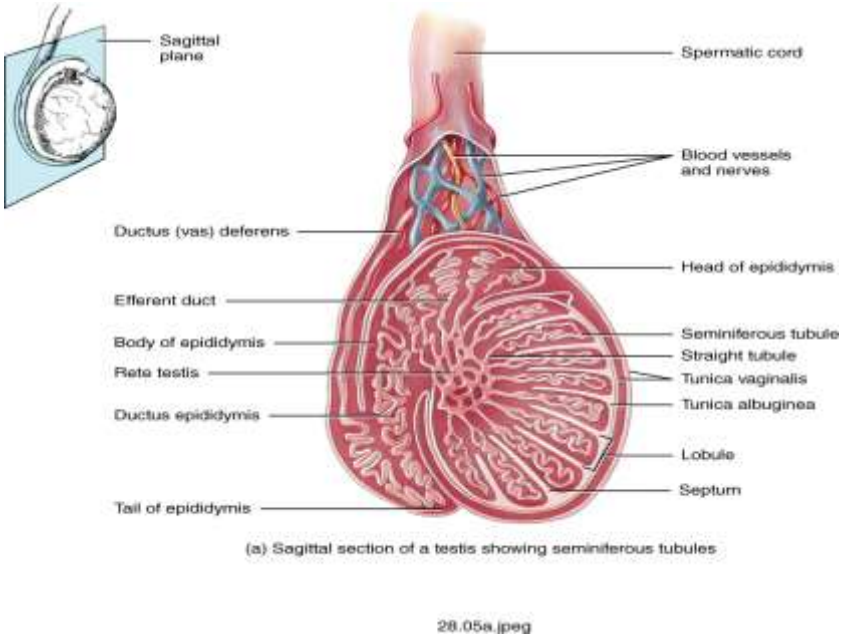
Sistem Reproduksi Pria

Testis

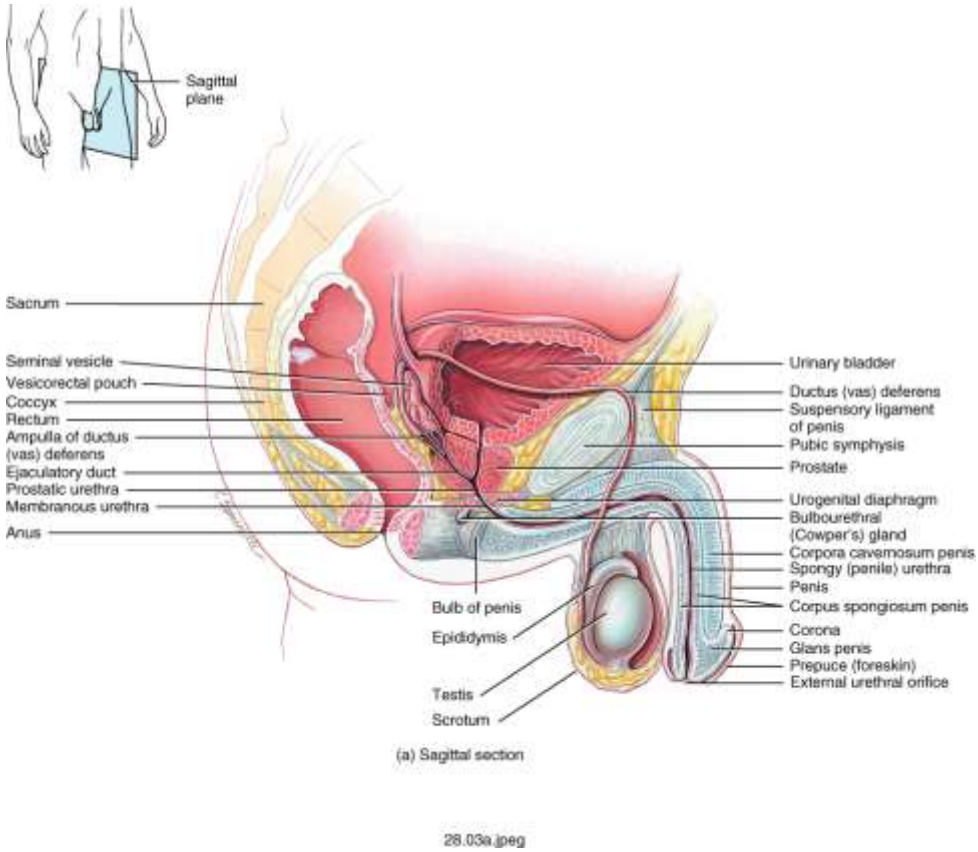
Testis merupakan kelenjar tubuler majemuk yang mempunyai dua fungsi, yaitu reproduksi dan hormonal. Testis terletak di dalam skrotum (Gambar 2.1 dan 2.2). Skrotum adalah kantong kulit dan fasia superfisial yang menggantung

dari bagain dasar penis (Pack, 2007:266). Testis memiliki struktur dari luar sebagai berikut.

1. Tunika vaginalis, merupakan membran serum luar berlapis dua yang mengelilingi setiap testis.
2. Tunika albugenia terdapat di dalam tunika vaginalis dan menonjol ke dalam, membagi setiap testis menjadi beberapa ruang yang disebut lobulus.
3. Tubulus seminiferus, yang terdapat di dalam lobulus.
   Diantara tubulus-tubulus seminiferous yang mempunyai fungsi reproduksi terdapat sel-sel intersisiel yang disebut sel leydig. Sel-sel leydig inilah yang menghasilkan hormon testosteron. Hormon testosteron bertanggungjawab terhadap perkembangan sifat kelamin sekunder pria, seperti tumbuhnya rambut pada tempat-tempat tertentu, membesarnya larink, hingga suara menjadi berat dan rendah (Hernawati, 2008).
4. Rete testis, adalah jaringan tabung yang dibentuk oleh bersatunya beberapa tubulus rektus dari setiap lobula.
5. Duktus eferen, saluran yang memindahkan sperma ke luar testis, dari rete testis ke epididimis.



Gambar 2.1 Struktur Testes (Tortora and Derirckson, 2009)



Gambar 2.2 Sistem Reproduksi Pria (Tortora and Derirckson, 2009)

Epididymis dan Pematangan Spermatozoa

Epididimis merupakan organ berbentuk koma yang terletak di sebelah testis. Setiap dua epididimis mempunyai tabung yang bergelung dengan ketat. Epidimis dibedakan menjadi tiga region, yaitu kepala (caput), badan (corpus) dan ekor (cauda) (Gambar 2.3)

Pada spermatogenesis, proses pematangan spermatozoa terjadi di epididymis (Gambar 2.4). Spermatozoa yang matang merupakan sel yang sangat khas, dimana inti dikemas sangat padat dengan akrosom terdapat di daerah apikal dekat inti dan mitokondria tersusun dalam bentuk spiral di sekeliling pangkal flagel (Garner dan Hafez, 2000). Sel spermatozoa diproduksi, kemudian meninggalkan testes belum mampu untuk membuahi sehingga diperlukan tahapan pematangan dalam epididymis (Visconti *et al.*, 1995).

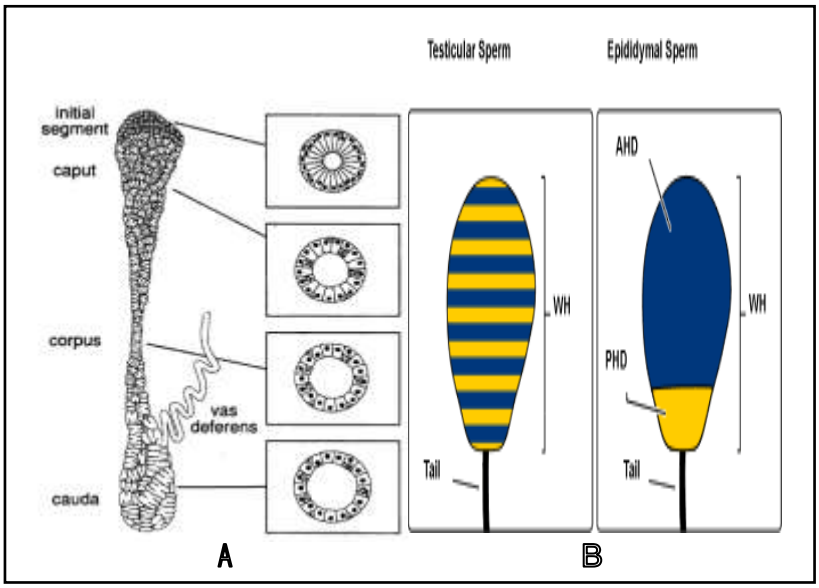
(A) (B)

Gambar 2.3 (A) Testes Domba, epididymis melekat di sisi testis. (B) Epididymis domba. E0: initial segment, E1: proximal caput, E2: middle caput, E3: distal caput, E4: proximal corpus, E5 : middle corpus, E6: distal corpus, E7: cauda. E: Epididymis, Bar: 9,5 cm (Haviz *et al.* 2007).

Pada tahap spermiogenesis terjadi perubahan topografi di dalam sel spermatid yang terdiri dari empat fase yaitu golgi, tudung, akrosom dan maturasi. Pada proses ini, inti akan menjadi padat dan bagian kepala spermatozoa dikelilingi oleh sedikit sitoplasma, selanjutnya sebagian besar sitoplasma bergerak ke arah ekor, dan kompleks golgi mensintesis akrosom di daerah apikal kepala, sedangkan di daerah ekor sentriol anterior menjadi titik awal untuk perkembangan flagel dan sentriol posterior membentuk suatu cincin yang mengelilingi pangkal flagel (Jhonson dan Everit, 1995).

Proses pematangan spermatozoa juga diiringi dengan terjadinya serangkaian perubahan komposisi atau materi spermatozoa, misalnya perubahan jumlah dan keberadaan protein khususnya pada membran kepala spermatozoa. Proses ini disebut dengan polarisasi protein. Polarisasi protein diperlukan dalam perubahan morfologi dan fungsi spermatozoa (Hunnicut *et al.*, 1997). Pada proses ini, protein membran kepala spermatozoa akan bersegregasi dari *anterior head domain* (AHD) atau *posterior head domain* (PHD) dan ditemukan ketika spermatozoa sesaat meninggalkan testes (Hunnicut *et al.*, 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi polarisasi protein membran spermatozoa adalah interaksi

protein dengan sitoskleton, interaksi protein dengan matriks ekstraseluler dan peningkatan fluiditas lipid bilayer (Hunnicut *et al.,* 1997).



Gambar 2.4 A Epididymis dan bagian-bagiannya, B spermatozoa testes (kiri) dan epididymis (kanan) (Hunnicut *et al.*, 2004)

Membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting ketika di bagian cauda epididymis. Struktur membran spermatozoa masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi lain (Kohane *et al.,* 1987). Pelepasan sebagian materi ini dari permukaan membran spermatozoa merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Visconti *et al.,* 1995). Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan spermatozoa selama berada di epididymis (Setchell *et al.,* 1994) seperti untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987) dan mencegah terjadinya reaksi akrosom dini di epididymis dan sesaat setelah ejakulasi (Hunter *et al.*, 1978).

Duktus Deferen (Vas Deferen)

Duktus deferen (vas deferen) adalah tabung yang dilewati sperma ketika meninggalkan epididimis. Setiap dua tabung memasuki rongga perut, melewati kandung kemih, kemudian bersama-sama dengan duktus dari vesikula seminalis bergabung dengan duktus ejakulatori. Sebelum memasuki saluran ejakulatori, duktus deferen membesar membesar membentuk daerah yang disebut ampula.

Sperma disimpan dalam duktus eferen sampai kontraksi peristaltic otot polos di sekitar duktus mendorong sperma ke depan selama ejakulasi.

Duktus Ejakulator

Duktus Ejakulator adalah tabung pendek yang menghubungkan setiap duktus deferen ke uretra.

Uretra

Uretra adalah jalan bagi urin dan semen. Terdapat tiga daerah uretra yaitu uretra prostat, melewati kelenjar prostat. Uretra menyelaput, melewati diafragma urogenitalia dan uretra spons (penil), yang melewati daerah penis. Uretra berakhir pada mulut uretra eksternal.

Pita Sperma (*Spermatic Cord*)

Pita Sperma (*spermatic cord*) mengandung pembuluh darah, pembuluh darah limfa, saraf, duktus deferen dan otot kremaster. Pita sperma menghubungkan setiap testis ke rongga tubuh, memasuki dinding perut melewati saluran inguen.

Kelenjar Asesoris (Vesika Seminalis, Prostat, Cowper)

Kelenjar asesoris adalah kelenjar pelengkap yang mensekresikan zat ke dalam jalan yang membawa sperma. Fungsinya adalah sebagai penghasil cairan pada semen. Ada tiga kelenjar asesoris pada pria yaitu seminalis, prostat dan bulbouretra (cowper). Vesikula seminalis berfungsi mensekresikan

1. Cairan alkali, yang menetralkan asam di dalam vagina
2. Fruktosa, yang menghasilkan energy bagi sperma
3. Prostaglandin, yang menambah daya tahan hidup sperma dan merangsang konstraksi rahim wanita untuk membantu sperma masuk ke dalam rahim.

Kelenjar prostat mensekresikan cairan berwarna putih susu, sedikit asam ke dalam uretra. Berbagai zat di dalam cairan ini menambah gerakan dan kelangsungan sperma. Kelenjar bulbouretra (cowper) mensekresikan cairan alkali ke dalam uretra spons. Cairan tersebut menetralkan keasaman urin pada uretra sebelum terjadi ejakulasi.

Penis

Penis adalah organ silindris yang berfungsi untuk melewatkan urin dan membawa sperma. Penis terdiri dari tiga bagian, yaitu

1. Akar yang menghubungkan penis ke perineum
2. Badan (batang) yang menyusun sebagian besar penis
3. Gland penis, bagian ujung badan yang membesar.

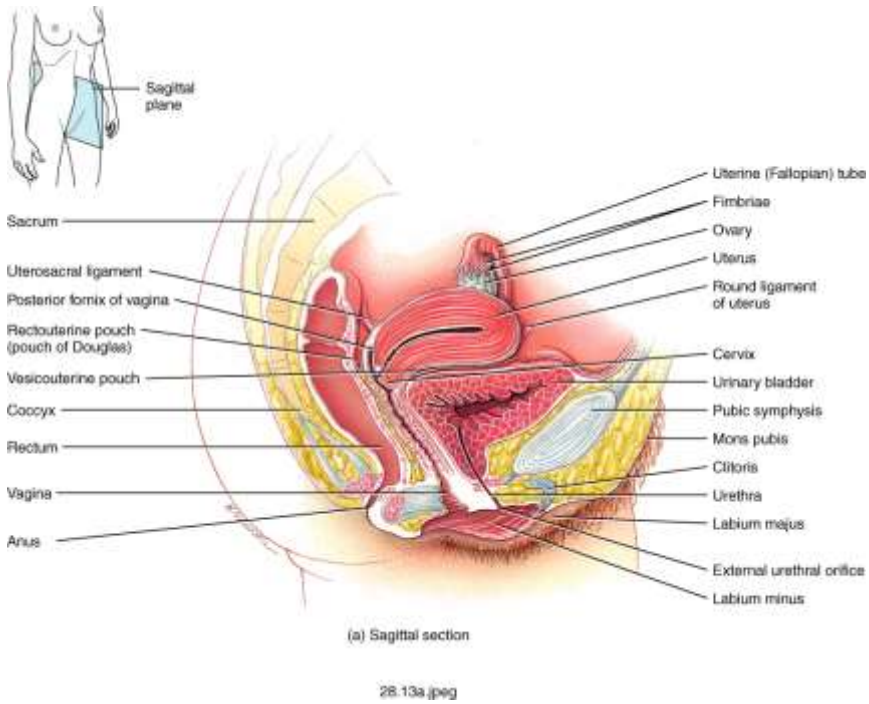
Gland penis dilapisi oleh preputium yang dapat dihilangkan saat operasi sunat (*circumsisi*). Secara internal, penis terdiri atas tiga massa jaringan silindris,

masing-masing dikelilingi oleh lapisan tipis jarigan menyerabut yang disebut tunika albuginia. Tiga masa silindris, yang berfungsi sebagai badan erektil adalah sebagai berikut

1. Dua corpora kavernosa (*corpora cavernosa)* mengisi sebagian besar volume penis. Bagian dasarnya disebur kru penis, menempel pada diafragma urogenitalia.
2. Korpus spongiosum (*corpora spongiosum),* merupakan badan tunggal melindungi uretra dan membesar di bagian ujung membentuk glan penis. Bagian bulat pada penis merupakan pembesaran korpus spongiosum, yang menempel pada diafragma urogenitalia.

Sistem Reproduksi Wanita

Sistem reproduksi wanita meliputi ovarium, sebagai organ primer. Saluran dan kelenjar berupa oviduk, uterus, vagina dan alat reproduksi genitalia luar (Gambar 2.5).

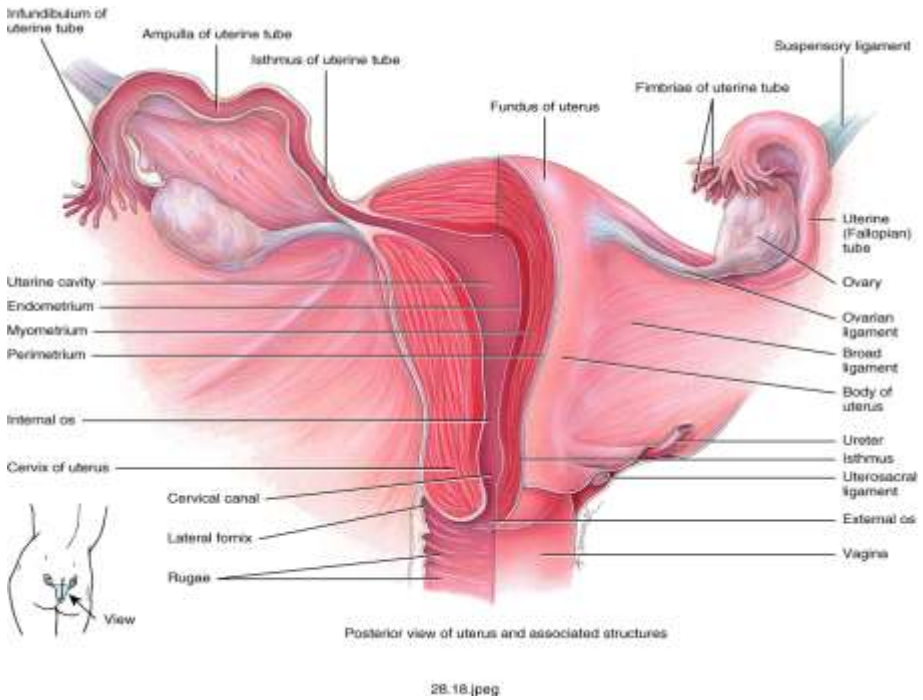


Gambar 2.5 Sistem Reproduksi Wanita pada Sagital Section
(Tortora and Derirckson, 2009)

Ovarium

Ovarium merupakan organ berbentuk buah amadel, bergaris tengah 5 cm, dengan lebar 1,-3,0 cm dan tebal antara 0,6-1,5 cm. Terdiri atas bagian medula yang merupakan jaringan ikat vaskuler, serta bagian korteks yang banyak mengandung folikel-folikel telur (Hernawati, 2008). Pack (2007:272) menjelaskan ovarium akan menghasilkan ovum atau telur yang terdapat di kiri dan kanan, yang ditahan oleh beberapa ligament berikut.

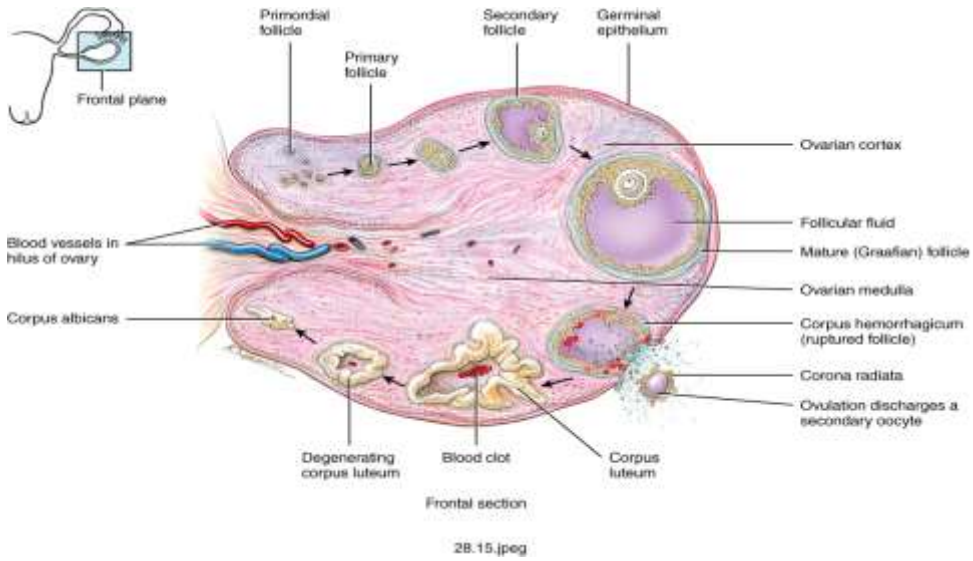
1. Mesovarium, lipatan peritoneum yang menahan ovarium pada tempatnya.
2. Ligamen suspensori, berfungsi sebagai kait pada bagian atas ovarium ke dinding panggul.
3. Ligamen lebar (*broad ligament*), bagian dari peritoneum yang menyelimuti ovarium dan uterus.
4. Ligamen ovarium, mengaitkan ujung bagian bawah ovarium ke uterus.



Gambar 2.6 Struktur Uterus pada Bagian Posterior
(Tortora and Derirckson, 2009)

Bagian luar ovarium dilapisi oleh epithelium germinal berupa epitel sederhana dan tunika albugenia, merupakan lapisan menyerabut di dalam epitel

germinal. Sedangkan di bagian dalam ovarium (stroma) dibedakan menjadi dua daerah yaitu korteks (bagian luar) dan medulla (bagian dalam). Folikel-folikel ini tertanam dalam stroma korteks. Ada tiga macam folikel telur yaitu (1) folikel primordial (primer); (2) folikel pertumbuhan (sekunder); dan (3) folikel Graaf. Folikel Graaf akan berovulasi dan sel-sel folikel yang tersisa akan menjadi korpus luteum (Gambar 2.7)



Gambar 2.7 Struktur Ovarium (Tortora and Derirckson, 2009)

Oviduct

Oviduct merupakan saluran yang menghubungkan ovarium dengan uterus. Bersama dengan tuba fallopii, oviduct membawa oosit sekunder dari ovarium ke uterus. Oviduct juga merupakan tempat pertemuan sperma dengan oosit (fertilisasi). Struktur oviduct (Pack, 2007:274) adalah

1. Infudibulum, daerah terpanjang dan terlebar yang memiliki penonjolan seperti jari-jari yang disebut fimbria. Silia yang bergetar pada fimbria memancing oosit untuk berpindah ke oviduct.
2. Ampulla, daerah terpanjang dan terlebar dari oviduct. Fertilisasi terjadi di ampulla.
3. Isthmus, daerah sempit pada oviduct yang ujungnya memasuki uterus.

Uterus

Uterus (rahim) adalah organ berongga tempat berkembangnya janin. Uterus memiliki bagian berikut

1. Fundus, bagian atas uterus yang berhubungan dengan oviduct.
2. Corpus, bagian utama uterus.
3. Isthmus, bagian bawah pada uterus
4. Serviks, saluran sempit di bagian bawah uterus menuju vagina. Bagian dalam serviks saluran serviks terbuka menuju uterus di atasnya melewati ostium internal menuju vagina di bawahnya lewat ostium eksternal. Mukus serviks yang disekresi oleh lapisan mukosa pada saluran serviks berfungsi untuk melindungi diri dari bakteri yang masuk ke uterus dari vagina.

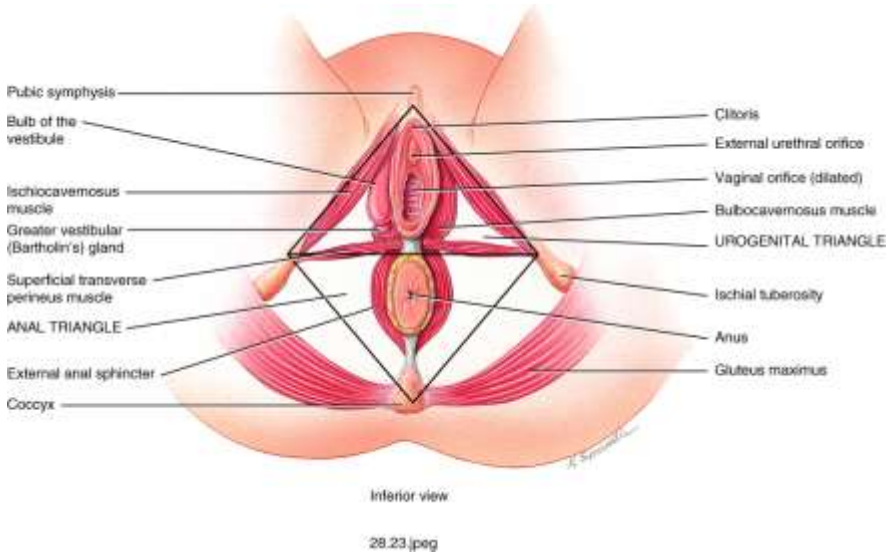
Uterus ditahan oleh empat ligamen, yaitu ligamen lebar, ligamen uterosakral, ligamen bulat dan ligamen kardinal (servik lateral). Dinding uterus (rahim) terdiri dari tiga lapisan yaitu perimetrium, miometrium dan endometrium (Gambar 2.6). Perimetrium adalah membran serum yang membatasi bagian luar rahim. Miometrium terdiri atas beberapa lapisan otot polos dan menjadi sebagian besar dinding rahim. Kontraksi otot-otot ini selama melahirkan, mendorong janin ke luar rahim. Endometrium adalah mukosa yang mempunyai banyak pembuluh darah yang membatasi bagian dalam rahim.

Vagina

Vagina (saluran kelahiaran) berfungsi sebagai jalan yang dilewati oleh bayi ketika dilahirkan dan tempat penyimpanan semen saat kopulasi. Bagian atas vagina mengelilingi serviks yang menonjol, menciptakan rongga yang disebut forniks. Bagian bawah vagian terbuka ke luar pada mulut vagina. Membran tipis yang disebut selaput dapat menutup mulut vagina.

Vulva

Vulva adalah bagian yang menjadi alat genitalia eksternal. Vulva memiliki struktur mons pubis, labia mayor, labia minor, vestibula dan klitoris. Mons pubis adalah daerah jaringan adipose di atas vagina. Labia mayor adalah dua lipatan jaringan adipose yang membatasi tiap sisi vagina. Terdapat juga rambut, kelenjar minyak dan kelenjar keringat. Dalam perkembangannya, labia mayor dianalogikan dengan skrotum pada pria. Labia minor adalah lipatan kulit yang kecil, terdapat di dalam labia mayor. Vestibula adalah rongga yang dibentuk oleh labia mayor. Vestibula menutupi mulut vagina, lubang uretra dan duktus dari kelenjar vestibula mayor yang sekresi mukusnya melumasi vestibula. Klitoris adalah jaringan saraf erektil kecil yang terdapat di atas vestibula. Perpanjangan labia minor bergabung membentuk preputium pada klitoris, tudung lipatan kulit yang melapisi klitoris. Genitalia luar pada wanita ditampilkan di Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Struktur Genitalia Luar Wanita
(Tortora and Derirckson, 2009)

SISTEM ENDOKRIN

Pengertian dan Terminologi

Hormon adalah zat kimia yang dihasilkan oleh organ yang spesifik yang yang dilepaskan ke pembuluh darah untuk mempengaruhi organ yang lain baik dekat maupun jauh (Griffin dan Ojeda, 1988). Model sekresi bisa berbentuk:

1. *Endokrin* yaitu langsung ke pembuluh darah (hemokrin)
2. *Limfokrin* yaitu ke pembuluh limfe
3. *Neurokrin* yaitu melalui axon dan dendrite dari sel syaraf (neurotransmitter)
4. *Parakrin* yaitu ke interstitial sel dan berpengaruh pada sel-sel disekitarnya
5. *Autocrine* yaitu sekret yang dikeluarkan akan mempengaruhi diri sendiri.

Dua sistem yang terkait dengan fungsi ini adalah sistem endokrin dan sistem syaraf pusat yang saling berintegrasi dan mengontrol proses-proses biologis.

Pada sistem endokrin ditemukan beberapa terminologi. Beberapa terminologi tersebut adalah:

1. *Chemical messenger* adalah subtansi yang diproduksi oleh sel secara eksogen atau endogen yang berperan dalam proses fisiologis terutama dalam kontrol aktifitas sel lain.
2. *Neurohormon* adalah hormon yang diproduksi oleh sel syaraf.
3. *Neuropeptida* adalah neurohormon yang mengandung peptida.

4. *Neurotransmitter* adalah neurohormon yang berfungsi sebagai transsinaptis.
5. *Neuromodulator* adalah hormon yang mengatur respon neuron ke neurotransmitter atau ke hormon lain.
6. *Pheromon* adalah *chemical messenger* yang dilepaskan oleh organ luar hewan untuk mestimulasi respon hewan lain dalam spesies yang sama.
7. *Lumone* adalah *chemical messenger* yang dilepaskan ke lumen saluran gastrointestinal.
8. *Chlaon* adalah inhibitor mitosis.
9. *Growth factor* adalah subtansi mitogenic yang bisa pada saat tertentu akan menjadi hormon.

Kelenjar Endokrin dan Hormon-Hormonnya

Sistem endokrin terdiri dari beberapa kelenjer yang terletak di beberapa bagian tubuh. Organ-organ tersebut memproduksi hormon yang berbeda dan dengan fungsi yang berbeda pula. Morfologi umum dari kelenjer endokrin adalah berupa ductus. Ductus-ductus ini akan melepaskan sekretnya secara langsung ataupun tidak secara langsung system atau duktus lain (Griffin dan Ojeda, 1988). Hormon berdasarkan struktur kimianya dapat dibedakan pada jenis (Tabel 2.1 dan 2.2), yaitu:

1. Hormon-hormon derivat asam amino tunggal seperti *epineprin, norepineprin* dan *dopamine*. Yang semuanya merupakan derivate dari asam amino tyrosin dan hormon tyroid 3,5,3 triiodothyronin (T3) dan 3,5,3'5' tetra iodotyronine (Thyroxin T4).
2. Hormon-hormon yang berasal dari peptida dan protein. Dikategorikan sebagai hormon kecil dan besar. Hormon yang kecil seperti erytropin releasing hormon karena sedikit mengandung asam amino (3 asam amino). Hormon yang besar seperti GH dan FSH dengan 200 asam amino dan BM 25.000-30.000 Da.
3. Hormon steroid. Derivat dari kolesterol dan dibedakan lagi atas dua bentuk yaitu *intac* di nukleus seperti steroid-steroid pada gonad dan adrenal dan *bancur* di nukleus seperti vitamin D dan metabolit-metabolitnya.

Tabel 2.1 Kelenjer Endokrin Klasik dan Hormon-Hormonnya

Kelenjer	Bagian	Hormon
Hipofise	Anterior	Luteinizing hormon (LH), folikel stimulating hormon (FSH), prolaktin (PRL), growth hormon (GH), adrenocorticotropin (ACTH), β-lipotropin, β-endorphin, thyroid stimulating hormon (TSH)
	Intermediet	Melanocyt stimulating hormon (MSH), β-endorphin
	Posterior	Vasopressin (AVP) atau aantidiuretic hormon (ADH), oksitosin
Thyroid		Thyroxin (T4), 3,5,3'-triiodothyronin (T3), calcitonin
Parathyroid		Paratiroid hormon
Adrenal	Korteks	Kortisol, aldosteron, dehydroepiandrostenedion, androstenedion
	Medulla	Epinephrine, norepineprin
Gonad	Testes	Testosterone, estradiol, androsstenidion, inhibin, mullerian inhibitingsubstance
	Ovary	Estradiol, progesterone, testosreron, androstenedion, inbihin, fesh releasingpeptida, relaxin
Placenta		Human chorionic gonadotropin (hCG), human placental lactogen (hPL), progesterone, estrogen
Pankreas		Insulin, glucagon, somatostatin, pancreas polipeptida, gastrin, vasoaktif intestinal peptide (VIP)

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Tabel 2.2 Kelenjer Endokrin Nonklasik dan Hormon-Hormonnya

Organ	Hormon
Otak (terutama hipotalamus)	Corticotropin releasing hormon (CRH), thyrotropin releasing hormon (TRH), luteinizing hormon releasing hormon (LHRH). Growth hormon releasing hormon (GHRH), somatostatin, firoblast growth factor dll
Hati	Atrial natriuretic peptide
Ginjal	Erythopoeitin, rennin, 1,25-dihydroxyvitamin D
Hati, firoblast dan organ lain	Insulin like growth factor (IGF-I)
Saluran pencernaan	Cholecystokinin (CCK), gastrin, secretin, vasoaktif intestinal peptide (VIP), enteroglucagon
Platelets	Pletetet derived growth factor (PDGF), transforming growth factor-β (TGF-β)
Lymphocyt	Interleukins
Bagian lain	Epidermal growth factor (EGF), transforming growth factor-α (TGF-α)

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Fungsi Hormon

Hormon dilepaskan dalam jumlah sedikit. Reseptor-reseptor merekapun ada yang di membran ada yang di inti. Karakteristik seperti ini mempengaruhi kerja dan fungsinya masing-masing. Secara umum fungsi hormon:

1. Satu fungsi di atur oleh satu atau beberapa hormon. Seperti pengaturan lipolisis katekolamin, glucagon, sekretin, prolaktin dan betha lipoprotein.
2. Multi fungsi diatur oleh hormon yang berbeda. Seperti perkembangan kelenjer mamae diatur secara langsung oleh prolaktin, estradiol dan progesterone. Dan oleh glucocortikoid dan insulin secara tidak langsung. Efek hormon-hormon ini nanti askan menyebabkan fungsi yang lebih kompleks lagi.

Diantaranya fungsi-fungsi hormon yang berhubungan denngan fisiologis (1) Reproduksi; (2) Pertumbuhan dan perkembangan; (3) Pengaturan lingkungan internal tubuh dan (4) Pengaturan energi.

Sintesis dan Pelepasan Hormon

Hormon-hormon peptida dan protein disintesis *rough endoplasmic reticulum* dalam bentuk preprohormon. Sebagai sebuah protein, asam amino spesifik tersebut akan dibedakan oleh mRNA yang disintesis di dalam nucleus. Dengan melintasi membran endoplasmic reticulum inilah yang akan membentuk prohormon dan disimpan di dalam apparatus golgi. Disini akan dijadikan dalam bentuk aktif dan disimpan dalam bentuk granula sebelum dilepaskan secara eksositosis. Eksositosis terjadi karena adanya peranan mikrotubul dan mobilisasi kalsium pada membran.

Pelepasan hormon-hormon ini tergantung pada jenis hormonnya. Hormon-hormon protein yang bersifat hidrofilik akan dibawa dalam plasma darah dalam bentuk terlarut. Sedangkan steroid hormon dan hormon-hormon tiroid yang bersifat lipofilik akan dibawa dalam plasma darah dan akan berikatan dengan protein-protein pengikat baik yang spesifik maupun tidak kemudian akan disimpan. Jumlah yang tidak aktif atau tidak berikatan relatif lebih sedikit.

Pola Ekresi Hormon

Konsentrasi hormon dalam sirkulasi darah dikontrol oleh mekanisme *feed back* sehingga akan menimbulkan efek biologis. Penghambatan sekresi hormon secara episodic oleh hormon lain. Sekresi secara episodic akan menimbulkan siklus berulang dengan adanya pulsa amplitudo dan frekuensi.

Sekresi secara episodic tersebut terjadi dalam periode yang berbeda. Misalnya frekuensi sekresi hormon secara episodic dalam waktu satu jam. Model ini disebut dengan *circhoral*. Sekresi secara *circhoral* bisa berbentuk:

a. *Ultradian* yaitu apabila episode sekresinya dalam interval lebih panjang dari satu jam tetapi lebih sedikit dari 24 jam.
b. *Circadian* yaitu apabila peroidesitas sekresinya dalam satu hari
c. *Quotidian* yaitu episode sekresinya setiap hari. Dan disebut dengan diurnal jika sekresinya terjadi siang hari. Seperti ACTH yang disekresikan pada pagi hari sekali.
d. *Circatrigintan* yaitu jika sekresi hormon dalam frekuensi yang kecil dan dalam waktu yang relatif lama. Misalnya sekresi gonadotropin pada saat preovulasi dalam rentang waktu 30 hari.

Metabolisme dan Transpor Hormon

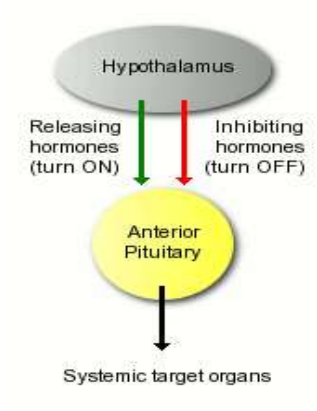
Saat hormon dilepaskan ke dalam aliran darah mungkin beredar dengan bebas, dan dikategorikan dalam bentuk bisa larut dalam air, atau terikat dengan protein pengangkut. Dalam keadaan normal amino, peptides dan protein beredar sedangkan steroids dan hormon tyroid harus mengangkut protein.

Beberapa protein plasma seperti zat putih telur dan pre-albumin mempunyai kapasitas untuk mengangkut *non selectively* berbagai *low moleculer-weight hormone*. Sebaliknya, protein pengangkutan spesifik adalah globulins mempunyai *saturable* dengan afinitas yang tinggi untuk mengikat lokasi untuk hormon yang mereka membawa. Protein ini meliputi tyroid hormon binding globulin (TBG), Testosteron binding globulin (TeBG) dan cortisol binding globulin (CBG). Laju metabolik (MCR) hormon didefenisikan secara kuantitatif dengan perpindahannya dari plasma.

Mekanisme Umpan Balik (*Feedback Mechanism*)

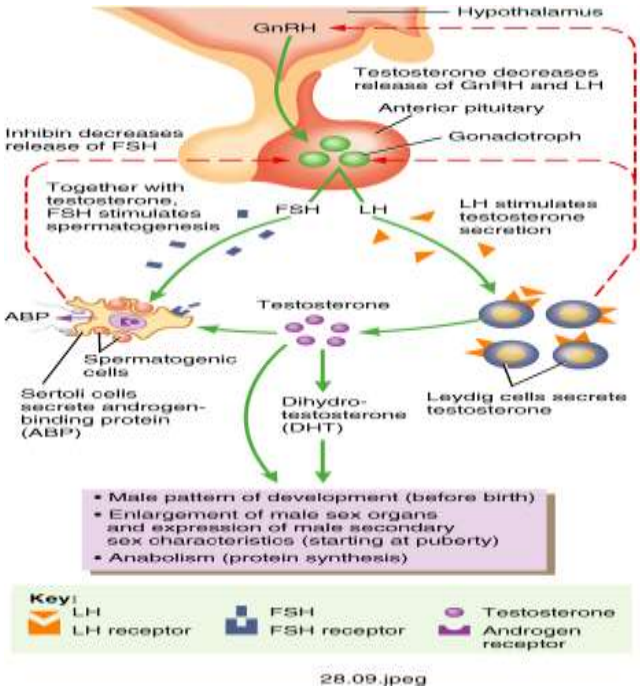
Sekresi hormon diatur oleh sistem *"closed loop"* yang dikenal dengan mekanisme umpan balik (Gambar 2.9). Mekanisme umpan balik ada dua macam, yaitu:

1. Umpan balik negatif. Mekanisme ini akan menghambat sekresi release atau hormon dari suatu kelenjer endokrin. Misalnya suatu organ target mengeluarkan suatu secret atau hormon B untuk menghambat pembentukan hormon A di sel-sel endokrin. Misalnya cortisol menghambat hipotalamus-hipofisis untuk menghambat pembentukan ACTH.
2. Umpan balik positif. Mekanisme ini merupakan kebalikan dari negative, dimana sekresi hormon akan dipicu. Misalnya sekresi estradiol akan meninngkatkan pelepasan LH di hipotalamus-hipofisis.



Gambar 2.9 Skema Mekanisme Umpan Balik
Negatif dan Positif (Bowen, 2001)

Contoh skema mekanisme umpan balik positif dan negatif dilihat pada regulasi spermatogensis yang ditampilkan pada hubungan Hipotalamus-Hipofisis-Gonad dalam Kontrol Sistem Endokrin (Gambar 2.10).



Gambar 2.10 Hubungan Hipotalamus-Hipofisis-Gonad dalam
Kontrol Sistem Endokrin (Tortora and Derirckson, 2009)

Mekanisme Penentuan Kesalahan pada Sistem Endokrin

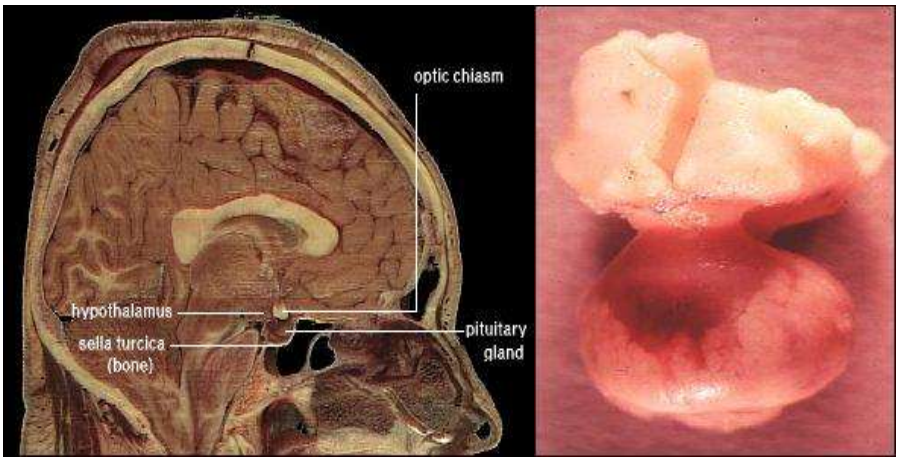
Kesalahan pada sistem endokrin bisa menghasilkan defisiensi hormon, kelebihan hormon atau resistensi hormon. Difesiensi hormon selalu menyebabkan kerusakan pada proses di kelenjer dimana hormon diproduksi. Seperti karena infeksi virus, penekanan fisik oleh pertumbuhan tumor atau penyerangan sistem kekebalan tubuh. Kelebihan hormon selalu menyebabkan penyakit. Kekurangan hormon juga akan menyebabkan terganggunya keseimbangan proses fisiologis tubuh.

Metode penentuan kekurangan hormon bisa dilakukan dengan pendektesian pengaruh stimulasi anti reseptor antibodi. Resistensi hormonal merupakan suatu mekanisme penyebab penyakit yang terjadi pada semua hormon. Salah satu bentuk kelainan dalam hal ini adalah adanya struktur abnormal hormon peptida. Resistensi hormon bisa terjadi pengaruh reseptor primer dan postreseptor dalam mekanisme kerja hormon.

HIPOTALAMUS-HIPOFISIS

Anatomi dan Histologi Kelenjer Hipotalamus-Hipofisis

Hipotalamus adalah suatu daerah otak yang mengendalikan fungsi tubuh. Terletak pada pertengahan dasar otak dan encapsula dan ventral ketiga. Sedangkan kelenjer pituitari, juga dikenal sebagai hypofisis adalah suatu organ yang terletak dibawah hypotalamus. Berbentuk kasar seperti kacang (Gambar 2.11).



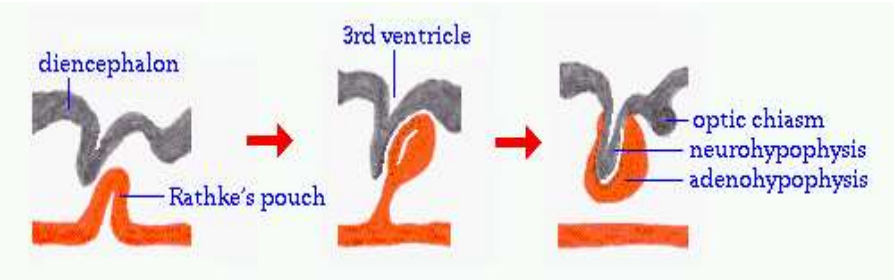
Gambar 2.11 Kelenjer Hipotalamus dan Hipofisis Domba (Kanan), Hubungan pada Manusia (Kiri) (Bowen, 2001)

Kelenjer hipofisis dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Hipofise anterior (adenohypofisis) adalah suatu kelenjer endokrin klasik yang sebagian besar merupakan sel yang mengeluarkan hormon protein
2. Hipofise (neurohypophysis) adalah tidaklah benar-benar suatu organ, dan merupakan badan atau hanyalah perluasan hypotalamus. Terdiri sebagian besar axons hypotalamic neurons yang meluas mengarah ke bawah sebagian bundel besar yang disebut tangkai pituitary.

Perkembangan dan Anatomi Kelenjer Hipofisis

Hipofisis adalah gabungan dua jaringan. Pada awal kehamilan suatu juluran ektoderm tumbuh dan berpindah naik dari atap mulut. Penonjolan ini disebut Kantong Rathke's dan akan berkembang menjadi hipofisis anterior (adenohypopysis). Pada saat Kantong Rathke's berkembang, saat itu juluran ectodermal jaringan yang lain evaginasi secara ventral dari diencephalon otak. Perluasan otak ini secar ventral akan menjadi hipofisis posterior (neurohypophysis). Akhirnya, dua jaringan menjadi satu, dan menjadi rapat tetapi struktur yang berbeda, yang mencerminkan embryologi asal masing-masing (Gambar 2.12).

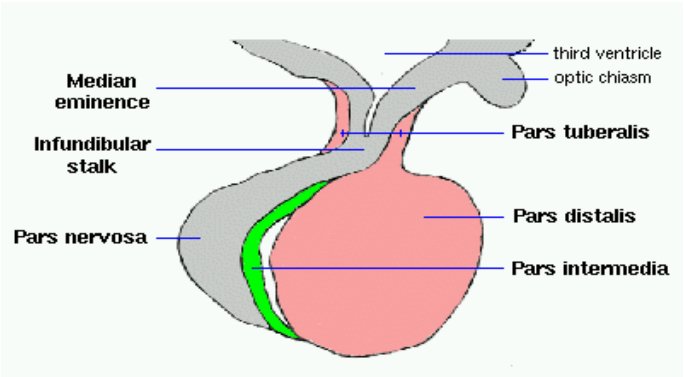


Gambar 2.12 Embriologi Asal Kelenjer Hipofisis (Bowen, 2001)

Adenohypophyfisis dan neurohypophysis dapat dibagi lagi didasarkan pada bentuk dan corak histologik (Gambar 2.13). Terminologi yang digunakan adalah sebagai berikut.

1. Adenohypohysis, dengan bagian:
   - Pars distalis: bagian yang paling besar
   - Pars tuberalis: bagian yang mengelilingi tangki infundibular
   - Pars intermedia: bagian yang terpisah dari pars distalis dan membelah hypophyscal

2. Neurohypohysis, dengan bagian:
   - Pars nervosa: bagian mulut dari hipofisis posterior
   - Median emminence: bagian atas neurohypophysis terletak di atas pars tuberalis
   - Tangkai infundibular: batang yang menghubungkan pars nervosa dengan dasar otak



Gambar 2.13 Histologi Kelenjer Hipofisis (Bowen, 2001)

Adenohipise (Hipofisis Anterior)

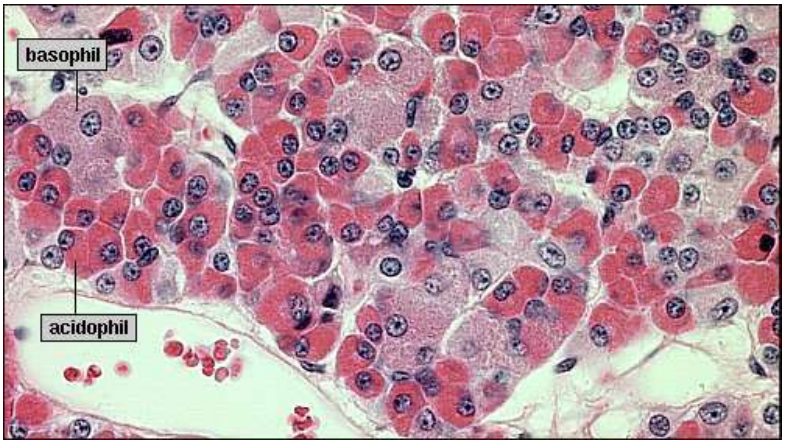
Struktur Adenohipise (Hipofisis Anterior)

Struktur Hipofisis Anterior (Adenohipise) ditampilkan di Gambar 2.14. Bagian depan adenohypophysis adalah pars distalis. Jaringan ini terdiri atas sel epithel yang melilit dan diapit oleh vaskuler sinusoids. Dengan pewarnaan Hematoksilin Eosin (HE) terdapat tiga jenis sel yaitu:

1. Acidophylis mempunyai cytoplasma yang merah atau merah jambu
2. Basophylis mempunyai cytoplasma dengan warna kebiru-biruan
3. Chromophobes mempunyai cytoplasma dengan warna agak gelap

Hormon Adenohipise (Hipofisis Anterior)

Hormon-hormon adenohipofise dihasilkan oleh beberapa jenis sel yang terdapat disana. Pada Tabel 2.3 dan Tabel 2.4 dituliskan jenis-jenis hormon tersebut.



Gambar 2.14 Histologis Pars Distalis dari Seekor Kucing
(Pewarnaan HE) (Bowen, 2001)

Tabel 2.3 Jenis Hormon yang Dihasilkan oleh Sel Epitel Adenohipofise

Jenis Sel	Struktur
Acidophylis	Cells yang mengandung hormon-hormon glycoprotein Somatotrop yang memproduksi growth hormone Lactotropes yang memproduksi prolactin
Basophylis	Cells yang mengandung hormon-hormon glycoprotein Thyrotropes yang memproduksi thyroid stimulating hormone Gonadotropes yang memproduksi luteinizing hormone atau fillicle-stimulating hormone Corticotropes yang memproduksi adrenocorticotropic hormone
Chromophobes	Sel-sel yang tidak atau mempunyai sedikit hormon. Beberapa chromophobes bisa berbentuk acidophils atau basophils. Chromophobes bisa dalam bentuk stem cells yang tidak berdiferensiasi menjadi sel yang memproduksi dan membentuk.

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Struktur Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Neurohypophysis dikenal juga dengan pars nervosa. Dibedakan atas tiga area median eminence, infundibular stalk, and infundibular process. Hipofisis posterior merupakan perluasan jaringan hipotalamus ke arah ventral dan merupakan derivat dari neuroektoderm yang membentuk dasar cerebroventrikel ketiga. Beratnya lebih kurang 0,10-0,15 gram yang ada sejak 5 bulan dikandungan, juga mengandung elemen glial yang disebut pituisit. Hipofisis posterior disusun oleh serabut saraf yang tak bermyelin dan terminal axon

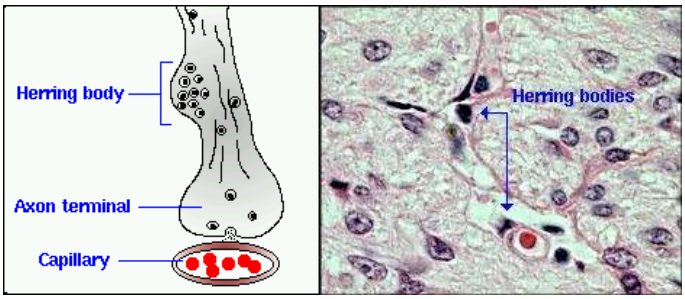
syaraf mempunyai badan sel yang terletak pada supraoptik dan paraventrikel inti hipotalamus.

Tabel 2.4 Adenohipyseal Manusia

Jenis hormon	Asam amino	Karbohidrat	BM
Corticotropin-berhubungan dengan hormon peptida (peptida) peptida kecil tunggal turunan dan prekusor			
Melanocyte stimulating hormone	13AA		1,823
Corticotropin (ACTH)	39 AA		4,507
Lipoprotein (□-LPH)	91 AA		9,500
Enddhorpin, □-LPH 61-91	31 AA		3,100
Hormon Glycoprotein			
FSH	89 AA, 115 AA	18%CHO, 5%SA	32,000
LH	89 AA, 115 AA	16%CHO, 5%SA	32,000
TSH	89 AA, 112 AA	16%CHO, 1%SA	32,000
Hormon Somatotropin			
Prolaktin	198 AA		23,510
Growth hormon (GH) atau Somatotropin	191 AA		22,650

(Sumber: Griffin dan Ojeda, 1988)

Neurohyppohysis berisi kapiler yang lebih banyak dibandingkan dengan adenohipofise, terutama adanya bagian Herring bodies. Banyak dari kapiler ini adalah fenestrated (berisi lubang), memudahkankan penyerapan hormon ke dalam darah. Bagin ini merupakan dilatasi dari daerah terminal axon yang mengandung granula neurosekretori. Granul-granul ini berisi oksitosis dan hormon anti diuretik. Di bawah ini adalah gambar-struktur dan histologi dari neurohipofise (Gambar 2.15).



Gambar 2.15 Struktur Neurohipofise (Bowen, 2001)

Hormon Neurohipofise (Hipofisis Posterior)

Serabut hipotalamus-neurohipofisis mengantar dua hormon hipofisis posterior utama yaitu oksitosin (OT) dan arginin vasopressin (AVP) yang berikatan dengan neurophisin sebagai protein pembawa menuju neural lobe. OT dan AVP diproduksi secara tidak bersamaan. Sel yang mengandung OT dan AVP juga memproduksi kortikotropin releasing faktor dan neurotransmitter. OT dan AVP dilepas ke darah dan merupakan modulator dari fungsi hipofisis anterior.

Pada bab kedua ini, tidak diulas secara jelas hasil penelitian yang terkait dengan hormon. Ulasan tentang hormon dan pengaruhnya terhadap fisiologis tubuh dituliskan di bab selanjutnya (bab ke-3).

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Bowen RA. 2001. *Pathophysiologi of Endocrine System*. Colorado State University. In *http://arbl.cumbs.colo-state.edu/hbooks/pathphys/endo-crine/index.html*. (Download 25 April 2004).

Garner DL and Hafez ESE. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In: Hafez B, Hafez ESE, editor. *Reproduction in Farm Animals, 7th Ed*. South Caroline: Lippincot Williem and Wilson: 96-109.

Griffin JE and Ojeda SR. 1988.Textbook of endocrine Physiology. Oxford Univercity Press. Oxford.

Hammerstedt RH and Parks JE. 1987. Changes in sperm surface associated with epididymal transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34: 133-149.

Haviz M. 2007. Kajian aglutinasi spermatozoa: sebaran antiaglutinin dan karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *Jurnal Akademika* 11 (1): 100-107.

Hernawati. 2008. *Bahan Kuliah Struktur Hewan*. Jurusan Pendidikan Biologi FPMIPA UPI Bandung: 1-16.

Hunnicut G, Ann C and Dennis K. 2004. Reproductive biology and immunology sperm maturation. University of connecticuty health center United States. *Population Briefs Vol 5, No 2*.

Hunnicut G, Koppel DE and Myles DG. 1997. Analysis of the process of localization of fertilin to the sperm posterior head plasma membrane domain during sperm maturation in the epididymis. *Dev Biol* 191: 146-159.

Hunter RHF, Holtz W and Hermann H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Scie* 1: 161-166.

Jhonson MH and Everit BT. 1995. *Essential Reproduction, 4th Ed*. Oxford: Blackwell Scientific Ltd: 50-74.

Kohane AI, Pinicoro L and Blaqueir JA. 1987. Androgen controlled synthesis of specific protein in the rat epididymis. *Endocrinology* 112: 1590-1596.

Pack PE. 2007. *Anatomi dan Fisiologi (Terjemahan oleh Thedorus Dharma Wibisono)* . Bandung: Pakar Raya: 265-282.

Setchell BP, Maddocks S and Brooks DE. 1994. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: *Knobil E, Neill JD (eds.), The Physiology of Reproduction, 2nd ed*. New York: Raven Press Ltd; 1063-1175.

Tortora GJ and Derirckson. 2009. *Principles of Anatomy and Physiology*. Newyork: John Wiley & Sons, Inc.

Visconti PE *et al.*1995. Capacitation of mouse spermatozoa, correlation between the capacitation state and protein tyrosine phosphorylation. *Dev Bio* 121: 1129-1150.

BAB 3. HORMON DAN METABOLISME TUBUH

INSULIN SHOCK DAN HUBUNGANNYA DENGAN METABOLISME TUBUH

The presence of insulin in the human body is very necessary. Insulin has an effect on the metabolism of the body. There are significant physiological changes in the body when insulin deficiency or excess. This paper to discusses about the relationship insulin with metabolism of the body through a literature review and mini research. Is the body condition if the excess or deficiency of insulin? The above questions will be answered through the review authors in this article. Weitz report (2007) about the experience of observation insulin shock therapy in patients with schizophrenia. Then, followed by reports of a mini research that have been conducted on insulin shock in fish. Based on the discussion of the results and some conclusions can be drawn (1) Glucose levels in plasma and liver is strongly influenced by the presence of insulin and glucagon, (2) lack or excess of insulin as a hormone and glucose as substrate will lead to abnormality in the body's physiological.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *insulin shock, metabolism*
- Tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Sainstek Volume IV No. 2 Desember 2012:87-94, ISSN:2085-8019, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Keberadaan insulin dalam tubuh manusia sangat diperlukan. Insulin memiliki efek pada metabolism tubuh. Pertama, insulin memiliki efek pada hati, terutama pada glikogenesis, meningkatkan sintesis, trigliserida, kolesterol, VLDL, meningkatkan sintesis protein, menghambat glikogenolisis, menghambat ketogenesis dan menghambat glukoneogenesis. Kedua, insulin memiliki efek pada otot, yaitu membantu sintesis protein dengan meningkatkan transpor asam amino serta merangsang sintesis protein ribosomal, dan membantu sintesis glikogen. Ketiga, insulin memiliki efek pada lemak yaitu membantu penyimpanan trigliserida, meningkatkan transpor glukosa ke dalam sel lemak dan menghambat lipolisis intraseluler (Indah, 2004:20).

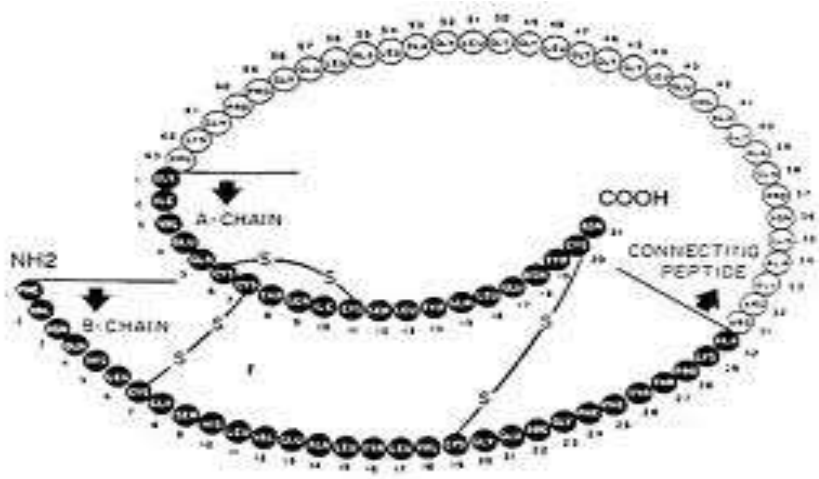
Insulin sangat berpengaruh bagi fisiologis tubuh. Ada perubahan fisiologis yang signifikan ketika tubuh kekurangan atau kelebihan insulin. Tulisan ini mengulas tentang insulin dan hubungannya dengan metabolisme tubuh berdasarkan ulasan literatur (*review article*) dan kegiatan praktikum sederhana tentang *insulin shock*.

STRUKTUR DAN METABOLISME INSULIN

Insulin merupakan hormon protein yang terdiri dari 2 rantai yaitu rantai A yang terdiri dari 21 asam dan rantai B yang terdiri dari asam amino, diantara 2 rantai tersebut dihubungkan oleh 2 jembatan disulfida (Gambar 3.1). Pada masing-masing spesies, insulin yang ditemukan berbeda-beda jumlah asam aminonya. Misalnya insulin manusia dengan insulin babi hanya berbeda pada 1 residu asam aminonya.

Insulin diproduksi di pankreas. Fungsi endokrin pankreas terdapat di pulau langerhans yang tersebar di seluruh organ. Pada pulau langerhans ini dijumpai tiga macam sel (Gambar 3.2) yaitu:

1. Sel alfa, sel ini menghasilkan glukagon juga dihasilkan oleh sel-sel alfa ekstra-pankreas (di luar pankreas), seperti pada lambung dan saluran pencernaan.
2. Sel beta, menghasilkan hormon insulin yang berperan untuk mengubah glukosa darah menjadi glikogen dalam hati.
3. Sel delta, menghasilkan hormon somatotropin atau *growth hormone releasing inhibiting factor* (*GH-RIF*) seperti dihasilkan oleh hipotalamus. Fungsinya adalah untuk menghambat produksi hormon insulin maupun glukagon.

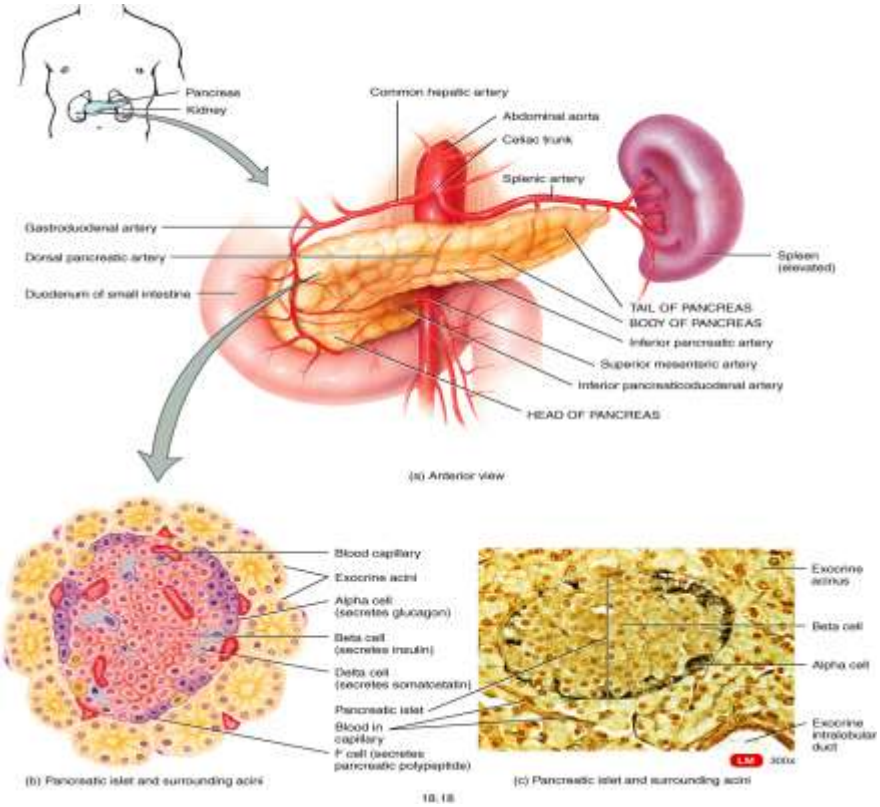


Gambar 3.1 Struktur Hormon Insulin (Joshi et al. 2007:55)

Pankreas mensekresikan paling sedikit empat jenis hormon yaitu insulin, glukagon, somastotatin dan polipeptida pankreas. Gen insulin manusia terdapat pada lengan pendek dari kromoson 11. Insulin disekresikan sebagai preproinsulin. Preproinsulin suatu peptida rantai panjang dengan BM 11.500. Rangkain pemandu/sequence yang bersifat Hydropfobik berfungsi untuk signal mengarahkan molekul ini ke endoplasma retikulum dan kemudian dikeluarkan. Di tempat ini terjadi proses pembelahan molekul preproinsulin oleh enzim-enzim mikrosomal menghasilkan molekul proinsulin (BM kira-kira 9000). Proinsulin diangkut ke badan golgi dimana berlangsung proses pengemasan menjadi granula-granula sekretorik berlapis klatrin. Granula-granula ini matang, mengandung insulin yang terdiri dari 51 asam amino; terkandung dalam rantai A 21 asam amino dan rantai B 30 asam amino serta C-Peptida.

Reseptor insulin adalah glikoprotein. Proses metabolisme glikoprotein dimulai dengan berikatannya insulin dengan reseptor glikoprotein yang spesifik pada permukaan sel sasaran. Reseptor ini terdiri dari 2 subunit, yaitu:

1. Subunit α yang besar dengan BM 130.000 yang meluas ke ekstraseluler dan terlibat untuk pengikatan molekul insulin.
2. Subunit β yang lebih kecil dengan BM 90.000, yang dominan di dalam sitoplasma mengandung suatu kinase yang akan teraktifasi pada pengikatan insulin sebagai akibat fosforilasi terhadap sub-unit β (autofosforilasi).



Gambar 3.2 Struktur Pankreas (a) Anterior; (b dan c) Sel Islet dan Bagiannya (Tortora and Derirckson, 2009)

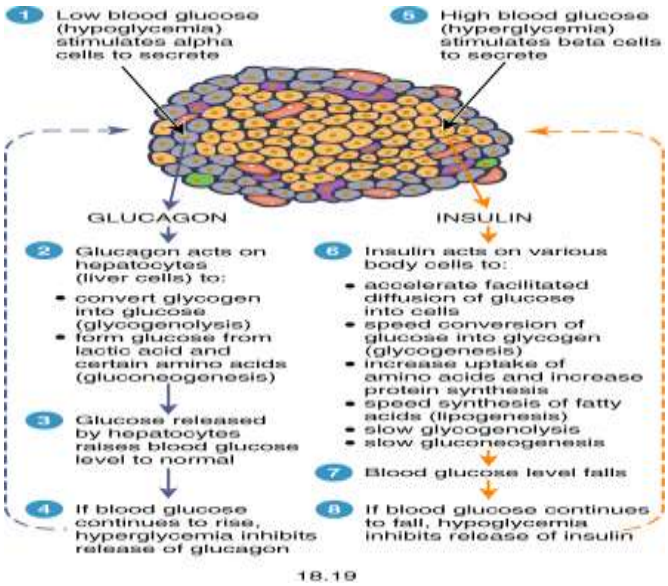
Reseptor insulin yang sudah terfosforilasi melakukan reaksi fosforilasi terhadap substrat reseptor insulin (IRS-1). IRS-1 yang terfosforilasi akan terikat dengan domain SH2 pada sejumlah protein yang terlibat langsung dalam pengantar berbagai efek insulin yang berbeda.

Insulin memiliki dua jaringan sasaran yaitu otot lurik dan jaringan adiposa. Serangkaian proses fosforilasi yang berawal dari daerah kinase teraktivasi tersebut akan merangsang protein-protein intraseluler, termasuk Glukosa Transpoter 4 untuk berpindah ke permukaan sel. Jika proses ini berlangsung pada saat makan, maka akan mempermudah transport zat-zat gizi ke dalam berbagai jaringan sasaran insulin.

Dalam metabolisme, insulin dipisahkan dari 2 rantai polipeptidanya membentuk peptida sederhana dan asam-asam amino oleh aktifitas enzim insulin protease. *Half* insulin adalah 10 menit. Pada manusia sekitar 5 menit. Berdasarkan kecepatan aksinya, insulin dibagi menjadi tiga kategori, yaitu:

1. Reaksi cepat dalam hitungan detik
   Prinsip kerjanya adalah dengan meningkatkan transpor glukosa, asam amino dan K^+ kedalam sel yang sensitif terhadap insulin.
2. Reaksi intermediet dalam hitungan menit
   Prinsip kerjanya adalah dengan menstimulasi sintesa protein dan penghambatan terhadap degradasi protein aktifasi enzim-enzim fosforilasi dan glukoneogenik.
3. Reaksi *delayed* dalam hitungan jam
   Prinsip kerjanya adalah dengan meningkatkan mRNAs untuk lipogenik dan aktifitas enzim-enzim lain.

Fungsi utama insulin adalah meningkatkan penggunaan glukosa untuk energi dan mengubah glukosa untuk energi dan mengubah glukosa, asam lemak dan asam amino dalam bentuk glikogen. Peristiwa ini merupakan anabolisme. Namun yang terpenting efek utama dari insulin adalah menurunkan konsentrasi glukosa darah, asam lemak dan asam amino.

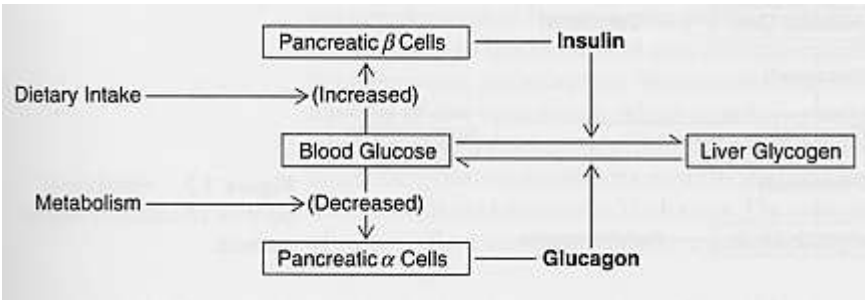


Gambar 3.3 Mekanisme Pelepasan Insulin dalam Tubuh
(Tortora and Derirckson, 2009)

Mekanisme kerja dari insulin adalah memindahkan glukosa darah masuk ke dalam sel melalui membran plasma. Glukosa tidak dapat langsung menetrasi

sel atau masuk ke dalam sel sehingga memerlukan transporter, kecuali untuk jaringan yang memerlukan secara kontiniu asupan glukosa seperti otak, hati, sel darah merah dan putih serta bagian sel-sel lain.

Glukagon sebagai hormon antagonis dari insulin berfungsi dalam kontrol glukosa, yaitu kebalikan dari insulin (Gambar 3.3 dan 3.4). Terutama dalam proses glikogenolisis dan glukoneogenesis, menurunkan sintesa glikogen, lipolitik dan ketogenik pada jaringan hati. *Half life* dari glukagon adalah 5-10 menit. Glukagon akan didegradasi oleh berbagai jaringan tetapi yang utama adalah oleh hati. Karena glukagon disekresi oleh ke dalam vena porta dan mencapai hati sebelum masuk ke dalam sirkulasi perifer, maka glukagon sulit ditemukan di perifer.



Gambar 3.4 Pembentukan dan Pelepasan Insulin di Pankreas
(Bowen, 2001)

BAGAIMANA KONDISI TUBUH JIKA KELEBIHAN ATAU KEKURANGAN INSULIN?

Pertanyaan diatas akan dijawab melalui kutipan laporan Weitz (2007) tentang pengalaman pribadinya, yang telah mengamati proses terapi *insulin shock* pada penderita schizophrenia. Kemudian, dilanjutkan dengan laporan kegiatan *mini research* yang telah penulis lakukan tentang *insulin shock* pada ikan.

Insulin Shock pada Manusia

Weitz (1997) melaporkan pengalamannya dalam tulisan tentang *insulin shock torture a personal account*. *Treatment* dilakukan pada pasien yang dideteksi schizophrenia. Pada *treatment* tersebut dilaporkan terjadi perubahan fisiologis pada pasien. Beberapa kejadian yang dialami adalah pertama, *treatment* dilakukan dokter setelah dideteksi schizophrenia akut. Dokter memberikan *full-coma insulin shock and electroshock*. Setelah 1 bulan pasien diberikan kembali *subcoma insulin*

shock. Kedua, terjadi hypoglycemia setelah pemberian 5-75 unit insulin setiap hari. Dosis ini sampai mendekati 110 unit insulin. Perubahan fisiologis yang terjadi adalah pasien selalu merasa kelaparan. Berat badan naik dari 145 pounds menjadi 194 pounds. Peristiwa ini disebut dengan *hypoglycemia*.

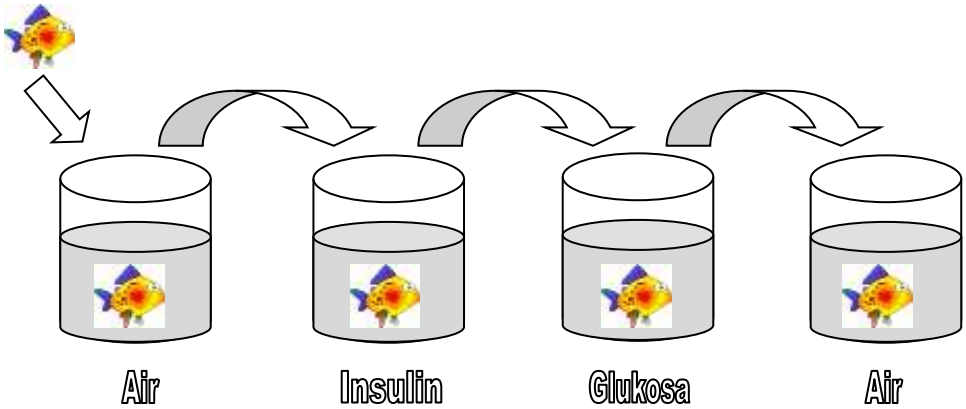
Ketiga, terjadi kelemahan tubuh dan tubuh selalu berkeringat dengan pemberian suntikan 25 unit insulin tiga kali sehari. Ini adalah *treatment* ke-15 yang terjadi pada hari ke-6. Keempat, pada hari ke-12 dengan *treatment* ke-31 terjadi perubahan fisiologis tubuh dengan tanda keringat semakin banyak dan mengalami kejang otot. Kelima, pada hari ke-17 dengan *treatment* ke-49, terjadi perubahan fisiologis tubuh dengan ciri pasien berkeringat berlebihan, mengantuk dan terjadi kejang otot. Dosis yang diberikan sebanyak 270 unit dengan dosis 90 unit sebanyak tiga kali sehari.

Keenam, pada hari ke 20 dengan *treatment* ke 52 terjadi perubahan fisiologis pada pasien dengan ciri jumlah keringat moderat, berbicara lambat, tremor ringan, kadang-kadang kejang dan seperti koma. Dan begitu seterusnya, pasien mendapatkan suntikan insulin dengan dosis tertentu untuk membantu menghilangkan schizophrenia yang dideritanya. Uraian lengkap paparan ini bisa dibaca pada tulisan Weitz (2007) dengan judul *insulin shock torture, apersonal account*. Kesimpulan dari telaah tulisan ini adalah terjadi perubahan fisiologis tubuh seiring dengan adanya pemberian insulin dengan jumlah yang meningkat.

Insulin Shock pada Ikan

Penentuan kerja insulin dalam darah diketahui dari pelaksanaan praktikum sederhana dengan menggunakan ikan yang direndam dalam berbagai jenis larutan. Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan ini adalah ikan, air, larutan glukosa 10% larutan insulin 100 v/m. Alat yang dipakai adalah tabung atau botol berukuran 100 ml dan sebuah stop wacth (Sastradipradja dkk. 1989).

Cara kerja yang dilakukan adalah ikan yang telah disiapkan, *pertama* dimasukan ke dalam air biasa. Dilakukan pengamatan terhadap pergerakan dari ikan tersebut. *Kedua*, ikan tersebut dipindahkan ke tabung lain yang berisi larutan insulin 100 v/m. pergerakan ikan tersebut diamati lagi dan dilakukan pencatatan waktu selama (jika) ada kejanggalan atau kelainan dalam pergerakan ikan tersebut. *Ketiga*, ikan dipindahkan ke tabung lain yang berisi glukosa. Pergerakan ikan tersebut diamati lagi dan dilakukan pencatatan waktu selama atau jika ada kejanggalan atau kelainan dalam pergerakan ikan tersebut. Selanjutnya, ikan tersebut dipindahkan kembali ke dalam air dan dilakukan pengamatan terhadap pergerakan dari ikan tersebut untuk melihat *recovery* dari pengaruh perlakuan sebelumnya. Ringkasan prosedur kerja bisa dilihat di Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Ringkasan Prosedur Kerja Insulin Shock

Hasil pengamatan kegiatan ini dituliskan di Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, kondisi fisiologis ikan secara morfologi ketika dipindahkan dari tabung yang berisi air ke tabung yang berisi insulin adalah ikan mengalami inkoordinasi. Waktu yang dibutuhkan untuk terjadinya hal ini adalah 10 menit. Dalam kondisi ini ikan berada dalam *hipoglycemia*. Kemudian dipindahkan ke tabung yang berisi glukosa. Perubahan fisiologis yang terjadi adalah ikan normal kembali setelah 2 menit berikutnya. Dan hiperaktif dalam waktu 2 menit berikutnya. Terakhir, ikan dipindahkan kembali ke tabung yang berisi air. Waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke fisiologi normal adalah 2 menit saja.

Tabel 1 Kondisi Fisiologis Ikan dengan Berbagai Media

Jenis Media	Kondisi Fisiologis	Waktu
Air	Normal	-
Insulin	Inkoordinasi, hipoglicemia	10 menit sejak dipindahkan dari air
Glukosa	Normal, Hiperaktif, hyperglycemia	2 menit setelah dipindah dari insulin 2 menit
Air	Normal	2 menit setelah dipindahkan dari insulin

Ulasan singkat untuk menjawab pertanyaan apa dan bagaimana kedua proses tersebut terjadi, penulis tuliskan pada paparan berikut. Peristiwa ini menggambarkan terjadinya perbedaan glukosa dalam darah dan sel hati yang juga akan mempengaruhi koordinasi. Karena sistem syaraf memerlukan asupan glukosa untuk bekerja. Ketika berada di insulin, ikan mengalami *hipoglycemia*

yaitu kadar glukosa darah lebih rendah dibandingkan dengan dalam sel. Karena mekanisme kerja insulin sendiri adalah memindahkan glukosa darah masuk kedalam sel melalui membran plasma.

Cadangan karbohidrat dari jaringan syaraf sangat sedikit sehingga sangat tergantung dari asupan glukosa secara kontiniu. Bila glukosa darah menurun maka korteks dan bagian otak yang lain mempunyai aktifitas metabolisme paling tinggi akan terganggu, sehingga terjadilah inkoordinasi. Metabolisme insulin pada kegiatan ini adalah sekitar 2 menit. Dilihat dari kondisi fisiologik lebih lanjut, *hipoglycemia* akan menyebabkan kompensasi. Mekanisme kompensasi *hipoglycemia* akan merangsang 5 jenis hormon lain yaitu epineperin, norepineprin, glucagon dan kortisol, hormon ini akan meningkatkan pengeluaran glukosa di hati melalui glikogenolisis dan growth hormon akan menurunkan penggunaan glukosa di jaringan perifer (Ganong, 1993).

Terjadinya *hiperglycemia* saat ikan dipindahkan ke glukosa, yang merupakan kebalikan dari kejadian sebelumnya. Kondisi ini menggambarkan kadar glukosa dalam plasma darah kembali normal, kemudian melonjak tajam. Efek fisiologisnya adalah ikan akan menjadi hiperaktif. Karena asupan glukosa ke otak sebagai pusat koordinasi tersedia. Lebih lanjut jika ditinjau secara hormonal, peristiwa ini melibatkan peran glukagon. Glukagon berfungsi dalam kontrol glukosa yaitu kebalikan dari insulin. Terutama dalam proses glikogenolisis dan glukoneogenesis, menurunkan sintesa glikogen, lipolitik dan ketogenik pada jaringan hati. *Half life* dari glukagon adalah 5-10 menit. Glukagon akan di degradasi oleh berbagai jaringan tetapi yang utama adalah oleh hati. Karena glukagon disekresi oleh kedalam vena porta dan mencapai hati sebelum masuk ke dalam sirkulasi perifer maka sulit ditemukan di perifer.

Insulin memiliki dua jaringan sasaran yaitu otot lurik dan jaringan adiposa. Serangkaian proses fosforilasi yang berawal dari daerah kinase teraktivasi tersebut akan merangsang protein-protein intraseluler, termasuk Glukosa Transpoter 4 untuk berpindah ke permukaan sel. Jika proses ini berlangsung pada saat pemberian makan, maka akan mempermudah transpor zat-zat gizi ke dalam jaringan-jaringan sasaran insulin tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan tersebut dapat dituliskan dua kesimpulan (1) Kadar glukosa dalam plasma dan hati sangat dipengaruhi dengan keberadaan insulin dan glukagon; (2) Kekurangan atau kelebihan insulin sebagai hormon dan glukosa sebagai substrat akan menyebabkan abnormalitas fisiologis tubuh.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Bowen RA. 2001. *Pathophysiologi of Endocrine System*. Colorado State University. In http://arbl.cumbs.colostate.edu/hbooks/pathphys/endocrine/index.html. (Download 25 April 2004).

Ganong WF. 1993. *Review of Medical Physiology. Sixteenth edition*. New Jersey: Prentice-Hall International.

Indah M. 2004. *Mekanisme Kerja Hormon*. USU Digital Library.

Joshi SR, Parikh RM and Das AK. 2007. Insulin – history, physiology and pharmacology. *Supplement of JAPI Vol 55:19-25*.

Sastradipradja D dkk. 1989. *Penuntun Praktikum Fisiologi Veteriner*. Bogor: IPB.

Tortora GJ and Derirckson. 2009. *Principles of Anatomy and Physiology*. Newyork: John Wiley & Sons, Inc.

Weitz D. 2007. Insulin shock torture: a presonal account. *Journal of Critical Psychology, Counselling and Psychoterapy Vol, 4 No.3*.

BAB 4. GEN DALAM EMBRIOLOGI

GEN YANG BERPERANAN DALAM PALATOGENESIS PADA MANUSIA

This paper reviews the genes involvement in palatogenesis, such as the involvement of growth factors as the regulator of palatogenesis and cleft palate. Also, It is asssumed substrat affinit1y has a function in morphogenesis. The involvement of growth factors is the main important factors in in palatogenesis. Incomplete palatogenesis will cause the malformation such as cleft palate.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *palatogenesis, growth factors, cleft palate, malformation*
- Sebagian isi tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Ekotrans Volume 9 No. 1 Januari 2009: 32-36 ISSN:1411-4615, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan sel menjadi jaringan, jaringan menjadi organ merupakan proses kompleks yang harus terjadi untuk terbentuknya individu yang lengkap. Proses ini diduga melibatkan regulator intrinsik, yaitu gen. Keterlibatan gen sebagai regulator tidak hanya berperanan dalam proses perkembangan awal embrio, tetapi juga dalam morfogenesis.

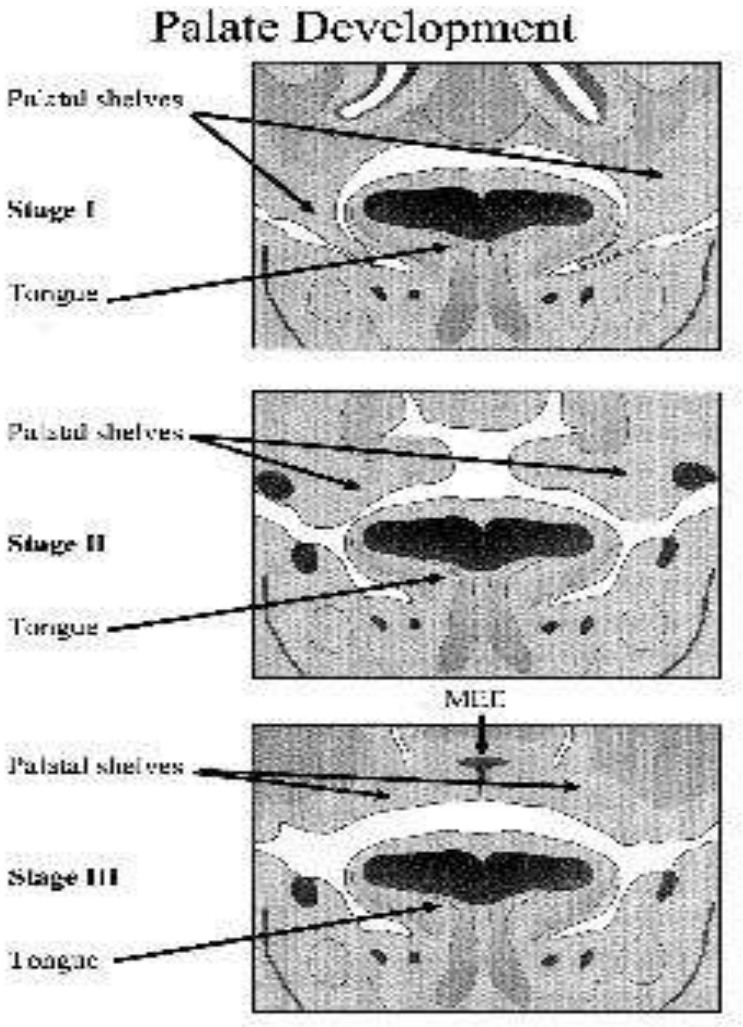
Palatogenesis (pembentukan palate) merupakan salah satu proses dalam perkembangan individu. Palatogenesis yang tidak sempurna akan menimbulkan malformasi, misalnya *cleft palate*. Penelitian-penelitian di bidang teratologi, disamping bertujuan menemukan zat atau bahan yang diduga sebagai penyebab terjadinya malformasi, juga bertujuan melihat mekanisme dan keterlibatan unit regulator terjadinya malformasi dalam perkembangan.

Review artikel ini akan mengkaji keterlibatan gen-gen yang berperanan dalam palatogenesis, misalnya keterlibatan *growth factors* sebagai regulator palatogenesis dan *cleft palate*. Kemudian, kemungkinan terlibat dan peranan affinitas substrat sebagai salah satu faktor yang penting dalam morfogenesis jaringan atau organ.

PERKEMBANGAN NORMAL PALATE MANUSIA

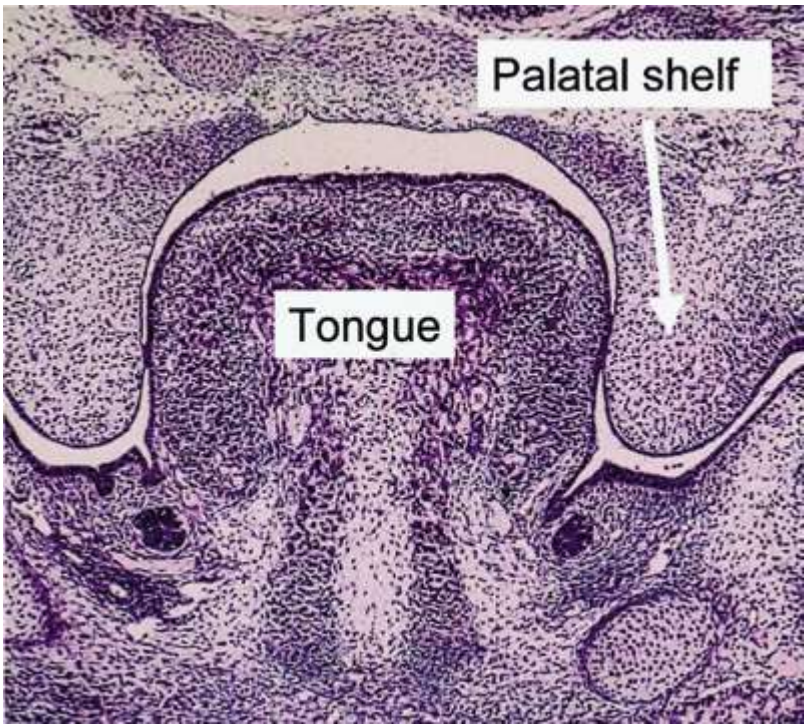
Pada manusia, perkembangan palate dimulai di akhir minggu ke lima perkembangan intra uterin. Proses ini akan berakhir pada minggu ke dua belas kehamilan. Periode kritis dalam perkembangan intra uterin pada manusia adalah akhir minggu ke enam sampai awal minggu ke sembilan. Pada periode inilah terjadi perkembangan palate dan organ lainnya. Pada perkembangan normal palate, sel – sel mesenkim dari neural crest akan bermigrasi ke daerah rongga primitif mulut (oral primitif). Sedangkan oral primitif terbentuk dari asosiasi bagian maxilla dengan ektoderm karniofaringeal.

Perkembangan palate dibagi dalam dua bentuk, yaitu palate primer dan palate sekunder. Palate primer dibentuk dari fusi dua medial nasal prominens, selanjutnya akan membentuk segmen intermaksilaris (Gambar 4.1). Pembentukan palate sekunder terdiri dari tiga tahapan. Tahap pertamanya diawali dengan terbentuknya lapisan dari gabungan sel di bagian maksilaris dengan vertikal. Tujuan pembentukan lapisan ini adalah untuk memudahkan pembentukan rongga oronasal (Ferguson, 1998). Terbentuknya rongga oronasal juga akan memudahkan terbentuknya lidah (*tongue*) (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Perkembangan Palate Tahap 1 dan 2 Pada Fetus dengan Pewarnaan Haematoksilin dan Eosin (Kerrigan *et al.,* 2000).

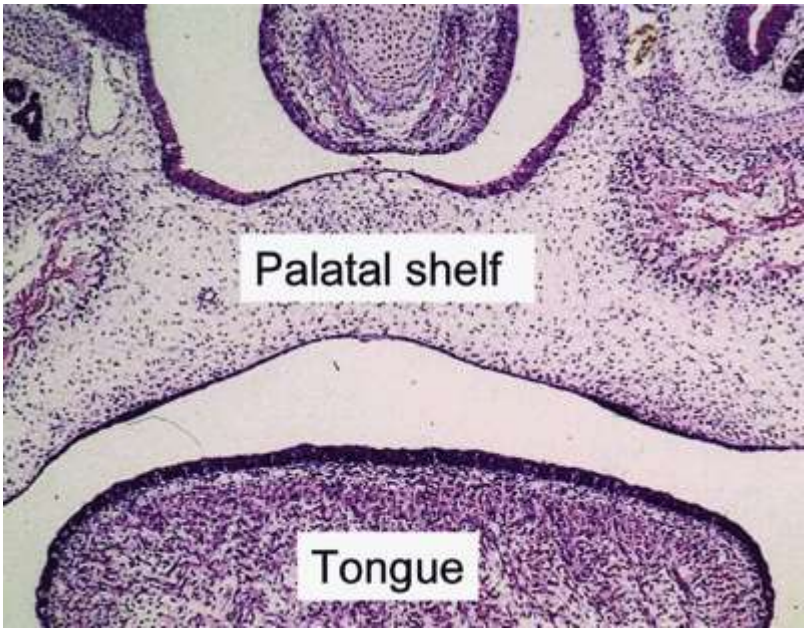
Perkembangan palate sekunder tahap kedua dicirikan dengan berorientasinya lapisan palate (*shelves palate)* dari vertical ke posisi horizontal, dan berhenti di bagian dorsal atas lidah (*tongue*) (Ferguson, 1998). Proses ini terjadinya secara cepat dan berkemungkinan hanya beberapa jam saja. Pada tahap ketiga, terjadi fusi dua sisi medio sel epitel (*Medial Edge Epithellium/MEE*) melalui desmosom. Bagian ini juga berperanan dalam membentuk mulut dan rongga mulut (Gambar 4.2 dan 4.3).



Gambar 4.2 Perkembangan Palate Tahap 3. Perkembangan Sekunder Palate Dicirikan dengan Fusi Bagian Medial Edge Epithelium (MEE) Melalui Desmosom (Kerrigan *et al.,* 2000).

Perkembangan palate melibatkan matriks ekstra seluler, transformasi sel epitel mesenkim dan terjadinya ossifikasi. Matriks ekstra seluler merupakan elemen penting dalam perkembangan seluruh jaringan (Chin dan Werb, 1997). Keterlibatan matriks ekstra seluler sebagai faktor instrinsik sangat kompleks pada mamalia. Palatogenesis pada tikus, terjadi akumulasi glikosaminoglikan sebagai komponen utama dan asam hialuronat (Pratt *et al.,* 1973) dan GAGs (*primary chondroitin sulphat*) seperti heparan sulfat, chondroitin sulfat (Singh *et al.,* 1994).

Proses selanjutnya yang diperlukan agar terbentuk palate yang sempurna adalah ossifikasi (penulangan). Ossifikasi melibatkan proses mineralisasi dan kondensasi. Mineralisasi terjadi dengan mendeposisikan kolagen tipe I dari lapisan ekstra membran ke intra membran. Kondensasi melibatkan sel-sel mesenkim, vaskularisasi jaringan dan diferensiasi sel ke osteoblast.



Gambar 4.3 Ossifikasi Palate. Fusi Palate Telah Sempurna dengan Menyatunya Bagian Medial Edge Epithelium dan Mesenkim Palate Telah Terorgansisasi dengan Baik Sehingga Terbentuk Palate yang Sempurna (Kerrigan *et al.,* 2000).

PERANAN *GROWTH FACTORS* DALAM PALATOGENESIS

Growth Factors adalah faktor-faktor internal yang mengatur pertumbuhan dan perkembangan sel atau jaringan atau organ tubuh, termasuk palatogenesis. Peranan *Growth Factors* dalam palatogenesis disamping gen pengatur perkembangan palate, juga berfungsi sebagai *cell signaling* (sel penanda). *Growth Factors* yang telah ditemukan dan terlibat dalam palatogenesis adalah :

1. *Glucocorticoid receptor (CORT)*, *Epidermal Growth Factors*, *Transforming Growth Factors* seperti TGFα dan TGFβ (TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3) (Abbot *et al.,* 1988).
2. *Firoblast Growth Factors* (FGF) seperti FGF-R1 dan FGF R2 (Lee *et al.,* 2001).
3. *Platelet Growth Derived Factors* (PDGF) (Qiu dan Ferguson, 1996)

Fitzpatrick *et al.* (1990) menjelaskan, dengan metode immunostaining, ekspresi RNA *Tranforming Growth Factors* (TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3) ditemukan pada perkembangan palate sekunder pada murine. Hasil penelitian ini juga

menjelaskan TGFβ3 berfungsi sebagai komponen epitel ketika terjadinya perkembangan palate sekunder tahap 1. Pada tahap 2, juga ditemukan ekspresi RNA TGFβ1, TGFβ2 tetapi ekspresi RNA TGFα tidak ditemukan.

Hasil penelitian lain menjelaskan, TGFα dan EGF hadir ketika perkembangan awal palate atau saat perkembangan palate primer (Iamaroon dan Diewet. 1996). TGFα merupakan ligan dari reseptor EGF yang bersatu di sel epitel. Reseptor EGF dan TGFα terekspresi ketika proliferasi sel epitel dalam perkembangan palate primer.

Firoblast Growth Factors (FGF), baik FGF-R1 dan FGF R2 secara spesifik hadir saat tahap 3 perkembangan palate sekunder (Lee *et al.* 2001). Saat ini terjadi fusi dua sisi medio sel epitel (*Medial Edge Epithellium/MEE*) melalui desmosom. Sedangkan *Platelet Growth Derived Factors* (PDGF) hadir saat terbentuknya lapisan palate di mesenkim epitel (Qiu dan Ferguson, 1996).

CLEFT PALATE, MALFORMASI DALAM PALATOGENESIS

Cleft palate terjadi karena tidak sempurnanya pembentukan palate dalam palatogenesis. *Cleft palate* ditemukan dalam dua bentuk yaitu *Cleft palate* primer dan *Cleft palate* sekunder. *Cleft palate* primer terjadi karena tidak menutupnya medial nasal prominens, sedangkan *Cleft palate* sekunder terjadi karena terganggunya proses palatine dari maksila prominens ketika fusi dengan yang sel lainnya.

Penyebab terjadinya *Cleft palate* pada manusia, umumnya karena pengaruh obat dan kelainan bawaan (keturunan). Beberapa hasil penelitian teratologi menemukan, zat seperti *glukocorticoid* (CORT) (Jaskoll *et al.,* 1996) merupakan salah satu teratogen dalam palatogenesis. Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian CORT sebagai gen regulator palatogenesis pada mencit hanya dideteksi pada mRNA TGFβ2 dari empat faktor yang diuji yaitu TGFβ (TGFβ1, TGFβ2, TGFβ3 dan EGF. Pemberian CORT ternyata menginduksi mRNA TGFβ2 untuk menghambat proliferasi dan ossifikasi palate, sehingga palatogenesis tidak sempurna. Kebiasaan merokok pada ibu hamil (Wang *et al.,* 1995) pengkonsumsian diazepam (Safra dan Oakley, 1975) juga ditemukan sebagai penyebab terjadinya *cleft palate*.

AFFINITAS SUBSTRAT DALAM MORFOGENESIS

Morfogenesis adalah proses pembentukan bentuk jaringan atau organ yang yang diatur oleh gen. Proses diferensiasi, distribusi sel secara acak dan morfogenesis multiseluler diperlukan dalam Pembentukan organ. Pada proses ini terdapat dua kelompok sel pada embrio yang terlibat yaitu sel epitel dan sel mesenkim. Keduanya, bekerja secara sendiri-sendiri dan tidak berhubungan.

Morfogenesis akan meyebabkan terjadinya perubahan dua kelompok sel tersebut, yaitu melalui proses pembelahan, perpindahan, pertumbuhan dan pertukaran komposisi membran dan matriks ekstra seluler.

Menurut penulis, ekspresi gen sebagai pengatur morfogenesis ditentukan oleh affinitas sel tersebut. Karena affinitas sangat dipengaruhi oleh bentuk dasar dan komponen substrat seperti matriks ektraseluler dan sel epitel membran dasar. Menurut (Gilbert, 2000) komponen substrat sel disusun oleh kollagen, proteoglikan, glikoprotein besar dan substrat adhesi. Kollagen adalah famili dari glikoprotein yang berisi glisin dan prolin. Keduanya berperanan dalam menguatkan dan menstabilkan jaringan. Proteoglikan adalah protein yang mengandung glukosa. Protein ini akan menstimulasi dan memodulasi perpindahan sel. Menurut Djuwita (1998) ditemukan gen seperti gen yang terlibat dalam transkripsi seperti *small nuclear RNAs*, histon, elemen sitoskeleton, gen yang mengkode kanal membran dan transpor ion, gen yang mengkode protein permukaan sel dan gen yang mengkode faktor pertumbuhan dan reseptor. Penulis berpendapat, affinitas substrat juga sangat berperan dalam setiap proses perkembangan, termasuk palatogenesis.

PENUTUP

Pertumbuhan dan perkembangan sel menjadi jaringan, jaringan menjadi organ merupakan proses kompleks yang harus terjadi untuk terbentuknya individu yang lengkap. Keterlibatan *growth factor* dalam palatogenesis (pembentukan palate) menjadi penentu sempurnanya terbentuknya palate. Palatogenesis yang tidak sempurna akan menimbulkan malformasi, misalnya *cleft palate*. Dan, ekspresi gen sebagai pengatur morfogenesis ditentukan oleh affinitas sel tersebut. Karena affinitas sangat dipengaruhi oleh bentuk dasar dan komponen substrat seperti matriks ektraseluler dan sel epitel membran dasar.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Abbot BD, Adamson ED and Pratt RM. 1988. Retinoic acid alters EGF receptor expression during palatogenesis. *Development* 102: 853-867.

Chin JR and Werb Z. 1997. Matrix metalloproteinases regulate morphogenesis, migration and remodelling of epithelium, tongue skeletal muscle and cartilage in the mandibular arch. *Development* 124:1519-1530.

Djuwita I. 1998. *Gen-gen yang berperanan di dalam perkembangan embrio tahap pre-implantasi*. Bogor: Laboraotrium Embriologi Departemen Anatomi FKH IPB. (Tidak dipublikasikan)

Ferguson MWJ. 1998. Palate development. *Development (suppl.)* 103:41-60.

Fitzpatrick DR, Denhez F, Kondaiah P and Akhurst RJ. 1990. Differential expression of TGF beta isoforms in murine palatogenesis. *Development* 109:585-595.

Gilbert SF. 1985. *Developmental Biology*. Sunderland-Massachusetts: Sinauer Associates, Inc. Publisher.

Iamaroon A and Diewert VM. 1996. Distribution of basement membrane components in the mouse primary palate. *J Craniofac Genet. Dev. Biol.* 16: 48-51.

Jaskoll T, Choy HA, Chen H and Melnick M. 1996. Developmental expression and CORT-regulation of TGF-b and EGF receptor mRNA during mouse palatal morphogenesis: correlation between CORT-induced cleft palate and TGF-b2 m RNA expreesion. *Teratology* 54:34-44.

Kerrigan JJ, Mansell JP, Sengupta A, Brown N and Sandy JR. 2000. Palatogenesis and potential for clefting. *J.R Coll.Surg. Edinburg* 45:351-358.

Lee S, Crisera CA, Erfani S, Maldonado TS, Lee JJ, Alkasab SL *et al.* 2001. Immunolocalization of firoblast growth factor receptor 1 and 2 in mouse palate development. *Plast. Reconst. Surg.* 107:1776-1786.

Pratt RM, Gogins JF, Wilk AL and King CT. Acid mucopolysaccharide synthesis in the secondary palate of the developing rat at the time of rotation and fusion. *Dev. Biol.* 32:230-237.

Qiu CX and Ferguson MW. 1996. The distribution of PDGFs and PDGF-receptors during murine secondary palate development. *J.Anat.* 186:17-29.

Safra MJ and Oakley GP. 1975. Association between cleft lip with or without cleft palate and prenatal exposure to diazepam. *Lancet* 2:478-480.

Singh GD, Moxham Langley MS, Waddington RJ and Embery G. Changes in the composition of glycosaminoglycans during normal palatogenesis in the rat. *Arch Oral Biol.* 39:401-407.

Wang KY, Juriloff DM and Diewert, VM. Deficient and delayed primary palatal fusion and mesenchymal bridge formation in cleft lip-liable strains of mice. *J Craniofac Genet Dev Biol.* 15:99-116.

BAB 5. TERATOGENIK

PENGARUH KAFEIN TERHADAP PERKEMBANGAN FETUS MENCIT (*Mus musculus* L.) SWISS WEBSTER PADA TAHAP ORGANOGENESIS

The aim research is effect of caffeine to development of Musculus L. Swiss Webster fetuses in organogenesis. The pure caffeine be consumptived orally dissolved aquabidestilata. The dosis 0.6; 07; 0,8 mg/kg body weight was given at 9, 10, 11 dan pregnan days, and control just given aquabidestilata. The result showed that caffeine is embriotocsic and low terratogenic. It caused reproduction and external malformation. The result was higher differently (P<0.01) with control. However, the caffeine be consumptive orally orally at 9, 10, 11 and 12 pregnan days was effect to the development of Mus musculus L. Swis Webster fetuses in organogenesis.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *caffeine, mice fetuses, organogenesis, malformation*
- Tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal IMPASJA Volume 2 No. 2 September 2006: 13-20, ISSN:1829-9997, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Kafein sering digunakan sebagai obat dan aditif dalam berbagai minuman dan makanan. Penggunaan yang berlebihan, diduga akan menimbulkan efek fisiologis yang negatif dan bahkan cacat lahir. Pemberian kafein dengan intra peritoneal bersifat embriotoksik menimbulkan malformasi hematoma, *cleft palate*, kelainan rangka (Ekamawati, 1991). Dan diduga secara oral juga akan menimbulkan efek negatif yang sama.

BAHAN DAN METODE

Pemeliharaan Hewan Uji

Mencit (*Mus musculus* L.) Swiss Webster dipelihara dalam kandang hewan modifikasi terbuat dari bak plastik berukuran 30 x 15 x 15 cm beralas sekam dan ditutupi dengan kawat. Botol minuman modifikasi diletakkan diatas kawat secara terbalik diisi dengan air yang telah dimasak. Makanan berupa pellet diberikan secara *ad libitum*. Pemeliharaan mencit – mencit betina dan jantan dipisahkan sebelum mencapai umur dewasa seksual.

Mencit yang diambil untuk penelitian adalah mencit – mencit dara yang sedang estrus dengan berat badan 25 – 30 gram. Kemudian mencit – mencit dara tersebut bersama satu ekor mencit jantan disatu-kandangkan pada pukul 17.00 WIB untuk dikawinkan. Dan keesokan paginya pada pukul 06.00 WIB, jika ditemukan sumbat vagina (*vaginal plug)* maka mencit dianggap telah bunting 0 hari (Taylor, 1986; Rugh, 1968).

Persiapan Kafein

Kafein (Merk) yang digunakan adalah berupa serbuk (*pure*) dilarutkan dalam pelarut aquabidestilata. Dosis yang diberikan kepada mencit adalah 0.6; 0.7; 0.8 mg/kg berat badan (bb). Sedangkan untuk kontrol diberikan aquabidestilata. Ke-empat perlakuan tersebut diulang sebanyak 6 kali ulangan. Kafein diberikan *per-oral* kepada mencit saat hari ke-9, 10, 11 dan 12 kebuntingan dengan syringe tuberkulin 26G yang dimodifikasi dengan syringe berukuran 5 ml.

Penampilan Reproduksi

Pada saat 18 hari kebuntingan, mencit ditimbang dengan timbangan analitik (XL 410 gram). Kemudian mencit tersebut dibunuh dengan dislokasi leher, dibedah diatas *disecting set*. Kemudian uterus dipotong dan dibuka untuk dilakukan pengamatan terhadap fetus. Kemudian dilakukan penghitungan terhadap jumlah fetus hidup, jumlah embrio diresorpsi, jumlah fetus mati dan penghitungan berat badan fetus.

Malformasi Eksternal

Kelainan eksternal fetus diamati dengan memeriksa seluruh tubuh fetus bagian luar. Pemeriksaan diawali dari bagian kepala, kemudian dilanjutkan ke badan dan ekor, dan terakhir di kedua ekstremitas.

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisa dengan *Kruskal Wallist Test*. Kemudian dilanjutkan dengan *Wilcoxon Rank Sum Test* (Wilcoxon dan Wilcox, 1965).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penampilan Reproduksi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah embrio diresorpsi mengalami jumlah peningkatan di setiap perlakuan (Tabel 5.1). Perlakuan 0.0 mg/kg.bb (kontrol) ditemukan tidak berbeda dengan perlakukan 0.6 mg/kg.bb. Tetapi keduanya berbeda nyata dengan perlakuan 0.7 mg/kg.bb dan 0.8 mg/kg.bb. Antara perlakuan 0.7 mg/kg.bb dengan 0.8 mg/kg.bb ditemukan tidak berbeda nyata.

Jumlah fetus mati ditemukan tidak berbeda diantara ketiga perlakuan (0.6; 0.7; 0.8 mg/kg.bb). Tetapi ketiganya berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan kontrol (0.0 mg/kg.bb). Berbeda nyata dibandingakn dengan perlakuan kontrol (0.0 mg/kg.bb). Berbeda dengan berat badan fetus, pada parameter ini ditemukan hasil yang sama di semua perlakuan.

Tabel 5.1 Penampilan Reproduksi Mencit setelah Induknya diberi Kafein saat Umur Kebuntingan 9 – 12 Hari

Perlakuan (mg/kb/bb)	Jumlah Induk	Jumlah Fetus Hidup (Ekor)	Jumlah Embrio Diresorpsi (%)	Jumlah Fetus Mati (%)	Berat Badan Fetus Hidup (X ± SD)
0.0	6	62	0 (0.00)A	0 (0.00)A	1.81 ± 0.26A
0.6	6	53	2 (0.03)B	5 (0.02)B	1.45 ± 0.36B
0.7	6	55	4 (0.06)B	7 (0.02)B	1.26 ± 0.39B
0.8	6	50	4 (0.07)B	5 (0.14)B	0.10 ± 0.10B

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-B: P<0.01)

Berdasarkan hasil penelitian ditemukan bahwa kafein hanya berpengaruh terhadap jumlah embrio diresorpsi dan jumlah fetus mati. Sedangkan berat badan fetus tidak dipengaruhi oleh kafein yang diberikan secara oral.

Malformasi Eksternal

Pengamatan malformasi eksternal pada fetus ditampilkan pada Tabel 5.2. Berdasarkan Tabel 2, malformasi eksternal yang ditemukan pada penelitian ini adalah hematoma saja. Persentase kejadian hematoma ditemukan meningkat seiring dengan naiknya dosis perlakuan. Persentase kejadian hematoma yang ditemukan adalah 1.85 % pada perlakuan kontrol (0.0 mg/kg.bb), 23.41 % pada perlakuan 0.6 mg/kg.bb.

Tabel 5.2 Kelainan Eksternal Fetus Mencit setelah Induknya Diberi Kafein pada Umur Kebuntingan 9 – 12 Hari

Dosis Perlakuan (mg/kb/bb)	Jumlah Induk	Jumlah Fetus Hidup (Ekor)	Kelainan Eksternal yang Ditemukan					
			Hematoma	Club Foot	Kinky Tail	Clip Eyes	Hipo-plasia	Eksen-sefali
0.0	6	62	1 (1.85)A	0	0	0	0	0
0.6	6	53	12 (23.41)Ba	0	0	0	0	0
0.7	6	55	16 (28.93)Ba	0	0	0	0	0
0.8	6	50	27 (53.97)Bb	0	0	0	0	0

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-B: P<0.01)
Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (a-b: P<0.01)

Berdasarkan Tabel 5.2, penelitian ini ditemukan bahwa perlakuan kontrol (0.0 mg/kg.bb) berbeda nyata dengan perlakuan lain (0.6; 0.7; 0.8 mg/kg.bb). Dengan uji Wilcoxon ditemukan perlakuan 0.6 mg/kg.bb tidak berbeda dengan perlakuan 0.7 mg/kg.bb tetapi berbeda nyata dengan perlakuan 0.8 mg/kg.bb. Hasil yang sama juga ditemukan pada penelitian Ekamawati (1991), bahwa pemberian kafein dengan intraperitonial telah menimbulkan hematoma, *cleft palate*, malformasi pertumbuhan rangka dan penampilan reproduksi.

Ditemukannya peningkatan jumlah embrio diresorpsi dan jumlah fetus mati serta hematoma di setiap perlakuan mengindikasikan terjadinya teratogenesitas (Lu, 1995; Manson dan Kang, 1989). Hasil-hasil ini mengindikasikan bahwa kafein termasuk jenis teratogen yang memiliki pengaruh rendah (*low teratogenic*).

Ditemukannya peningkatan jumlah embrio diresorpsi dan jumlah fetus mati serta hematoma pada penelitian ini memperlihatkan bahwa kafein yang diberikan secara oral kepada induk mencit mampu masuk ke dalam tubuh dan terlarut dalam darah fetus. Hal ini terjadi *membran sawar fetoplasental* tidak merintangi berbagai proses difusi yang terjadi saat kebuntingan (Aiache dan Guyot, 1993) sehingga transfer makanan dan zat aktif lainnya dari tubuh induk ke fetus melalui proses difusi lintas plasenta, transport aktif dan pinositosis bisa terjadi (Jhonson dan Everitt, 1988).

Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa kafein yang diberikan saat organogenesis berpengaruh terhadap perkembangan fetus. Karena kafein termasuk jenis *loop diuretic* (Siswandono dan Soekardjo, 1995). Diuretika jenis ini

akan menghambat enzim Na^+ K^+ ATPase, menghambat dan memindahkan siklus AMP serta menghambat terjadinya glikolisis (Wilson dan Gisvold, 1982). Kafein juga secara aktif menghambat kerja enzim fosfodiesterase pada siklus AMP (Mustchler, 1991).

Diduga penghambatan enzim fosfodiesterase oleh kafein akan menimbulkan malformasi penampilan reproduksi dan eksternal pada fetus mencit. Karena dengan terhambatnya siklus AMP, akan mempengaruhi pemecahan ATP menjadi cAMP. Efek selanjutnya adalah terbentuknya fosfolise, dimana enzim ini berfungsi menjadi glukosa (glukoneogenesis). Fosforilase juga akan mengaktifkan enzim proteinkinase. Kehadiran proteinkinase yang berlebihan dalam tubuh akan menimbulkan perubahan fisiologis dalam sel target. Menurut Lu (1995) salah satu mekanisme kerja teratogen adalah dengan menghambat kerja enzim-enzim yang dibutuhkan dalam metabolism tubuh. Misalnya penghambatan enzim 5-flourosilase oleh timidilat sintase dan 6-aminonikotinamid menghambat glukosa 6-fosfo dehidrogenase. Keduanya akan mengganggu diferensisasi sel (Lu, 1995).

Kafein sebagai turunan xantin, akan menghambat reseptor adenosine pada syaraf pusat (Siswandono dan Soekardjo, 1995). Sehingga diduga akan mempengaruhi sejumlah besar fungsi fisiologis tubuh. Turunan xantin akan menstimulasi miokardial jantung, sehingga akan meniggikan tekanan darah dan pelebaran arteri koroner (Linder, 1986), pelebaran pembuluh darah perifer (Foye, 1995; Ganiswana, 1995) dan vasodilatasi asteriol (Harkness, 1984).

KESIMPULAN

Pemberian kafein dengan dosis 0.6; 0.7 dan 0.8 mg/kg.bb secara oral saat umur 9, 10, 11 dan 12 hari kebuntingan mempengaruhi perkembangan fetus mencit (Mus musculus L.) Swiss Webster tahap organogenesis. Diperlukan penelitian lanjutan tentang pengaruh kafein yang sama terhadap kemunculan malformasi internal.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Aiache JM and Guyot AM. 1993. *Farmasetik 2, Biofarmasi (terjemahan)*. Surabaya: Airlangga Press.

Ekamawati Y. 1991. Pengaruh Kafein terhadap Perkembangan Embrio Mencit Albino (*Mus musculus* L.) Webster. *Skripsi Sarjana*. Bandung: ITB.

Jhonson M and Everitt B. 1998. *Essential Reproduction (3th ed)*. Melbourne: Blackwell Scientific Publ.

Foye WO. 1995. *Prinsip-Prinsip Kimia Medisional (terjemahan)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Ganiswarna SG. 1995. *Farmakologi dan Terapi (edisi 4)*. Jakarta: UI Press.
Harkness MC. 1984. *Drug Interaction Hand Book*. London: Prentice Hall, Inc.
Linder MC. 1986. *Biokimia Nutrisi dan Metabolisme*. Jakarta: UI Press.
Lu FC. 1994. 1986. *Toksikologi Dasar, Organ Sasaran dan Penilaian (terjemahan)*. Jakarta:UI Press.
Manson JM and Kang. 1989. *Test Method for Assesing Female Reproductive and Development Toxicology*. In Principle and Method of Toxicology (2nd ed). New York: Raven Press.
Mutschler E. 1991. *Dinamika Obat (terjemahan)*. Bandung: Penerbit ITB.
Siswandono BS. 1995. *Kimia Medisional*. Surabaya: Airlangga University Press.
Rugh R.1968. *The Mouse, Its Reproduction and Development*. Meneupolis: Burges Inc.
Taylor P. 1986. *Practical Teratology*. London: Academic Press.
Wilcoxon F and Wilcox RA. 1965. *Some Rapid Approximate Statistic Procedures*. New York: Lederle Lab.
Wilson J and Gisvold D. 1996. *Kimia Medisional*. Semarang: IKIP Semarang Press.

BAB 6. KAJIAN SPERMATOZOA

SEBARAN ANTI AGLUTININ DENGAN KAJIAN AGLUTINASI SPERMATOZOA YANG DIKOLEKSI DARI EPIDIDYMIS DAN EJAKULAT DOMBA

This study was designed to optimalize the use of epididymal or ejaculate sperm and plasma for in vitro fertilization, that sperm agglutination was found at preparation. The rate of sperm agglutination and the effectifity of epididymal and seminal plasma of ram were calculated the head-to-head sperm agglutination that were incubated in KR-HEPES medium in 38.5 ^{0}C with 5% CO_2 at 1, 3, 5 and 7 hours culture in vitro. The rate of head-to-head sperm agglutination were decreased with time treatments. The cauda of sperm agglutination was lower than that caput, corpus epididymal and ejaculate sperm with statistically significant ($P<0.01$). These result reflected that distribution of anti-agglutinin might be higher in cauda epididymal than that other areas. These result was founded when sperm collected from cauda and ejaculate cultured in vitro in KR-HEPES and plasma of cauda epididymal. However, further investigation should be conducted to determine presumptive anti-agglutinin by advance methode can be used at sperm preparation for in vitro fertilization.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *head-to-head sperm agglutination, cauda epididymal plasma*
- Tulisan ini disarikan dari hasil penelitian yang dibiayai oleh Hibah Penelitian Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Tahun 2005
- Tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Veteriner Volume 8 No. 1 Maret 2007:24-31, Terakreditasi Dirjen Dikti SK. No.55/Dikti/Kep/2005. ISSN:1411-8327, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author* dan Srihadi Agungpriyono, Arief Boediono, Mokhamad Fahrudin, M. Agus Setiadi sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan hewan ternak dengan introduksi teknologi reproduksi khususnya fertilisasi *in vitro* belum optimal (Boediono *et al.,* 2000a, Djuwita *et al.,* 1998). Pada proses ini, spermatozoa biasanya dikoleksi dari cauda epididymis atau penampungan ejakulat dengan bantuan vagina buatan. Meskipun salah satu cara alternatif, mudah dan tepat untuk mengoleksi spermatozoa epididymis telah dilakukan dengan cara memanfaatkan limbah rumah potong hewan dan penampungan ejakulat dengan bantuan vagina buatan (Rizal *et al.*, 2004). Tetapi keduanya sering mengabaikan plasmanya.

Proses inkubasi dengan penambahan medium pada proses fertilisasi *in vitro* diperlukan untuk menjaga kehidupan dan daya tahan spermatozoa, serta untuk menginduksi kapasitasi selama 45–60 menit sebelum spermatozoa diinkubasi bersama sel telur (Boediono *et al.,* 2000a). Secara alami, akan terjadi aglutinasi atau penggumpalan spermatozoa pada proses ini. Secara tidak langsung, aglutinasi merupakan faktor penghambat efisiensi spermatozoa untuk membuahi sel telur. Penambahan heparin pada medium inkubasi (Thundathil *et al.*, 1998) untuk menginduksi kapasitasi dan mengurangi aglutinasi antar kepala spermatozoa belum efektif. Berg dan Asher (2003) melaporkan kemungkinan adanya pengaruh spesies terhadap pemakaian heparin untuk meningkatkan efisiensi atau kualitas spermatozoa. Selanjutnya, mekanisme pemberian heparin belum jelas apakah spesifik mengganggu sisi reaktif aglutinin atau berlaku untuk semua protein pada akrosom spermatozoa. Jika berlaku untuk semua protein maka sesungguhnya akan mengganggu juga protein pengikat zona pelusida dari ovum. Dengan demikian hambatan terhadap aglutinin harus dilakukan secara spesifik oleh anti aglutinin. Pemanfaatan plasma epididymis sebagai sumber anti aglutinin (Harayama *et al.*, 1994) dan spermatozoa bisa dilakukan untuk persiapan spermatozoa untuk fertilisasi *in vitro.*

BAHAN DAN METODE

Koleksi Plasma Caput, Corpus, Cauda Epididymis dan Seminalis

Epididymis domba diseleksi dan dikoleksi dari rumah potong hewan tradisional, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diambil cairan dari bagian caput, corpus dan cauda menggunakan syringe. Ejakulat domba diperoleh dari penampungan dengan bantuan vagina buatan. Untuk memperoleh supernatan, keempat sampel dimasukan ke dalam tabung terpisah berukuran 1.5 ml dan disentrifus (Kokusan H-26F Corp. Tokyo, Japan) pada kecepatan 700 g (epididymis) dan 500 g (ejakulat) selama 5 menit pada suhu ruangan. Selanjutnya untuk memperoleh plasma, keempat jenis supernatan disentrifus (Kokusan H-1500DR Corp. Tokyo, Japan) kembali dengan kecepatan 10000 g

selama 10 menit pada suhu 4 ^{0}C. Kemudian, plasma disimpan dalam refrigerator bersuhu 4 ^{0}C sebagai stok.

Sebaran Anti Aglutinin dengan Kajian aglutinasi Spermatozoa

Rancangan yang digunakan untuk menentukan keberadaan dan sebaran anti aglutinin di daerah caput, corpus, cauda epididymis dan ejakulat adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali. Sebaran anti aglutinin masing-masing daerah tersebut ditentukan dengan melihat tingkat aglutinasi spermatozoa yang diinkubasi secara *in vitro* pada periode 1, 3, 5 dan 7 jam.

Cairan caput, corpus, cauda epididymis dan ejakulat yang diperoleh dicampurkan dengan medium Krebs Ringer-HEPES (KR-HEPES) 1:50 di dalam tabung berukuran 1.5 ml. Semua tabung diinkubasi dalam inkubator CO_2 5% pada suhu 38.5 ^{0}C. Setelah periode 1, 3, 5 dan 7 jam, setiap campuran tersebut diambil 10 µl dengan mikropipet untuk dibuat preparat ulas pada gelas objek berukuran 76.2 x 25.4 x 1.2 mm. Selanjutnya, preparat difiksasi dengan glutaraldehid 0.25% dalam NaCl Fisiologis (1:1), dikering-anginkan dan diwarnai dengan Giemsa 10% (Merck, Darmstadt Germany). Untuk memperoleh data berupa frekuensi aglutinasi, dilakukan penghitungan semua aglutinasi (perlekatan) antarkepala spermatozoa pada 10 lapang pandang di bawah mikroskop cahaya pembesaran 400 kali.

Penambahan Plasma pada Spermatozoa Cauda Epididymis dan Ejakulat

Rancangan yang digunakan untuk melihat efektifitas penambahan plasma pada spermatozoa asal cauda epididymis dan spermatozoa ejakulat adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 5 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali. Keefektifannya ditentukan dengan melihat tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa yang diinkubasi secara *in vitro* pada periode 1, 3, 5 dan 7 jam dengan perlakuan penambahan plasma caput, corpus, cauda dan ejakulat dan tanpa penambahan plasma (kontrol).

Spermatozoa segar dikoleksi dari cauda epididymis dengan menyayat dan menghisapnya dengan syringe berukuran 10 mL dan dari ejakulat dikoleksi dari pejantan dengan menggunakan vagina buatan. Kemudian, masing-masing diencerkan 200 kali dengan medium KR-HEPES di dalam tabung berukuran 1.5 ml, kemudian disentrifus selama 5 menit pada suhu ruangan dengan kecepatan 700 g (spermatozoa cauda epididymis) dan 500 g (spermatozoa ejakulat). Pellet spermatozoa yang diperoleh dan sampel plasma dari stok serta medium KR-HEPES (1:1:50) dicampur ke dalam tabung berukuran 15 ml (Nunc^T), kemudian diinkubasi dalam inkubator CO_2 5% pada suhu 38.5 ^{0}C. Setelah periode 1, 3, 5 dan 7 jam, campuran tersebut diambil 10 µl untuk dibuat preparat ulas pada gelas objek berukuran 76.2 x 25.4 x 1.2 mm. Selanjutnya,

preparat difiksasi dengan glutaraldehid 0.25% dalam NaCl Fisiologis (1:1), dikering-anginkan dan diwarnai dengan Giemsa 10%. Untuk memperoleh data berupa frekuensi aglutinasi, dilakukan penghitungan semua aglutinasi antarkepala spermatozoa pada 10 lapang pandang di bawah mikroskop cahaya pembesaran 400 kali. Data dianalisis dengan analisis ragam dalam bentuk rancangan acak lengkap faktorial. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji Tuckey (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Anti Aglutinin dengan Kajian Aglutinasi Spermatozoa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa menurun dan berbeda nyata ($P<0.05$) seiring pertambahan waktu inkubasi di setiap spermatozoa yang digunakan (Tabel 6.1, Gambar 6.1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Harayama dan Kato (2002), tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa meningkat dengan semakin lamanya spermatozoa diinkubasi pada suhu 38.5 ^{0}C, dengan titik tertinggi ditemukan pada waktu inkubasi 1 jam dan akan mengalami penurunan kembali dengan semakin lamanya waktu inkubasi.

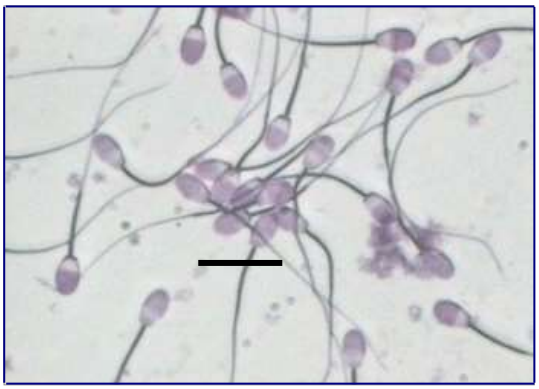
Tabel 6.1 Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa Asal Caput, Corpus, Cauda Epididymis dan Ejakulat Domba pada Kultur *In Vitro*

Asal Spermatozoa	Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa setelah Inkubasi (%)			
	1 jam	3 jam	5 jam	7 jam
Caput Epididymis	32.80 ± 1.06^{aB}	20.93 ± 0.37^{bB}	9.80 ± 0.94^{cB}	5.10 ± 0.30^{dA}
Corpus Epididymis	36.77 ± 1.22^{aA}	22.67 ± 1.09^{bA}	12.10 ± 0.55^{cAB}	6.60 ± 0.73^{dA}
Cauda Epididymis	25.77 ± 1.21^{aC}	16.90 ± 1.23^{bC}	7.10 ± 0.91^{cC}	2.03 ± 0.52^{dB}
Ejakulat	33.20 ± 1.20^{aB}	23.00 ± 1.35^{bA}	11.40 ± 1.13^{cA}	3.23 ± 0.39^{dB}

Keterangan Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (a-d: $P<0.05$), Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-C: $P<0.05$).

Waktu inkubasi 1 jam, tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa tertinggi ditemukan di spermatozoa asal corpus epididymis dengan frekuensi aglutinasi 36.77%, sedangkan terendah dan berbeda nyata ($P<0.05$) ditemukan di spermatozoa asal cauda epididymis dengan frekuensi aglutinasi 25.77%. Hasil ini menunjukkan bahwa secara tidak langsung kemungkinan anti aglutinin tertinggi terikat di spermatozoa asal cauda epididymis, sedangkan anti aglutinin terendah terikat pada spermatozoa asal corpus epididymis. Hasil yang sama juga ditemukan pada waktu inkubasi 3, 5 dan 7 jam. Menurut Harayama *et al.* (2000)

pemisah aglutinasi (anti aglutinin) merupakan protein yang disekresikan dari sel-sel epitel lumen corpus dan dialirkan ke cauda epididymis sehingga protein ini terikat pada akrosom spermatozoa, dan sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan oleh spermatozoa selama berada di epididymis (Okamura *et al.,* 1995).



Gambar 6.1 Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa Domba. Bar: 50 μm

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa secara tidak langsung kemungkinan keberadaan dan sebaran anti aglutinin tertinggi tetap ditemukan di cauda epididymis sedangkan keberadaan dan sebaran anti aglutinin terendah ditemukan di corpus epididymis. Hasil ini juga menunjukkan bahwa protein plasma diduga diikat spermatozoa selama perjalanan di epididymis diperlukan untuk perubahan struktur morfologi.

Penambahan Plasma pada Spermatozoa Cauda Epididymis

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa menurun dan berbeda nyata ($P<0.05$) seiring pertambahan waktu inkubasi (Tabel 6.2). Meskipun interaksi antara perlakuan waktu inkubasi dan penambahan plasma ditemukan pada penelitian ini, tetapi inkubasi spermatozoa cauda epididymis pada waktu 1, 3 dan 5 jam dengan medium KR-HEPES hanya dengan penambahan plasma cauda epididymis (41.30%, 20.53%, 6.60%) saja ditemukan berbeda nyata ($P<0.05$) dengan kontrol (59.23%, 35.73%, 12.93%).

Tabel 6.2 Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa Cauda Epididymis Domba dengan Penambahan Plasma Pada Kultur *in Vitro*

Penambahan Plasma	Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa setelah Inkubasi (%)			
	1 Jam	3 Jam	5 Jam	7 Jam
Caput Epididymis	48.80 ± 3.56^{aAB}	31.10 ± 3.34^{bA}	15.67 ± 1.27^{cA}	5.87 ± 1.68^{d}
Corpus Epididymis	53.10 ± 3.70^{aA}	33.00 ± 2.60^{bA}	16.23 ± 3.34^{cA}	6.03 ± 0.98^{d}
Cauda Epididymis	41.30 ± 4.71^{aB}	20.53 ± 2.87^{bB}	6.60 ± 3.23^{Cb}	4.83 ± 1.10^{c}
Ejakulat	48.27 ± 3.21^{aAB}	22.97 ± 2.69^{bB}	10.63 ± 2.88^{cA}	5.03 ± 1.62^{c}
Tanpa Plasma (Kontrol)	59.23 ± 9.23^{aA}	35.73 ± 10.06^{bA}	12.93 ± 2.42^{cA}	6.50 ± 0.68^{d}

Keterangan Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (a-d: $P<0.05$), Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-C: $P<0.05$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan plasma cauda epididymis di spermatozoa cauda epididymis lebih efektif bekerja dibandingkan dengan plasma lain. Diduga protein anti aglutinin yang terdapat di plasma cauda epididymis juga efektif menghalangi perlekatan antarkepala spermatozoa dibanding plasma lain. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa hanya protein plasma cauda epididymis saja yang mampu diikat spermatozoa asal cauda epidiymis sampai waktu inkubasi 5 jam. Diduga struktur membran spermatozoa cauda epididymis yang masih labil akan mengganggu pengikatan protein plasma, karena fluiditas dan permebilitas membran spermatozoa meningkat setelah mengalami proses pematangan dan disimpan sementara di dalam epididymis. Hal ini terjadi seiring dengan perubahan komposisi penyusun membran plasma.

Adanya protein lain yang masih terikat pada membran spermatozoa ketika berada cauda epididymis, seperti protein untuk mencegah terjadinya reaksi akrosom dini (Hunter *et al.,* 1978) juga diduga sebagai penyebab terjadi hal tersebut. Faktor-faktor lain diduga berpengaruh adalah jumlah, konsentrasi dan keberadaan protein (Arts *et al.,* 1997), polarisasi protein (Hunnicut *et al.*, 1997), kandungan kolesterol, asam lemak jenuh dan tidak jenuh (Nolan dan Hammersted, 1997) sehingga keefektifan pengikatan protein anti aglutinin oleh spermatozoa cauda epididymis kurang baik.

Penambahan Plasma pada Spermatozoa Ejakulat

Interaksi antara perlakuan waktu inkubasi dan penambahan plasma ditemukan pada penelitian ini. Tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa ditemukan menurun dan berbeda nyata ($P<0.05$) seiring dengan pertambahan waktu inkubasi (Tabel 6.3).

Tabel 6.3 Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa Ejakulat Domba dengan Penambahan Plasma Pada Kultur *in Vitro*

Penambahan Plasma	Tingkat Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa eetelah Inkubasi (%)			
	1 Jam	3 Jam	5 Jam	7 Jam
Caput Epididymis	24.10 ± 1.05^{aD}	14.00 ± 0.54^{bC}	7.37 ± 0.46^{cBC}	3.23 ± 0.70^{d}
Corpus Epididymis	33.20 ± 0.72^{aB}	19.00 ± 1.93^{bB}	9.87 ± 1.72^{cAB}	3.47 ± 0.38^{d}
Cauda Epididymis	21.70 ± 1.40^{aD}	13.60 ± 1.61^{bC}	6.97 ± 0.60^{cC}	2.77 ± 0.81^{d}
Ejakulat	28.87 ± 2.04^{aC}	15.80 ± 0.84^{bC}	10.37 ± 2.41^{cAB}	3.83 ± 0.77^{d}
Tanpa Plasma (Kontrol)	47.33 ± 2.55^{aA}	25.03 ± 1.65^{bA}	12.43 ± 2.78^{cA}	4.54 ± 1.31^{d}

Keterangan Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (a-d: $P<0.05$), Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-D: $P<0.05$)

Analisa terhadap perlakuan penambahan plasma menunjukkan bahwa tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa terendah dan berbeda nyata ($P<0.05$) ditemukan di perlakuan penambahan plasma cauda epididymis (21.70%, 13.60%, 6.97%), dan tertinggi ditemukan pada perlakuan kontrol (47.33%, 25.03%, 12.43%) pada waktu 1, 3 dan 5 jam. Berbeda dengan spermatozoa cauda epididymis, tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa ejakulat dengan penambahan plasma cauda ditemukan berbeda nyata ($P<0.05$) dibandingkan dengan perlakuan penambahan plasma caput, corpus epidiymis dan plasma ejakulat. Meskipun hanya sampai 5 jam kultur, hasil ini menunjukkan bahwa anti aglutinin yang diduga terdapat pada plasma cauda epididymis lebih efektif bekerja menurunkan aglutinasi antarkepala spermatozoa ejakulat dibanding dengan plasma lainnya. Spermatozoa ejakulat memiliki struktur membran yang sudah stabil, karena sudah dilapisi senyawa pelindung agar tidak terjadinya reaksi akrosom prematur (Gilbert, 1988) sehingga memudahkan pengikatan protein.

Preparasi spermatozoa diperlukan untuk proses fertilisasi *in vitro*. Preparasi bertujuan untuk menseleksi dengan cara mencuci, sentrifugasi dan inkubasi spermatozoa, proses ini disebut dengan *swim up* (Yovich, 1995). Pada fertilisasi *in vitro*, spermatozoa dicuci dalam medium kapasitasi kemudian diinkubasi dalam CO_2 5 % dengan suhu 38.5 ^{0}C, karena hanya spermatozoa yang motil saja yang akan digunakan pada proses tersebut (Boediono *et al.,* 2000a; 2000b). Teknik preparasi spermatozoa (Inaudi *et al.,* 2002; Zavos *et al.,* 2000) yang digunakan dalam penelitian diduga menyebabkan penurunan tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa. Proses pencucian dan inkubasi spermatozoa (Suzuki *et al.,* 1994) bahkan bisa menyebabkan penurunan persentase kapasitasi dan reaksi akrosom spermatozoa (Rathi *et al.,* 2001; Yanagimachi, 1994). Meskipun dengan suhu yang sama, semakin lamanya inkubasi menyebabkan

terlepasnya ikatan antarkepala spermatozoa yang secara tidak langsung juga menyebabkan penurunan tingkat aglutinasi. Karena suhu inkubasi akan berhubungan langsung dengan reaksi akrosom (Zou dan Yang, 2000), hipermotilitas (Mortimer *et al.,* 1998) dan kematian spermatozoa.

Dengan pendugaan sebaran anti aglutinin tertinggi ditemukan di cauda epididymis, untuk keperluan fertilisasi *in vitro* inkubasi spermatozoa yang ditambahkan medium KR-HEPES dan plasma cauda epididymis keefektifannya perlu penelitian lanjutan. Meskipun interaksi dan efektifitas pengikatan anti aglutinin yang diduga terdapat pada plasma hanya ditemukan pada spermatozoa ejakulat.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Arts EGJM, Wijchman JG, Jager S and Hoekstra D. 1997. Protein involvement in the fusion between the equatorial segment of acrosome-reacted human spermatozoa and liposomes. *Biochem. J* 325: 191-198.

Berg DK and Asher GW. 2003. New development reproductive technologies in deer. *Theriogenology* 59: 189–205.

Boediono A, Rusiyantono Y, Muhammad K, Djuwita I and Herliatien. 2000a. Produksi embrio kambing dengan teknologi maturasi, fertilisasi dan kultur in vitro. *Media Veteriner* 7: 11-17.

Boediono A, Rusiyantono Y, Djuwita I, Muhammad K dan Godke RA. 2000b. Kloning embrio dengan pembuatan kembar identik melalui rekayasa embrio. *Prosiding Bioteknologi Pertanian*: 28-35.

Djuwita I, Rusiyantono Y, Kusdiantoro M, Purwantara B dan Sukra Y. 1998. Pengaruh serum homolog dan heterolog terhadap proses pematangan dan pembuahan oosit domba di dalam medium biakan *in vitro*. *Media Veteriner* 5: 7-10.

Gilbert SF. 1988. *Developmental Biology. 2nd Ed.* Massachusetts: Sinauer Associates Inc, Publ: 33-74.

Harayama H and Kato S. 2002. Relationship between bicarbonat and cyclic nucleotide in the promoting effects on head-to-head agglutination in boar spermatozoa. *Asian J Androl* 4: 83-86.

Harayama H *et al.* 2000. Biochemical characterization of sialoprotein anti-agglutinin purified from boar epididymal and seminal plasma. *Mol Reprod Dev* 55: 96-103.

Harayama H, Miyano T, Miyake M, Kusunoki H and Kato S. 1994. Identification of anti-agglutinin in epididymal plasma of boar. *Mol Reprod Dev* 37: 436 (Abstract).

Hunnicut G, Koppel DE and Myles DG. 1997. Analysis of the process of localization of fertilin to the sperm posterior head plasma membrane domain during sperma maturation in the epididymis. *Dev Biol* 191: 146-159.

Hunter RHF, Holtz W and Hermann H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Sci* 1: 161-166.

Inaudi P, Petrilli S. Joghtapour A. Trusso P and Petraglia F. 2002. Reduction of steps in the preparation of motile sperm for intrauterine insemination does not reduce efficacy of procedure: simplified one-step swim-up method versus classic swim up. *Human Reprod* 17: 1288-1291.

Mortimer ST, Swan MA and Mortimer D. 1998. Effect of seminal plasma on capacitation and hyperactivation in human spermatozoa. *Human Reprod* 13: 2139-2146.

Nolan JP and Hammersted RH. 1997. Regulation of membrane stability and the acosome reaction in mammalian sperm. *FASEB J* 11: 670-682.

Okamura N *et al.* 1995. Cloning of complementary DNA encoding a 135-kilodalton protein secreted from corpus epididymis and its identification as an epididymis-specific a-mannosidase. *Mol Reprod Dev* 42: 141-148 .

Rathi R, Colenbrander B, Bevers MM and Gadella BM. 2001. Evaluation of in vitro capacitation of stallion spermatozoa. *Biol Reprod* 65: 462-470.

Rizal M, Herdis and Boediono A. 2004. Daya hidup sperma epididimis domba setelah disimpan pada suhu rendah (5^0 C). *J Anim Product* 6: 30-36.

Steel RGD and JH Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan* edisi–2. Jakarta: PT Gramedia Utama.

Suzuki K, Ebihara M, Nagai T, Clarke NGE and Harrison RAP. 1994. Importance of bicarbonate/CO2 for fertilization of pig oocytes in vitro, and synergism with caffeine. *Reprod Fertil Dev* 6: 211–227.

Thundathil JAT, Palasz AD, Barth S and Mapletoft RJ. 1998. Fertilization characteristics and in vitro embryo production with bovine sperm containing multiple nuclear vacuoles. *Mol Reprod Dev.* 50:328–333.Yanagimachi R. 1994. Mammalian fertilization. In: Knobil E, Neill JD, editor. *The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press Ltd: 189-317.

Yovich JL. 1995. Sperm preparation for assisted conception. In: Grudzinskas JG, Yovich JL. *Gametes The Spermatozoon*. New York: Cambridge University Press: 268-281.

Zavos PM, Abdallah A, Aslanis MJr, Correa and Zavos PN. 2000. Use of the multi-ZSC one-step standaridized swim-up method; recovery of high

quality spermatozoa for intrauterine insemination or other forms of assisted reproductive technologies. *Fertil Steril* 74: 834-835.

Zou CX and Yang ZM. 2000. Evaluation on sperm quality of freshly ejaculated boar semen during in vitro storage under different temperatures. *Theriogenology* 53: 1477-1488.

BAB 7. KAJIAN SPERMATOZOA, LANJUTAN

KAJIAN AGLUTINASI SPERMATOZOA MELALUI KARAKTERISASI PLASMA YANG DIKOLEKSI DARI EPIDIDYMIS DAN SEMINALIS DOMBA

This study was designed to optimalize the use of epididymal or ejaculate sperm and plasma for in vitro fertilization, that sperm agglutination was found at preparation. The rate of sperm agglutination was calculated the head-to-head sperm agglutination that were incubated in KR-HEPES medium in 38.5 ^{0}C with 5% CO_2 at 1, 3, 5 and 7 hours culture in vitro. The rate of head-to-head sperm agglutination were decreased with time treatments. The cauda of sperm agglutination was lower than that caput, corpus epididymal and ejaculate sperm with statistically significant ($P<0.01$). These result reflected that distribution of anti-agglutinin might be higher in cauda epididymal than that other areas. Number of protein were characterize with SDS-PAGE as follow 11 bands in caput epididymal, 9 bands in corpus epididymal, 2 bands in cauda epididymal and 4 bands in seminal plasma. The higher distribution of protein was found at range 25-40 kDa in epididymal plasma of ram. However, further investigation should be conducted to determine presumptive anti-agglutinin by advance method.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *head-to-head sperm agglutination, cauda epididymal plasma*
- Tulisan ini disarikan dari hasil penelitian yang dibiayai oleh Hibah Penelitian Pascasarjana Institut Pertanian Bogor Tahun 2005
- Tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Veteriner Volume 9 No. 4 Desember 2008:176-181. Terakreditasi Dirjen Dikti SK No.65a/Dikti/Kep/2008. ISSN:1411-8327, dengan menuliskan Muhammad Haviz sebagai *author* dan Arief Boediono, M. Agus Setiadi, Srihadi Agungpriyono, Mokhamad Fahrudin sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Upaya peningkatan populasi ternak dengan menerapkan teknologi reproduksi mutakhir, khususnya fertilisasi *in vitro*, belum dilakukan secara optimal (Boediono *et al.*, 2000, Djuwita *et al.*, 1998). Karena itu, perlu upaya untuk meningkatkan tingkat keberhasilan fertilisasi *in vitro*. Dalam fertilisasi *in vitro*, spermatozoa biasanya diambil langsung dari *epididymis* atau dari ejakulat yang ditampung menggunakan vagina buatan. Kedua cara ini dapat dilakukan dengan mudah dan murah. Misalnya, pengambilan spermatozoa dari *epididymis* dapat dilakukan dengan memanfaatkan limbah rumah potong hewan, sedangkan penampungan ejakulat dengan bantuan vagina buatan juga menggunakan teknik sederhana dan mudah (Rizal *et al.*, 2004). Namun, keduanya sering mengabaikan cairan plasmanya yang berperan amat penting sebagai media untuk menjaga kehidupan spermatozoa.

Untuk menjaga kehidupannya saat dipakai dalam proses fertilisasi *in vitro*, spermatozoa biasanya diinkubasi dalam media tertentu sehingga kehidupan, daya tahan dan kapasitasnya terjaga sebelum diinkubasikan bersama dengan sel telur (Boediono *et al.,* 2000a). Secara alami, spermatozoa yang dibiarkan dalam media tertentu akan mengalami proses aglutinasi atau penggumpalan. Secara tidak langsung, proses aglutinasi akan menurunkan tingkat efisiensi spermatozoa dalam membuahi sel telur. Penambahan heparin pada medium inkubasi (Thundathil *et al.*, 1998) dilaporkan dapat meningkatkan kapasitas spermatozoa untuk membuahi sel telur dan mengurangi tingkat aglutinasi antarkepala spermatozoa untuk membuahi sel telur. Namun, ada yang melaporkan bahwa spesies hewan berpengaruh terhadap efisiensi penggunaan heparin untuk meningkatkan efisiensi atau kualitas spermatozoa. Selain itu, mekanisme kerja heparin belum diketahui secara jelas, apakah senyawa ini khusus menghambat reaksi aglutinin atau menghambat kerja semua jenis protein pada akrosom spermatozoa. Jika kerjanya menghambat semua jenis protein, maka heparin juga akan mengganggu kerja protein pengikat zona pellusida dari ovum. Dengan demikian, diperlukan cara khusus untuk menghambat kerja protein aglutinin sehingga tidak mengganggu kerja protein lainnya. Penghambatan aglutinasi tampaknya dapat dilakukan dengan antiaglutinin.

Salah satu sumber antiaglutinin adalah plasma *epididymis* (Harayama *et al.,* 1994). Untuk mendeteksi keberadaan antiaglutinin, bisa digunakan teknik instrumentasi. Karakterisasi dilakukan dengan metode SDS-PAGE. Harayama *et al.* (1995; 1999) telah mengkarakterisasi dan mengidentifikasi antiaglutinin yang dikoleksi dari *epididymis* babi. Protein ini mempunyai berat molekul 25 kDa, disekresikan oleh sel-sel epitel lumen corpus dan dialirkan ke cauda epididymis, sehingga protein antiaglutinin ini diikat di akrosom spermatozoa

(Harayama *et al.*, 1994), dan sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan untuk spermatozoa selama berada di epididymis (Okamura *et al.,* 1992). Protein ini juga mampu mengurangi dan menghambat terjadinya aglutinasi antarkepala spermatozoa babi (Harayama *et al.*, 1994). Dengan menggunakan teknik serupa, karakterisasi plasma yang dikoleksi dari *epididymis* dan ejakulat dari domba diharapkan bisa dilakukan, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan kapasitas spermatozoa dalam fertilisasi *in vitro*.

BAHAN DAN METODE

Koleksi Plasma Caput, Corpus, Cauda Epididymis dan Seminalis

Epididymis domba diseleksi dan dikoleksi dari rumah potong hewan tradisional, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diambil cairan dari bagian caput, corpus, dan cauda dengan menggunakan syringe. Ejakulat domba diperoleh dari penampungan dengan bantuan vagina buatan. Untuk memperoleh supernatan, ke-empat sampel dimasukkan ke dalam tabung terpisah berukuran 1.5 ml dan disentrifus (Kokusan H-26F Corp. Tokyo, Japan) pada kecepatan 700 g (untuk epididymis) dan 500 g (untuk ejakulat) selama 5 menit pada suhu ruangan.

Selanjutnya, untuk memperoleh plasma, keempat jenis supernatan yang diperoleh disentrifus (Kokusan H-1500DR Corp. Tokyo, Japan) kembali dengan kecepatan 10.000 g selama 10 menit pada suhu 4 ^{0}C. Selanjutnya, keempat jenis plasma disimpan sementara dalam refrigerator bersuhu 4 ^{0}C sebagai stok, yang akan digunakan pada kegiatan karakterisasi protein plasma epididymis dan ejakulat.

Sebaran Antiaglutinin dengan Kajian aglutinasi Spermatozoa

Penelitian ini bertujuan menentukan keberadaan dan sebaran antiaglutinin di daerah caput, corpus, cauda epididymis, dan ejakulat berdasarkan tingkat aglutinasi spermatozoa. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 4 perlakuan yang diulang sebanyak 5 kali. Sebaran antiaglutinin masing-masing daerah tersebut ditentukan dengan melihat tingkat aglutinasi spermatozoa yang diinkubasi secara *in vitro* pada periode 1, 3, 5, dan 7 jam.

Cairan caput, corpus, cauda epididymis dan ejakulat yang diperoleh dicampurkan dengan medium Krebs Ringer-HEPES (KR-HEPES) 1:50 di dalam tabung berukuran 1.5 ml. Tabung-tabung tersebut diinkubasi dalam inkubator CO_2 5% pada suhu 38.5 ^{0}C. Masing-masing setelah 1, 3, 5, dan 7 jam, campuran tersebut diambil 10 µl dengan mikropipet untuk dibuat preparat ulas pada gelas objek berukuran 76.2 x 25.4 x 1.2 mm. Selanjutnya, preparat difiksasi dengan glutaraldehid 0.25% dalam NaCl Fisiologis (1:1), dikeringanginkan dan

diwarnai dengan Giemsa 10% (Merck, Darmstadt Germany). Untuk memperoleh data berupa frekuensi aglutinasi, dilakukan penghitungan semua aglutinasi (perlekatan) antarkepala spermatozoa pada 10 lapang pandang di bawah mikroskop cahaya pembesaran 400 kali.

Karakterisasi Protein Plasma

Penelitian ini bertujuan untuk mengkarakterisasi jenis protein dari plasma caput, corpus, cauda epididymis, dan seminalis dengan marker berat molekul rendah (LMW, Bio-Rad Laboratories). Setiap sampel dilarutkan dalam larutan *doubble-strength sample buffer* (pH 6.8) yang berisi tris-HCl 125 mM, SDS 4%, 2-mercaptoethanol 10%, glycerol 20% dan bromophenol biru 0.02 ml. Campuran ini dihangatkan dalam *waterbath* selama 3 menit. SDS-PAGE dilakukan dengan menggunakan 10-15% *acrylamide linear gradient gel* dan *Laemmli's buffer*. Gel direndam dalam ethanol 15%, methanol 25%, dan larutan fiksatif asam asetat 10% selama 1-2 jam, kemudian diwarnai dengan pewarna *commassie blue*.

Setelah *running* elektroforesis dan pewarnaan, dilakukan penghitungan jarak antarband pada gel akrilamid untuk ditransformasi ke bentuk logaritma, sehingga diperoleh berat molekul protein tersebut. Untuk mengetahui jenis dan nama protein, sampel dan marker dibandingkan.

Analisis Statistik

Data dianalisis dengan analisis ragam dalam bentuk rancangan acak lengkap faktorial. Perbedaan antarperlakuan diuji dengan uji Tuckey (Steel dan Torrie, 1995).

HASIL DAN PEMBAHASAN

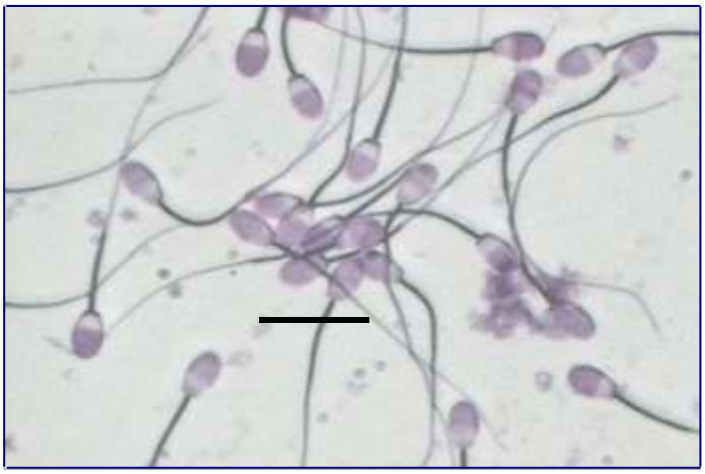
Sebaran Antiaglutinin dengan Kajian Aglutinasi Spermatozoa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat aglutinasi spermatozoa menurun dan berbeda nyata ($P<0.01$) seiring dengan pertambahan waktu inkubasi di setiap spermatozoa yang digunakan (Tabel 7.1 dan Gambar 7.1). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Harayama dan Kato (2002) tingkat aglutinasi spermatozoa meningkat dengan semakin lamanya spermatozoa diinkubasi pada suhu 38.5 ^{0}C, dengan titik tertinggi ditemukan pada waktu inkubasi 1 jam dan akan mengalami penurunan kembali dengan semakin lamanya waktu inkubasi.

Tabel 7.1 Tingkat Aglutinasi Spermatozoa Asal Caput, Corpus, Cauda Epididymis dan Ejakulat Domba pada Kultur *in Vitro*

Asal Spermatozoa	Tingkat aglutinasi spermatozoa setelah inkubasi (%)			
	1 jam	3 jam	5 jam	7 jam
Caput Epididymis	32.80 ± 1.06^{aB}	20.93 ± 0.37^{bB}	9.80 ± 0.94^{cB}	5.10 ± 0.30^{dA}
Corpus Epididymis	36.77 ± 1.22^{aA}	22.67 ± 1.09^{bA}	12.10 ± 0.55^{cAB}	6.60 ± 0.73^{dA}
Cauda Epididymis	25.77 ± 1.21^{aC}	16.90 ± 1.23^{bC}	7.10 ± 0.91^{cC}	2.03 ± 0.52^{dB}
Ejakulat	33.20 ± 1.20^{aB}	23.00 ± 1.35^{bA}	11.40 ± 1.13^{cA}	3.23 ± 0.39^{dB}

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan berbeda nyata (a-d: P<0,01); Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata (A-C: P<0,01).

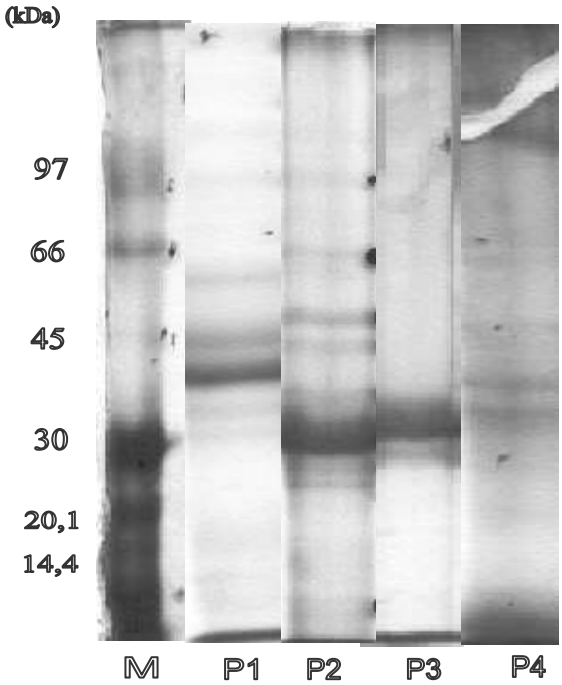


Gambar 7.1 Aglutinasi Antarkepala Spermatozoa Domba dengan Pewarnaan Giemsa 10%. Bar: 50 μm

Untuk waktu inkubasi 1 jam, tingkat aglutinasi tertinggi ditemukan di spermatozoa asal corpus epididymis dengan frekuensi aglutinasi 36.77%, sedangkan terendah dan berbeda nyata (P<0.01) ditemukan di spermatozoa asal cauda epididymis dengan frekuensi aglutinasi 25.77%. Hasil ini menunjukkan bahwa secara tidak langsung antiaglutinin tertinggi mungkin terikat di spermatozoa asal cauda epididymis, sedangkan antiaglutinin terendah terikat pada spermatozoa asal corpus epididymis. Hasil yang sama juga ditemukan pada waktu inkubasi 3, 5, dan 7 jam. Menurut Harayama *et al.* (2000), pemisah aglutinasi (antiaglutinin) merupakan protein yang disekresikan dari sel-sel epitel lumen corpus dan dialirkan ke cauda epididymis sehingga protein ini terikat pada akrosom spermatozoa, dan sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan

cairan yang dibutuhkan oleh spermatozoa selama berada di epididymis (Okamura *et al.,* 1995).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara tidak langsung keberadaan dan sebaran antiaglutinin tertinggi tetap ditemukan di cauda epididymis sedangkan keberadaan dan sebaran antiaglutinin terendah ditemukan di corpus epididymis. Hasil ini juga menunjukkan bahwa protein plasma yang diduga diikat oleh spermatozoa selama perjalanan di epididymis diperlukan untuk perubahan struktur morfologi.



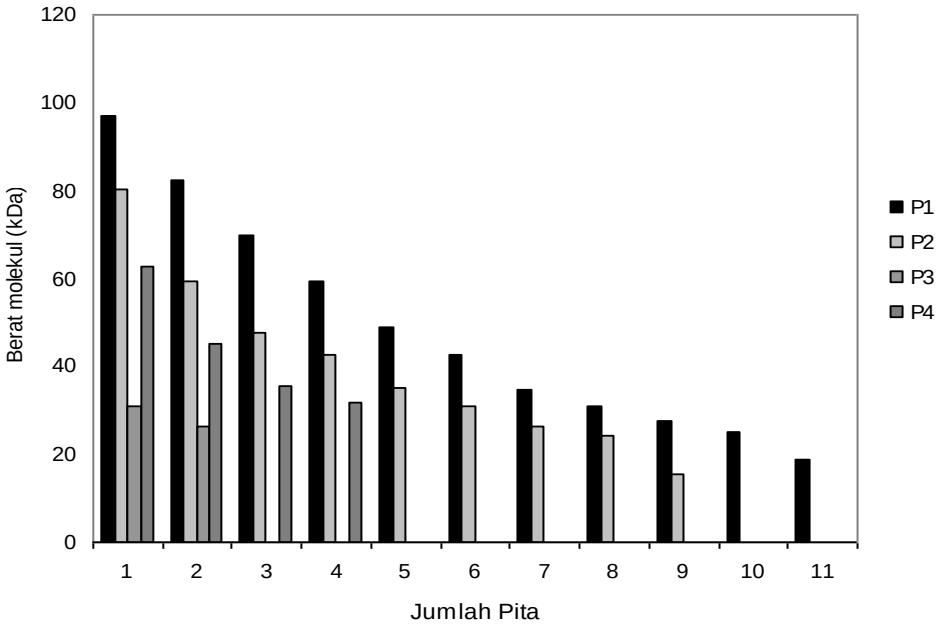
Gambar 7.2 Interpretasi protein hasil SDS-PAGE. M. Marker, P1. plasma caput epididymis (11 pita), P2. plasma corpus epididymis (9 pita), P3. plasma cauda epididymis (2 pita), dan P4. plasma seminalis (4 pita)

Preparasi spermatozoa diperlukan untuk proses fertilisasi *in vitro*. Preparasi bertujuan untuk menyeleksi dengan cara mencuci, sentrifugasi dan inkubasi spermatozoa. Proses ini disebut dengan *swim up* (Yovich, 1995). Pada fertilisasi *in vitro*, spermatozoa dicuci dalam medium kapasitasi kemudian diinkubasi dalam CO_2 5 % dengan suhu 38.5 ^{0}C, karena hanya spermatozoa

yang motil saja yang akan digunakan pada proses tersebut (Boediono *et al.,* 2000a; 2000b). Teknik preparasi spermatozoa (Inaudi *et al.,* 2002; Zavos *et al.,* 2000) yang digunakan dalam penelitian diduga menyebabkan penurunan tingkat aglutinasi spermatozoa. Proses pencucian dan inkubasi spermatozoa (Suzuki *et al.,* 1994) bahkan bisa menyebabkan penurunan persentase kapasitasi dan reaksi akrosom spermatozoa (Rathi *et al.,* 2001; Yanagimachi, 1994). Meskipun dengan suhu yang sama, semakin lamanya inkubasi menyebabkan terlepasnya ikatan antarkepala spermatozoa yang secara tidak langsung juga menyebabkan penurunan tingkat aglutinasi karena suhu inkubasi akan berhubungan langsung dengan reaksi akrosom (Zou dan Yang, 2000), hipermotilitas (Mortimer *et al.,* 1998) dan kematian spermatozoa.

Karakterisasi Protein Plasma

Analisis protein dengan metode SDS-PAGE menunjukkan hasil yang berbeda di setiap sampel (Gambar 7.2). Sebaran protein dengan intensitas tertinggi ditemukan pada kisaran 25–40 kDa. Sebaran protein dengan intensitas sedang ditemukan pada kisaran 45–60 kDa dan sebaran protein dengan intensitas paling rendah ditemukan pada kisaran >60 kDa dan <20 kDa.



Gambar 7.3 Perbandingan Jumlah Pita dan Berat Protein Hasil SDS-PAGE. P1. Plasma Caput Epididymis, P2. Plasma Corpus Epididymis, P3. Plasma Cauda Epididymis, P4. Plasma Seminalis

Perbandingan jumlah titik dan berat protein hasil SDS-PAGE menunjukkan hasil yang berbeda di setiap sampel (Gambar 7.3). Pada plasma caput epididymis ditemukan 11 protein, plasma corpus epididymis ditemukan 9 protein, plasma cauda epididymis ditemukan 2 protein, dan plasma seminalis ditemukan 4 protein. Persamaan berat molekul protein ditemukan pada sampel plasma yang diambil dari daerah epididymis (caput, corpus, dan cauda) yaitu dengan berat molekul 30.974 kDa. Hasil sebaliknya ditemukan pada sampel plasma seminalis. Diduga kespesifikan pada epididymis domba yang mengandung protein dengan berat molekul 30.974 kDa (data tidak ditampilkan).

Hasil ini juga menunjukkan adanya kesamaan dengan hasil penelitian sebelumnya. Pada penelitian tersebut, ditemukan sebaran antiaglutinin yang berbeda pada epididymis dan sebaran tertinggi pada cauda (Tabel 7.1). Hasil tersebut juga menunjukkan bahwa protein antiaglutinin pada domba diduga ditemukan pada sampel dari epididymis (caput, corpus, atau cauda). Ketika sampel dikarakterisasi dengan metode SDS-PAGE, juga ditemukan adanya kesamaan protein pada epididymis. Akan tetapi, kemungkinan jumlah dan keberadaan protein ini berbeda di setiap bagian epididymis. Konsentrasi tertinggi diduga terdapat pada bagian distal caput dan proksimal cauda. Menurut Harayama *et al.* (2000), protein antiaglutinin disekresikan dari sel-sel epitel lumen corpus dan dialirkan ke cauda epididymis, sehingga protein antiaglutinin ini diikat di akrosom spermatozoa (Harayama *et al.,* 1994), dan sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan untuk spermatozoa selama berada di epididymis (Okamura *et al.,* 1992).

KESIMPULAN

Tingkat aglutinasi tertinggi ditemukan pada spermatozoa asal corpus epidiymis dan terendah pada spermatozoa asal cauda epidiymis domba. Sebaran protein dengan intensitas tertinggi ditemukan pada kisaran 25-40 kDa ditemukan pada epididymis. Hasil karakterisasi dengan metode SDS-PAGE, ditemukan 11 pita protein di plasma caput epididymis, 9 pita di plasma corpus epididymis, 2 pita di plasma cauda epididymis, dan 4 pita di plasma seminalis. Sehingga, pemanfaatan spermatozoa yang dikoleksi dari cauda dan ejakulat, dengan penambahan plasma asal cauda epididymis domba bisa dilakukan secara bersamaan untuk persiapan spermatozoa untuk keperluan fertilisasi *in vitro*.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Boediono A, Rusiyantono Y, Muhammad K, Djuwita I dan Herliatien. 2000a. Produksi embrio kambing dengan teknologi maturasi, fertilisasi dan kultur in vitro. *Media Veteriner* 7:11-17.

Boediono A, Rusiyantono Y, Djuwita I, Muhammad K dan Godke RA. 2000b. Kloning embrio dengan pembuatan kembar identik melalui rekayasa embrio. *Prosiding Bioteknologi Pertanian*:28-35.

Djuwita I, Rusiyantono Y, Kusdiantoro M, Purwantara B dan Sukra Y. 1998. Pengaruh serum homolog dan heterolog terhadap proses pematangan dan pembuahan oosit domba di dalam medium biakan *in vitro*. *Media Veteriner* 5:7-10.

Haviz M, Agungpriyono S, Boediono A, Fakhrudin M dan Setiadi MA. 2007. Sebaran anti aglutinin spermatozoa yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *J.Vet* 8 (1):24-31.

Harayama H dan Kato S. 2002. Relationship between bicarbonat and cyclic nucleotide in the promoting effects on head-to-head agglutination in boar spermatozoa. *Asian J Androl* 4:83-86.

Harayama H *et al.* 2000. Biochemical characterization of sialoprotein anti-agglutinin purified from boar epididymal and seminal plasma. *Mol Reprod Dev* 55:96-103.

Harayama H, Miyano T, Miyake M, Kusunoki H and Kato S. 1994. Identification of anti-agglutinin in epididymal plasma of boar. *Mol Reprod Dev* 37:436 (Abstract).

Inaudi P, Petrilli S. Joghtapour A. Trusso P and Petraglia F. 2002. Reduction of steps in the preparation of motile sperm for intrauterine insemination does not reduce efficacy of procedure: simplified one-step swim-up method versus classic swim up. *Human Reprod* 17:1288-1291.

Mortimer ST, Swan MA and Mortimer D. 1998. Effect of seminal plasma on capacitation and hyperactivation in human spermatozoa. *Human Reprod* 13:2139-2146.

Okamura N *et al.* 1995. Cloning of complementary DNA encoding a 135-kilodalton protein secreted from corpus epididymis and its identification as an epididymis-specific a-mannosidase. *Mol Reprod Dev* 42:141-148 .

Okamura N *et al.* 1992. Localization of a maturation-dependent epididymal sperm surface antigen recognized by a monoclonal antibody raised against a 135-kilodalton protein in porcine epididymal fluid. *Biol Reprod* 47:1040-1052.

Rathi R, Colenbrander B, Bevers MM and Gadella BM. 2001. Evaluation of in vitro capacitation of stallion spermatozoa. *Biol Reprod* 65:462-470.

Rizal M, Herdis dan Boediono A. 2004. Daya hidup sperma epididimis domba setelah disimpan pada suhu rendah (5^0 C). *J Anim Product* 6: 30-36.

Steel RGD dan JH Torrie. 1995. *Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan* edisi–2. Jakarta: PT Gramedia Utama.

Suzuki K, Ebihara M, Nagai T, Clarke NGE and Harrison RAP. 1994. Importance of bicarbonate/CO2 for fertilization of pig oocytes in vitro, and synergism with caffeine. *Reprod Fertil Dev* 6:211–227.

Yanagimachi R. 1994. Mammalian fertilization. In: Knobil E, Neill JD, editor. *The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press Ltd: 189-317.

Yovich JL. 1995. Sperm preparation for assisted conception. In: Grudzinskas JG, Yovich JL. *Gametes The Spermatozoon*. New York: Cambridge University Press:268-281.

Zavos PM, Abdallah A, Aslanis MJr, Correa and Zavos PN. 2000. Use of the multi-ZSC one-step standaridized swim-up method; recovery of high quality spermatozoa for intrauterine insemination or other forms of assisted reproductive technologies. *Fertil. Steril* 74:834-835.

Zou CX and Yang ZM. 2000. Evaluation on sperm quality of freshly ejaculated boar semen during in vitro storage under different temperatures. *Theriogenology* 53:1477-1488.

BAB 8. BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI

KAJIAN UNTUK MEMPEROLEH PROTEIN ANTIAGLUTININ DARI EPIDIDYMIS DOMBA

Epididymal plasma used for in vitro fertilization can optimalized with instrumentation and reproductive technology progress, for sperm preparation especially. This process was found sperm agglutination fenomenal in epididymis. The present study has shown that anti-agglutinin was found in epididymis. The combination of instrumentation tecnique applied, likely SDS-PAGE, Western Blotting and HPLC method used to purify protein anti-agglutinin. In conclussion, instrumentation tecnique can be detect, identify, characterize and purify protein anti-agglutinin in epididymal of ram.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *anti-agglutinin, agglutination, epididymal plasma, instrumentation technique*
- Sebagian isi tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Sainstek Volume 1 No. 1:1-13 2008. ISSN:2085-8019, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Teknologi reproduksi khususnya fertilisasi *in vitro* berkembang pesat untuk produksi embrio, seperti yang sudah dilakukan pada sapi (Boediono *et al.,* 1995), pada domba (Djuwita *et al*., 1998) dan pada kambing (Boediono *et al.,* 2000). Pengembangan teknologi reproduksi bertujuan untuk untuk mengoptimalkan pemanfaatan hewan ternak. Kemajuan teknologi reproduksi memungkinkan untuk dimanfaatkannya produk samping rumah potong, seperti epididymis domba garut sebagai sumber sel spermatozoa (Rizal *et al*., 2005) dan plasma domba lokal (Haviz, 2007b).

Pada spermatogenesis, spermatozoa diproduksi di tubuli seminiferi testes, selanjutnya akan mengalami serangkaian proses pematangan saat perjalanan di epididymis (Bredford, 1975). Sehingga, terjadi interaksi antar spermatozoa dan antara spermatozoa dengan sel-sel epitel epididymis (Hammerstedt dan Parks, 1987). Pada saat pematangan, spermatozoa memperoleh kemampuan bergerak dan kemampuan untuk membuahi dari protein epididymis. Diantara kelompok protein tersebut adalah protein pengikat sperma-sel telur (*sperm-egg binding proteins*) (Yanagimachi, 1994) dan protein yang berperan pada aglutinasi antar spermatozoa (Dacheux *et al.,* 1983). Dilaporkan efek aglutinasi menurun pada bagian cauda epididymis sebelum sperma diejakulasikan (Dacheux *et al.,* 1983). Hal ini diduga akibat adanya komponen protein lain yang bersifat sebagai anti-aglutinin (Harayama *et al*., 1994).

Penyiapan spermatozoa untuk keperluan proses fertilisasi *in vitro* dilakukan dengan inkubasi spermatozoa dengan penambahan medium. Preparasi ini bertujuan untuk menjaga kehidupan dan daya tahan spermatozoa, dan untuk menginduksi proses kapasitasi selama 45–60 menit sebelum spermatozoa diinkubasi bersama sel telur (Fahrudin *et al*., 2000). Secara alami akan terjadi aglutinasi atau penggumpalan spermatozoa pada proses ini, dimana mereka saling berlekatan pada kepala. Penggumpalan spermatozoa terjadi akibat adanya protein aglutinin (Harayama *et al*., 1999). Hal ini secara tidak langsung merupakan faktor penghambat efisiensi spermatozoa membuahi sel telur.

Harayama *et al.* (1996) telah mengidentifikasi dan mengkarakterisasi protein antiaglutinin pada babi, sehingga bisa digunakan untuk mengatasi masalah aglutinasi spermatozoa. Hasil penelitian Haviz *et al.* (2007a; 2007c) menunjukkan bahwa sebaran antiaglutinin ditemukan pada epididymis domba dengan konsentrasi dan jumlah tertinggi pada cauda epididymis. Dengan memanfaatkan plasma caput, corpus, cauda epididymis dan seminalis sebagai bahan biohayati, dilakukan pengujian daya kerjanya dengan menginkubasinya dengan spermatozoa dari cauda epididymis dan spermatozoa ejakulat (Haviz *et al.,* 2007a). Maka untuk mengetahui jenis protein yang dikandung plasma tersebut, perlu dilakukan studi lanjut tentang protein antiaglutinin dari

epididymis domba. Salah satu metode yang bisa digunakan adalah teknik instrumentasi. Teknik instrumentasi merupakan metode pemanfaatan alat dalam bioteknologi reproduksi untuk mendeteksi, mengidentifikasi, mengkarakterisasi dan mempurifikasi protein atau molekul yang ada pada sel atau jaringan makhluk hidup.

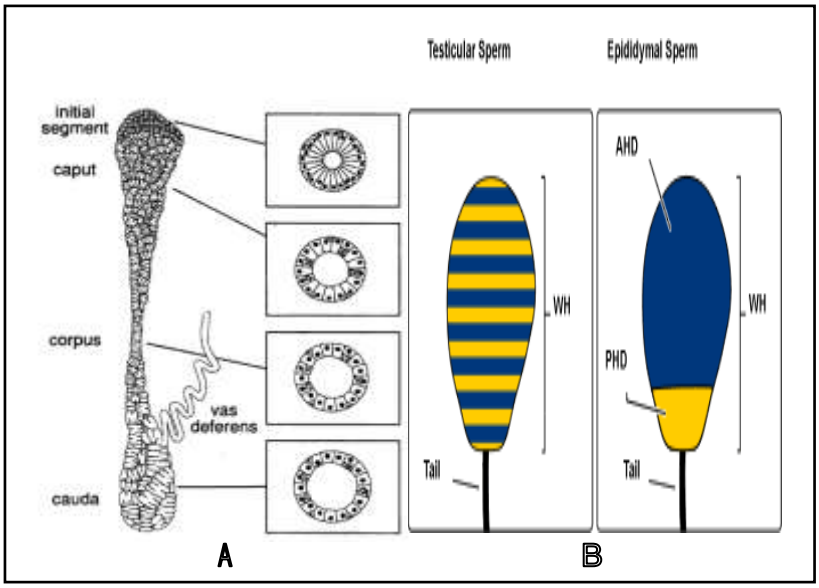
Artikel ini mengkaji tentang aglutinasi dan antiaglutinin spermatozoa, yang berkaitan erat dengan aplikasi teknik instrumentasi seperti SDS-PAGE, HPLC dan Western Blotting untuk mendeteksi, mengidentifikasi, mengkarakterisasi dan mempurifikasi protein yang diduga sebagai antiaglutinin pada epididymis domba.

EPIDIDYMIS DAN PEMATANGAN SPERMATOZOA

Pada spermatogenesis, proses pematangan spermatozoa terjadi di epididymis (Gambar 8.1). Spermatozoa yang matang merupakan sel yang sangat khas, dimana inti dikemas sangat padat dengan akrosom terdapat di daerah apikal dekat inti dan mitokondria tersusun dalam bentuk spiral di sekeliling pangkal flagel (Garner dan Hafez, 2000). Sel spermatozoa diproduksi, kemudian meninggalkan testes belum mampu untuk membuahi sehingga diperlukan tahapan pematangan dalam epididymis (Visconti *et al.,* 1995).

Pada tahap spermiogenesis terjadi perubahan topografi di dalam sel spermatid yang terdiri dari empat fase yaitu golgi, tudung, akrosom dan maturasi. Pada proses ini, inti akan menjadi padat dan bagian kepala spermatozoa dikelilingi oleh sedikit sitoplasma, selanjutnya sebagian besar sitoplasma bergerak ke arah ekor, dan kompleks golgi mensintesis akrosom di daerah apikal kepala, sedangkan di daerah ekor sentriol anterior menjadi titik awal untuk perkembangan flagel dan sentriol posterior membentuk suatu cincin yang mengelilingi pangkal flagel (Jhonson dan Everit, 1995).

Proses pematangan spermatozoa juga diiringi dengan terjadinya serangkaian perubahan komposisi atau materi spermatozoa, misalnya perubahan jumlah dan keberadaan protein khususnya pada membran kepala spermatozoa. Proses ini disebut dengan polarisasi protein. Polarisasi protein diperlukan dalam perubahan morfologi dan fungsi spermatozoa (Hunnicut *et al*., 1997). Pada proses ini, protein membran kepala spermatozoa akan bersegregasi dari *anterior head domain* (AHD) atau *posterior head domain* (PHD) dan ditemukan ketika spermatozoa sesaat meninggalkan testes (Hunnicut *et al*., 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi polarisasi protein membran spermatozoa adalah interaksi protein dengan sitoskleton, interaksi protein dengan matriks ekstraseluler dan peningkatan fluiditas lipid bilayer (Hunnicut *et al.,* 1997).



Gambar 8.1 A Epididymis dan bagian-bagiannya, B spermatozoa testes (kiri) dan epididymis (kanan) (Hunnicut *et al.* 2004).

Membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting ketika di bagian cauda epididymis. Struktur membran spermatozoa masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi lain (Kohane *et al.,* 1987). Pelepasan sebagian materi ini dari permukaan membran spermatozoa merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Visconti *et al.,* 1995). Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan spermatozoa selama berada di epididymis (Setchell *et al.,* 1994) seperti untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987) dan mencegah terjadinya reaksi akrosom dini di epididymis dan sesaat setelah ejakulasi (Hunter *et al.*, 1978).

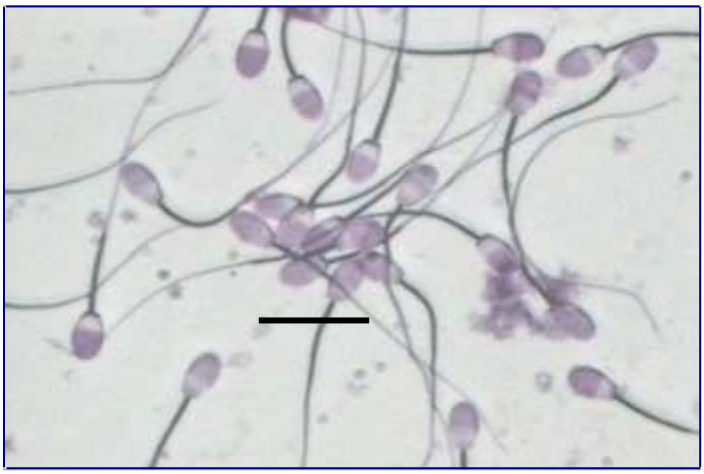
Protein antiaglutinin merupakan salah protein yang ditemukan saat terjadinya polarisasi spermatozoa. Secara khusus, fungsi protein ini belum diketahui secara pasti. Sehingga, diperlukan kajian secara *in vitro* yang lebih mendalam untuk mengetahuinya. Dan dimungkinkan dengan pendugaan, studi secara bertahap dan hasil penelitian sebelumnya. Laporan penelitian Harayama *et al.* (1999) menjelaskan protein antiaglutinin pada babi disekresikan oleh corpus epididymis dan terikat di akrosom spermatozoa. Pengikatan protein

antiaglutinin meningkat saat perjalanan spermatozoa dari corpus ke cauda epididymis (Harayama *et al*., 1995).

Untuk mendeteksi protein antiagglutinin diperlukan teknik karakterisasi. Karakterisasi plasma seminalis diperlukan untuk menunjang perkembangan teknik fertilisasi *in vitro* dan manipulasi embrio, terutama jenis dan fungsi protein pada plasma seminalis yang berperan pada fertilisasi. Karakterisasi plasma seminalis sudah dilakukan oleh peneliti terdahulu, seperti ditemukan spermadhesin (Strzezek *et al.,* 2002), glikoprotein gp17 pada manusia (Marquinez *et al*. 2003).

AGLUTINASI SPERMATOZOA

Aglutinasi adalah terjadinya perlekatan antar spermatozoa oleh mediator (aglutinin) dan bisa dicegah dengan inhibitor (antiaglutinin) (Harayama dan Kato, 2002). Perlekatan bisa terjadi antara kepala, sesama bagian tengah atau ekor dengan ekor yang merupakan salah satu parameter mikroskopik penentuan kualitas spermatozoa (Gambar 8.2) (Baker, 2000).



Gambar 8.2 Aglutinasi antarkepala spermatozoa domba dengan pewarnaan Giemsa 10%. Bar: 50 μm (Haviz Haviz *et al.,* 2007c).

Aglutinasi spermatozoa berhubungan erat dengan materi yang disekresikan oleh sel-sel epitel epididymis dan interaksi membran kepala spermatozoa dengan sel-sel epitel epididymis. Membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting, terutama ketika di bagian cauda epididymis dimana struktur membran masih diliputi oleh banyak

zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi-materi lain (Kohane *et al.,* 1987). Pelepasan sebagian materi–materi ini dari permukaan membran spermatozoa merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Visconti *et al.,* 1995). Selama berada di epididymis, sperma belum motil dan fertil, sehingga sperma akan mengalami polarisasi, salah satu bentuknya adalah terjadinya polarisasi protein. Protein-protein yang ditemukan di daerah kepala ketika spermatozoa keluar dari testes akan bersegragasi dari *anterior head domain* (AHD) atau *posterior head domain* (PHD).

Hunnicut *et al.* (1997) menjelaskan perpindahan protein dalam polarisasi protein spermatozoa akan diikuti dengan langkah penempatan protein pada membran spermatozoa dan faktor-faktor yang mempengaruhi polarisasi adalah interaksi dengan sitoskleton, interaksi dengan matriks ekstraseluler dan peningkatan fluiditas lipid bilayer sehingga tidak terjadi difusi. Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan untuk spermatozoa selama berada di epididymis (Setchell *et al.,* 1994). Interaksi antara cairan epididymis dengan spermatozoa mutlak diperlukan untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987).

ANTIAGLUTININ SPERMATOZOA

Aglutinasi spermatozoa berpengaruh terhadap fertilitas, karena akan mengurangi efisiensi kemampuan sperma untuk membuahi ovum. Karena itu, seyogyanya diketahui dan diteliti fenomena ini. Salah satu cara dengan mengisolasi protein yang spesifik yaitu antiaglutinin. Antiaglutinin ini akan berfungsi untuk mengurangi koagulasi kepala spermatozoa, sehingga bisa meningkatkan efisiensi spermatozoa dalam fertilisasi *in vitro*. Protein tersebut bisa dikarakterisasi dan diisolasi dari bahan tertentu. Salah satu metode paling mudah adalah dengan sodium dodecylsulfate-polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE).

Perubahan struktur morfologi spermatozoa berhubungan erat dengan terjadinya proses aglutinasi alamiah pada epididymis, seperti yang dilaporkan Harayama *et al.* (1999) pengikatan protein antiaglutinin pada babi meningkat seiring dengan perjalanan spermatozoa dari corpus ke cauda epididymis, untuk mencegah terjadinya reaksi akrosom dini (Hunter *et al.*, 1978), pada mencit, sialoprotein berasosiasi dengan spermatozoa (Eddy dan O'Brien, 1994).

Laporan penelitian lain menjelaskan, dengan tujuan mengkarakterisasi protein dari epididymis yang berfungsi ataupun tidak sebagai antiaglutinin, seperti telah ditemukannya protein dengan berat molekul 133 kDa dari cauda epididymis (Bostwick *et al.* 1980), antiaglutinin (25 kDa) pada babi (Harayama *et al.*, 1995), anti-aglutinin (250 kDa) pada babi (Dacheux dan Dacheux, 1988),

sialoprotein (31 kDa) pada babi (Toowicharanont dan Chulavatnatol 1983). Karakterisasi protein dari ekstraksi epididymis babi juga telah dilakukan oleh Syntin *et al.* (1996) dengan metode SDS-PAGE menemukan protein pada: (a) proksimal caput (5-7 kDa, 24 kDa, 25-41 kDa dan 65 kDa), (b) middle caput (19 kDa, 19-24 kDa, 20-22 kDa, 22 kDa, 22-23 kDa, 24 kDa, 25-27 kDa, 34-43 kDa, 40 kDa, 39-42 kDa, 41-52 kDa dan 85 kDa), (c) distal caput (24 kDa, 50 kDa dan 135 kDa), (d) corpus (21.5-23.5 kDa, 37-40 kDa dan 45kDa) dan (e) cauda (26 kDa dan 41 kDa).

Temuan *sialoprotein antiaglutinin* dengan berat molekul 25 kDa (Harayama *et al.,* 1995) yang dipurifikasi dari corpus epididymis babi merupakan rujukan untuk menemukan jenis protein antiaglutinin dari hewan lain terutama dari hewan asli Indonesia. Sehingga, optimalisasi bisa dilakukan untuk pemanfaatan hewan untuk sumber bahan biohayati sebagai bentuk pelestarian plasma nutfah hewan asli Indonesia.

APLIKASI TEKNIK INSTRUMENTASI UNTUK MEMPEROLEH PROTEIN ANTIAGLUTININ

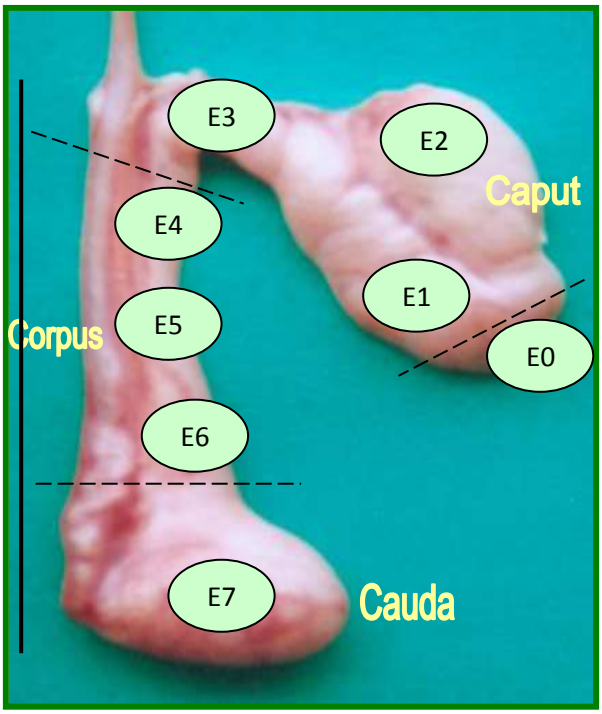
Teknik instrumentasi merupakan serangkaian metode yang bisa digunakan untuk memperoleh protein antiaglutinin. Kajian aglutinasi dan antiaglutinin (Haviz *et al.,* 2007a; 2007c; 2008) memperlihatkan bahwa antiaglutinin bekerja pada hewan spesifik. Pada domba ditemukan pada bagian corpus epididymis. Daya kerja antiaglutinin juga cukup efektif menghambat terjadinya aglutinasi antar kepala spermatozoa. Setelah dilakukan pendeteksian dengan metode SDS-PAGE, antiaglutinin tersebut memiliki berat molekul 25-45 kDa (Haviz *et al.,* 2008). Berdasarkan temuan ini, laporan penelitian dan studi literatur lainnya, penulis merancang metode yang bisa digunakan untuk memperoleh antiaglutinin sebagai bentuk aplikasi teknik instrumentasi. Metode ini mungkin juga bisa digunakan untuk jenis protein lainnya.

Koleksi Plasma

Kegiatan ini bertujuan untuk mendapatkan plasma dari epididymis. Epididymis diseleksi dan dikoleksi dari rumah potong hewan tradisional, kemudian dibawa ke laboratorium untuk diambil cairan dari bagian caput, corpus dan cauda menggunakan syringe (Harayama *et al.,* 1994). Epididymis yang telah dipisahkan dari testes, dipotong menjadi delapan bagian (Gambar 7.3) (Haviz *et al*., 2007a; Syntin *et al*., 1996).

Cairan yang diperoleh dimasukan ke dalam tabung berukuran 1.5 ml dan disentrifus (Kokusan H-1500DR Corp. Tokyo, Japan) pada kecepatan 700g selama 5 menit pada suhu ruangan. Selanjutnya, supernatan yang diperoleh

disentrifus kembali dengan kecepatan 10000g selama 10 menit pada suhu 4 ^{0}C. Plasma yang diperoleh akan digunakan untuk kegiatan selanjutnya.



Gambar 8. 3 Epididymis Domba. E0: Initial Segment, E1: Proximal Caput, E2: Middle Caput, E3: Distal Caput, E4: Proximal Corpus, E5 : Middle Corpus, E6: Distal Corpus, E7: Cauda. E: Epididymis, Bar: 9,5 cm (Haviz *et al.,* 2007a).

Elektroferesis dan Elektrotransfer

Kegiatan ini bertujuan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis protein pada plasma caput, corpus, cauda epididymis dan plasma seminalis dengan marker berat molekul rendah (LMW). Setiap sampel dilarutkan dalam larutan doubble-strength sample buffer (pH 6.8) yang berisi tris-HCl 125 mM, SDS 4%, 2-mercaptoethanol 10%, glycerol 20% dan bromophenol blue 0.02 ml. Kemudian dihangatkan dalam waterbath selama 3 menit. SDS-PAGE dilakukan dengan menggunakan 10-15% acrylamide linear gradient gel dan Laemmli's buffer. Gel akan diwarnai sebelumnya direndam dalam ethanol 15%,

methanol 25% dan larutan fiksatif asam asetat 10% selama 1-2 jam kemudian dilakukan pewarnaan commassie blue.

Setelah *running* elektroforesis dan pewarnaan, dilakukan penghitungan jarak antar band pada gel akrilamid untuk ditransformasikan ke bentuk logaritma, sehingga diperoleh berat molekul protein-protein tersebut. Data ini, dibandingkan dengan marker yang juga ditransformasi ke bentuk logaritma. Sehingga ditemukan jenis dan nama protein pada plasma caput, corpus, cauda epididymis dan plasma seminalis.

Gel yang akan digunakan untuk Western Blotting dan deteksi Lectin Blotting dipindahkan ke membran nitrocellulose (Hybond-C super; Amersham Life Science, Buckinghamshire, UK) atau membran polyvinylidene difluoride (PVDF) (Hybond-PVDF, Amersham) selama 1 jam.

Preparasi Anti Serum

Kegiatan ini bertujuan untuk memperoleh anti serum yang akan digunakan untuk kegiatan selanjutnya. Kelinci disuntik dengan anti aglutinin (30 μg) yang telah dilarutkan dalam Adjuvand Freund's (Wako Pure Chemical Industries LTD, Osaka, Japan). Setelah empat minggu, dilakukan penyuntikan yang kedua dengan emulsi antigen (15 μg) dalam Adjuvand Freund's (Wako). Uuntuk memperoleh anti serum, darah dikoleksi setelah 1 minggu penyuntikan.

Western Blotting

Kegiatan ini bertujuan untuk mendeteksi protein antiaglutinin saja dari plasma epididymis domba. Membran blott dibloking selama 1 jam dengan *skim milk* 5% (Carnation, Glendele, CA) dalam campuran PBS-Tween (PBS 0.1 %; Tween 20,Sigma). Antiserum dan antiaglutinin dilarutkan (1:250000) dengan larutan PBS-Tween yang berisi *skim milk* 1% dan diinkubasi dengan membran selama 2 jam. Kemudian dicuci dalam PBS-Tween selama 10 menit (3 kali), kemudian dimasukkan ke dalam campuran PBS-Tween skim milk 15% selama 30 menit. Kemudian dicampur dengan *horseradish peroksidase–labeled donkey anti-rabbit immunoglobulins* (1:1000; Amersham) dalam buffer selama 1 jam. Aktifitas peroksidase divisualisasikan dengan sistem deteksi ECL *Western Blotting*.

Lectin Blotting

Kegiatan ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan protein antiaglutinin dengan pewarnaan lectin. Membran nitroselulossa yang telah diblot dicuci selama 10 menit dalam larutan Tris-Tween (pH 7.4) yang berisi 10 mM Tris-HCl, Tween 20 0.05 mM dan NaCl 0.15 M, kemudian direndam dalam campuran BSA 1% (Fraction V, Seikagakukogya, Tokyo, Japan) dan Tris-Tween selama 1 jam. Selanjutnya dipindahkan ke larutan Wheat gearm aglutinin (WGA)-peroxidase (Honen Co. Tokyo, Japan) dan Tris-Tween. Titik reaktif akan divisualisasikan dengan sistem deteksi ECL *Western Blotting*.

Purifikasi Antiaglutinin

Kegiatan ini bertujuan memperoleh protein antiaglutinin murni. Penelitian ini menggunakan kombinasi beberapa teknik instrumentasi yaitu SDS-PAGE, HPLC, Western Blotting. Protein plasma epididymis (10 ml) dicampur dengan larutan ammonium persulfat 65% kemudian disentrifus dengan kecepatan 17210 x g selama 20 menit pada 4 ^{0}C untuk memperoleh supernatan. Selanjutnya dilarutkan ke dalam larutan Tris-HCl 5mM (pH 7.4), kemudian larutan protein dilarutklan dengan Tris-HCl 20 mM (pH 8.0) selama 12 jam dan Tris-HCl 40 mM (pH 9.0) selama 24 jam, kemudian difilter dengan ultrafilter (Centriflo Membrane Cone Type CF25; Amicon, Beverly, MA) dan diletakkan pada DEAE-Sepahacel coloumn (2.6 cm x 10 cm; Farmasi) yang telah diekuilibrasi dengan dalam Tris-HCl 40 mM. Protein ini kemudian dilarutkan ke dalam larutan Tris-HCl 40 mM 200 ml dan Tris-HCl 40 mM 200 ml yang berisi NaCl 1 M. Selanjutnya, fraksi yang diperoleh akan digunakan untuk HPLC, SDS-PAGE dan Western Blotting.

Fraksi yang mengandung antiaglutinin dibagi menjadi 15 sampel (0.5 ml) dan disimpan sementara pada suhu -20 ^{0}C sebelum dipurifikasi. Selanjutnya sampel yang akan dianalisa dengan metode HPLC diekuilibrasi dengan asam triflouroasetat 0.1 % (TFA, Sigma) dalam air. Kemudian protein sebanyak 1.0 ml/menit dilarutkan ke dalam campuran TF 1% dan acetonitrile (ACN; Fisher Scientific, Fair Lawn, NJ).

Fraksi hasi HPLC dianalisa dengan SDS-PAGE dan Western Blotting untuk mendeteksi berat molekul yang sebenarnya. Untuk mendapatkan protein antiaglutinin yang lebih murni, dilakukan purifikasi kedua dengan HPLC dengan mengkoleksi protein hasil HPLC pertama dari pelarutnya dengan metode beku-kering (*freeze-dry*). Selanjutnya protein ini siap digunakan untuk uji selanjutnya, khususnya dalam kapasitasi spermatozoa untuk keperluan fertilisasi *in vitro*.

PENUTUP

Teknik instrumentasi bioteknologi reproduksi seperti SDS-PAGE, HPLC, Western Blotting bisa digunakan untuk mendeteksi, mengidentifikasi, mengkarakterisasi dan mempurifikasi keberadaan protein yang diduga sebagai antiaglutinin pada epididymis domba. Sehingga, protein ini bisa digunakan untuk mengatasi permasalahan aglutinasi dalam persiapan spermatozoa untuk keperluan fertilisasi *in vitro*. Data yang diperoleh bisa digunakan dalam kajian bioteknologi reproduksi secara komprehensif pada domba.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Baker JD. 2000. *Performing a Quality Semen Analysis in the Clinical Laboratory*. New York: Medical Laboratory Observer.

Boediono A, Rusiyantono Y, Muhammad K, Djuwita I dan Herliatien. 2000. Produksi embrio kambing dengan teknologi maturasi, fertilisasi dan kultur in vitro. *Media Veteriner* 7 (4):11-17.

Boediono A, Rajmahendran R, Saha R, Sumantri C and Suzuki T. 1995. Effect of present of a CL in the ovary on oocytes number, cleavage rate and blastocyst production in vitro in cattle. *Theriogenology* 4:169 (Abstract).

Bostwick EF, Bentley MD, Hunter AG and Hammer R. 1980. Identification of a surface glycoprotein on porcine spermatozoa and its alteration during epididymal maturation. *Biol Reprod* 23:161-169.

Bredford JM. 1975. Maturation, Transit and Fate of Spermatozoa in The Epididymis in Aswood EB and Greep RO, Eds. *Handbook of Physiology*. Washington DC: Physiology Society.

Dacheux E and Dacheux JL. 1988. Immunocytochemical localization of anti-aglutinin in boar epididymis. *Cell Tissue Res* 252:329-337.

Dacheux JL, Paquignon M and Combarnous Y. 1983. Head-to-head agglutination of ram and boar epididymal spermatozoa and evidence for an epididymal anti-aglutinin. *J Reprod Fertil* 67:181-189.

Djuwita I, Rusiyantono Y, Kusdiantoro M, Purwantara B dan Sukra Y. 1998. Pengaruh serum homolog dan heterolog terhadap proses pematangan dan pembuahan oosit domba di dalam medium biakan in vitro. *Media Veteriner* 5(1):7-10.

Eddy EM and O'Brien DA. 1994. *The Spermatozoon*, in Knobil E, Neill JD. *The Phyisiology of Reproduction, 2nd ed.* New York; Raven Press Ltd.

Fahrudin M, Varisanga MD, Otoi T and Suzuki T. 2000. Assesment of developmental competence of bovine parthenogenetic nuclei. *J Reprod Dev* 46:51-56.

Garner DL and Hafez ESE. 2000. Spermatozoa and Seminal Plasma. In: Hafez B, Hafez ESE, editor. *Reproduction in Farm Animals, 7th Ed.* South Caroline: Lippincot Williem and Wilson:96-109.

Hammerstedt RH and Parks JE. 1987. Changes in sperm surface associated with epididymal transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34:133-149.

Harayama H and Kato S. 2002. Relationship between bicarbonat and cyclic nucleotide in the promoting effects on head-to-head agglutination in boar spermatozoa. *Asian J Androl* 4:83-86.

Harayama H *et al.* 1999. Changes in epididymal protein anti-aglutinin on ejaculated boar spermatozoa during capacitation in vitro. *Reprod Fertil Dev* 11:193-199.

Harayama H, Kato S and Hammerstedt RH. 1996. Electrophoretic characterization of boar epididymal anti-aglutinin. *Biol Reprod* 55:325-332.

Harayama H, Miyano T, Matsuda H, Miyake M and Kato S. 1995. Detection of 25-kDa anti-aglutinin in epididymal plasma and spermatozoa collected from various regions of boar epididymis. *Mol Reprod Dev*. 41:113 (Abstract).

Harayama H, Miyano T, Miyake M, Kusunoki H and Kato S. 1994. Identification of anti-aglutinin in epididymal plasma of boar. *Mol Reprod Dev* 37:436 (Abstract).

Haviz M, Agungpriyono S, Fahrudin M, Setiadi MA and Boediono A. 2007a. Sebaran antiaglutinin spermatozoa dalam plasma yang dikoleksi dari *epididymis* dan ejakulat domba. *Jurnal Veteriner* 8 (1):24-31.

Haviz M. 2007b. Fenomena aglutinasi spermatozoa pada mamalia. *Jurnal Forum Wacana UNJA*. Vol (2):13-24.

Haviz M. 2007c. Kajian aglutinasi spermatozoa: sebaran antiaglutinin dan karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *Jurnal Akademika* 11 (1):100-107.

Haviz M, Boediono A, Setiadi MA, Agungpriyono S and Fahrudin M. 2008. Kajian aglutinasi spermatozoa melalui karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan seminalis domba. *Jurnal Veteriner* 9 (4):176-187.

Hunnicut G, Ann C and Dennis K. 2004. Reproductive biology and immunology sperm maturation. University of connecticuty health center United States. *Population Briefs Vol 5, No 2*.

Hunnicut G, Koppel DE and Myles DG. 1997. Analysis of the process of localization of fertilin to the sperm posterior head plasma membrane domain during sperm maturation in the epididymis. *Dev Biol* 191:146-159.

Hunter RHF, Holtz W and Hermann H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Scie* 1:161-166.

Jhonson MH and Everit BT. 1995. *Essential Reproduction, 4th Ed.* Oxford: Blackwell Scientific Ltd: 50-74.

Kohane AI, Pinicoro L and Blaqueir JA. 1987. Androgen controlled synthesis of specific protein in the rat epididymis. *Endocrinology* 112:1590-1596.

Marquinez AC, Andreetta Am, Gonzales N, Todel CW and de Cerezo JMS. 2003. Identification of gp17 glycoprotein and characterization of prostatic acid phosphatase (PAP) and carboxypeptidase E (CPE) fragments in human seminal plasma fraction interaction with concanavalin-A. *J Prot Chem* 22:423-429.

Rizal M, Herdis dan Boediono A. 2004. Daya hidup sperma epididimis domba setelah disimpan pada suhu rendah (5 ^{0}C). *J Animal Production* 6 (1):30-36.

Setchell BP, Maddocks S and Brooks DE. 1994. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: *Knobil E, Neill JD (eds.), The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press Ltd; 1063-1175.

Strzezek J, Saiz FC, Wysocki P, Tyszkiewicz A and Jastrzebski M. 2002. Seminal plasma protein as markers of biological value of boar semen. *Anim Sci Papers and Reports* 20:255-266.

Syntin P *et al.* 1996. Characterization and identification of proteins secreted in the various regions of the adult boar epididymis. *Biol Reprod* 55:956-974.

Toowicharanont P and Chulavatnatol M. 1983. Characterization of sialoglycoproteins of rat epididymal fluid and spermatozoa by periodate-tritiated borohydride. *J Reprod Fertil* 67:133-141.

Visconti PE *et al.* 1995. Capacitation of mouse spermatozoa, correlation between the capacitation state and protein tyrosine phosphorylation. *Dev Bio* 121:1129-1150.

Yanagimachi R. 1994. Mammalian fertilization. In: Knobil E, Neill JD (eds.), *The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press, Ltd.

BAB 9. APLIKASI EMBRIOLOGI

EVALUASI PELAKSANAAN INSEMINASI BUATAN (IB) DI NAGARI KINARI KECAMATAN BUKIT SUNDI KABUPATEN SOLOK

This purpose of this research is find out farmers knowledge about artificial insemination as well as to evaluate the application. The data collected were analyzed by using descriptive statistics. The result of this study showed that farmers in Kinari has sufficient or well knowledge about the artificial insemination and have successfully in the practically. Kinari has become an appropriate and good region for the development biotechnology of reproduction area. This study recommands the increasing of the artifial insemination in Kinari. It is hope that Kinari will be prepared one as of the region for the development of biotechnology of reproduction.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *artificial insemination, kinari, farmers knowledge*
- Tulisan ini disarikan dari hasil penelitian dosen muda Kopertis Wilayah X Tahun 2007, yang melibatkan M. Haviz sebagai peneliti; masyarakat Nagari Kinari Kabupaten Solok sebagai objek penelitian, Prof. Satni Eka Putra (Kopertis Wilayah X) sebagai Reviewer
- Sebagian isi tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Ekotrans Vol. 9 No. 1 Januari 2009:164-172. ISSN:1411-4615 dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author* dan Jasmi sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Pemanfaatan bioteknologi reproduksi peternakan baik teknik inseminasi buatan (IB) maupun transfer embrio (TE) merupakan upaya penerapan teknologi tepat guna yang sangat memungkinkan untuk peningkatan jumlah dan mutu genetik ternak, serta pembentukan sumber bibit berkualitas. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Pertanian No. 160/Kpts/OT.210/3/2000 telah dibentuk Pusat Pengembangan Inseminasi Buatan dan Transfer Embrio Ternak (PUSPITNAK) sebagai Pusat yang secara khusus mengembangkan pelayanan kegiatan inseminasi buatan (IB) dan aplikasi transfer embrio (TE) di Indonesia. Sehingga kegiatan ini lebih efektif dan produktif dalam rangka mencapai tujuan dan sasaran Pembangunan Produksi Peternakan yang mengacu pada Program Peningkatan Ketahanan Pangan (PKP) dan Program Pengembangan Agribisnis (PPA) (Puspitnak, 2001).

Pelaksanaan Inseminasi Buatan penting dilakukan, disamping mudah dan lebih menguntungkan. Dengan Inseminasi Buatan diharapkan produksi sapi potong akan lebih meningkat. Terlebih lagi kebutuhan daging dewasa ini semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi masyarakat.

Kenagarian Kinari terletak di Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok. Daerah ini terletak salah satu sentra pasar ternak terbesar di Sumatera Barat, yaitu Pasar Tradisional Muara Panas Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok. Dan hampir seluruh pedagang hewan ternak dari berbagai daerah di Sumatera Barat mengunjungi pasar ternak Muara Panas untuk menjual atau membeli hewan ternak. Bahkan dari luar daerah Sumatera Barat juga ditemukan, seperti dari Rengat, Dumai, Riau, Muaro Bungo, Kerinci, Bengkulu dan Jambi (Naldi, 2006). Pengembangan dan desentralisasi Inseminasi Buatan telah diprioritaskan untuk daerah dimana IB telah berkembang dengan baik dan sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Daerah tersebut memiliki potensi jumlah akseptor IB, banyaknya usaha penggemukan hewan ternak, ketersedian petugas pelayanan teknis dan tersedianya pasar hewan (Ditjennak, 2001).

Penelitian ini mengkaji masalah yang sedang berkembang di masyarakat. Keunggulan penelitian ini adalah karena berwawasan agrobisnis, disamping akan mendukung program pemerintah juga akan bermanfaat langsung bagi masyarakat. Karena peningkatan pendapatan masyarakat dengan beternak disamping bertani dengan menanam padi sangat signifikan ditemukan di Kinari. Apalagi hewan ternak dikembangbiakkan dengan Inseminasi Buatan (Junaidi, 2006). Karena menurut Junaidi (2006) hampir 70 % profesi utama masyarakat Kinari yang bermukim di kampung sebagai petani, dan tidak ditemukan sebagai peternak murni, tetapi sering ditemukan beternak adalah sebagai sumber penghasilan sampingan.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengetahuan masyarakat khususnya petani tentang inseminasi buatan dan mengevaluasi pelaksanaannya di Kenagarian Kinari Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok.

Kegiatan Inseminasi Buatan telah dilakukan dengan frekuensi yang sangat tinggi pada hewan ternak di beberapa daerah Indonesia seperti Inseminasi Buatan sapi Bali di Bali (Matahina *et al.*, 2000), Inseminasi Buatan pada Domba Garut di Ciomas Bogor (Herdis, 2005) dan pada hewan endemik Indonesia seperti Inseminasi Buatan pada Rusa Timor (Nalley, 2005). Pengelolaan dan pelaksanaan Inseminasi Buatan oleh peternak di daerah tersebut sudah dilakukan secara terpogram dengan baik, sehingga diperoleh hasil yang maksimal. Untuk itu, perlu dilihat bagaimana pelaksanaan Inseminasi Buatan di Kenagarian Kinari, disamping sebagai evaluasi awal juga untuk kemungkinan pengembangan daerah ini sebagai sentra peternakan yang pengelolaannya secara terpogram di masa yang akan datang.

Hasil penelitian ini bermanfaat bagi Pemerintahan Nagari, Masyarakat dan Dinas Peternakan Kabupaten Solok. Informasi awal tentang pengetahuan, jumlah petani yang beternak sapi secara tradisional serta yang telah melaksanakan program Inseminasi Buatan akan melengkapi data aparat Pemerintahan Nagari. Bagi petani akan memotivasi penerapan teknik Inseminasi Buatan pada ternak mereka. Dan bagi Dinas Peternakkan Tingkat II melalui Unit Pelaksana Teknis di Lapangan (UPTD) bermanfaat sebagai masukan dan tambahan informasi dalam pelaksanaan tugas mereka. Dalam jangka panjang, penataan Nagari Kinari sebagai salah satu daerah target pengembangan peternakan berbasis teknologi reproduksi bantuan diharapkan bisa terwujud.

INSEMINASI BUATAN SEBAGAI SALAH SATU TEKNIK BIOTEKNOLOGI REPRODUKSI UNGGULAN

Inseminasi Buatan (IB) atau kawin suntik adalah suatu cara atau teknik untuk memasukkan mani (sperma atau semen) yang telah dicairkan dan telah diproses terlebih dahulu yang berasal dari ternak jantan ke dalam saluran alat kelamin betina dengan menggunakan metode dan alat khusus yang disebut *insemination gun*. (Toelihere, 1993a).

Metode Inseminasi Buatan dapat dilakukan dengan berbagai cara yaitu mendeposisikan semen pada vaginal (intra vaginal), serviks (intra cervical) dan uterus (intra uterin) (Tanaka *et al.*, 2001). Inseminasi intra-vagina dilakukan dengan mendeposisikan semen sedalam dalamnya pada vagina menggunakan pipet inseminasi tanpa adanya usaha untuk melihat dan meneruskan pipet untuk masuk ke dalam serviks (Berg dan Asher, 2003).

Menurut Toelihere (1993b) tujuan Inseminasi Buatan adalah (1) Memperbaiki mutu genetika ternak; (2) Tidak mengharuskan pejantan unggul untuk dibawa ketempat yang dibutuhkan sehingga mengurangi biaya; (3) Mengoptimalkan penggunaan bibit pejantan unggul secara lebih luas dalam jangka waktu yang lebih lama; (4) Meningkatkan angka kelahiran dengan cepat dan teratur dan (5) Mencegah penularan / penyebaran penyakit kelamin.

Selanjutnya Tolihere (1993b) menjelaskan keuntungan yang diperoleh ketika Inseminasi Buatan dilaksanakan adalah (1) Menghemat biaya pemeliharaan ternak jantan; (2) Dapat mengatur jarak kelahiran ternak dengan baik; (3) Mencegah terjadinya kawin sedarah pada sapi betina (*inbreeding*); (4) Dengan peralatan dan teknologi yang baik sperma dapat simpan dalam jangka waktu yang lama; (5) Semen beku masih dapat dipakai untuk beberapa tahun kemudian walaupun pejantan telah mati; (6) Menghindari kecelakaan yang sering terjadi pada saat perkawinan karena fisik pejantan terlalu besar dan (7) Menghindari ternak dari penularan penyakit terutama penyakit yang ditularkan dengan hubungan kelamin.

Pemanfaatan bioteknologi reproduksi peternakan baik teknik inseminasi buatan (IB) maupun transfer embrio (TE) merupakan upaya penerapan teknologi tepat guna yang sangat memungkinkan untuk peningkatan jumlah dan mutu genetik ternak, serta pembentukan sumber bibit berkualitas.

Pelaksanaan Inseminasi Buatan telah dicanangkan oleh Ditjennak secara terpogram. Hal ini dilakukan untuk memenuhi kebutuhan daging dan susu, tersedianya bibit ternak berkualitas maupun bakalan, mengurangi ketergantungan impor bibit (Puspitnak, 2001). Untuk mewujudkan hal tersebut, strategi yang akan ditempuh dalam melaksanakan tugas pokok dan fungsi Puspitnak adalah:

1. Mengembangkan sistem dan teknologi produksi penyediaan dan pemeliharaan semen beku dan embrio ternak
2. Mengembangkan sistem dan teknologi penyimpanan dan penyaluran semen beku dan embrio ternak
3. Mengembangkan sistem dan teknologi pendayagunaan dan pemeliharaan sarana
4. Mengembangkan sistem teknologi penerapan teknik IB dan TE
5. Melaksanakan *progeny test* dan *performance test*
6. Mempersiapkan peningkatan keterampilan petugas IB, PKB/ATR, supervisor IB dan TE, petugas TE, petugas recorder, dan penanganan semen beku, serta embrio ternak
7. Mengembangkan sistim evaluasi pelaksanaan IB dan TE
8. Melaksanakan kegiatan ketatausahaan

Ditjennak (2001) telah membuat program dan strategi untuk memaksimalkan pencapaian target kegiatan. Strategi dan jenis kegiatan tersebut tercantum pada Tabel 9.1 di bawah ini:

Tabel 9.1 Strategi Pencapaian Target dari Pusat Pengembangan Inseminasi Buatan dan Transfer Embrio Ternak

JENIS KEGIATAN	TAHUN						Ket.
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
A. IB	2.000.000	2.500.000	3.000.000	3.500.000	4.000.000	4.500.000	
· S/C=2	1.000.000	1.250.000	1.500.000	1.750.000	2.000.000	2.225.000	
· Kelahiran : 50% (asumsi)	-	500.000	612.500	750.000	875.000	1.000.000	
· Jantan (ekor)	-	250.000	306.250	375.000	437.500	500.000	
· Betina (ekor)	-	250.000	306.250	375.000	437.500	500.000	
· Berat Badan (Kg)	-	-			-	-	
· Total Berat Badan (Kg)			75.000.000	125.000.000	-	-	
						-	
			75.000.000	125.000.000	153.125.000	-	
				91.875.000	153.125.000	187.000.000	
				91.875.000	112.500.000	187.000.000	
						131.250.000	
					112.500.000		
						131.250.000	
			150.000.000	433.750.000	531.250.000	637.500.000	
B. TRANSFER EMBRIO							
1. Produksi Embrio	500	500	750	750	1000	1. 500	
2. Kelahiran Hasil TE	-	100	100	150	150	200	
(20%)	-	50	50	75	75	100	
· Jantan (ekor)	-	50	50	75	75	100	
· Betina (ekor	-	25	25	37	37	50	
3. Penyediaan Donor DN (ekor)		30	5	10	15	30	
4. Penyediaan Pejantan DN(ekor)							
C. IMPOR DONOR (ekor)	30	30	20	10	-		90
D. IMPOR PEJANTAN (ekor)	80	-	10	30	-		120

Keterangan:

- **Umur 1 tahun ; Bb 350 Kg**
- **Umur 2 tahun ; Bb 500 Kg.**

(Sumber : Ditjennak, 2001)

Strategi yang dilakukan oleh pemerintah tersebut direlisasikan dengan distribusi pejantan kepada 20 Propinsi dan 8 UPT dengan jumlah pejantan kepada masing-masing calon penerima di Tabel 9.2 berikut.

Tabel 9.2 Rencana Distribusi Pejantan Unggul Bantuan Pemerintah

No	Lokasi	Jumlah Pejantan	Rencana Distribusi			
			Daerah	UPTBPT	BIB	BET
1	NAD	5	3	2	-	-
2	Sumut	18	10	8	-	-
3	**Sumbar**	**24**	**14**	**10**	**-**	**-**
4	Riau	4	4	-	-	-
5	Jambi	4	4	-	-	-
6	Bengkulu	4	4	-	-	-
7	Sumsel	20	20	-	-	-
8	Lampung	12	12	-	-	-
9	Jabar	12	4	-	5	3
10	Jateng	18	10	8	-	-
11	DIY	4	4	-	-	-
12	Jatim	22	8	-	14	-
13	Kalsel	6	4	2	-	-
14	Kaltim	4	4	-	-	-
15	Sulut	6	6	-	-	-
16	Sulteng	4	4	-	-	-
17	Sulsel	20	20	-	-	-
18	Sultra	4	4	-	-	-
19	NTB	16	16	-	-	-
20	NTT	4	4	-	-	-
Jumlahh		211	159	30	19	3

(Sumber : Ditjennak, 2001)

METODE EVALUASI

Tinjauan Profil Nagari Kinari

Metode yang digunakan adalah obsevasi data sekunder yang tersedia di kantor wali nagari Kinari. Data ini akan digunakan sebagai acuan analisa daerah atau kawasan yang sesuai dengan untuk pelaksanaan IB. Lebih jauh mungkin akan digunakan sebagai acuan daya dukung serta kesiapan daerah ini sebagai sentra peternakan di masa yang akan datang.

Tinjauan Profil Profesi Masyarakat Nagari Kinari

Metode yang digunakan adalah observasi. Data diperoleh dengan menginventaris data sekunder yang tersedia di kantor Wali Nagari. Selanjutnya data ini akan digunakan untuk sebagai acuan untuk melihat jumlah dan penyebaran (persentase) profesi masyarakat. Data ini juga akan digunakan sebagai acuan untuk penyebaran angket tentang pemahaman IB masyarakat Kinari.

Pengetahuan Masyarakat Tentang Inseminasi Buatan

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah dengan pengisian angket. Teknik sampling yang digunakan adalah total sampling. Pengelompokkan populasi didasari atas profesi yang dilakukan oleh masyarakat.

Materi angket berisikan pengertian, tujuan dan manfaat IB. Data yang diperoleh akan dianalisis dengan statistik deskriptif (Mattjik dan Sumertajaya, 2002).

Evaluasi Pelaksanaan Inseminasi Buatan

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah penyebaran angket. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling. Pengelompokkan populasi didasari atas profesi yang dilakukan oleh masyarakat. Materi angket adalah untuk petani: frekuensi IB dilakukan, pengurusan pelaksanaan kegiatan, biaya pelaksanaan, tingkat keberhasilan dan keuntungan materi yang diperoleh. Sedangkan untuk aparat nagari adalah perhatian dan dukungan terhadap pelaksanaan IB bagi petani. Selanjutnya data yang diperoleh akan dianalisis dengan statistik deskriptif (Mattjik dan Sumertajaya, 2002).

Peluang Kinari sebagai Daerah Pengembangan Ternak secara Mandiri Melalui Kelompok

Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah wawancara terhadap petani dan aparat nagari. Pertanyaan yang diajukan bersifat terbuka, artinya pertanyaan bisa dikembangkan berdasarkan alur pemikiran responden, tidak berurutan atau dari satu pertanyaan bisa langsung ke pertanyaan lainnya. Materi wawancara adalah untuk petani keinginan membentuk kelompok tani binaan dan keseriusan dalam menjalankannya. Sedangkan untuk aparat nagari adalah daya dukung aparat nagari dalam pengurusan dan birokrasi yang berpihak kepada pada petani.

EVALUASI PELAKSANAAN INSEMINASI BUATAN DI KINARI

Tinjauan Profil Daerah Nagari Kinari

Nagari Kinari terletak di Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok Propinsi Sumatera Barat. Secara geografis Kenagarian Kinari dikelilingi oleh perbukitan. Dengan kondisi alam dataran dan perbukitan, daerah ini terletak 386 m dari permukaan laut, sehingga memiliki curah hujan yang cukup tinggi yaitu 1.707,75 mm rata-rata pertahun. Kinari, sebelah utara berbatasan dengan Nagari Muaro Paneh, sebelah selatan dengan Nagari Parambahan, sebelah barat dengan Kec. Lembang Jaya dan sebelah timur dengan Kec. Payung Sekaki (Anonimous, 2003b).

Berdasarkan temuan di lapangan bisa digambarkan bahwa Nagari Kinari secara geografis cukup cocok untuk dijadikan sebagai sentra peternakan, karena lahan yang cukup luas masih bisa dimanfaatkan. Disamping belum adanya pengembangan lahan untuk peternakan (Tabel 9.3). Berdasarkan data sekunder yang diperoleh dari pihak aparat pemerintahan nagari tingkat produksi 5 jenis ternak meningkat cukup baik dari tahun 2001 sampai tahun 2002 (Tabel 9.4).

Tabel 9.3 Lahan Menurut Peruntukan Nagari Kinari

No	Jenis Lahan	Tahun			Ket (Ha)
		2001	2002	2003	
1	Pertanian	699	698	697	
2	Perkebunan	124	127	131	
3	Perikanan	60	60	60	
4	Peternakan	-	-	-	
5	Perumahan	42.371	43.411	44291	
6	Lain-Lain	78	78	78	
7	Hutan	1487	1485	1487	

Sumber : Anonimus (2003a)

Tabel 9.4 Produksi Ternak di Nagari Kinari

No	Jenis Ternak	Tahun			Ket
		2001	2002	2003	
1	Kerbau	80	162	180	
2	Sapi	242	249	257	
3	Kambing	73	82	90	
4	Itik	1067	2572	3659	
5	Angsa	-	3	3	
6	Ayam Buras	2047	3525	4728	
7	Ayam Ras	-	-	281	
8	Ayam Kalkun	-	-	-	
9	Puyuh	-	-	-	
10	Telur	500.000	651.000	710.600	

Sumber : Anonimus (2003a)

Tinjauan Profil Profesi Masyarakat Nagari Kinari

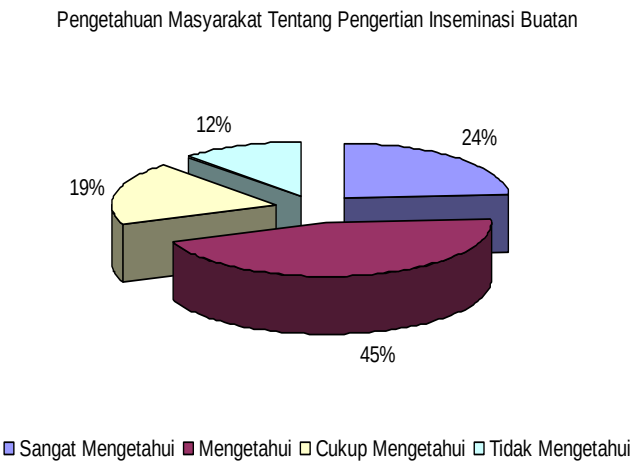
Nagari Kinari Kecamatan Bukit Sundi memiliki penduduk sebanyak 3.903 jiwa, terdiri dari 1.782 jiwa laki-laki dan 2.121 jiwa perempuan. Dengan jumlah rumah tangga sebanyak 864 rumah tangga (Anonimus, 2003b). Sedangkan jumlah penduduk dirinci menurut jenis kegiatan / pekerjaan dan jenis kelamin di Nagari Kinari ditampilkan pada Tabel 9.5.

Berdasarkan data di tabel di atas diperoleh informasi hampir 50 % profesi penduduk Nagari Kinari berprofesi sebagai petani / pekebun (1.283 orang). Sedang penduduk yang berprofesi sebagai peternak hanya 17 orang. Temuan ini memperlihatkan bahwa profesi masyarakat berhubungan dengan kondisi lingkungan atau profil Nagari Kinari.

Tabel 9.5 Jumlah Penduduk Dirinci Menurut Jenis Kegiatan / Pekerjaan dan Jenis Kelamin di Nagari Kinari

No	Jenis Kegiatan / Pekerjaan	Jenis Kelamin		Jumlah
		Laki-Laki	Perempuan	
1	Pelajar / Mahasiswa	534	534	1.068
2	Mengurus Rumah Tangga	9	362	371
3	Pensiunan	15	15	34
4	Belum / Tidak Bekerja	278	405	683
5	Petani / Pekebun	633	650	1.283
6	Peternak	15	2	17
7	Nelayan Perikanan	-	-	-
8	Industri	-	2	2
9	Konstruksi	25	2	27
10	Perdagangan	44	8	52
11	Transportasi	15	4	19
12	PNS	47	76	123
13	TNI	4	-	4
14	POLRI	2	-	2
15	Jasa lainnya	114	32	146
16	Lain-Lain	51	29	80
	Jumlah	1.782	2.121	3.903

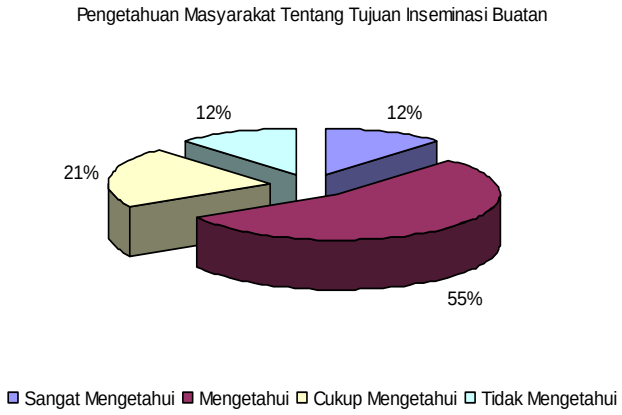
(Sumber: Anonimus, 2003b)



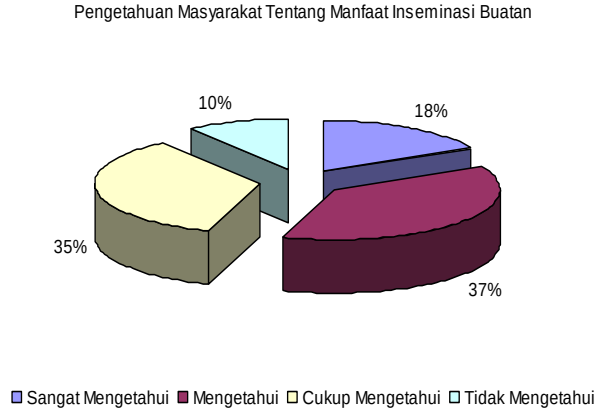
Pengetahuan Masyarakat tentang Inseminasi Buatan

Hasil penelitian tentang pengetahuan pengertian inseminasi buatan adalah 24 % responden sangat mengetahui, 45 % responden mengetahui, 19 % cukup mengetahui dan hanya 12 % tidak mengetahui (Gambar 9.1). Hasil penelitian tentang tingkat pengetahuan masyarakat tentang tujuan inseminasi adalah 12 %

sangat mengetahui, 55 % mengetahui, 21 % cukup mengetahui dan 12 % tidak mengetahui (Gambar 9.2). Selanjutnya, tingkat pengetahuan masyarakat tentang manfaat inseminasi buatan adalah 18 % sangat mengetahui, 37 % mengetahui, 35 % cukup mengetahui dan 10 % tidak mengetahui (Gambar 9.3).



Gambar 9.2 Tingkat Pengetahuan Masyarakat Kinari Tentang Tujuan Inseminasi Buatan



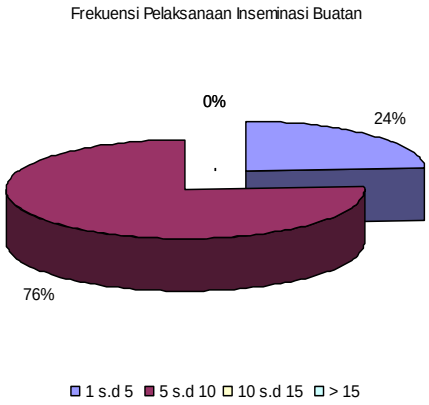
Gambar 9.3 Tingkat Pengetahuan Masyarakat Kinari Tentang Manfaat Inseminasi Buatan

Hasil penelitian tingkat pengetahuan tentang pengertian, tujuan dan manfaat inseminasi buatan di Nagari Kinari menggambarkan bahwa tingkat pengetahuan masyarakat tentang inseminasi buatan cukup baik. Beberapa penyebab ditemukannya hasil ini adalah :

1. Masyarakat yang telah melakukan inseminasi buatan pada hewan ternak mereka bukan hanya bertani sebagai profesi utama, tetapi ada juga yang berprofesi sebagai pegawai. Diduga, dengan adanya faktor ini, mempengaruhi tingkat pengetahuan tentang inseminasi buatan. Karena, antara profesi atau pekerjaan akan mempengaruhi tingkat pengetahuan seseorang.
2. Masyarakat yang telah melakukan inseminasi buatan pada hewan ternak mereka umumnya memiliki tingkat pendidikan yang lebih baik dibandingkan masyarakat yang tidak melakukan inseminasi buatan pada ternak mereka.
3. Penyerapan informasi tentang inseminasi buatan yang cukup baik oleh masyarakat .

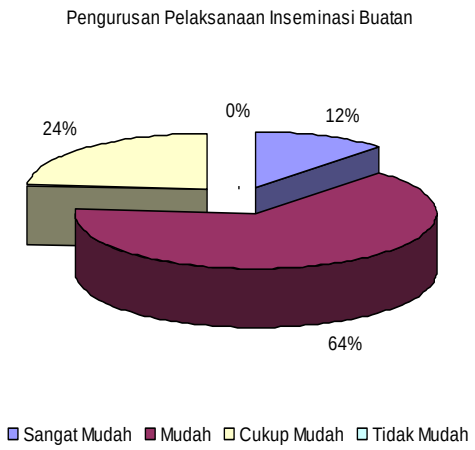
Evaluasi Pelaksanaan Inseminasi Buatan

Hasil penelitian tentang frekuensi pelaksanaan inseminasi buatan yang telah dilakukan oleh masyarakat Nagari Kinari adalah 24 % responden telah melaksanakan 1 – 5 kali, 76 % telah melaksanakan 5 – 10 kali dan 0 % yang telah melaksanakan 10 – 15 kali dan > 15 kali (Gambar 9.4). Pendapat masyarakat tentang pengurusan pelaksanaan inseminasi buatan di Nagari Kinari adalah 12 % responden menjawab sangat mudah, 64 % mudah, 24 % cukup mudah dan 0 % tidak mudah (Gambar 9.5).

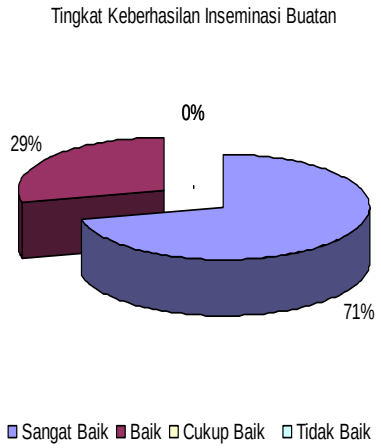


Gambar 9.4 Frekuensi Pelaksanaan Inseminasi Buatan

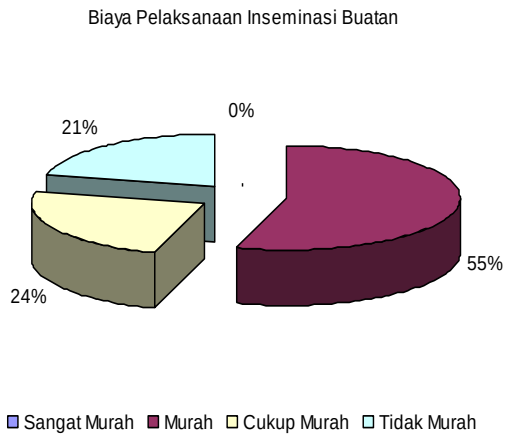
Pendapat masyarakat tentang tingkat keberhasilan pelaksanaan inseminasi buatan adalah 71 % responden memilih jawaban sangat baik, 29 % baik dan 0 % cukup baik dan tidak baik (Gambar 9.6). Selanjutnya biaya pelaksanaan inseminasi buatan adalah 0 % responden menjawab sangat murah, 55 % murah, 24 % cukup murah dan 21 % tidak murah (Gambar 9.7). Keuntungan materi yang diperoleh oleh masyarakat adalah 7 % menjawab sangat baik, 50 % baik, 24 % cukup baik dan 19 % tidak baik (Gambar 9.8).



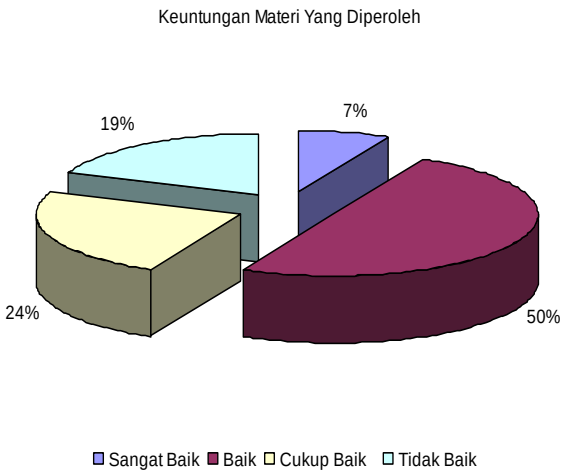
Gambar 9.5 Pendapat Masyarakat Tentang Pengurusan Pelaksanaan Inseminasi Buatan



Gambar 9.6 Tingkat Keberhasilan Inseminasi Buatan



Gambar 9.7 Biaya Pelaksanaan Inseminasi Buatan.



Gambar 9.8 Keuntungan Materi yang Diperoleh dengan Melaksanakan Inseminasi Buatan

Hasil-hasil ini juga memperlihatkan secara tidak langsung bahwa inseminasi buatan di Kinari sudah lama dilaksanakan dan sudah dikenal dengan baik oleh masyarakat yang memiliki hewan ternak. Hasil penelitian evaluasi pelaksanaan inseminasi buatan tentang frekuensi, pengurusan pelaksanaan, biaya pelaksanaan, tingkat keberhasilan dan keuntungan materi yang diperoleh oleh masyarakat Kinari juga menunjukkan bahwa inseminasi buatan yang telah dilaksanakan cukup baik. Hal ini diduga disebabkan oleh:

1. Penyampaian informasi dari petugas di lapangan cukup efektif sampai ke tingkat petani. Sehingga keinginan masyarakat untuk melaksanakan inseminasi buatan pada hewan ternak mereka juga cukup baik.
2. Masyarakat telah merasakan manfaat yang cukup baik dari pelaksanaan kegiatan ini. Terutama adanya peningkatan penghasilan masyarakat yang cukup baik.
3. Ketersedian lahan yang cukup baik dengan memanfaatkan pekarangan dan halaman belakng rumah sebagai tempat atau kandang-kandang sapi masyarakat. Sehingga lahan lainnya yang masih produktif untuk pertanian masih bisa dimanfaatkan.
4. Ketersedian pakan sebagai salah satu syarat utama untuk pengembangan ternak cukup baik.

Peluang Kinari sebagai Daerah Pengembangan Ternak Secara Mandiri Melalui Kelompok

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dikemukan sebelumnya, Nagari Kinari cukup potensial dijadikan sebagai daerah pengembakan ternak. Karena:

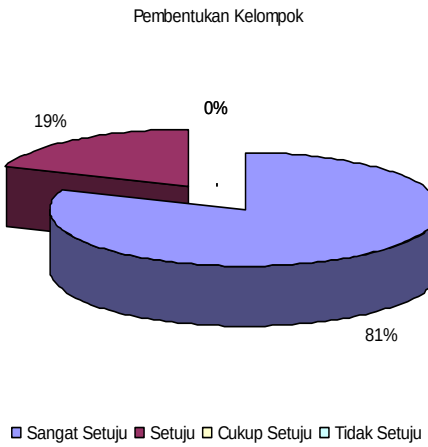
1. Dukungan ketersedian lahan yang masih banyak belum termanfaatkan.
2. Tingginya keinginan masyarakat untuk membentuk kelompok binaan yang bergerak di bidang khusus peternakan (Gambar 9.9).
3. Dukungan yang positif dari aparat nagari.
4. Letak Kinari yang bersebelahan langsung sentra pasar ternak terbesar di Sumatera Barat.
5. Kegiatan Inseminasi Buatan yang telah dilaksanakan beberapa tahun belakangan ini.

Berdasarkan penyebaran angket yang telah dilakukan ditemukan keinginan masyarakat untuk membentuk kelompok yang khusus di bidang peternakan adalah 81 % sangat setuju, 19 % setuju dan 0 % menjawab cukup setuju dan tidak setuju (Gambar 9.9).

Aparat pemerintahan nagari juga sangat mendukung kegiatan-kegiatan pengembangan perekonomian masyarakat, baik yang dilakukan secara individu ataupun secara kelompok (Amir, 2007). Berdasarkan wawancara, ditemukan beberapa hal yaitu:

1. Pemerintahan Nagari Kinari selama ini belum memiliki program untuk mengembangkan pereknomian masyrakat khususnya di bidang peternakan.
2. Aparat pemerintahan nagari cukup memberikan dukungan yang positif terhadap kegiatan-kegiatan yang dilakukan secara mandiri oleh masyarakat terutama di bidang pengembangan pereknomian masyarat, misalnya kegiatan Inseminasi Buatan.

3. Pemerintahan nagari juga sangat mendukung jika ada keinginan dari masyarakat untuk membentuk kelompok tani yang bergerak di bidang peternakan.
4. Diantara bentuk dukungan yang akan diberikan adalah memfasilitasi dan kemudahan pengurusan administrasi.



Gambar 9.9 Pendapat Masyarakat Tentang Pembentukan Kelompok

Berdasarkan penjelasan diatas Nagari Kinari secara geografis cukup berpeluang untuk dijadikan daerah pengembangan hewan ternak. Komitmen aparat pemerintahan nagari dan masyarakat serta potensi sumber daya alam yang ada cukup memberikan jaminan untuk mendukung terwujudnya hal tersebut. Selanjutnya, dukungan positif lainnya adalah nagari Kinari terletak di salah satu sentra pasar ternak terbesar di Sumatera Barat, yaitu Pasar Tradisional Muara Panas Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok. Apalagi jika pengembangan dan desentralisasi Inseminasi Buatan telah diprioritaskan untuk daerah dimana IB telah berkembang dengan baik dan sangat dibutuhkan oleh masyarakat. Daerah tersebut memiliki potensi jumlah akseptor IB, banyaknya usaha penggemukan hewan ternak, ketersedian petugas pelayanan teknis dan tersedianya pasar hewan (Ditjennak, 2001).

PENUTUP

Berdasarkan penjelasan pada bagian sebelumnya bisa disimpulkan (1) tingkat pengetahuan masyarakat Nagari Kinari khususnya petani tentang inseminasi buatan cukup tinggi; (2) Inseminasi buatan oleh petani di Nagari Kinari telah dilaksanakan cukup baik.

Penelitian ini merekomendasikan peningkatan pelaksanaan inseminasi buatan pada hewan ternak masyarakat Nagari Kinari. Dalam jangka panjang, penataan Nagari Kinari perlu dilakukan sebagai salah satu daerah target pengembangan peternakan berbasis teknologi reproduksi bantuan diharapkan bisa terwujud, karena potensi yang dimiliki cukup besar.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Anonimus. 2003a. Sensus Nagari Kinari Kecamatan Bukit Sundi Kabupaten Solok.

Berg DK and Asher GW. 2003. New development reproductive technologies in deer. *Theriogenology* 59: 189–205.

Anonimus. 2003b. *Profil Nagari di Kabupaten Solok*. Solok: Biro Pusat Statistika Kabupaten Solok.

Ditjennak. 2001. *Pedoman Umum Pengembangan Inseminasi Buatan dan Desentralisasi BIB Tahun 2001*. Jakarta: Departemen Pertanian RI.

Herdis. 2005. *Penerapan Teknologi Laserpunktur Untuk Peningkatan Populasi Domba Garut*. Bogor: BPPT Ciawi.

Junaidi. Masyarakat Nagari Kinari. Hasil wawancara tanggal 12 Maret 2007.

Matahina T, Peter K dan Kirenius U. 2000. *Inseminasi Buatan dengan Semen Cair pada Sapi Bali*. Kupang: Laporan Penelitian Universitas Cendana.

Mattjik AA dan Sumertajaya IM. 2002. *Perancangan percobaan, dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. IPB Press. Bogor.

Naldi. Masyarakat Nagari Kinari. Hasil wawancara tanggal 13 Maret 2007.

Nalley WM *et. al.* 2005. Kriopersevasi semen rusa timor (*Cervus timorensis*) dalam berbagai konsentrasi gliserol. *Makalah Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*. Bogor: Puspitnak Ciawi, 4-5 Agustus 2004.

Puspitnak. 2001. Rencana Strategis Pusat Pengembangan Inseminasi Buatan dan Transfer Embrio Ternak Tahun 2001–2005. Jakarta: Departemen Pertanian Republik Indonesia.

Tanaka H, Herliantien dan Deasy Z. 2001. *Fisiologi dan Gangguan Reproduksi*. JICA – Indonesia.

Tolihere MR. 1993a. *Fisiologi Reproduksi pada Ternak*. Bandung: Penerbit Angkasa.

Tolihere MR. 1993b. *Inseminasi Buatan pada Ternak*. Bandung: Penerbit Angkasa.

Amir, Yus Dt. Rj Nan Kayo. Masyarakat Nagari kinari. *Hasil Wawancara*. 2 Juli 2007.

BAB 10. FILSAFAT PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

BERPIKIR DALAM PENDIDIKAN: SUATU TINJAUAN FILSAFAT TENTANG PENDIDIKAN UNTUK BERPIKIR KRITIS

This article is a study about how to think in education. Thinking in education should be integrated in process of learning at colleges. In philosophy, thinking in education is one of means of education for critical thinking. Effectively, thinking in education used to study some problems in education. Thinking in education is metacognition. As a part metacognition, critical thinking applied in college will produced a high quality outcomes. In other words, learning process in colleges wich involved lecturers and students interaction if and appropriate process of building the critical thinking pattern. This pattern will effective if the process is formed integratedly the college policies. Since it will affect to all of educational aspect. It is hopped the result of critical thinking in education will be able to help people in drawing a conclusion as well as applying it in their real life.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *thinking, critical thinking, effective, education*
- Tulisan ini terinspirasi dari dua orang Guru Besar Universitas Negeri Padang, yaitu Prof. Dr. Lufri, M.S dan Prof. Drs. Jalius Jama, M.Ed., Ph.D
- Tulisan ini telah pernah disampaikan di seminar filsafat pendidikan Program Studi Doktor Ilmu Pendidikan Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang, tanggal 25 November 2008
- Tulisan ini telah diterbitkan di Jurnal Ta'dib Volume 12 No.1 Juni 2009: 81-90. ISSN:1420-8208, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Banyak pendapat menjelaskan bahwa seseorang sudah terlahir sebagai seorang yang pintar atau bodoh, karena keduanya tercipta tergantung kepada suatu kemampuan yang disebut dengan intelegensi. Tetapi, pernyataan tersebut kurang tepat dan cenderung tidak benar. Karena berdasarkan teori perkembangan kognitif Piagets, intelegensi seseorang ditentukan oleh bagaimana dia mengasah kemampuan dan kematangan otaknya (Wadsworth, 1979).

Berpikir merupakan salah satu bagian atau menjadi objek penting yang harus dimiliki oleh setiap unsur pendidikan tinggi (Ricketts, 2004). Apakah berpikir itu? Apa manfaatnya? Pertanyaan ini sekilas terdengar aneh dan tidak selayaknya dipertanyakan. Terlebih lagi, jika dipertanyakan pada "unsur pendidikan tinggi". Karena unsur pendidikan tinggi sudah sangat mengetahui dan memahami tentang apa dan bagaimana berpikir. Tetapi, apakah pengetahuan dan pemahaman yang tinggi yang telah dimiliki oleh unsur pendidikan tinggi tersebut telah memberikan hasil yang baik? Hasil yang baik dalam pendidikan, tentunya mengacu kepada tujuan pendidikan nasional. Dalam UU Nomor 2 Tahun 1989, tujuan pendidikan nasional adalah mencerdaskan kehidupan bangsa dan mengembangkan manusia Indonesia seutuhnya, yaitu manusia yang beriman dan bertakwa terhadap Tuhan Yang Maha Esa dan berbudi pekerti luhur, memiliki pengetahuan dan keterampilan, kesehatan jasmani dan rohani, kepribadian yang mantap dan mandiri serta rasa tanggung jawab kemasyarakatan dan kebangsaan.

Sekarang, banyak peristiwa yang menggambarkan tidak tercapai tujuan pendidikan nasional. Jika dilihat dalam proses belajar, banyak sikap unsur pendidikan tidak menggambarkan pencapai tujuan tersebut. Penulis secara khusus menyoroti sering terjadi tawuran antar mahasiswa di beberapa perguruan tinggi di Indonesia. Banyak sekali jawaban yang bisa diberikan. Salah satunya adalah kurang mampunya mahasiswa bersikap dan berbudaya ilmiah. Menurut Jama (2008) ketidakmampuan mahasiswa untuk berbicara, menulis dan bersikap ilmiah, karena sistem tidak menciptakan kondisi mahasiswa untuk berpikir kritis. Selanjutnya, Jama (2008) menjelaskan tidak terciptanya budaya ilmiah karena kurang mampunya mahasiswa untuk beretorika. Karena, kemampuan beretorika akan lahir, jika mahasiswa bisa berpikir kritis (Haviz, 2003; Haviz *et al.,* 2007). Karena, memiliki kemampuan berpikir merupakan salah satu tujuan dalam pendidikan (Burton *et al.,* 1960).

Berpikir kritis ini bisa diaplikasikan dalam proses belajar di kelas. Hasil penelitian di Western Cap Education Departement tahun 1998-2000 menunjukkan bahwa kemampuan kognitif *outcomes* berhubungan erat dengan kemampuan berpikir kritis dan efektif. Temuan penelitian ini juga

memperlihatkan bahwa mahasiswa yang terlibat dan ikut melaksanakan kebijakan, akan mampu bersikap ilmiah jika didukung dengan semua perangkat kebijakan dan sistem di departemen tersebut (Abel *et al.*, 2006). Hasil penelitian lain yang menggambarkan pendidikan secara luas mampu meningkatkan kemampuan berpikir adalah penggunaan problem solving dalam mata kuliah perkembangan hewan (Lufri, 2004), berpikir kritis dalam pendidikan biologi (Pettersen, 1992), berpikir kritis dalam membangun kepemimpinan (Ricketts, 2004), metode-metode penentuan kemampuan berpikir kritis (Stein *et al.*, 2003), peningkatan kemampuan berpikir di dalam kelas (Irfaner, 2006), keterpaduan sistem berpikir di dalam pendidikan teknologi sistem informasi (Vo *et al.*, 2006), pengembangan kemampuan berpikir dalam pendidikan kejuruan (Levin dan Lieberman, 2008; Al-Jayyousi, 1999).

Berpikir dalam pendidikan bisa dibedakan atas berpikir kritis, berpikir kreatif, berpikir peduli, berpikir efektif (Lipman,2003). Artikel ini bertujuan untuk membahas bagaimana berpikir dalam pendidikan. Secara khusus, tulisan ini juga menelaah berpikir kritis dalam pendidikan.

TINJAUAN FILOSOFIS BERPIKIR KRITIS, APAKAH BERPIKIR KRITIS?

Maksud dari berpikir kritis adalah untuk mencari kesimpulan yang benar dengan pemecahan masalah, menjawab keraguan dan mampu membedakan antara doktrin dengan kebijakan. Bisakah kita melakukannya? Mengertikah kita kapan kita berhenti dan kapan kita berpikir? Apa yang harus dilakukan?

Penulis mengutip pendapat beberapa ahli filsafat tentang berpikir kritis. Menurut Deweys (1938, dalam Akshir, 2007) berpikir adalah suatu kegiatan yang aktif, tepat dan hati-hati dalam mempercayai sesuatu atau informasi yang datang dari luar sehingga tidak salah dalam merefleksikan pemikiran tersebut ketika membuat suatu kesimpulan. Selanjutnya, Menurut Deweys (1938, dalam Akshir, 2007) refleksi pemikiran akan membedakan suatu tindakan dalam mencari dan menemukan materi untuk menjawab keraguan, kebingungan dan kesulitan mental dalam berpikir.

Menurut Ennis (1985) berpikir kritis merupakan alasan untuk merefleksikan pemikiran yang terpusat pada apa yang dipercaya dan apa yang dilakukan. Facione (1984) menjelaskan berpikir kritis berhubungan dengan perkembangan dan evaluasi dari seseorang ketika berargumentasi. Selanjutnya, Lipman (1988) menjelaskan, berargumen adalah bagian dari berpikir, dan dilengkapi dengan tanggungjawab yang tinggi ketika menyatakan sesuatu, karena (1) apa yang disampaikan merupakan realita, (2) merupakan koreksi dari diri sendiri dan (3) pernyataan tersebut sesuai dengan apa yang dibicarakan.

Siegel (1991) menambahkan, untuk meningkatkan kemampuan berpikir, seorang pemikir kritis harus mempunyai semangat berpikir kritis yang bisa dilihat dari kemampuan alami dan perasaan untuk berpikir kritis. Penjelasan singkat Paul (1995) tentang berpikir adalah berpikirlah tentang pemikiranmu karena ketika kamu berpikir akan membuat pemikiranmu menjadi lebih baik.

Konsep McPecks (1990) tentang berpikir kritis berbeda dengan dengan Ennis dan Paul, dia menyatakan bahwa berpikir kritis merupakan skill yang tidak bisa digeneralkan, karena berpikir kritis tidak bisa diisolasi secara lengkap. Esensi dari berpikir kritis adalah perasaan dan skill untuk meningkatkan kemampuan dalam beraktifitas yang cenderung membuat seseorang untuk menjadi skeptis. McPecks menganggap tidak mungkin ada penyelesaian ketika berpikir tentang sesuatu karena akan selalu ada permasalahan yang muncul dan bisa dipertanyakan.

Menurut Burton *et al.* (1960) dalam berpikir seseorang harus menjalani; *pertama*, proses yang mampu meningkatkan keraguan dalam pemikiran dan *kedua* mengetahui kesulitan dalam keraguan tersebut. *Ketiga* menguji keraguan tersebut dengan memberikan fakta, merancang hipotesis dan mencari fakta-fakta baru dengan melakukan observasi, *keempat* mengkritisi fakta tersebut, kemudian menginterpretasiknnya, dan *kelima* membuat kesimpulan berdasarkan teori, temuan dan realita yang ada.

Jika ditinjau dari aspek psikologis, konsep berpikir kritis merupkan bagian yang tidak bisa dipisahkan dari filsafat. Karena berpikir dalam psikologi menjadi aspek aksiologis dari filsafat. Teori berpikir kritis berdasarkan psikologis dikeluarkan dan dibangun dari dimensi kognitif. Bartlett (1985) mendefenisikan berpikir dari aspek psikologis, yaitu merupakan pelebaran dari fakta. Sigel (1984) memandang berpikir kritis sebagai proses aktif yang berkaitan dengan mental seseorang saat berkomunikasi dengan orang lain, terutama saat menjalani proses induksi, deduksi, mengemukan alasan, memberikan persamaan, mengelompokkan dan mendefenisikan sesuatu.

Burton (1960) melihat berpikir diawali dengan melihat masalah yang mempunyai rentangan, dan rentangan masalah yang dipikirkan diawali dari mudah hingga sulit. Beberapa pemikiran Burton (1960) tentang filosofis berpikir adalah :

1. *Berpikir selalu hilang dan peduli*

   Datang dan perginya informasi merupakan suatu hal yang biasa dalam berpikir. Kehilangan informasi sebelumnya bisa saja terjadi karena peduli dengan informasi baru yang lebih efektif dan dalam rangka menemukan kepastian. Karena perbedaan tindakan atau anggapan terhadap informasi yang melibatkan pemikiran akan melahirkan kesimpulan yang lebih baik (Dewey, 1944).

Menurut penulis sebuah Ilustrasi singkat yang sesuai dengan pernyataan diatas adalah kisah pencarian Allah SWT Sang Pencipta Alam Semesta oleh nabi Ibrahim AS. Awalnya, matahari yang menerangi bumi di siang hari dianggap sebagai Sang Pencipta. Tetapi, munculnya bulan dan bintang di saat malam mementahkan kesimpulan yang telah dibuat oleh Ibrahim sebelumnya. Sehingga, Nabi Ibrahim menemukan suatu kesimpulan bahwa Yang Menciptakan alam semesta beserta isinya yang diyakininya sebagai Tuhan yang sangat dekat dan paling dekat dengan dirinya. Dan ketika hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, bahwasanya Aku dekat..... (Q.S, 2 : 186).

2. *Mengingat adalah berpikir*

   Seseorang yang mengingat sesuatu dalam pemikirannya dianggap orang tersebut sudah berpikir.

3. *Menggambarkan/memimpikan adalah berpikir*

   Menggambarkan *(imaging) dan* memimpikan (*dreaming*) adalah bagian dari berpikir. Seorang yang berpikir seperti bermimpi. Karena sesuatu yang akan dibicarakan telah melewati proses penggambaran atau *imaging* dalam pemikiran. Saat bersikap, telah melewati proses mimpi atau *dreaming* dalam pemikirannya. Dengan proses *imaging* dan *dreaming* sebagai bagian dari berpikir, seseorang mampu melakukan dan meraih sesuatu yang tidak biasa.

Hirata (2005), dalam bukunya yang berjudul "Laskar Pelangi" menceritakan bagaimana perjuangan 10 orang anak melayu kurang mampu (miskin) asal Belitong saat bersekolah. Dengan segala keterbatasan sarana, prasarana serta hambatan yang muncul, mereka tetap dengan penuh semangat pergi ke sekolah. Secara kolektif, hasilnya terlihat saat diadakan lomba karnaval 17 Agustusan dan lomba cerdas cermat. Para laskar pelangi mampu mengalahkan siswa dari SD lain yang lebih berkualitas. Selanjutnya, Ikal dan Arai (dua bocah laskar pelangi) ternyata mampu bersekolah ke Paris, menjelajahi Eropa dan bahkan sampai ke Afrika (Hirata, 2006). Menurut penulis, saat kecil, mereka telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Secara individual, kedua anak ini juga telah mengalahkan teman dalam kelompok mereka. Dalam buku tersebut diceritakan bahwa Ikal dan Arai kecil telah memimpikan untuk bisa bersekolah ke suatu tempat yang paling indah di dunia yaitu ke Sorborne University Paris-Perancis. Bersekolah di Perancis selalu tergambar dalam pemikiran mereka. Proses *imaging* dan *dreaming* memicu semangat mereka untuk mewujudkan mimpi-mimpi mereka menjadi kenyataan.

4. *Percaya adalah berpikir*

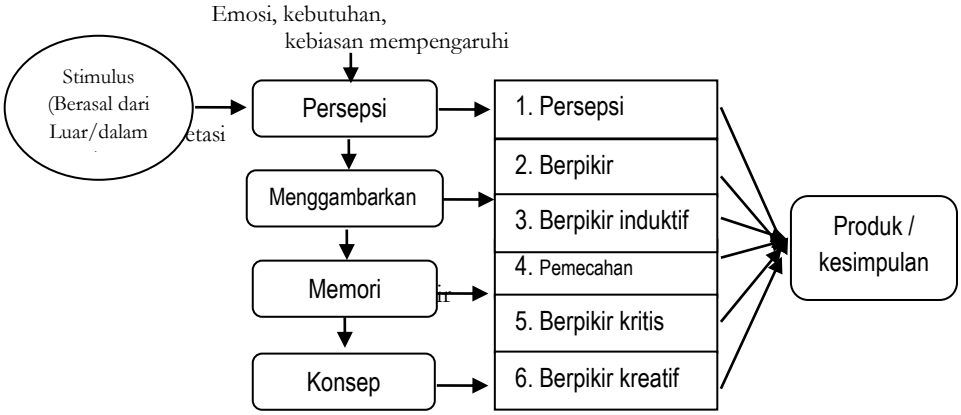
Saat seseorang telah mempercayai sesuatu, maka dia telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Colombus meyakini dan percaya bahwa dunia bisa diarungi. Pada tahun 1980-1990, Habibie dengan kemampuannya dalam mendesain aerodinamis pesawat terbang, diberi kepercayaan oleh Boing Corporation untuk memproduksi sayap pesawat terbang di Indonesia. Selanjutnya, PT. Dirgantara Indonesia yang dipimpinnya telah memproduksi sejumlah jenis pesawat terbang sendiri, seperti CN-235. Menurut Penulis, Columbus dan Habibie telah melakukan proses yang dinamakan berpikir. Columbus meyakini dan mempercayai bahwa dunia bisa diarungi, dan Habibie meyakini dan mempercayai bahwa dengan ilmu disain aerodinamis yang dimilikinya, suatu saat Indonesia mampu memproduksi pesawat sendiri. Mereka mampu melakukannya setelah melewati proses mendengar, mengamati dan mempercayai apa yang dibicarakan orang.

Banyak sekali defenisi, pernyataan serta ilustrasi berpikir dalam pendidikan. Pengertian terbaik adalah bagaimana berpikir bermanfaat dalam pendidikan.

IMPLIKASI BERPIKIR DALAM PENDIDIKAN

Berpikir diperlukan dan merupakan bagian dari pendidikan. Seyogyanya hal ini dipogramkan dalam suatu kebijakan. Karena, program ini sangat mempengaruhi kualitas lulusan suatu perguruan tinggi. Menurut (Baillin *et al.*, 1999) konsep berpikir kritis dalam pendidikan harus terintegrasi dengan baik, jika *outcomes* dari perguruan tinggi tersebut ingin dibekali dengan kemampuan berpikir. Konsep pemikiran Bailin ini menggambarkan bahwa, mustahil akan lahir produk suatu perguruan tinggi yang mampu berpikir tanpa adanya proses. Artinya, seorang dosen sebagai bagian dari penyelenggara pendidikan harus terlibat aktif menjadikan mahasiswanya berpikir dan mahasiswa juga harus ikut serta dan mampu mengaplikasikannya dalam menyelesaikan setiap masalah yang dihadapinya saat belajar.

Implikasi berpikir dalam pendidikan, memiliki alur dan proses yang cukup jelas dan, memahami alur dan proses tersebut tidaklah sulit. Tetapi, bagi seorang dosen menjadi tugas yang berat tetapi mulia untuk mengajarkannya. Menurut Russel (1956, dalam Burton *et al.*, 1960) alur berpikir yang bisa dipahami oleh mahasiswa dan dosen diawali dengan adanya stimulus, kemudian diinterpretasikan, dilanjutkan dengan proses dan diakhiri dengan lahirnya kesimpulan. Skema berpikir dalam pendidikan terlihat dituliskan di Gambar 10.1 berikut.



Gambar 10.1 Alur implikasi berpikir dalam pendidikan (Dimodifikasi dari Burton *et al.,* 1960; Kantowitz and Roediger, 1984)

KEMAMPUAN METAKOGNITIF SEBAGAI BAGIAN BERPIKIR DALAM PENDIDIKAN

Berpikir dalam pendidikan berhubungan erat dengan kemampuan metakognitif. Sejatinya, seorang dosen atau pendidik harus menjadi seseorang yang mampu berpikir dengan baik atau memiliki kemampuan berpikir dengan kritis dengan baik, sehingga juga bisa diajarkan dengan baik kepada mahasiswa atau peserta didiknya. Pertanyaan yang muncul adalah mengapa kemampuan metakognitif ini penting untuk diajarkan? Bagaimana dia diajarkan? Bagaimana penentuan atau evaluasinya? Dan apa yang harus dilakukan oleh seorang pemikir yang baik? Penulis mengajukan beberapa pertanyaan lain yang meneleaah jawaban pertanyaan sebelumnya. Pertanyaan dan jawabannya ditampilkan berdasarkan pemikiran Piaget's yang ditulis oleh Burton *et al.* (1960), Abel *et al.* (2006), (Forman, 1968) dan beberapa ahli pendidikan lainnya.

Apakah Pendidikan Kognitif?

Berdasar teori perkembangan kognitif Piaget's, pendidikan kognitif adalah pendidikan yang mengajarkan kepada pelajar pengetahuan baru dan juga bagaimana berpikir dan belajar (Wadsworth, 1979). Pendidik yang beraliran kognitif lebih banyak berbicara tentang pembelajaran untuk mengembangkan kognitif peserta didik. Kemampuan kognitif merupakan istilah yang sering diberikan kepada semua proses yang berhubungan dengan berpikir. Banyak orang menggunakan tema kognitif hanya pada proses berpikir rasional saja, tapi ada juga yang mengaitkannya dengan proses berpikir kreatif dan imajinatif.

Banyak alasan yang bisa digunakan untuk menjelaskan bagaimana "format" berpikir. Secara gamblang bisa dijelaskan bahwa pendidikan kognitif

fokus pada proses yang membangun kemampuan untuk berpikir secara kritis dan analitis. Berpikir kognitif merupakan kegiatan yang bersifat holistik dan bukan parsial. Berpikir efektif dalam kognitif harus menggunakan alasan yang rasional.

Pendidikan kognitif berdasarkan teori konstruktivisme Piaget's (Forman, 1968) merupakan pendekatan menggunakan model proses informasi sebagai jalan untuk menjelaskan berpikir saat belajar. Model ini menunjukkan bahwa berpikir saat belajar merupakan suatu aksi yang membangun kognitif seseorang. Aksi tersebut dibedakan menjadi *input, elaboration* dan *output*.

Pada fase *input*, mahasiswa/pelajar akan menerima informasi. Mereka akan "meregister" dan "membuat tanda" dari apa yang dibaca atau dibicarakan. Akhirnya mahasiswa/pelajar akan mengorganisasikan informasi tersebut di dalam pemikiran mereka. *Input* berupa informasi tersebut bisa berupa suara, kalimat, gambar, ide, rasa ataupun berupa tugas-tugas yang diberikan dosen.

Pada fase *elaboration*, mahasiswa/pelajar akan mengembangkan organisasi informasi tersebut. Mereka akan mengetahui hubungan antara informasi yang diterima dengan konsep yang ada. Tahap ini cukup sulit dilakukan, karena akan terjadi benturan antara input informasi dengan konsep yang telah dipahami sebelumnya. Tetapi, kualitas output akan sangat ditentukan melalui tahap ini.

Pada fase *output*, mahasiswa/pelajar harus mampu menseleksi apa yang mereka ketahui untuk membuat suatu pemecahan masalah atau saat menjawab sebuah pertanyaan. Mahasiswa/pelajar harus mampu menunjukkan atau membuat kesimpulan dari pengetahuan sudah yang dipunyai. Kesimpulan tersebut bisa berupa kata-kata, pernyataan atau dalam bentuk esay. Kemudian, mereka harus bisa menjelaskan, mendiskusikan, mendemonstrasikan dan melakukan tindakan.

Setiap fase mengandung makna bahwa langkah penting dalam proses kognitf atau alat berpikir akan membuat penyerapan informasi lebih efektif. Karena bagian ini ditemukan proses dasar yang sangat terkait dengan fungsi otak. Misalnya, bagaimana langkah-langkah untuk membangun dan menemukan pengetahuan baru (inkuiri). Model ini akan sangat membantu proses pembelajaran dan evaluasi kognitif pelajar. Proses pembelajaran harus melalui fase *input (bagaimana menerima informasi), elaboration (bagaimana mengorganisir/mengidentifikasi informasi* dan *output (mengekspresikan apa yang diketahui)*. Model ini juga bisa digunakan untuk mengidentifikasi kesulitan-kesulitan dalam proses pembelajaran yang tertuang dalam berpikir efektif. Lebih lanjut, model ini disebut dengan ***Metacognition*** (Abel *et al.*, 2006).

Mengapa Penting untuk Diajarkan?

Pemikir yang baik harus selalu menjadi yang terdepan dalam menciptakan pembelajaran yang lebih baik. Pemikir yang baik juga harus memiliki

tanggungjawab dalam komunitas pendidikan. Pemikir kritis harus mampu menggambarkan dan mengimplementasikan berpikir baik dalam rangka ikut serta menyelesaikan masalah yang ditemukan dalam kelompoknya. Lebih lanjut, berpikir kritis akan efektif jika digunakan untuk membantu penyelesaian masalah dan menciptakan demokrasi dalam pendidikan.

Menurut penulis, ada beberapa manfaat dari berpikir dalam pendidikan : (1) membuat seseorang lebih mampu menghadapi dan meraih tujuannya dalam belajar, (2) mengantisipasi kesulitan atau masalah yang muncul dalam belajar, (3) meningkatakan kemampuan memahami dan memaknai materi dalam belajar dan (4) berkontribusi dalam menjaga hubungan sosial. Pendapat sama dikemukan oleh Burton *et al.* (1960) berpikir akan membangun sikap yang sistemik dalam kehidupan sehari-hari dalam rangka meraih tujuan dalam belajar.

Apakah Medianya?

Media akan membawa dan menghubungkan mahasiswa/pelajar dengan pengetahuan baru, sehingga membuat belajar lebih mudah dan sesuai dengan apa yang diharapkan. Para ahli kognitif selalu mengacu, menggunakan dan berfungsi sebagai media dalam rangka menumbuhkan kemampuan dan sikap berpikir dalam diri pelajarnya.

Proses belajar dalam pada masa perkembangan manusia, dibedakan atas dua cara, yaitu pertama secara bebas (belajar dengan mencoba dan salah atau *trial and error*) dan kedua belajar dengan menggunakan media. Belajar menggunakan media bisa dilakukan dengan membaca buku, kaset, video atau yang lainnya. Bahkan bisa dari orang yang berfungsi sebagai mediator, misalnya belajar dari guru/dosen. Belajar dengan dosen/guru yang berfungsi sebagai mediator, akan lebih membantu mahasiswa/pelajar untuk menginterpretasikan pemahaman tentang konsep yang sebenarnya. Saat yang sama, mediator juga bisa mengarahkan mahasiswa/pelajar untuk bisa belajar berpikir baik. Sehingga para mahasiswa/pelajar mengetahui bahwa pengalaman penting dalam belajar. Pengalaman yang dimiliki oleh pelajar/mahasiswa akan meningkatkan kemampuan berpikir.

Skema di Gambar 10.2 berikut memperlihatkan hubungan antar mahasiswa/pelajar dan dosen/guru sebagai mediator dalam proses belajar dan berpikir.

Gambar 10.2 Hubungan antar pelajar dan guru sebagai mediator dalam proses belajar dan berpikir (Abel *et al.,* 2006)

Pembelajaran Menggunakan Media Berpikir

Pembelajaran menggunakan media adalah proses pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada pelajar agar belajar berdasarkan pengalaman. Proses ini dilakukan dengan membuat suasana dalam kelas bisa berpikir. Dalam pendidikan kognitif diharapkan pendidik mampu berfungsi sebagai mediator untuk mengembangkan sikap berpikir bagi peserta didiknya Abel *et al.* (2006).

Abel *et al.* (2006) menjelaskan ada tiga kriteria yang harus dimiliki oleh seorang pendidik untuk bisa menjadi seorang mediator dalam pembelajaran, yaitu *intentinality dan reciprocitiy (*tujuan dan hubungan timbal balik), *meaning* (pemahaman) dan *transcendence (*transenden). Seorang pendidik harus mampu mengajarkan bagaimana memecahkan masalah, bagaimana bertutur kata dengan baik saat berada dalam suatu masalah atau bagaimana mengatur pikiran dalam menyelesaikan masalah tersebut.

Saat proses belajar berlangsung, pengajar yang berfungsi sebagai mediator harus intensif menanyakan pertanyaan berikut: (1) *How do you know that? / (*Apa yang anda ketahui tentang masalah tersebut?), (2) *What made you think that this might be the case? (*Bagaimana pendapat anda tentang masalah ini?), (3) *Could be*

*wrong about this? (*Bisakah ini disalahkan?), (4) *At what stage were you sure this was the right answer? (*Pada bagian atau tahapan apa yang membuat anda yakin bahwa jawaban tersebut benar?), (5) *What reasons made you think that? (*Apa alasan yang membuat anda berpikir tentang itu?) (6) *What kind of classification do you think could work here?* (Atas dasar apa anda berpikir untuk mengelompokkan masalah tersebut?) (7) *What did you use as criteria for identifying? (*Kriteria apa yang anda gunakan untuk mengidentifikasi masalah tersebut?), (8) *What could be a better way to plan what you do?* (Bagaimana jalan terbaik untuk merancang apa yang anda inginkan?) dan (9) *What would be away to do this differently?* (Apa yang harus dilakukan untuk membuatnya berbeda dengan yang lainnya?)

Apa yang Harus Dilakukan oleh Pemikir yang Baik?

Seseorang pemikir yang baik dan terlibat dalam dunia pendidikan harus bisa melakukan beberapa kegiatan yang terkait dengan agar menjadi pemikir yang baik. Beberapa kegiatan tersebut adalah:

1. Mengidentifikasi dan mencari solusi masalah (*identify* and *solve problems*) dan mampu membuat keputusan berdasarkan pemikiran yang kritis dan kreatif.
2. Berkerja secara efektif dengan orang lain dalam sebuah tim kerja, organisasi dan komunitas bersama.
3. Mampu mengorganisir dan memanajemen aktivitas mereka secara bertanggung jawab dan efektif.
4. Mengkoleksi, menganalisis, mengorganisasi dan mengevaluasi setiap informasi secara kritis.
5. Berkomunikasi efektif dengan menggunakan metode visual dan simbol bahasa yang bervariasi.
6. Menggunakan sains dan teknologi yang efektif dan kritis, untuk menunjukkan tanggungjawab dan "lingkungan" yang sehat.
7. Mendemonstrasikan pemahaman kata yang disusun dalam suatu sistem yang berorientasi kepada pemecahan masalah dan tidak mengisolasi diri.
8. Mengeksplorasi strategi dalam pembelajaran yang lebihn efektif.
9. Berpartisipasi dalam komunitas lokal, nasional dan internasional.
10. Berbudaya dan berestetika kritis dan efektif dalam sosial.
11. Mengembangkan karir dalam pendidikan.
12. Mengembangkan jiwa *enterpreneurships*.

PENUTUP

Berpikir dalam pendidikan, secara filosofis bisa diimplementasikan ke dalam bentuk berpikir kritis. Pengamatan yang dilakukan secara kritis terhadap setiap masalah, merupakan bentuk sikap dan tanggapan yang efektif dalam

pendidikan. Tindakan ini harus dilakukan oleh setiap unsur pendidikan, sehingga tujuan pendidikan bisa tercapai. Khususnya, untuk membantu seseorang untuk berpikir secara baik dalam membuat suatu kesimpulan. Karena, penerapan sebuah kesimpulan yang lahir dari pemikiran tersebut, sangat menentukan keberhasilan dalam mengatasi masalah pendidikan yang ditemukan.

Berpikir merupakan bagian dari pendidikan metakognitif. Sebagai bagian dari pendidikan metakognitif, berpikir kritis akan menghasilkan "outcomes" yang lebih berkualitas. Secara sederhana, proses belajar yang melibatkan dosen dan mahasiswa di perguruan tinggi merupakan salah satu proses yang tepat untuk membentuk pola berpikir kritis.

Berpikir kritis akan efektif jika melewati proses yang terintegrasi dalam suatu kebijakan, karena kebijakan tersebut akan mempengaruhi setiap unsur pendidikan. Harapannya, pendidikan mampu membantu seseorang untuk berpikir tepat dalam membuat suatu kesimpulan dan mampu mengaplikasikannya dalam kehidupan. Sekarang, mampukah menyikapinya dengan bijak?

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Abel *et al.* 2006. *Better Thinking-Better Learning; Introduction to Better Thinking*. Western Cape Education Departement, South Africa. In http://www.wcape.school.za/curriculum. (Diakses 1 Nopember 2008).

Akshir MAK. 2007. Critical thinking a family resemblance in conceptions. *Journal of Education and Human Development* Vol 1(2):11-23.

Al-Jayyousi O. 1999. Introduction of lateral thinking to civil and environmental engineering education. *Int. J. Engng Ed.* Vol. 15, No. 3:199-205.

Al-Quran dan Terjemahannya. Departemen Agama RI. Semarang: PT. Karya Toha Putra.

Baillin S, Coombs JR and Daniels LB. 1999. Conceptualizing critical thinking. *Journal of Curriculum Studies* 31:285-302.

Bartlett FC. 1985. *Thinkinh:an experimental and Social Study*. London: Allen & Unwin.

Burton HW, Kimbal RB and Wing RL. 1960. *Education for Effective Thinking*. New York: Appleton Century Crofts, Inc.

Dewey J. 1944. *Democracy and Education*. New York: The Free Press A Division of Macmillan Publish Co, Inc.

Ennis RH. 1985. A logical basis for measuring critical thinking skills. *Educational Leadership* (43):44-48.

Facione PA. 1984. Toward a theory of critical thinking. *Liberal Education* 70:253-261.

Forman GE. 1968. *Constructivism Piagets, in Theory of Learning-A Comparative Approach*. Itasca Illinois: FE Peacock Publishers, Inc.

Haviz M. 2003. Sukses Sebagai Mahasiswa plus Aktifis. *Makalah Seminar Akademik*. Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang, 23 April 2003.

Haviz M, Yuzarion, Faulina N, Febrianti D dan Agusni. 2007. Kiat – Kiat Sukses Menjadi Mahasiswa dan Aktifis Kampus. *Makalah Pengabdian kepada Masyarakat*. Tanggal 1 Mei 2007. STKIP PGRI Sumbar.

Hirata A. 2005. *Laskar Pelangi*, Edisi Pertama. Yogyakarta: Penerbit Bentang..

Hirata A. 2006. *Sang Pemimpi*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Penerbit Bentang.

Irfaner I. 2006. Enhancing thinking skills in the classroom. *Humanity & Social Sciences Journal* 1 (1):28-36.

Jama J. 2008. Pentingnya Budaya Ilmiah di UNP. *Artikel Surat Kabar Kampus Ganto*. Edisi No. 146/Th XIX/Agustus-September 2008.

Kantowitz BH & Roediger HL. 1984. Memory and information processing. *in Theory of Learning-a comparative approach*. Itasca Illinois: FE Peacock Publishers, Inc.

Levin I and Lieberman E. 2008. *Developing Analytical and Synthetic Thinking in Technology Education*. in http/www/edu/thinking tech/(diakses 1 Nopember 2008).

Lipman M. 1988. Critical thinking-what can it be?. *Educational Leadership* 45:38-43.

Lufri. 2003. Pembelajaran berbasis problem solving yang diintervensi dengan peta konsep dan pengaruhnya terhadap berpikir kritis mahasiswa dalam mata kuliah perkembangan hewan. *Jurnal Penelitian Kependidikan* Vol 13. No. 2 Des:212-228.

McPecks J. 1990. *Teaching Critical thinking*. Great Britain: Routledge.

Paul R. 1995. *Critical Thinking: How to Prepare Students for a Rapidly Changing World*. California: Foundational for Critical Thinking.

Pettersen S. 1992. Critical thinking in norwegian upper secondary biology education: The Cases of Complementary-Alternative-Medicine and Health Claims in the Media. Norway: Faculty of Vocational Teacher Education, Akershus University College, Lillestrom.

Ricketts JC. 2004. Critical thinking skills of FFA leaders. *Journal of Southern Agricultural Education Research* Vol. 54 (1):7-20.

Siegel H. 1991. The generalizability of critical thinking. *Educational Philosophy and Theory* 23 (1):18-30.

Sigel IE. 1984. A constructivist perspective for teaching thinking. *Educational Leaderships* 42(3):18-21.

Stein BS, Haynes AF and Unterstein J. 2003. Assesing critical thinking skills. *Paper presented at SACS/COC Annual Meeting, Nashville Tennessee* Dec 6 – 9 2003.

Wadsworth BJ. 1979. *Piaget's Theory of Cognitive Development, an Introduction for Students Of Psychology and Education*. Second edition. New York: Longman Inc.

Vo HV, Chae B and Olson DL. 2006. Integrating systems thinking into IS education. *Syst. Res.* 23:107-121.

BAB 11. PENGEMBANGAN METODE PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

RESEARCH AND DEVELOPMENT : PENELITIAN DI BIDANG KEPENDIDIKAN YANG INOVATIF, PRODUKTIF DAN BERMAKNA

The focus of this paper is the research and development, as a kind of educational research that is innovative, productive and meaningful. The product of research and development in aspects, especially in education has been able to make the job easier and more enjoyable. Developing of learning as a model, curriculum and component have been able to make learning easier. Example, with the integration of information and communication technology (ICT) into the learning process, making the learning can be done in many places. Research and development can be done with various models that have been developed by experts, such as Plomp, 4-D, and Borg and Gall. The researchers were able to select and adopt it has been developed by expert. The research phase of development should have the design, development and evaluation of the product. Indeed, studies conducted have a positive contribution to the advancement and improvement of the quality of the learning process.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *research and development, education, inovatif, productive, meaningfull learning*
- Sebagian isi tulisan di bab ini telah pernah disampaikan pada Kuliah Umum Program Studi Pendidikan Biologi STKIP Sumatera Barat, Padang 21 Oktober 2012
- Tulisan ini telah diterbitkan di jurnal Ta'dib volume XIV No. 1 Juni 2013: 28-43. ISSN:1420-8208, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Ilmu dan teknologi yang semakin maju dan berkembang membuat kehidupan manusia menjadi lebih mudah dan menyenangkan. Banyak temuan-temuan para ahli di berbagai bidang yang sangat bermanfaat bagi manusia. Temuan-temuan ini dijumpai di berbagai bidang, misalnya teknologi informasi, biologi, kedokteran dan pendidikan. Temuan-temuan ini telah membuat pekerjaan manusia menjadi lebih mudah dan menyenangkan. Misalnya temuan di bidang *information communication and technology* (*ICT*). Berbagai produk *ICT* telah membuat hidup manusia semakin berubah dan mudah, misalnya seperti komputer beserta perangkatnya dan telepon genggam (*handphone*). Temuan yang paling fenomenal adalah pemanfaatan situs jejaring sosial seperti *friendster*, *facebook* dan *twitter* dalam kehidupan sehari-hari.

Penelitian ilmiah tentang genetika telah dilakukan oleh Mendel (1822-1884). Hasil penelitian ini disempurnakan oleh James Watson, Francis Crick dan Maurice Walkins pada tahun 1953. Para ahli ini merumuskan struktur molekul DNA. Pada tahun 1996, domba Dolly lahir sebagai hasil klonning, sebagai bentuk puncak pengembangan genetika.

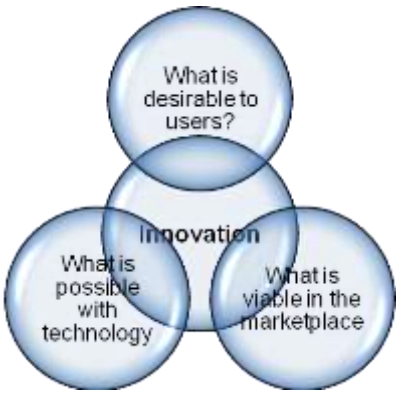
Penelitian ilmiah tentang bioteknologi reproduksi juga berkembang dengan baik. Penelitian di bidang ini telah menghasilkan produk-produk yang sangat bermanfaat bagi manusia. Misalnya dengan teknik *artificial insemination (AI) fertilisasi in vitro (IFV) dan intra cell cytoplasmic sperm injection (ICSI)* telah mampu meningkatkan produksi daging dan susu hewan ternak. Beberapa teknologi reproduksi bantuan ini juga telah dimanfaatkan dalam reproduksi manusia.

Penelitian ilmiah di bidang pendidikan tak kalah menarik dibandingkan dengan bidang-bidang lain. Saat ini, pemanfaatan *information communication and technology* (*ICT*) telah *mewabah* dunia pendidikan. Misalnya penggunaan *e-learning* memudahkan seseorang untuk belajar. Belajar bisa dilakukan di berbagai tempat tanpa bantuan guru, instruktur atau fasilitator. Penggunaan program *macroflash* untuk memproduksi media CD interaktif mampu membuat belajar semakin mudah dan menyenangkan. Penelitian tenetang pengembangan model pembelajaran juga tidak kalah menarik dan bermanfaat bagi dunia pendidikan, terutama di bidang pendidikan MIPA. Misalnya, pengembangan model pembelajaran matematika menggunakan komik di kelas 1 sekolah dasar (Muliyardi, 2006); pengembangan pembelajaran matematika realistik (PMR) (Fauzan, 2002); pengembangan bahan ajar berbasis pembelajaran matematika realistik (PMR) kelas III MI (Herlina dkk., 2011) dan pengembangan model pembelajaran integratif (MPI) pada biologi perkembangan hewan (Haviz, 2012).

Temuan-temuan tersebut memperlihatkan banyaknya produk yang inovatif, produktif dan bermakna. Pertanyaan yang bisa dituliskan, bagaimana

cara produk-produk tersebut menjadi inovatif, produktif dan bermakna? Jawabannya adalah melalui *research and development*. Hampir sebagian besar temuan tersebut dihasilkan melalui penelitian dalam rangka mengembangkan produk. Menurut Putra (2011:7), temuan-temuan ini merupakan inovasi dalam *RnD*. Inovasi dalam *RnD* bukan hanya sekedar inovasi yang bersifat teoretis, tetapi juga mempertimbangkan kegunaan dan penggunanya, serta kemungkinannya untuk diterima di pasar. Cronin dan Bruce dalam Putra (2012:7-8) menjelaskan inovasi dalam kerangka *RnD* pada Gambar 11.1.

Tulisan ini membahas tentang *Research and Development* sebagai bentuk penelitian yang inovatif, produktif dan bermakna. Pembahasan tulisan difokuskan pada bidang pendidikan, yakni penelitian pengembangan yang inovatif, produktif dan bermakna. Tulisan ini meliputi lima bagian yaitu pendahuluan, penelitian pengembangan dan desain instruksional, metode penelitian pengembangan, *research and development* sebagai bentuk penelitian inovatif, produktif dan bermakna, dan penutup.



Gambar 11.1 Inovasi dalam Kerangka *RnD* (Diadopsi dari Cronin dan Bruce (2009:1) dalam Putra (2011: 7-8).

PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN DESAIN INSTRUKSIONAL

Penelitian pengembangan berbeda dengan pengembangan pembelajaran sederhana. Penelitian pengembangan didefinisikan sebagai kajian sistematik tentang proses perancangan, pengembangan, evaluasi program dan produk

pembelajaran serta memenuhi kriteria konsistensi internal dan efektivitas penggunaan program atau produk tersebut (Sells dan Richey, 1994:127). Selanjutnya, Richey dkk. (2002:1099) menjelaskan secara sederhana tentang penelitian pengembangan. Penjelasan tersebut adalah (1) penelitian pengembangan merupakan kajian proses dan pengaruh spesifik dari dampak perancangan dan pengembangan pembelajaran; (2) penelitian pengembangan adalah penggunaan dan pelaksanaan produk hasil perancangan, pengembangan serta evaluasi aktivitas pembelajaran dan (3) penelitian pengembangan merupakan kajian proses secara utuh atau sebahagian dari proses perancangan, pengembangan dan evaluasi pembelajaran.

Van den Akker dkk. (2006:4) dalam Plomp (2010:10) menggunakan istilah *design research* untuk penelitian yang memiliki fokus terhadap analisis karakteristik dan tujuan. Penelitian tersebut adalah *design study, design experiment, design based research, developmental research, formative research, engineering research*. Menurut Plomp (2010:13), penelitian perancangan adalah studi secara sistematis tentang proses perancangan, pengembangan dan mengevaluasi "intervensi" (program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem) sebagai solusi terhadap masalah yang komplek dalam pendidikan praktis, dan juga memiliki tujuan untuk meningkatkan pengetahuan tentang karakteristik dari "intervensi" dan proses desain dan pengembangan.

Penelitian pengembangan di bidang pendidikan berbeda dengan penelitian konvensional seperti eksperimen, survey dan analisis korelasional. Van den Akker (1999:2) menjelaskan perbedaan keduanya. Penelitian konvensional seperti eksperimen, survey dan analisis korelasional memiliki pendekatan tradisional dan difokuskan terhadap pengetahuan deskriptif, sehingga kurang menekankan aspek kepraktisannya. Sedangkan pada penelitian pengembangan, lebih difokuskan kepada kontribusi praktis dan kontribusi ilmu pengetahuan. Selanjutnya, Van den Akker (1999:3-6) menjelaskan bahwa penelitian pengembangan bisa dilakukan untuk mengembangkan kurikulum, media dan teknologi, belajar dan pembelajaran dan pendidikan guru dan didaktik, yang tersaji dalam dua tipe yaitu *formative research dan reconstructive research*.

Berdasarkan uraian diatas terlihat jelas bahwa adanya perbedaan antara penelitian (*research*) dengan pengembangan (*development*) dan dengan penelitian pengembangan (*research and development*). Untuk memperjelas perbedaan ketiganya, pada bagian berikutnya akan diuraikan tentang (1) karakteristik pengembangan; (2) hubungan antara penelitian dengan pengembangan dan (3) karakteristik penelitian pengembangan. Ketiga materi ini diulas dari tulisan Richey dkk. (2002:1099-1117) dan pendapat beberapa peneliti atau penulis lainnya.

Karakteristik Pengembangan

Definisi pengembangan adalah proses penterjemahan hasil rancangan menjadi bentuk yang nyata (Sells & Richey, 1994:35). Menurut Richey dkk. (2002:1100) pengembangan adalah proses produksi perangkat pembelajaran. Beberapa penjelasan definisi pengembangan dari beberapa peneliti lain dituliskan sebagai berikut.

Heinich dkk. (2002:445) menjelaskan pengembangan adalah proses dari analisis kebutuhan, pembuatan materi, pencapaian tujuan, perancangan pembelajaran dan uji coba serta revisi pencapaian program untuk peningkatan hasil belajar peserta didik. Richey dkk. (2002:1101) menjelaskan pengembangan memiliki makna yang lebih luas jika diterapkan dalam penelitian yang akan menghasilkan produk. Pengembangan harus memiliki tahap perencanaan, produksi dan evaluasi summatif, formatif atau konfirmatif. Tessmer dan Richey (1997) menjelaskan pengembangan tidak hanya melakukan analisis kebutuhan, tetapi juga melakukan analisis muka belakang terhadap masalah secara umum, seperti analisis kontekstual.

Hubungan antara Penelitian dengan Pengembangan

Hubungan antara penelitian dengan pengembangan dijelaskan oleh Stome (1973) dalam Richey dkk. (2002:1101-1102). Misalnya penelitian di bidang sains yang dipadukan dengan penerapan metodologi perancangan sistem pembelajaran. Persamaan antara penelitian sains dengan metodologi perancangan sistem pembelajaran, yaitu (1) keduanya bersifat objektif, dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah (*problem solving*); (2) menggunakan prosedur yang sistematis; (3) memiliki kemampuan prediksi yang kuat tentang aspek-aspek penting di masa datang dan (4) mampu menghasilkan hipotesis dan masalah baru.

Perbedaan penelitian pengembangan dengan pengembangan pembelajaran ditekankan pada fokus pelaksanaan. Penelitian pengembangan difokuskan pada penciptaan model dan prinsip-prinsip yang akan memandu proses perancangan, pengembangan dan evaluasi. Dan, pengembangan pembelajaran hanya digunakan pada pra penelitian.

Karakteristik Penelitian Pengembangan

Menurut Shavelson dan Towne (2002) dalam Plomp (2010:12), ada prinsip-prinsip yang harus diketahui oleh peneliti, dan digunakan sebagai panduan saat melakukan penelitian. Prinsip-prinsip tersebut adalah (1) pertanyaan penelitian telah dirumuskan dengan kajian yang mendalam; (2) teori yang digunakan dalam penelitian harus relevan; (3) penggunaan metode penelitian harus berhubungan langsung dengan pertanyaan penelitian; (4) memberikan alasan-alasan yang jelas saat memilih metode penelitian; (5)

mengkaji dan mereplikasi hasil penelitian lain dan (6) menghindari penelitian yang tidak bisa dikritik.

Van den Akker dkk. (2006:5) dalam Plomp (2010:15) memberikan penjelasan lain tentang karakteristik penelitian pengembangan. Karakteristik penelitian pengembangan tersebut adalah (1) *intervensionist*: adanya intervensi (campur tangan) saat merancang tujuan penelitian; (2) *iterative*; adanya siklus dari analisis, desain dan pengembangan, evaluasi dan revisi; (3) keterlibatan praktisi; pratisipasi aktif dari praktisi di setiap tahap dan kegiatan penelitian; (4) berorientasi proses; bertujuan untuk memahami dan meningkatkan kualitas produk; (5) berorientasi keterpakaian; peningkatan kualitas desain dengan proses praktikalitas oleh pengguna di lapangan dan (6) berorientasi teori; perancangan dilakukan berdasarkan kerangka konseptual dan teori, didukung oleh evaluasi yang mendalam terhadap produk.

Karakteristik penelitian pengembangan juga bisa dilihat berdasarkan *fokus, teknik* dan *alat* yang digunakan saat melakukan penelitian pengembangan. Pada bagian berikut akan dijelaskan lebih terperinci tentang karakteristik tersebut.

Fokus penelitian pengembangan

Terkait dengan tujuan penelitian, Plomp (2010:11) menjelaskan bahwa penelitian berfungsi untuk menguraikan, membandingkan, mengevaluasi, menjelaskan atau memprediksi dan merancang dan mengembangkan. Selanjutnya, Plomp (2010:11) menjelaskan beberapa pendekatan penelitian terkait dengan fungsinya, yaitu (1) survey; penelitian untuk menguraikan, membandingkan, mengevaluasi; (2) studi kasus; penelitian untuk menguraikan, membandingkan, menjelaskan; (3) eksperimen: penelitian untuk menguraikan, menjelaskan; (4) etnografi: penelitian untuk menguraikan, membandingkan; (5) korelasi: penelitian untuk menguraikan, membandingkan dan (6) evaluasi: penelitian untuk menentukan efektifiifitas program. Menurut Richey dkk. (2002:1103), fokus utama penelitian adalah menghasilkan pengetahuan, pemahaman dan memprediksi suatu masalah.

Berdasarkan fokusnya, penelitian pengembangan dibedakan menjadi dua bentuk (tipe), yaitu penelitian pengembangan tipe 1 dan penelitian pengembangan tipe 2. Penelitian pengembangan tipe 1 difokuskan kepada analisis materi, tujuan spesifik dan kesimpulan (*contex-spesific-conclusion*). Penelitian tipe 2 difokuskan kepada analisis kesimpulan umum (*generalized conclusions*).

Teknik dan peralatan penelitian pengembangan

Penelitian pengembangan menggabungkan berbagai jenis metodologi penelitian dan menerapkan berbagai peralatan yang diperlukan di setiap pelaksanaan penelitian tersebut. Penelitian pengembangan memerlukan beberapa komponen. Karena kajiannya memiliki tahapan analisis dan

mendefenisikan permasalahan pembelajaran atau mensederhanakan materi pembelajaran. Beberapa kajian ini juga memerlukan evaluasi formatif, sumatif dan diikuti dengan tes performens.

Menurut Richey dkk. (2002:1103-1104) peralatan yang diperlukan dalam penelitian pengembangan adalah para ahli (*expertist*) yang akan digunakan sebagai penentuan teori, validitas internal dan eksternal dan analisis statistika. Penelitian pengembangan juga memerlukan partisipan penelitian. Karena penelitian pengembangan akan terlaksana dengan baik jika melibatkan partisipan-partisipan yang cukup banyak. Partisipan tersebut adalah (1) perancang, pengembang dan evaluator; (2) klien/siswa/mahasiswa/peserta didik; (3) pengajar dan atau fasilitator program; (4) organisasi; (5) peneliti yang menguasai teori perancangan dan pengembangan dan (6) pengguna produk (Richey dkk., 2002: 1115).

Berdasarkan uraian tentang penelitian pengembangan dan desain instruksional, terdapat empat kesimpulan yang bisa dituliskan yaitu *pertama*, penelitian pengembangan adalah studi secara sistematis tentang proses perancangan, pengembangan dan mengevaluasi model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem sebagai solusi terhadap masalah yang komplek dalam pendidikan praktis, dan juga memiliki tujuan untuk meningkatkan pengetahuan tentang karakteristik dari model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem tersebut. *Kedua*, tahapan umum penelitian pengembangan terdiri dari proses desain, pengembangan, evaluasi dan implementasi. *Ketiga*, penentuan *fokus, proses, kesimpulan dan hasil* penelitian akan menentukan jenis dan bentuk penelitian pengembangan yang akan dilakukan oleh peneliti yang ingin melakukan penelitian pengembangan di bidang pembelajaran. *Keempat*, penggunaan dan pemilihan teknik evaluasi sangat menentukan kualitas model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem tersebut.

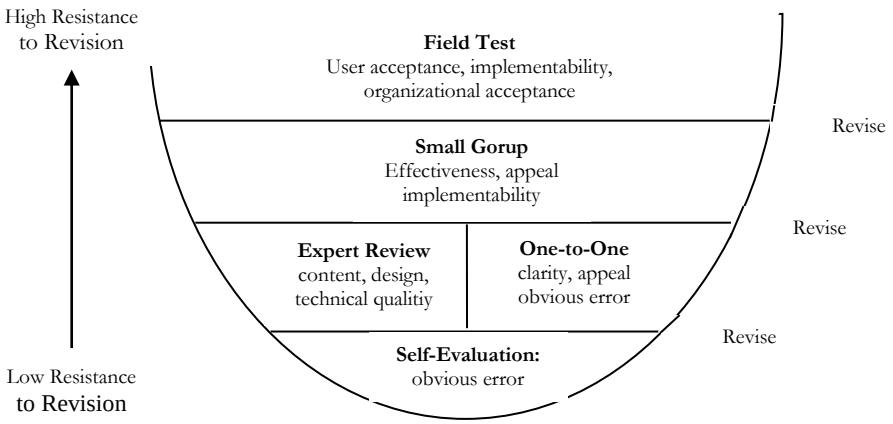
Kualitas Hasil Pengembangan

Kualitas hasil pengembangan sangat ditentukan oleh teknik evaluasi yang digunakan oleh peneliti. Salah satu teknik evaluasi yang banyak digunakan oleh peneliti untuk menentukan kualitas hasil pengembangan di bidang kependidikan adalah teknik evaluasi Tessmer. Berikut akan diuraikan secara ringkas teknik evaluasi Tessmer dan beberapa kondisi yang akan mempengaruhi kualitas hasil pengembangan.

Teknik evaluasi Tessmer

Evaluasi penting dilakukan pada penelitian pengembangan, karena akan menentukan kualitas hasil penelitian pengembangan tersebut. Teknik evaluasi yang sering dilakukan untuk menentukan kualitas hasil pengembangan model

pembelajaran adalah evaluasi formatif. Evaluasi formatif pada penelitian pengembangan bisa dipilih dan dilakukan berdasarkan teori evaluasi Tessmer (1993). Teknik evaluasi tersebut adalah penilaian sendiri (*self evaluation*), penilaian pakar (*expert review*), penilaian personal representatif (*one-to-one evaluation*), penilaian oleh kelompok kecil (*small group or micro evaluation*) dan uji coba lapangan (*field test*). Bentuk dan tingkatan teknik evaluasi formatif Tesmer ditampilkan pada Gambar 11.2.



Gambar 11.2 Tingkat Evaluasi Formatif (Dikutip dari Tessmer, 1993)

Tabel 11.1 Ilustrasi Keterkaitan antara Ketiga Aspek Kualitas dan Representasi Produk

Kriteria Kualitas Produk	Uraian
Relevansi/Keterkaitan	Perancangan produk didasari oleh "*state of the art*", diartikan dengan uji validitas isi (*content validity*)
Konsistensi	Desain produk dilakukan logis, diartikan dengan validitas konstruk (*construct validity*)
Praktikalitas	Produk yang dirancang konsisten dan logis antara harapan dan aktual. Harapan diartikan dengan produk akan bisa digunakan; Aktual diartikan dengan produk bisa digunakan
Efektifitas	Produk yang dirancang konsisten penggunaannya antara harapan dengan aktual. Harapan diartikan dengan penggunaan produk diharapkan berhasil memenuhi keinginan *outcomes*. Aktual diartikan dengan penggunaan produk berhasil memenuhi keinginan *outcomes*

(Dimodifikasi dan dituliskan kembali dari Plomp, 2010)

Hasil pengembangan pembelajaran yang baik ditentukan dari kualitas produk hasil pengembangan. Nieveen (2010:93-94) menjelaskan, kualitas hasil pengembangan pembelajaran pada penelitian pengembangan ditentukan oleh beberapa kriteria, yaitu *validity* (kesahihan), *practicalitiy* (kepraktisan) dan *effectiveness* (keefektifan). Keterkaitan ke tiga aspek kualitas tersebut dan representasi produk diilustrasikan pada Tabel 11.1.

Validitas produk

Aspek pertama penentuan kualitas produk pembelajaran adalah kevaliditasan (kesahihan). Van den Akker (1999:10) menyatakan validitas mengacu pada tingkat desain intervensi yang didasarkan pada pengetahuan *state-of-the art* dan berbagai macam komponen dari intervensi yang berkaitan antara satu dengan yang lainnya, disebut juga validitas konstruk. Menurut Nieveen (1999) aspek validitas juga dapat dilihat dari jawaban-jawaban pertanyaan berikut: (1) apakah produk pembelajaran yang dikembangkan berdasar pada *state-of-the art* pengetahuan; dan (2) apakah berbagai komponen dari perangkat pembelajaran terkait secara konsisten antara yang satu dengan lainnya.

Produk pembelajaran disimpulkan valid jika dikembangkan dengan teori yang memadai, disebut dengan validitas isi. Semua komponen produk pembelajaran, antara satu dengan yang lainnya berhubungan secara konsisten, disebut dengan validitas konstruk. Indikator-indikator yang digunakan untuk menyimpulkan produk pembelajaran yang dikembangkan valid adalah validitas isi dan validitas konstruk.

1. validitas isi

   Validitas isi menunjukkan produk yang dikembangkan didasari oleh kurikulum yang relevan, atau produk pembelajaran yang dikembangkan berdasar pada rasional teoretik yang kuat. Teori yang melandasi pengembangan produk pembelajaran diuraikan dan dibahas secara mendalam. Misalnya ada penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan, pertanyaan yang bisa dikemukan untuk menentukan validitas isi adalah apakah terdapat integrasi materi, integrasi metode, integrasi pendekatan dan integrasi teknik yang mendukung pembelajaran mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan (Haviz, 2012).

2. Validitas konstruk

   Validitas konstruk menunjukkan konsistensi internal antar komponen-komponen produk. Misalnya penelitian tersebut, komponen pengembangan model adalah: (1) sintak; (2) sistem sosial; (3) prinsip reaksi; (4) sistem pendukung; dan (5) dampak langsung dan dampak tidak langsung. Berdasarkan kelima komponen tersebut, validitas konstruk

model dilakukan serangkaian kegiatan untuk memeriksa dan menilai, (1) apakah komponen model yang satu tidak bertentangan dengan komponen lainnya; (2) sintak model mengarah pada tercapainya tujuan pengembangan model; (3) prinsip sosial, prinsip reaksi, dan sistem yang dikembangkan mendukung terhadap pelaksanaan sintak pembelajaran.

Kepraktisan produk

Aspek kedua penentuan kualitas produk pembelajaran adalah kepraktisan. Aspek kepraktisan ditentukan dari hasil penilaian pengguna atau pemakai. Penilaian kepraktisan oleh pengguna atau pemakai, dilihat jawaban-jawaban pertanyaan: (1) apakah praktisi berpendapat bahwa apa yang dikembangkan dapat digunakan dalam kondisi normal; dan (2) apakah kenyataan menunjukkan bahwa apa yang dikembangkan tersebut dapat diterapkan oleh praktisi, misalnya dosen dan mahasiswa.

Terkait dengan aspek kepraktisan, hasil penelitian Nieveen (1999) memperlihatkan cara mengukur tingkat kepraktisan. Hasil penelitian ini menjelaskan bahwa tingkat kepraktisan dilihat dari penjelasan apakah guru dan pakar-pakar lainnya memberikan pertimbangan bahwa materi mudah dan dapat digunakan oleh guru dan siswa. Nieven (1999) juga menjelaskan, produk hasil pengembangan, disimpulkan praktis jika (1) praktisi menyatakan secara teoretis produk dapat diterapkan di lapangan dan (2) tingkat keterlaksanaannya produk termasuk kategori ”baik”. Istilah “baik” ini masih memerlukan indikator-indikator lanjutan, terutama dalam pelaksanaan produk pembelajaran yang telah dikembangkan.

Penelitian Haviz (2012), memiliki indikator untuk menyatakan bahwa keterlaksanaan model pembelajaran ini dikatakan ”baik”. Indikator tersebut adalah dengan melihat kebaikan pelaksanaan komponen-komponen model. Pengamatan dilakukan oleh observer yang difokuskan pada aspek keterlaksanaan sintak pembelajaran yang diringi dengan penerapan prinsip sosial dan prinsip reaksi oleh dosen saat proses pembelajaran berlangsung. Misalnya dengan melihat kegiatan-kegiatan yang telah dituliskan pada skenario pembelajaran, pada kegiatan pendahuluan, inti dan penutup.

Keefektifan produk

Aspek ketiga penentuan kualitas produk pengembangan adalah keefektifan. Aspek kefektifan dalam pengembangan, sangat penting untuk mengetahui tingkat atau derajat penerapan teori, atau model dalam suatu situasi tertentu (Reigeluth, 1999). Banyak cara yang bisa digunakan untuk melihat keefektifan produk dalam penelitian pengembangan. Van den Akker (1999:10) menyatakan keefektifan mengacu pada tingkatan konsistensi pengalaman dengan tujuan. Nieveen (1999) mengukur tingkat keefektifan dari tingkat penghargaan siswa dalam mempelajari program, dan adanya keinginan siswa

untuk terus menggunakan pelaksanaan program tersebut. Nieveen (2010:93-94) menjelaskan model yang dirancang konsisten penggunaannya antara harapan dengan aktual. Harapan diartikan dengan penggunaan produk diharapkan berhasil memenuhi keinginan *outcomes*. Aktual diartikan dengan penggunaan model berhasil memenuhi keinginan *outcomes*.

Berdasarkan konsep-konsep evaluasi produk tersebut, berikut ini dipaparkan aspek yang digunakan untuk menyatakan kualitas model pada penelitian Haviz (2012). *Pertama*, kevaliditasan (kesahihan) model pembelajaran integratif ditentukan dari hasil penilaian pakar (*expert review*) terhadap prototipe. *Kedua*, kepraktisan model pembelajaran integratif ditentukan dari hasil penilaian pengguna (mahasiswa) atau praktisi (sejawat) terhadap prototipe, dan hasil pengamatan proses pembelajaran. *Ketiga*, Keefektifan model pembelajaran integratif ditentukan dari hasil pengamatan keterampilan, respon dan hasil belajar mahasiswa.

Dilematis dalam Penelitian Pengembangan

Plomp (2010:31-32) menjelaskan, saat penelitian pengembangan dilakukan, peneliti sering dihadapkan pada situasi menyulitkan yang akan mempengaruhi kualitas produk, terutama model pembelajaran. Karena penelitian dituntut adanya kolaborasi dalam tim. Misalnya kolaborasi antara peneliti dengan praktisi, kolaborasi antara evaluator dan partisipan lainnya. Terkadang, terjadi benturan kepentingan dan kebutuhan yang akan menyebabkan persepsi yang berbeda saat penelitian dilakukan di lapangan. Kondisi-kondisi yang dijelaskan oleh Plomp tersebut akan menimbulkan dilematis dalam penelitian pengembangan.

Secara praktis, banyak kondisi-kondisi dilematis lainnya yang ditemukan peneliti saat melakukan penelitian pengembangan. Agar tujuan penelitian tetap berjalan sesuai dengan prinsip penelitian pengembangan, McKenny dkk. (2006:83-84) memaparkan gambaran kondisi dilematis dan solusi terhadap kondisi tersebut. Kondisi dan solusi tersebut adalah:

1. Peneliti adalah perancang, terkadang sebagai evaluator dan implementer.

   Saat penelitian pengembangan dilakukan, kondisi ini sangat sering ditemukan. Ada tiga kompensasi yang bisa dilakukan oleh peneliti untuk mengatasi permasalahan ini yaitu *pertama*, membuat dan membicarakan penelitian secara terbuka dengan orang lain yang lebih profesional yang tidak terlibat secara langsung atau tidak langsung dengan penelitian. Peneliti secara terbuka menerima saran dan kritikan dari orang tersebut. *Kedua*, paradigma peneliti saat atau di awal penelitian adalah berperspektif kreatif, dan menjadi peneliti yang berparadigma berperspektif kritis di akhir penelitian. *Ketiga*, memiliki desain penelitian dengan kualitas baik. Beberapa kriteria desain penelitian pengembangan baik adalah (a)

memiliki masalah, ide dan alasan yang kuat (*strong chain reasoning*); (b) meningkat kualitas metode, teknik dan analisis data yang baik (*triangulation*); (c) melakukan uji praktikalitas dan efektifitas (*empirical test*); (d) melakukan proses dokumentasi, analisis dan refleksi secara sistematis pada saat perancangan, pengembangan, evaluasi dan implementasi (*documentation, analysis and reflection systematic*); dan (e) menggunakan berbagai variasi metode dan strategi dalam penelitian, misalnya menggunakan praktisi dan peneliti lain sebagai teman kritis, menggunakan pengamat (observer) lebih dari satu.

2. Keadaan atau kondisi lapangan

   Penelitian pengembangan berkaitan erat dengan praktek di lapangan. Masalah yang sering muncul adalah adanya ketidakinginan atau sifat yang tidak terbuka dari partisipan (misalnya pendidik lain, kepala sekolah, ketua institusi dan lain-lain) dan tidak mendukung terlaksananya penelitian sesuai dengan rancangan. Untuk itu, peneliti harus mampu menjadi *outsider* saat penelitian dilakukan. Aspek objektifitas dan kejujuran harus diutamakan oleh peneliti. Agar penelitian terlaksana dengan baik dan sesuai dengan prinsip-prinsip penelitian pengembangan.

3. Kemampuan beradaptasi

   Masalah yang sering muncul adalah adanya ketidakmampuan atau kurang mampunya rancangan konseptual penelitian beradaptasi dengan kondisi di lapangan. Menurut Van den Akker (2005) dalam Plomp (2010:31), kemampuan adaptasi antara penelitian dengan praktek di lapangan bisa dimaksimalkan dengan beberapa cara, yaitu (1) penuh persiapan dalam melaksanan penelitian; (2) bertoleransi; (3) terbuka dan (4) menerima masukan dari pihak lain.

METODE PENELITIAN PENGEMBANGAN

Banyak metode penelitian pengembangan yang dituliskan oleh para ahli di bidang kependidikan. Richey *et al.* (2002:1103) menjelaskan ada dua tipe penelitian pengembangan yaitu tipe 1 dan tipe 2. Penelitian pengembangan tipe 1 difokuskan kepada analisis materi, tujuan spesifik dan kesimpulan (*contex-spesific-conclusion*) atau penelitian pengembangan yang khusus hanya mengkaji tentang pengembangan perangkat pembelajaran. Penelitian tipe 2 difokuskan kepada analisis kesimpulan umum (*generalized conclusions*) atau penelitian pengembangan yang khusus mengkaji tentang model pembelajaran. Terkait dengan kedua hal tersebut, Richey *et al.* (2002:1113-1117) menjelaskan tujuh langkah metode penelitian pengembangan. Langkah-langkah tersebut adalah

1. Pendefinisian masalah penelitian

   Penentuan objek penelitian pengembangan bergantung pada masalah yang dipilih. Penentuan masalah yang dipilih bisa dilihat dari jawaban pertanyaan-pertanyaan berikut (Richey *et al.,* 2002:1114) (a) Apakah masalah yang akan diajukan sama dengan yang telah dikembangkan oleh peneliti lain? (b) Apakah masalah tersebut penting untuk menunjang pekerjaan? (c) Apakah masalah tersebut merefleksikan kondisi dan realitas yang dihadapi peneliti? (d) Apakah masalah yang dihadapi berhubungan dengan teknologi?

2. Pemetaan masalah

   Pemetaan masalah dalam penelitian pengembangan akan menentukan seberapa jauh tahapan penelitian dilakukan serta hasil yang akan diraih. Penelitian pengembangan tipe 1 fokus terhadap produksi perangkat pembelajaran, program atau prosesnya saja. Selanjutnya tahap validasi dilakukan terhadap produk-produk tersebut. Sedangkan penelitian pengembangan tipe 2 fokus terhadap proses perancangan, pengembangan dan evaluasi model. Proses validasi tertentu dan sesuai, akan sangat menentukan keberhasilan penciptaan model-model baru. Dengan penjelasan lain, pemetaan masalah yang telah diidentifikasi akan sangat menentukan wilayah (*scooping*) penelitian. Sehingga pemilihan jenis penelitian pengembangan sesuai dengan wilayah (*scooping*) penelitian.

3. Kerangka penelitian

   Seels dan Richey (2004) menjelaskan salah satu proses menentukan tujuan penelitian pengembangan. Misalnya dengan mengajukan pertanyaan penelitian atau hipotesis yang akan mendukung terhadap identifikasi kerangka masalah dalam penelitian pengembangan.

4. Batasan masalah

   Karena penelitian pengembangan membahas materi yang spesifik, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang sesuai dengan kajian yang akan ditelaah. Karena pembatasan masalah akan mempengaruhi kesimpulan yang diperoleh.

5. Kajian pustaka

   Ulasan literatur untuk penelitian pengembangan tipe 1, baiknya menjelaskan beberapa aspek (Richey *et al.,* 2002:1114-1115) yaitu (1) prosedur; (2) karakteristik efektifitas produk; (3) faktor-faktor yang mempengaruhi penggunaan produk dan (4) faktor-faktor yang mempengaruhi penerapan dan manajemen penggunaan produk.

   Ulasan literatur untuk penelitian pengembangan tipe 2, baiknya menjelaskan beberapa aspek (Richey *et al.,* 2002:1115) yaitu (1) deskripsi

tentang model, termasuk kelebihan dan kekurangannya; (2) hasil-hasil penelitian relevan dan (3) hasil penelitian tentang pengaruh penggunaan model.

6. Prosedur penelitian

Teknik dasar yang bisa digunakan dalam penelitian pengembangan adalah penelitian eksperimen, kualitatif, survey deskriptif. Ketiga teknik ini bisa dilakukan di setiap tahap pengembangan, terutama pada tahap penelitian pendahuluan dan tahap uji coba produk (prototipe). Misalnya untuk menganalisi kebutuhan pengembangan, dilakukan survey deskriptif terhadap kebutuhan siswa dan dokumen-dokumen pembelajaran seperti kurikulum, data siswa dan data sekunder lainnya. Analisis kebutuhan pengembangan juga bisa dilakukan dengan teknik eksperimen. Untuk melakukan uji coba produk, digunakan berbagai teknik eksperimen saat proses pembelajaran berlangsung. Jadi, bisa dijelaskan bahwa teknik penelitian konvensional yang biasa kita digunakan, menjadi bagian dari proses penelitian pengembangan.

Richey *et al.* (2002:1116) menjelaskan desain penelitian pengembangan tipe 2 (pengembangan model) merupakan penelitian yang utuh. Keutuhan tersebut tergambar dari semua tahapan atau sebagian proses perancangan, pengembangan. Keutuhan proses tersebut tergambar dari proses berikut, *pertama* survey yang dilakukan oleh perancang atau pengembang terhadap masalah yang diteliti, seperti yang dilakukan oleh Shellnuts (1999). Hasil penelitian ini mengkaji desain motivasi. Phillips (2000) telah mengkaji dampak teknik evaluasi. *Kedua*, membuat model baru berdasarkan studi literatur, seperti yang dilakukan oleh Adamski (1998). Penelitian ini melakukan ulas-balik (*review*) literatur teknologi informasi, faktor manusia dan pengaruhnya terhadap kemampuan kerja. *Ketiga*, mengumpulkan pendapat para ahli dalam penggunaan teknik Delphi (Tracey, 2002). Metode ini digunakan untuk merancang model *multiple intelegensi*. *Keempat*, melakukan eksperimen untuk memvalidasi model yang telah dirancang dan dikembangkan (Traceys, 2002; Adamski, 1998).

7. Teknik pengumpulan dan analisis data

Koleksi data dalam penelitian pengembangan dilakukan sesuai dengan tujuan dan bentuk penelitian. Beberapa cara koleksi data dalam penelitian pengembangan adalah (a) Produk dari perancangan, pengembangan dan evaluasi termasuk profil materi yang dikembangkan. Data yang dikoleksi bisa berupa waktu penggunaan, masalah yang teridentifikasi, produk perencanaan pembelajaran, sikap atau tanggapan atau komentar perancang atau rekaman kerja; (b) Data-data yang

didokumentasi dan tahap pengembangan dan implementasi, termasuk faktor-faktor yang mempengaruhinya seperti pendapat pakar dan klien dan (c) Data-data yang diidentifikasi sebelum perancangan dilakukan, seperti analisis kebutuhan, hasil tes formatif, summatif dan konfirmatif.

Penulis menguraikan tiga model pengembangan yang sering digunakan oleh para peneliti di bidang kependidikan saat ini. Pemilihan ketiga model tersebut karena mudah diikuti, dan dianggap lebih mampu mengakomodir semua aspek kebutuhan pengembangan di bidang kependidikan. Di bagian akhir dari sub judul ini, akan ditampilkan perbandingan ketiga model desain pengembangan tersebut di Tabel 11.2. Langkah-langkah yang dipaparkan di setiap model ini bisa dipedomani oleh calon peneliti yang akan melakukan penelitian pengembangan di bidang kependidikan.

Model Plomp

Desain pengembangan Plomp sering digunakan untuk mengembangkan model-model pembelajaran. Beberapa penelitian pengembangan menggunakan desain Plomp adalah Muliyardi (2006) dan Haviz (2012). Desain pengembangan Plomp memiliki empat tahap atau fase, yaitu (1) tahap penelitian pendahuluan (*preliminary research*); (2) tahap prototipe (*prototyping stage*); (3) tahap penilaian (*assessment stage*) dan (4) tahap refleksi dan dokumentasi secara sistematis *(systematic reflection and documentation*). Menurut Plomp (2010:25-26), penjelasan tentang desain penelitian pengembangan sebagai berikut.

1. Penelitian pendahuluan (*preliminary research*), peneliti melakukan analisis mendalam tentang materi dan masalah yang dikaitkan dengan kerangka kerja berdasarkan ulasan literatur.
2. Tahap prototipe (*prototyping stage*), peneliti mendesain kerangka acuan awal dan menyusun prototipe. Kegiatan ini bersifat siklis, dan dibedakan menjadi tiga bentuk yaitu perancangan, evaluasi formatif, dan revisi.
3. Tahap penilaian (*assesment stage*), peneliti melakukan eksplorasi dan penilaian yang mendalam tentang keefektifan prototipe dengan menggunakan evaluasi sumatif.
4. Dokumentasi dan refleksi sistematis (*systematic reflection and documentation*), yaitu peneliti melakukan kegiatan dokumentasi secara sistematis setelah penyempurnaan prototipe (*systematic documentation*) dan melakukan kajian yang mendalam untuk melahirkan teori atau prinsip baru yang berkontribusi ilmiah (*systematic reflection*).

Model *4 D*

Saat ini, banyak mahasiswa (S1, S3 dan S3) di beberapa perguruan tinggi di Indonesia mengacu kepada model Four-D untuk melakukan penelitian pengembangan. Model Four-D yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel,

dan Semmel (1974). Model Four-D termuat dalam buku sumber yang dipublikasi oleh gabungan (*a joint publication*) *of the Leadership Training Institute/Special Education, University of Minnesota*; *The Center for Innovation in teaching the Handicapped (CITH), Indiana University; The Council for Exceptional Children (CEC), and The Teacher Education Division of CEC* (Rochmat, 2011).

Pengembangan perangkat pembelajaran (*instructional development*) yang dikemukakan oleh Thiagarajan, Semmel dan Semmel (1974) pada dasarnya dimaksudkan untuk pelatihan guru (*training teacher*) untuk anak-anak berkebutuhan khusus (*exceptional children*), dan penekanannya pada pengembangan bahan ajar (*material development*). Anak-anak berkebutuhan khusus tersebut adalah anak-anak cacat (*handicapped children*). Sivasailam Thiagarajan, Dorothy S. Semmel dan Melvyn I. Semmel ketiganya ketika itu bekerja di pusat inovasi dalam pelatihan anak-anak cacat (*Center for Innovation in Training the Handicapped*) di Universitas Indiana (Indiana University), Bloomington, Indiana. Secara umum, tujuan dari penulisan buku sumber tersebut adalah untuk membantu pembaca dalam mendesain (*design*), mengembangkan (*development*), dan menyebarkan (*dissemination*) perangkat pembelajaran (*instructional materials*) untuk pelatihan guru-guru anak-anak berkebutuhan khusus (*exceptional children*). Meskipun dalam langkah-langkah penyusunan bahan ajar melibatkan pengembangan perangkat pembelajaran (*developing instructional materials*), tetapi jika ditinjau dari isi yang terkandung di *abstrak*, buku sumber (*sourcebook*) tersebut dimaksudkan untuk mengembangkan bahan ajar bagi pendidik guru (*teacher educator*), atau pelatih guru menggunakan model Four-D (*define, design, develop, and disseminate*) (Rochmat, 2011).

Pengembangan model ini didasarkan pada pengembangan instruksional oleh Twelker, Urbach, dan Buck (Thiagarajan, Semmel dan Semmel, 1974) dengan tahapan: *analysis*, *design*, dan *evaluation*. Awalnya Thiagarajan, Semmel, dan Semmel (1974) memodifikasi model ini menjadi empat tahap, yaitu: *analysis*, *design*, *evaluation*, dan *dissemination*. Selanjutnya model ini setelah melalui proses pengembangan dalam pelatihan, disebut model Four-D yang meliputi empat tahap: *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*.

Tahap definisi (*define*) meliputi lima fase: (1) analisis awal-akhir (*front-end analysis*); (2) analisis pebelajar (*learner analysis*); (3) analisis tugas (*task analysis*); (4) analisis konsep (*concept analysis*); dan (5) tujuan-tujuan instruksional khusus (*specifying instructional objectives*). Tahap desain (*design*) meliputi empat fase: (1) mengkonstruksi tes beracuan-kriteria (*constructing criterion-referenced test*); (2) pemilihan media (*media selection*); (3) pemilihan format (*format selection*); dan (4) desain awal (*initial design*). Tahap pengembangan (*develop*) meliputi dua fase: (1) penilaian ahli (*expert appraisal*); dan (2) pengujian pengembangan (*developmental testing*). Tahap penyebaran (*dissemination*) meliputi tiga fase: (1) pengujian validitas

(*validating testing*); (2) pengemasan (*packaging*); dan (3) difusi dan adopsi (*diffusion and adoption*).

Tabel 11.2 Ringkasan Prosedur Penelitian Pengembangan

Model Plomp	Model 4-D	Model Borg dan Gall
1. Penelitian Pendahuluan (*Preliminary Research*): a. Analisis kebutuhan b. Ulasan literatur c. Pengembangan kerangka konseptual dan kerangka kerja	1. Tahap Pendefenisian (*Define*) a. Analisis awal-akhir b. Analisis pebelajar c. Analisis tugas d. Analisis konsep e. Analisis tujuan	1. Tahap Penelitian Pendahuluan Mengumpulkan informasi berupa kajian pustaka, pengamatan kelas dan identifikasi masalah 2. Tahap Perencanaan: a. Identifikasi dan definisi keteram-pilan b. Tujuan c. Urutan Pembelajaran d. Uji Ahli Skala Kecil
2. Tahap Prototipe (*Prototyping Stage)* a. Desain prototipe b. Evaluasi formatif c. Revisi	2. Tahap Perancangan (*Design*) a. Mengkonstruksi tes b. Pemilihan media c. Pemilihan format d. Desain awal	3. Tahap Pengembangan a. Penyiapan materi b. Penyusunan buku pegangan c. Perangkat evaluasi
3. Tahap Penilaian (*Asessment Stage*) Evaluasi sumatif berupa uji validitas dan praktikalitas	3. Tahap Pengembangan (*Develop*): a. Penilaian ahli b. Uji pengembangan	4. Tahap Uji Coba 1 Menggunakan 2-3 sekolah, 6-10 ahli. Menggunakan observasi, wawancara dan kuisioner dan analisis data 5. Tahap Revisi 1
4. Tahap Dokumentasi dan Refleksi Sistematis (*Reflection and Documentation Syste-matic*): a. Dokumentasi b. Refleksi	4. Tahap Penyebaran (*Dissemination*): a. Uji validitas b. Pengemasan c. Difusi dan adopsi	6. Tahap Uji Coba 2 Menggunakan 3-5 sekolah, 30-80 ahli. Menggunakan observasi, wawancara dan kuisioner dan analisis data 7. Tahap Revisi 2 Berdasarkan masukan dan saran uji lapangan utama 8. Tahap Uji Coba 3 Terhadap 10-30 sekolah dan 40-200 subyek. Informasi dikumpulkan dengan observasi, wawancara dan kuisioner dan analisis data 9. Tahap Revisi 3 10. Desiminasi dan Implementasi

Model Borg dan Gall

Tim Pusat Penelitian dan Inovasi Pendidikan Balitbang Kemendiknas (Puslitjaknov) merangkum penjelasan Borg dan Gall (1989) tentang sepuluh langkah penelitian pengembangan. Langkah-langkah tersebut adalah *pertama*, melakukan penelitian pendahuluan (prasurvey) untuk mengumpulkan informasi (kajian pustaka, pengamtan kelas), identifikasi permasalahan yang dijumpai dalam pembelajaran dan merangkum permasalahan. *Kedua*, melakukan perencanaan (indetifikasi dan defenisi keterampilan, perumusan tujuan, penentuan urutan pembelajaran, dan uji ahli atau uji coba pada skala kecil atau *expert judgement*. *Ketiga*, mengembangkan jenis/bentuk produk awal meliputi penyiapan materi pembelajaran, penyusunan buku pegangan dan perangkat evaluasi. *Keempat*, melakukan uji coba lapangan tahap awal, dilakukan terhadap 2-3 sekolah menggunakan 6-10 subyek ahli. Pengumpulan informasi atau data dengan menggunakan observasi, wawancara dan kuisioner, dan dilanjutkan analisis data.

Kelima, melakukan revisi terhadap produk utama, berdasarkan masukan dan saran-saran dari hasil uji lapangan awal. Keenam, melakukan uji coba lapangan utama, dilakukan terhadap 3-5 sekolah, dengan 30-80 subyek. Tes/penilaian tentang prestasi belajar siswa dilakukan sebelum dan sesudah proses pembelajaran. *Ketujuh*, melakukan revisi terhadap produk operasional, berdasarkan masukan dan saran-saran hasil uji lapangan utama.

Kedelapan, melakukan uji coba lapangan produk operasional (dilakukan terhadap 10-30 sekolah, melibatkan 40-200 subyek), data dikumpulkan melalui

wawancara, observasi dan kuesioner. *Kesembilan,* melakukan revisi terhadap produk akhir berdasarkan saran dalam uji coba lapangan. *Kesepuluh*, mendesiminasikan dan mengimplementasikan produk, melaporkan dan menyebarluaskan produk melalui pertemuan dan jurnal ilmiah, berkejasama dengan penerbit untuk sosialisasi produk untuk komersial dan memantau distribusi dan kontrol kualitas.

Ringkasan ketiga model pengembangan tersebut dituliskan di Tabel 10.2. Berdasarkan penjelasan ketiga model penelitian pengembangan tersebut, penulis menyimpulkan bahawa tahapan umum penelitian pengembangan adalah *perancangan, pengembangan dan evaluasi produk*. Untuk setiap tahap tersebut bisa dilakukan dengan berbagai teknik dan pendekatan. Misalnya pada tahap perancangan, peneliti harus melakukan identifikasi awal masalah mengapa produk penting untuk dikembangkan. Untuk mengkaji sejauh mana masalah yang mendasari pentingnya pengembangan, bisa dilakukan penelitian dengan pendekatan kualitatif atau pun kuantitiatif. Pada pengembangan harus dilakukan uji coba ahli dan uji coba lapangan untuk menilai tingkat kebaikan produk yang

dikembangkan. Untuk mendapatkan produk yang lebih baik, produk yang dihasilkan harus diujicobakan secara berulang-ulang (siklis).

Sebagai panduan untuk melakukan dan menulis laporan penelitian pengembangan, penulis membuat ringkasan format beberapa laporan penelitian pengembangan yang telah dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya. Penulisan format laporan penelitian tersebut ditampilkan di Tabel 11.4, 11.5, 11.6, 11.7 serta di Gambar 11.4 dan 11.5 **(Lihat Lampiran Artikel)**. Ringkasan laporan penelitian tersebut merupakan representatif dari bentuk pengembangan perangkat pembelajaran, pengembangan media pembelajaran dan pengembangan model pembelajaran di bidang biologi yang telah dilakukan dan dilaporkan oleh peneliti sebelumnya. Penelitian pengembangan tersebut adalah:

1. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi *Problem Solving* Disertai Peta Konsep pada Materi Archaebacteria dan Eubacteria untuk Sekolah Menengah Atas (Handayani, 2011).
2. Pengembangan CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif pada Biologi Perkembangan Hewan (Haviz, 2011).
3. Pengembangan Model Pembelajaran Integratif pada Biologi Perkembangan Hewan (Haviz, 2012).

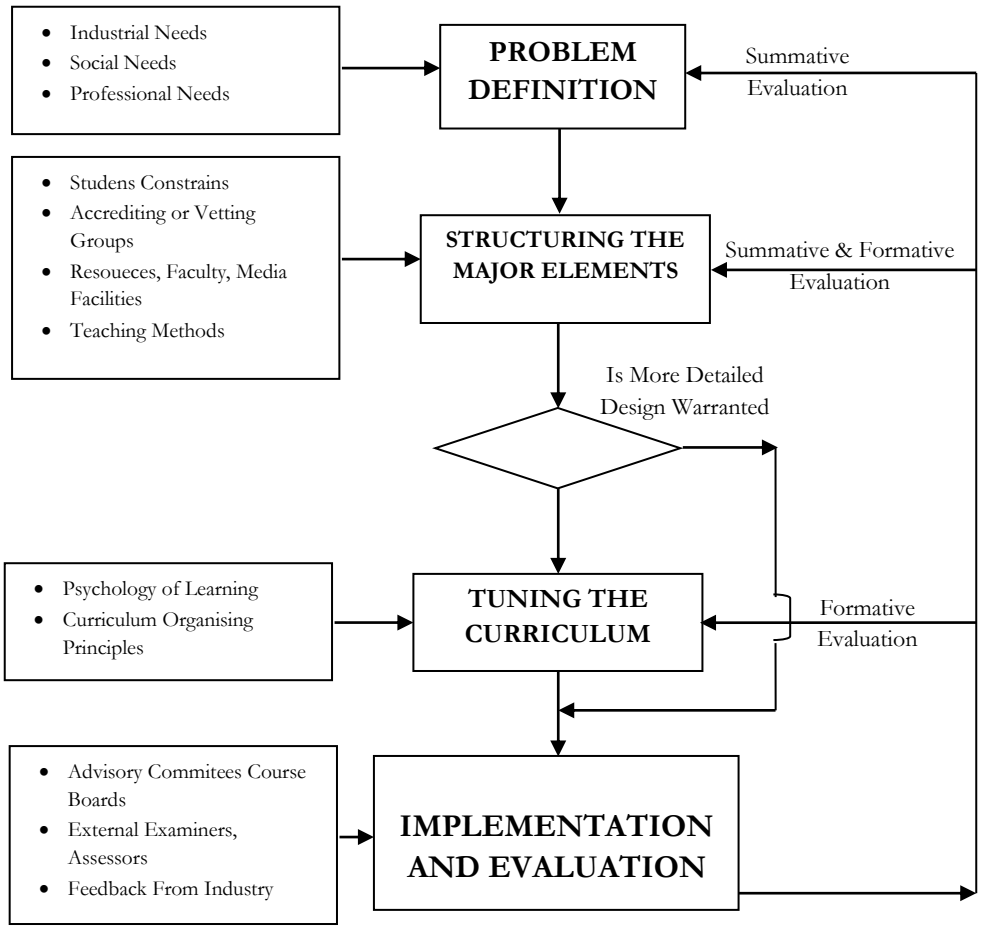
Pengembangan modul merupakan bentuk pengembangan bahan ajar di bidang biologi. Modul yang dikembangkan ini memiliki karakteristik berorientasi *problem solving* (pemecahan masalah) dan peta konsep. Pengembangan CD interaktif merupakan bentuk pengembangan media pembelajaran. CD interaktif yang dikembangkan ini memiliki karakteristik berorientasi pembelajaran kooperatif. Penggunaan sintak pembelajaran kooperatif menambah khasanah penerapan CD interaktif saat proses pembelajaran. Pengembangan model pembelajaran integratif merupakan bentuk pengembangan aspek pembelajaran secara komprehensif. Model pembelajaran integratif ini berkarakteristik adanya integrasi metode, integrasi strategi, integrasi pendekatan dan integrasi materi pembelajaran dalam biologi perkembangan hewan.

RESEARCH AND DEVELOPMENT SEBAGAI BENTUK PENELITIAN INOVATIF, PRODUKTIF DAN BERMAKNA

Kemeriahan penggunaan *R&D* di bidang pendidikan agak terlambat terjadi di dunia pendidikan. Robert M Gagne dengan metode *instructional system development (ISD)* dan *the condition of learning (TCL)* dianggap sebagai orang pertama kali menggunakan *R&D* di bidang pendidikan (Putra, 2011:27). Selanjutnya, Gardner menemukan teori *Multiple Intelligences* ikut serta dalam

project zero dan *project spectrum* untuk mengimplementasikan *Multiple Intelligences* dalam proses pembelajaran. Penelitian ini telah melahirkan model kurikulum pembelajaran.

Research and Development juga dimanfaatkan dalam pengembangan kurikulum. Heywood (2005) menjelaskan model pengembangan kurikulum (Putra, 2012:31-32). Model R&D dalam kurikulum dan pembelajaran ditampilkan pada Gambar 11.3.



Gambar 11.3 Model *R&D* dalam Kurikulum dan Pembelajaran

Penulis juga memaparkan beberapa penelitian lain, terutama penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan (Haviz, 2012). Bentuk inovatif, produktif dan bermakna bisa dilihat berdasarkan aspek-aspek yang digunakan dalam proses pengembangannya. Beberapa aspek yang cukup relevan antara penelitian lain dengan penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan adalah (1) aspek desain pengembangan; (2) aspek penggunaan konsep model; (3) aspek evaluasi model, termasuk penggunaan uji validitas; (4) aspek integrasi; dan (5) aspek pengembangan biologi perkembangan hewan. Kelima aspek tersebut dituliskan di Tabel 11.3.

Tabel 11.3 Aspek-Aspek Pengembangan Model Pembelajaran Intergatif

No	Aspek	Nama Peneliti	Keterangan
1	Desain pengembangan	Richey dkk (2002)	Penelitian pengembangan tipe 1 dan tipe 2
2	Penggunaan konsep model	Yanchar dkk (2010); Williams dkk (2011); Jonassen (2006) dan Reigeluth dan An (2006).	Keempat penelitian ini menjelas-kan bahwa penyusunan model pembelajaran didasari atas teori, konsep dan materi yang harus relevan dengan model yang akan dikembangkan
3	Evaluasi Model	York dan Etmer (2011); Weston dkk (1995); Pifarre dan Cobos (2009); Seok (2009); Tracey dan Richey (2007) dan Tracey (2009)	Keenam laporan penelitian ini menggunakan uji validitas dan teknik evaluasi dalam menentukan kualitas model pembelajaran yang didesain
4	Integerasi	Tezci (2011); Sadik (2008); Dummer dkk. (2010) dan Cronje (2006).	Keempat laporan penelitian ini menjelaskan adanya integrasi metode, strategi dan materi dalam pembelajaran
5	Pengembangan BPH	Lufri (2004; 2005); Lufri dan Helendra (2009; 2011); Haviz (2009); Nerita (2011); Haviz dan Maris (2012) dan Haviz dkk. (2011a; 2011b)	Pengembangan Mata Kuliah Biologi Perkembangan Hewan

Ditulis kembali dari Haviz (2012)

Banyak penelitian *Research and Development* yang telah dilakukan oleh para peneliti sebelumnya yang bersifat inovatif, produktif dan bermakna. Penelitian-penelitian ini dilakukan setelah melakukan analisis yang mendalam tentang kebutuhan pengembangan produk. Pembaca dapat menemukannya laporan

hasil penelitian tersebut di Jurnal *Educational Technology Research and Development*. Artikel ini bisa diunduh di http://www.springerlink.com/content/119965/.

PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN DESAIN INSTRUKSIONAL DALAM EMBRIOLOGI

Penulis tidak menemukan secara langsung laporan penelitian yang mengungkapkan adanya pengembangan model pembelajaran integratif pada embriologi. Penelitian relevan yang dituliskan di bawah ini merupakan penelitian-penelitian yang memiliki aspek kemiripan atau sedikit relevan. Pemaparan laporan peneilitan ini menjadi penting untuk pengembangangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan.

Beberapa aspek yang cukup relevan antara penelitian lain dengan penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan adalah (1) aspek desain pengembangan; (2) aspek penggunaan konsep model; (3) aspek evaluasi model, termasuk penggunaan uji validitas; (4) aspek integrasi; dan (5) aspek pengembangan biologi perkembangan hewan.

1. Aspek desain model

   Terkait aspek pertama yaitu tentang desain pengembangan, penulis menuliskan kembali hasil ulasan yang dilakukan oleh Richey dkk. (2002). Hasil ulas balik (*review*) tentang penelitian pengembangan yang dituliskan oleh Richey dkk. (2002) memperlihatkan ada dua tipe penelitian pengembangan yang dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, yaitu penelitian pengembangan tipe 1 dan penelitian pengembangan tipe 2.

   Merujuk kepada defenisi, penelitian pengembangan tipe 1 merupakan kajian inkuiri yang sangat spesifik. Kajian ini berbentuk studi kasus dan dikembangkan berdasarkan kebutuhan pembelajaran. Dan, penelitian pengembangan tipe 2 memiliki orientasi dan variasi yang lebih luas tentang proses desain, pengembangan dan evaluasi. Proses-proses dalam penelitian pengembangan tipe 2 juga akan menghasilkan produk atau model baru. Terminologi lain yang digunakan oleh Richey dkk. (2002) untuk membedakan kedua bentuk penelitian pengembangan tersebut adalah adalah *fokus, proses, kesimpulan dan hasil*.

2. Aspek penggunaan konsep dan teori pendukung model

   Terkait dengan aspek penggunaan teori yang pendukung yang relevan dalam pengembangan model, penulis menelaah beberapa laporan hasil penelitian yang dipublikasikan di Jurnal *Educational Technology Research and Development*. Laporan-laporan penelitian tersebut adalah hasil penelitian Yanchar dkk. (2010); Williams dkk. (2011); Jonassen (2006) dan

Reigeluth dan An (2006). Keempat penelitian ini menjelaskan bahwa penyusunan model pembelajaran didasari atas teori, konsep dan materi yang harus relevan dengan model yang akan dikembangkan.

Penelitian pengembangan model integratif pada biologi perkembangan hewan akan memiliki sedikit relevansi dengan penelitian tersebut. Misalnya hasil penelitan Reigeluth dan An (2006) menjelaskan bahwa analisis model dilakukan dengan menjelaskan kerangka kerja ideal berdasarkan teori teknologi dan desain instruksional. Begitu juga dengan penelitian pengembagan model integratif akan disusun sesuai dengan teori-teori yang relevan.

3. Aspek penggunaan validitas dan evaluasi

   Terkait dengan aspek ketiga, yaitu penggunaan validitas dan evaluasi formatif, penulis menelaah beberapa laporan hasil penelitian yang dipublikasikan di Jurnal *Educational Technology Research and Development*. Laporan-laporan penelitian tersebut adalah hasil penelitian York dan Etmer (2011); Weston dkk. (1995); Pifarre dan Cobos (2009); Seok (2009); Tracey dan Richey (2007) dan Tracey (2009). Keenam laporan penelitian ini menggunakan uji validitas dan teknik evaluasi dalam menentukan kualitas model pembelajaran yang didesain.

   Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan akan mengadopsi dan memodifikasi evaluasi yang dilakukan oleh Tracey (2009) dan Tracey dan Richey (2007). Kedua penelitian ini menyusun dan memvalidasi model instruksional berdasarkan teori dan praktek dengan materi kecerdasan jamak (*multiple intelligence*).

4. Aspek integrasi

   Terkait dengan aspek integrasi, penulis juga melakukan telaah dari beberapa laporan hasil penelitian yang dipublikasikan di Jurnal *Educational Technology Research and Development*. Laporan-laporan penelitian tersebut adalah hasil penelitian Tezci (2011); Sadik (2008); Dummer dkk. (2010) dan Cronje (2006). Keempat laporan penelitian ini menjelaskan adanya integrasi metode, strategi dan materi dalam pembelajaran. Misalnya Cronje (2006) mengintegrasikan dua pendekatan pembelajaran yaitu objektivistik dan konstruktivistik dalam mendesain pembelajaran. Relevansi penelitian-penelitian ini dengan pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan adalah akan adanya integrasi beberapa metode dan materi pembelajaran.

5. Aspek pengembangan biologi perkembangan hewan

   Terkait dengan pengembangan mata kuliah biologi perkembangan hewan, kajian pengembangannya telah dilakukan dan dilaporkan oleh Lufri (2004; 2005). Kedua penelitian ini telah melakukan eksperimen penggunaan *problem solving* dan peta konsep dalam pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar mahasiswa menggunakan metode *problem solving* dan peta konsep lebih baik dari metode ceramah.

Penelitian lain adalah yang telah dilakukan oleh Lufri dan Helendra (2009; 2011) dan Haviz (2009). Ketiga laporan ini telah mengembangkan materi pembelajaran Biologi Perkembangan Hewan untuk mendukung pelaksanaan proses pembelajaran. Nerita (2011); Haviz dan Maris (2012) telah mengembangkan media CD interaktif berorientasi konstruktivisme. Haviz dkk. (2011a; 2011b) telah mengembangkan perangkat pembelajaran kooperatif dengan tingkat validitas baik pada mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan.

Hasil-hasil kajian ini mengeksplorasi materi Biologi Perkembangan Hewan secara ilmiah dengan berbagai pendekatan dan metode untuk mengatasi masalah-masalah yang sesuai. Tetapi penelitian-penelitian tersebut tidak mengelaborasikan materi perkembangan hewan dengan ayat-ayat Al-Quran dalam proses pembelajaran.

Berdasarkan uraian tentang penelitian pengembangan dan desain instruksional, terdapat empat kesimpulan yang bisa digunakan untuk mendukung penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan, yaitu

1. Penelitian pengembangan adalah studi secara sistematis tentang proses perancangan, pengembangan dan mengevaluasi model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem sebagai solusi terhadap masalah yang komplek dalam pendidikan praktis, dan juga memiliki tujuan untuk meningkatkan pengetahuan tentang karakteristik dari model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem tersebut.
2. Tahapan umum penelitian pengembangan terdiri dari proses desain, pengembangan, evaluasi dan implementasi.
3. Penentuan *fokus, proses, kesimpulan dan hasil* penelitian akan menentukan jenis dan bentuk penelitian pengembangan yang akan dilakukan oleh peneliti yang ingin melakukan penelitian pengembangan di bidang pembelajaran.

4. Penggunaan dan pemilihan teknik evaluasi sangat menentukan kualitas model, program, strategi mengajar-belajar beserta perangkatnya, produk, dan sistem tersebut.

PENUTUP

Peningkatan proses pembelajaran mutlak dilakukan oleh setiap unsur pendidikan. Karena proses pembelajaran yang berkualitas akan menentukan *output* dan *outcomes* institusi pendidikan. Meskipun proses pembelajaran juga akan dipengaruhi oleh *raw input* yang baik. Tetapi pengaruh rendahnya *input* akan bisa dieliminasi dengan proses pembelajaran yang baik.

Sejatinya, penelitian-penelitian yang dilakukan memiliki kontribusi positif terhadap kemajuan dan peningkatan kualitas proses pembelajaran. Banyak faktor yang akan menentukan baik atau buruknya kualitas proses pembelajaran. Beberapa diantaranya adalah kurikulum, strategi, media, evaluasi, pendidik dan peserta didik. Sebaiknya, penelitian yang dilakukan mengkaji dan berkontribusi positif terhadap kemajuan dan peningkatan kualitas kurikulum, strategi, media, evaluasi, pendidik dan peserta didik.

Penelitian yang dilakukan oleh unsur pendidikan tinggi di Lembaga Pengembangan Tenaga Kependidikan (LPTK) sebaiknya melakukan penelitian meningkatkan kualitas komponen pembelajaran. Secara alami, penelitian pengembangan sangat berhubungan dengan praktisi pendidikan, termasuk untuk penentuan kebijakan dalam bidang pendidikan. Tujuannya adalah untuk mengembangkan penelitian berdasarkan penemuan solusi untuk masalah-masalah yang kompleks di bidang pendidikan. Karena proses dan hasil penelitian (seperti melakukan inovasi model pembelajaran) akan menentukan arah dan tujuan pengembangan proses pendidikan, dan bermanfaat untuk pengembangan institusi.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Adamski AJ. 1998. The development of a systems design model for job performance aids: A qualitative developmental study (Doctoral dissertation, Wayne State University, 1998). *Dissertation AbstractsInternational—A, 59*(03), 789.

Borg WR and Gall MR. 1989. *Education Research*. New York: Longman.

Cronje J. 2006. Paradigms Regained: toward integrating objectivism and constructivism in instructional design and the learning science. *Educational Technology Research and Development, 54:387-416*.

Dummer PP, Ifenthaler D and Spector JM. 2010. Highly integrated model assessment technology and tools. *Educational Technology Research and Development, 58:3-18*.

Fauzan A. 2002. Applying Realistic Mathematics Eduaction (RME) in Teaching Geometry in Indonesian Prymary Schools. *Thesis*. University of Twentee. Enshede. (Tidak Diterbitkan).

Handayani E. 2011. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi *Problem Solving* Disertasi Peta Konsep Pada Materi Pokok Archaebacteria dan Eubacteria untuk Sekolah Menengah Atas. *Tesis*. Program Pascasarjana UNP. Padang (Tidak Dipublikasikan)

Haviz M, Lufri, Helendra dan Sumarmin R. 2011. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Makalah Seminar Nasional dan Mubes Iluni III Biologi FMIPA UNP*. Padang Panjang, 26-27 Februari 2011.

Haviz M. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan, jilid 1*. (Editor). Padang: UNP Press.

Haviz M, Lufri, Helendra dan Sumarmin R. 2011b. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Jurnal Ilmiah Ta'dib Vol 14* No. 1: 7-15 (Sebagian isi, sudah dipublikasikan sebelumnya).

Haviz M. 2012. Pengembangan Model Pembelajaran Integratif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Disertasi*. Program Pascasarjana UNP. Padang. (Tidak Dipublikasikan)

Haviz M, Lufri, Fauzan A dan Mawardi ZE. 2012. Pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan: analisis kebutuhan pengembangan model. *Jurnal Ilmiah Ta'dib Vol 15 No.1:1-14*.

Heinich R, Molenda M, Russell JD and Smaldino SE. 2002. *Instructional media and the new technologies of instruction* (7th ed.). Englewood Cliff, NJ: Prentice Hall.

Herlina E, Kurnia L dan Maris IM. 2011. Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Pembelajaran Matematika Realistik (PMR) di Kelas III MI se Kabupaten Tanah Datar. *Laporan Hasil Penelitian Kompetitif*. STAIN Batusangkar. (Tidak Dipublikasikan).

Jonassen DH. 2006. On the role of concepts in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development* 54:177-196.

Lufri. 2004. Pemecahan masalah dan peta konsep dalam perkuliahan perkembangan hewan: analisis sikap mahasiswa terhadap pembelajaran. *Jurnal Forum Pendidik* 29 (02): 127-140.

Lufri. 2005. Pengaruh pembelajaran berbasis problem solving yang diintervensi dengan peta konsep terhadap hasil belajar mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran* 28 (01): 47-65.

Lufri dan Helendra 2013. *Biologi Perkembangan Hewan Jilid 2*. Padang: UNP Press. (*in publish)*.

Lufri dan Helendra. 2009. *Perkembangan Hewan Jilid 1*. Padang: UNP Press.

Muliyardi. 2006. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Menggunakan Komik di Kelas 1 Sekolah Dasar. *Disertasi*. Program Pascasarjana. UNS. Surabaya. (Tidak Dipublikasikan).

Nerita S. 2011. Pengembangan Media CD Interaktif Berorientasi Konstruktivisme Pada Pokok Bahasan Fertilisasi dalam Mata Kuliah Perkembangan Hewan untuk Perguruan Tinggi. *Tesis*. Program Pascasarjana UNP. Padang. (Tidak Dipublikasikan).

Nieveen N. 1999. Prototyping to Reach Product Quality. Dalam Plomp, T; Nieveen, N; Gustafson, K; Branch, R.M; dan van den Akker, J (eds). *Design Approaches and Tools in Education and Training*. London: Kluwer Academic Publisher.

Nieveen N. 2010. Formative Evaluation in Eduational Design Research. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieeveen (Ed). *An Introduction to Educational Design Research*. (p:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/international/ publications.

Rochmat. 2011. *Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika*. Jurusan Matematika FMIPA Universitas Negeri Semarang.

Plomp T. 2010. Educational Design Research: An Introduction. Dalam Tjeer Plomp and Nienke Nieeveen (Ed). *An Introduction to Educational Design Research*. (p:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/international/publications.

Putra N. 2011. *Reseacrh and DevelopmentReseacrh and Development*, Penelitian dan Pengembangan Suatu Pengantar. Jakarta: PT. Raja Grafindo.

Reigeluth CM and An YJ. 2006. Functional contextualism: an ideal framework for theory in instructional design and technology. *Educational Technology Research and Development* 54(1):49-53.

Reigeluth CM. 1999. Instructional-Design Theories and Models Volume II: A New Paradigm of Instructional Theory. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Richey RC, Klein DK and Nelson WA. 2002. Developmental research: studies of instructional design and development. In David Jonassen, (Eds). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology (2nd Edition)*. P:1101 – 1130. http://www.aect.org/edtech/42.pdf

Sadik A. 2008. Digital storytelling: a meaningful technology-integrated approach for engaged student learning. *Educational Technology Research and Development* 56:487-506.

Seels BB and Richey RC. 1994. *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington: Association for Educational Communications and Technology.

Seok S. 2009. Item validation of online postsecondary courses: rating the proximity between similarity and dissimilarity among item pairs (Validation study series I: multidimensional scaling). *Educational Technology Research and Development* 57:25-43.

Tessmer M. 1993. Planning and conducting formative evaluations. London: Kogan Page.

Tessmer M and Richey RC. 1997. The role of context in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development* 45(2), 85–115.

Tezci E. 2011. Turkish primary school teachers perceptions of school culture regarding ICT integration. *Educational Technology Research and Development* 59:429-443.

Tracey MW. 2009. Design and development research: a model validation case. *Educational Technology Research and Development* 57:553-571.

Tracey MW and Richey RC. 2007. ID model construction and validation: a multiple intelligences case. *Educational Technology Research and Development* 55:369-390.

Van den Akker J. 1999. Principles and Methods of Development Research. Dalam Plomp, T; Nieveen, N; Gustafson, K; Branch, R.M; dan van den Akker, J (eds). Design Approaches and Tools in Education and Training. London: Kluwer Academic Publisher.

Weston C, McAlpine L and Bordonora T. 1995. A Model for understanding formative evaluation in instructional design. *Educational Technology Research and Development* 43 (3):27-48.

Williams DD, South JB, Yanchar CS, Wilson BG and Allen S. 2011. How do instructional designer evaluate? A qualitative study of evaluation in practice. *Educational Technology Research and Development* 59:885-907.

Yanchar SC, South JB, Williams DD, Allen S and Wilson BG. 2010. Struggling with theory? A qualitative investigation of conceptual tool use in instructional design. *Educational Technology Research and Development* 58:39-60.

York CS and Ertmer PA. 2011. Towards an understanding of instructional design heuristics: an exploratory Delphy study. *Educational Technology Research and Development* 59:841-863.

Lampiran Bab 11. Contoh Format Penelitian Pengembangan

1. Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi *Problem Solving* Disertai Peta Konsep pada Materi Archaebacteria dan Eubacteria untuk Sekolah Menengah Atas (Handayani, 2011).

Tabel 11.4 Ringkasan Laporan Penelitian Pengembangan Modul

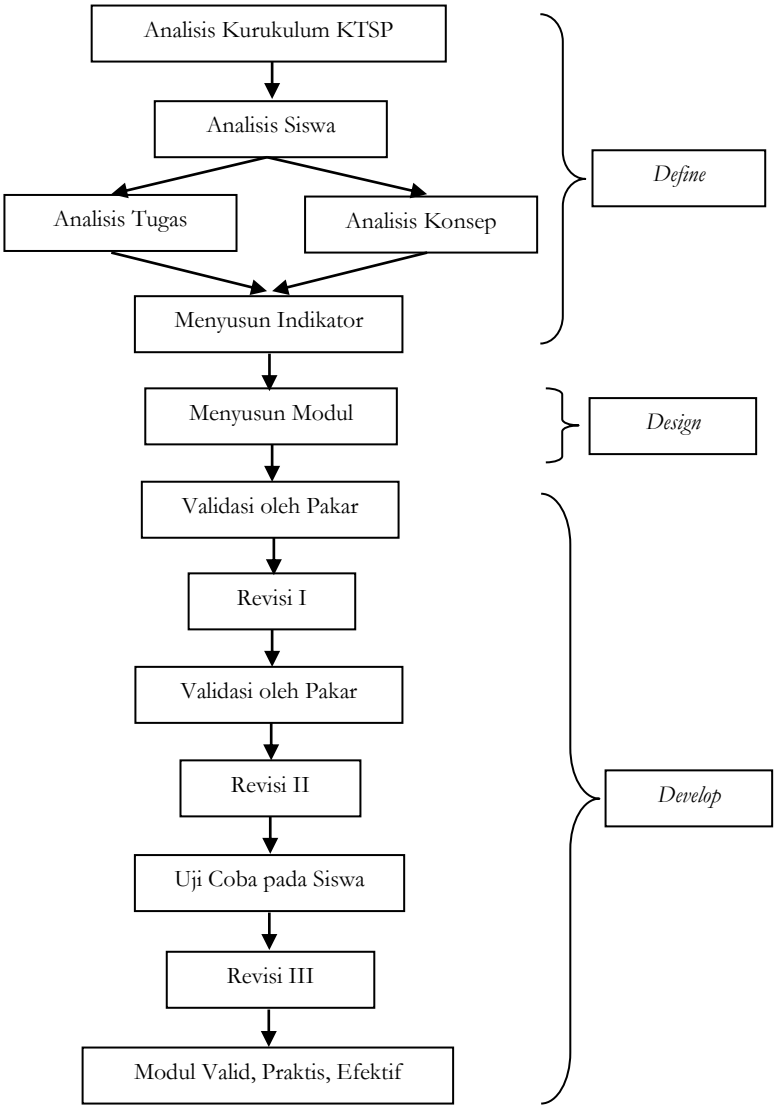
Bagian Isi Laporan	**Sub Bagian**	**Uraian**
(1)	*(2)*	*(3)*
Pendahuluan	Latar Belakang	Bagian ini memuat (1) Pembelajaran biologi menggunakan KTSP; (2) Data hasil belajar siswa,; (3) Pentingnya materi Archaebacteria dan Eubacteria untuk diambil sebagai contoh materi yang akan dikembangkan; (4) Pentingnya modul pembelajaran biologi berorientasi *problem solving* disertai peta konsep untuk dikembangkan; dan (5) Kelebihan pembelajaran menggunakan modul, *problem solving* dan peta konsep.
	Identifikasi Masalah	Bagian ini memuat masalah-masalah yang telah diuraikan pada latar belakang. Penulisan dipaparkan secara sistematis dan berupa *pointers*.
	Batasan Masalah	Bagian ini memuat batasan masalah yang akan diteliti.
	Rumusan Masalah	Bagian ini memuat masalah-malasah apa saja yang akan dikaji dalam penelitian. Rumusan masalah dituliskan dalam bentuk kalimat tanya, misalnya (1) bagaimana bentuk modul pembelajaran biologi berorientasi *problem solving* disertai peta konsep yang dikembangkan? (2) Bagaimana validitas, praktikalitas, efektifitas modul pembelajaran biologi berorientasi *problem solving* disertai peta konsep yang dikembangkan?
	Tujuan Penelitian	Bagian ini memuat tujuan-tujuan yang akan dicapai dalam penelitian. Penulisan tujuan disesuaikan dengan rumusan masalah. Misalnya (1) penelitian ini menghasilkan modul pembelajaran biologi berorientasi *problem solving* disertai peta konsep (2) Mengetahui validitas, praktikalitas, efektifitas modul pembelajaran biologi berorientasi *problem solving* disertai peta konsep
	Kegunaan Penelitian	Bagian ini memuat kegunaan produk yang telah dikembangkan.
	Spesifikasi Produk	Bagian ini memuat karakteristik modul hasil pengembangan. Misalnya (1) modul yang dikembangkan disesuaikan dengan SK, KD, indicator

		dan tujuan pembelajaran; (2) Penyajian materi dalam modul menggunakan *problem* solving dan peta konsep danseterusnya.
Kajian Pustaka	Kajian Teori	Bagian ini memuat teori-teori yang digunakan untuk menjawab masalah-malasah penelitian yang telah dituliskan sebelumnya dan aspek-aspek penting dalam penelitian. Misalnya (1) KTSP; (2) Modul pembelajaran; (3) Pendekatan pemecahan masalah (*problem solving*); (4) Peta Konsep; (5) Motivasi dan aktivitas pembelajaran dan (6) Materi Archaebacteria dan Eubacteria.
	Kerangka Berfikir	Bagian ini memuat alur berpikir peneliti dalam melaksanakan penelitian.

Lanjutan Tabel 11.4

(1)	*(2)*	*(3)*
Metode Penelitian	Jenis Penelitian	Penelitian ini menggunakan desain pengembangan 4-D (Thiagarajan dan Semmel, 1974).
	Definisi Operasional	Istilah-istilah yang sering digunakan dalam penelitian ini adalah (1) modul berorientasi *problem solving* disertai peta konsep; (2) *problem solving;* (3) peta konsep; (4) validitas; (5) praktikalitas; (6) efektivitas.
	Prosedur Penelitian	Bagian ini memuat langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Misalnya, modul pembelajaran ini dikembangkan dengan model 4-D **(Lebih lengkap lihat Gambar 11.4).**
	Uji Coba Produk	Bagian ini memuat tentang cara uji coba produk. Misalnya uji coba didasari atas validasi modul oleh dosen dan guru, uji praktikalitas modul oleh guru dan siswa dan efektivitas modul didasari oleh motivasi, aktivitas dan hasil belajar.
	Teknik Analisis Data	Bagian ini memuat tentang cara mengolah data. Misalnya validasi modul didasari oleh empat tingkatan kriteria tidak valid, kurang valid, valid dan sangat valid. Analisis uji praktikalitas modul didasari atas kriteria sangat setuju, setuju, tidak sesuai dan sangat tidak sesuai. Analisis uji efektivitas modul dan aktivitas belajar diolah dengan rumus persentase. Analisis hasil belajar dihitung berdasarkan ketuntasan individual dengan KKM.
Hasil dan Pembahasan	Hasil	Bagian ini memuat validitas, praktikalitas dan efektivitas. Pemaparan hasil disertai dengan penulisan ketiga skor aspek tersebut. Bagian ini juga memuat saran-saran dari tim

		validator.
	Pembahasan	Bagian ini memaparkan aspek validitas, praktikalitas dan efektivitas. Pemaparan ketiga aspek tersebut disertai dengan dukungan teori-teori yang relevan.
Penutup	Kesimpulan	Bagian ini memaparkan simpulan penelitian. Penulisan simpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Misalnya (1) penelitian ini telah menghasilkan modul pembelajaran….; (2) validasi modul pembelajaran berorientasi *problem solving* dan peta konsep dikategorikan valid…; (3) praktikalitas modul pembelajaran berorientasi *problem solving* dan peta konsep dikategorikan praktis…(4) efektivitas modul pembelajaran berorientasi *problem solving* dan peta konsep dikategorikan….
	Implikasi	Bagian ini memuat tentang perlunya penerapan modul modul pembelajaran berorientasi *problem solving* dan peta konsep di sekolah.
	Saran	Bagian ini memuat tentang kekurangan penelitian dan hal-hal lain yang harus dilakukan untuk kesempurnaan modul.
Daftar Kepustakaan		Bagian ini memuat semua sumber serta rujukan yang digunakan dalam penulisan laporan.
Lampiran		Instrumen penelitian terkait dengan proses pengembangan adalah (1) Kisi-Kisi dan Lembar Uji Validitas; (2) Kisi-Kisi dan Lembar Uji Praktikalitas; (3) Kisi-Kisi dan Lembar Observasi Aktivitas Siswa; (4) Kisi-Kisi dan Angket Motivasi Siswa dan (5) Kisi-Kisi Soal dan Lembaran Soal



Gambar 11.4 Prosedur Penelitian Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berorientasi *Problem Solving* Disertai Peta Konsep (Dituliskan kembali dari Handayani, 2011:47)

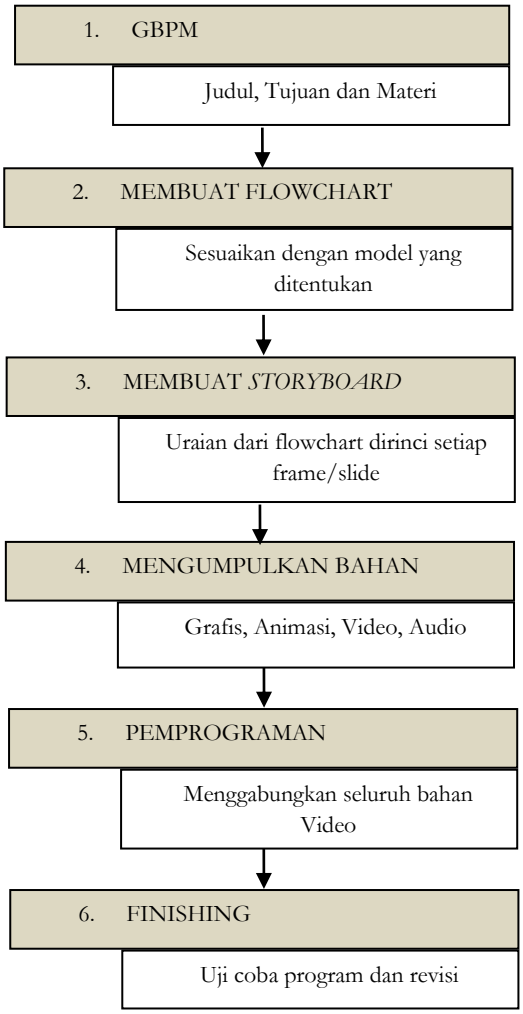
2. Pengembangan CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif pada Biologi Perkembangan Hewan (Haviz, 2011)

Tabel 11.5 Ringkasan Laporan Penelitian Pengembangan CD Interaktif

Bagian Isi Laporan	Sub Bagian	Uraian
(1)	*(2)*	*(3)*
Pendahuluan	Latar Belakang	Bagian ini memuat (1) pentingnya perancangan CD interaktif untuk peningkatan kualitas proses pembelajaran BPH; (2) Data hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan; (3) Karakteristik materi Biologi Perkembangan Hewan; (4) Pentingnya CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif untuk peningkatan kualitas proses pembelajaran BPH dan (5) Kelebihan pembelajaran menggunakan CD interaktif dan pembelajaran kooperatif.
	Identifikasi Masalah	Bagian ini memuat masalah-masalah yang telah diuraikan pada latar belakang. Penulisan dipaparkan secara sistematis dan berupa *pointers*.
	Batasan Masalah	Bagian ini memuat batasan masalah yang akan diteliti.
	Rumusan Masalah	Bagian ini memuat masalah-malasah apa saja yang akan dikaji dalam penelitian. Rumusan masalah dituliskan dalam bentuk kalimat tanya, misalnya (1) bagaimana prototipe CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif pada BPH? (2) Bagaimana validitas, praktikalitas dan efektifitas CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif pada BPH?
	Tujuan Penelitian	Bagian ini memuat tujuan-tujuan yang akan dicapai dalam penelitian. Penulisan tujuan disesuaikan dengan rumusan masalah. Misalnya (1) membuat prototipe prototipe CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif pada BPH; (2) Mengetahui validitas, praktikalitas, efektifitas CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif pada BPH.
	Kegunaan Penelitian	Bagian ini memuat kegunaan produk yang telah dikembangkan.
	Spesifikasi Produk	Bagian ini memuat karakteristik CD interaktif hasil pengembangan. Misalnya (1) modul yang dikembangkan disesuaikan dengan KU dan KP; (2) Penyajian materi dalam CD interaktif.
	Definisi Operasional	Bagian ini memuat penjelasan secara operasional tentang istilah-istilah yang akan sering digunakan dalam penelitian. Penjelasan istilah tersebut bukan hanya sekedar memaparkan definisinya saja, tetapi juga menguraikan aspek-aspek penting di dalam istilah tersebut. Misalnya penjelasan tentang prototipe CD interaktif, validitas dan aspek-aspek yang digunakan dalam penentuan kevaliditasan; praktikalitas dan aspek-aspek yang yang digunakan dalam penentuan kepraktisan.
Kajian Pustaka	Kajian Teori	Bagian ini memuat teori-teori yang digunakan untuk menjawab masalah-malasah penelitian yang telah dituliskan sebelumnya dan aspek-aspek penting dalam penelitian. Misalnya (1) Media Berbantuan Komputer (2) Pembelajaran Kooperatif (3) Materi Spermatogenesis dan (4) Kajian Riset Sebelumnya.
	Kerangka Berfikir	Bagian ini memuat alur berpikir peneliti dalam melaksanakan penelitian.

Lanjutan Tabel 11.5

(1)	*(2)*	*(3)*
Metode Penelitian	Jenis Penelitian	Bagian ini memuat uraian jenis penelitian. Penelitian ini mengacu kepada prosedur pengembangan media CD intaraktif yang dikembangkan oleh Riyana dan Susilana (2007).
	Variabel dan Data	Variabel penelitian ini adalah validitas, praktikalitas, pelaksanaan proses pembelajaran, respon mahasiswa dan hasil belajar mahasiswa.
	Instrumen Penelitian	Instrumen penelitian adalah (1) perangkat pembelajaran meliputi kurikulum dan silabus, SAP dan pedoman kerja mahasiswa.; (2) Instrumen pengumpul data penelitian meliputi lembar validasi CD interaktif, lembar pelaksanaan proses pembelajaran, angket respon dan tes hasil belajar yang di-*entry*-kan ke CD interaktif.
	Prosedur Penelitian	Bagian ini memuat langkah-langkah penelitian yang dilakukan. Desain pengembangan mengacu kepada Riyana dan Susilana (2007). Prosedur pengembangan ini lebih sederhana. Tahap pengembangan dibedakan atas 6 langkah, diawali dengan analisis GBPM (Garis Besar Pengembangan Media dan diakhir dengan *Finisihing*, yang meliputi uji validitas, praktikalitas dan revisi **(Lebih lengkap lihat Gambar 11.5)**.
	Teknik Analisis Data	Bagian ini memuat tentang cara mengolah data. Misalnya validasi CD didasari oleh empat tingkatan kriteria tidak valid, kurang valid, valid dan sangat valid. Analisis uji praktikalitas CD didasari atas kriteria sangat setuju, setuju, tidak sesuai dan sangat tidak sesuai. Analisis uji efektivitas modul dan aktivitas belajar diolah dengan rumus persentase.
Hasil dan Pembahasan	Hasil	Bagian ini menguraikan produk penelitian yaitu (1) GBPM , meliputi *flowchart* dan *storyboard* CD interaktif (2) Perangkat Pembelajaran, meliptui Kurikulum, SAP, PKM dan tes hasl belajar dan (3) Lembar instrumen pengumpul data, meliputi lembar pelaksanaan proses pembelajaran, angket respon, lembar validasi CD interaktif.
	Pembahasan	Bagian ini memaparkan (1) analisis pemprograman CD; (2) analisis uji validitas; (3) analisis uji praktikalitas meliputi: pelaksanaan pelaksanaan proses pembelajaran, respon dan hasil belajar.
Penutup	Kesimpulan	Bagian ini memaparkan simpulan penelitian. Penulisan simpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Misalnya (1) penelitian ini telah menghasilkan CD interaktif dan perangkat pembelajaran berorientasi kooperatif; (2) CD interaktif yang dihasilkan dikategorikan valid dan praktis berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya.
	Saran	Bagian ini memuat tentang kekurangan penelitian dan hal-hal lain yang harus dilakukan untuk kesempurnaan CD interaktif.
Daftar Kepustakaan		Bagian ini memuat semua sumber serta rujukan yang digunakan dalam penulisan laporan.
Lampiran		Produk dan instrumen Penelitian terkait dengan Proses Pengembangan, yaitu produk penelitian yaitu (1) CD interaktif (2) GBPM, meliputi *flowchart* dan *storyboard* CD interaktif (3) Perangkat Pembelajaran, meliputi Kurikulum, SAP, PKM dan tes hasl belajar, dan (4) Lembar instrumen pengumpul data, meliputi lembar pelaksanaan proses pembelajaran, angket respon, lembar validasi CD interaktif.



Gambar 11.5 Langkah Kerja Pengembangan CD Interaktif (Dituliskan kembali dari Riyana dan Susilana, 2007 dalam Haviz, 2011)

3. Pengembangan Model Pembelajaran Integratif pada Biologi Perkembangan Hewan (Haviz, 2012)

Tabel 11.6 Ringkasan Laporan Penelitian Pengembangan Model Pembelajaran Integratif

Bagian Isi Laporan	Sub Bagian	Uraian
(1)	*(2)*	*(3)*
Pendahuluan	Latar Belakang	Bagian ini memuat mengapa pentingnya model pembelajaran integratif dikembangkan
	Identifikasi Masalah	Bagian ini memuat masalah-masalah yang telah diuraikan pada latar belakang. Penulisan dipaparkan secara sistematis dan berupa *pointers*.
	Rumusan Masalah	Bagian ini memuat masalah-malasah apa saja yang akan dikaji dalam penelitian. Rumusan masalah dituliskan dalam bentuk kalimat tanya, misalnya bagaimana pengembangan MPI pada tahap pendahuluan, prototipe, penilaian dan dokumentasi serta refleksi sistematis?
	Tujuan Penelitian	Bagian ini memuat tujuan-tujuan yang akan dicapai dalam penelitian. Penulisan tujuan disesuaikan dengan rumusan masalah. Misalnya (1) penelitian ini memperoleh MPI pada BPH.
	Spesifikasi Produk	Bagian ini memuat karakteristik model yang meliputi tiga buku yaitu (1) model pembelajaran integratif; (2) buku pedoman kerja dosen dan (3) buku pedoman kerja mahasiswa
	Pentingnya Pengembangan	Model diharapkan menjadi bahan yang menarik dan bermanfaat dalam prose pembelajaran BPH
	Pembatasan Pengembangan	Model dibatasi pada aspek pengembangan validitas, praktikalitas, efektifitas, materi, teori yang digunakan, spesifik untuk PTAI.
	Definisi Istilah	Beberapa istilah spesifik adalah penelitian pengembangan, model dan kompoenen model pembelajaran, pembelajaran integratif.
Kajian Pustaka	-	Bagian ini memuat teori-teori yang digunakan untuk menjawab masalah-malasah penelitian yang telah dituliskan sebelumnya dan aspek-aspek penting dalam penelitian. Misalnya (1) Model pembelajaran; (2) Model pembelajaran integratif; (3) Pembelajaran biologi perkembangan hewan; (4) BPH kaitannya dengan Al-Quran; (5) Kualitas MPI; (6) Penelitian Ppngembangan dan desain instruksional; (7) Penelitian relevan dan (8) Kerangka konseptual.
Metode Penelitian	Desain Pengembangan	Penelitian ini menggunakan desain pengembangan Plomp.
	Prosedur Pengembangan	Prosedur pengembangan meliputi empat tahapan, yaitu tahap penelitian pendahuluan, tahap prototipe, tahap penilaian dan tahap dokumentasi dan refleksi sistematis. **(Lebih lengkap lihat Tabel 11.7)**.
	Pengembangan Instrumen Penelitian	Instrumen yang dikembangkan meliputi (1) penilaian buku model; (2) pengamatan proses pembelajaran; (3) kepraktisan PKD; (4) kepraktisan PKM; (5) keterampilan mahasiswa; (6) respon; (7) tes hasil belajar; (8) pedoman wawancara.
	Teknik Analisis Data	Jenis data ada dua, yaitu kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dianalisis dengan langkah Miles dan Huberman (1984). Data kuantitatif dianalisis dengan statisitika deskriptif.
	Kualitas Produk Pengembangan	Prototipe MPI diukur kualitasnya berdasarkan aspek valid, praktis dan efektif.

Lanjutan Tabel 11.6

(1)	*(2)*	*(3)*
Hasil dan Pembahasan	Hasil	Pemaparan hasil pengembangan disesuaikan dengan tahapan penelitian, yaitu yaitu tahap penelitian pendahuluan, tahap prototipe, tahap penilaian dan tahap dokumentasi dan refleksi sistematis.
	Pembahasan	Pemaparan hasil pembahasan disesuaikan dengan tahapan penelitian, yaitu yaitu tahap penelitian pendahuluan, tahap prototipe, tahap penilaian dan tahap dokumentasi dan refleksi sistematis.
Penutup	Kesimpulan	Bagian ini memaparkan simpulan penelitian. Penulisan simpulan disesuaikan dengan tujuan penelitian. Misalnya (1) penelitian ini telah menghasilkan MPI sesuai dengan prinsip desain pengembangan; (2) Prototipe MPI didesain dengan beberapa karakteristik; (3) penilaian MPI adalah valid, praktis dan efektif; (4) MPI direfleksikan pada beberapa aspek.
	Implikasi	Bagian ini memuat tentang kaitan MPI dengan situasi dan kondisi pendidikan saat ini. Misalnya kaitan MPI dengan pendidikan berkarakter.
	Saran	Bagian ini memuat tentang kekurangan penelitian dan hal-hal lain yang harus dilakukan untuk kesempurnaan modul.
Daftar Kepustakaan		Bagian ini memuat semua sumber serta rujukan yang digunakan dalam penulisan laporan
Lampiran		Lampiran penelitian adalah (1) Produk penelitian berupa buku MPI, buku PKD dan buku PKM; (2) Instrumen penelitian berupa penilaian MPI, penilaian PKD/PKM, pengamatan pelaksanaan proses pembelajaran, kepraktisan PKD oleh praktisi, kepraktisan PKM oleh mahasiswa, pengamatan keterampilan mahasiswa, respon mahasiswa, tes hasil belajar dan pedoman wawancara.

Tabel 11.7 Tahap Pengembangan Model Pembelajaran Integratif

No	Tahap Pengembangan	Kegiatan	Bentuk Kegiatan yang Dilakukan pada Penelitian
1	Penelitian Pendahuluan (*Preliminary Research*)	*Needs and context analysis*	Menganalisis karakteristik instistusi
			Menganalisis karakteristik mahasiswa
			Menganalisis instruksional mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan
		Review of literature	Menganalisis teori dan konsep terkait dengan penelitian
		Development of conceptual and theoretical framework for the study	Merancang kerangka konseptual untuk studi pengembangan
2	Tahap Prototipe (*Prototyping Stage*)	*Desain prototype*	Mendesain model pembelajaran integratif
		Formative evaluation	Melakukan uji validitas (*expert validity*) terhadap prototipe
		Revision	Melakukan revisi terhadap prototipe berdasarkan hasil *formative evaluation*
3	Tahap Penilaian (*Assesment Stage*)	*Summative evaluation*	Melakukan uji praktikalitas dan efektifitas terhadap prototipe
4	Dokumentasi dan Refleksi Sistematis (*Systematic Reflection and Documentation*)	*Documentation*	Mengemas dan menyempurnakaan protipe
		Reflection	Mendesain teori dan konsep baru berdasarkan hasil penelitian

(Prosedur Penelitian Pengembangan Plomp (2010) setelah diadaptasi sesuai dengan kebutuhan Penelitian (Haviz, 2012:93)

BAB 12. PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KOOPERATIF PADA EMBRIOLOGI

The research focused on developing cooperative learning materials for developmental of biology. This research therefore aimed designing teaching instructional, testing validity and testing practicality of the implementation of the materials upon the topic of developmental of biology. This a research and developmental. The first phase dealt with reconstruction or designing learning materials and the instrument that were used in cooperative learning. Next, testing instrument validity was done by expert. In the last phase, limited try out was conducted to figure out the practicality. The findings showed that learning materials and the supporting instruments were valid. Such learning materials included syllabus, lesson plans, students lab. sheet, concept map manual and students achievement evaluation sheet. Implementation practicality was assessed from the cooperative learning process and students responses. The findings showed that the learning process was suitable with prepared syllabus and lesson plans and students response toward learning process was in good category.

Unknowledgment:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *cooperative learning, instrument, developmental of biology*
- Tulisan ini disarikan dari hasil penelitian kompetitif STAIN Batusangkar 2010 dengan nomor kontrak Sti.02/IX/TL.00/2119.f/2010, yang melibatkan tim pengembangan yaitu M. Haviz (Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar) sebagai peneliti; Prof. Dr. Lufri, M.S; Dr. Ramadhan Sumarmin, M.Si; dan Dra. Helendra, M.S (Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang) sebagai validator
- Sebagian isi tulisan ini telah pernah disampaikan di seminar nasional alumni Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang, tanggal 20-21 Februari 2011 di Padang Panjang Sumatera Barat
- Sebagian isi tulisan ini juga telah diterbitkan di Jurnal Ta'dib Volume XIV No. 1 Juni 2011:7-14. ISSN:1410-8208 dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*, dan Lufri, Helendra dan Ramadhan Sumarmin sebagai *co-author*
- Sebagian isi tulisan ini telah dituliskan untuk dipublikasikan di Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran (JPP) Universitas Negeri Malang, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*, dan Ika Metiza Maris sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Pemilihan, perancangan dan penerapan model pembelajaran merupakan salah satu cara untuk meningkat kualitas proses pembelajaran. Proses ini disebut dengan pengembangan model pembelajaran. Salah satu tahap pengembangan pembelajaran adalah pengembangan perangkat pembelajaran. Hal ini penting dilakukan untuk menunjang pelaksanaan proses pembelajaran. Karena dalam proses pembelajaran akan terjadi interaksi antara dosen dengan mahasiswa. Agar terciptanya intraksi yang baik antara dosen dengan mahasiswa dalam proses pembelajaran, diperlukan analisis yang mendalam tentang karakteristik mahasiswa, materi ajar dan lingkungan pembelajaran oleh dosen pengampu mata kuliah. Kajian karakterstik ini juga digunakan untuk merancang model pembelajaran dan bagian-bagiannya, yaitu sintak, prinsip reaksi, sistem sosial, sistem pendukung dan dampak instruksional serta dampak pengiring (Joyce dan Weil, 2000). Dalam konteks ini, perangkat pembelajaran merupakan salah satu bagian sistem pendukung dalam model pembelajaran.

Analisa karakteristik yang telah dilakukan, terutama dalam proses pembelajaran di Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar. Beberapa permasalahan yang ditemukan sebagai kajian awal tentang karakteristik tersebut adalah *pertama* kurang baiknya aktifitas mahasiswa saat proses pembelajaran dan berpengaruh terhadap hasil belajar. Kecenderungan rendahnya aktivitas akan menyebabkan rendahnya hasil belajar mahasiswa. Aktivitas mahasiswa yang dimaksud meliputi mendengarkan atau memperhatikan penjelasan guru atau teman, membaca lembaran tugas, materi ajar dan menulis yang relevan, mengerjakan lembaran tugas Karakteristik kedua adalah keberagaman input mahasiswa. Keberagaman input akan menggambarkan perbedaan tingkat penguasaan dan pemahaman materi pembelajaran sebagaimana terlihat dari hasil belajar yang diperoleh oleh mahasiswa. Implikasi keberagaman input juga akan menyebabkan rendah nilai rata-rata kelas.

Karakteristik ketiga adalah STAIN Batusangkar telah menggiatkan pemakaian *active learning* dalam proses pembelajaran. Program ini merupakan program unggulan yang telah dilaksanakan pada mata kuliah lain di program studi yang lain. Akan tetapi pada Program Studi Pendidikan Biologi belum teraplikasikan secara maksimal. Karena, program ini belum tentu sesuai dengan karakteristik materi ajar di Pendidikan Biologi. Karakteristik keempat adalah materi perkuliahn perkembangan hewan mencakup fakta, konsep, prinsip dan teori memerlukan pemahaman yang tinggi untuk menguasainya. Pemahaman yang rendah juga cenderung akan menyebabkan rendahnya hasil belajar.

Penggunaan metode pembelajaran tradisional atau ceramah cenderung untuk membuat kualitas proses pembelajaran menjadi rendah. Metode ini juga

membuat peserta didik bosan, minat belajar rendah dan persepsi yang kurang baik (Anonimous, 2008). Akibat lebih lanjut adalah hasil belajar mahasiswa juga kurang baik. Menurut Lufri (2008) beberapa kekurangan metode ceramah: (a) kegiatan pengajaran menjadi verbalisme (pengertian kata-kata), (b) tidak dapat mencakup berbagai tipe belajar anak didik, (c) membosankan bagi anak didik bila terlalu lama, (d) sukar mendeteksi atau mengontrol sejauh mana pemahaman anak didik (e) menyebabkan anak didik pasif, (f) materi yang mudah juga ikut diceramahkan, (g) kurang menggairahkan belajar siswa, bila guru kurang cakap berbicara, (h) guru cenderung otoriter dan (i) membuat anak didik tergantung kepada gurunya.

Penjelasan diatas adalah beberapa latarbelakang yang menjadi permasalahan yang harus ditemukan solusinya. Menurut penulis, model pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik tersebut adalah pembelajaran kooperatif. Karena dalam pembelajaran kooperatif setiap anggota memiliki peran; terjadi hubungan interaksi langsung di antara siswa; setiap anggota kelompok bertanggung jawab atas belajarnya dan juga teman-teman sekelompoknya; dosen membantu mengembangkan keterampilan-keterampilan interpersonal kelompok; dosen hanya berinteraksi dengan kelompok saat diperlukan (Carin, 1993). Selanjutnya Roger dan David (1994) menjelaskan sebuah kelompok bisa dianggap telah melaksanakan pembelajaran jika adanya saling ketergantungan positif; tanggung jawab perorangan; tatap muka; komunikasi antar anggota dan evaluasi proses kelompok.

Penerapan metode kooperatif dalam proses pembelajaran diharapkan mampu berkontribusi positif terhadap penguasaan keterampilan dasar guru tersebut. Karena dalam aplikasi metode pembelajaran kooperatif mengandung unsur-unsur keterampilan dasar guru. Misalnya peserta didik dituntut untuk mampu berkomunikasi antar anggota, harus saling memiliki ketergantungan positif, memiliki tanggung jawab untuk mampu saling berinteraksi dengan kelompok dan mampu mengevaluasi pekerjaan. Karena STAIN Batusangkar sebagai salah satu institusi penghasil guru harus mampu mempersiapkan calon lulusan yang siap pakai di sekolah-sekolah ataupun lembaga-lembaga pendidikan lainnya. Keterampilan dasar guru mutlak harus dikuasai oleh calon guru, misalnya keterampilan bertanya, keterampilan memberi penguatan, keterampilan mengadakan variasi, keterampilan menjelaskan, keterampilan membuka dan menutup pelajaran, keterampilan membimbing diskusi kelompok kecil dan perorangan, keterampilan mengelola kelas dan keterampilan mengembangkan dan menggunakan media (Wardani *et al.* 1999).

Tujuan penelitian adalah (1) merancang perangkat pembelajaran kooperatif pada biologi perkembangan hewan (2) menganalisis validitas perangkat pembelajaran kooperatif pada biologi perkembangan hewan dan (3)

menganalisis kepraktisan penerapan perangkat pembelajaran kooperatif pada biologi perkembangan hewan.

PEMBELAJARAN KOOPERATIF DAN PETA KONSEP DALAM PERANGKAT PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

Pembelajaran kooperatif adalah salah satu bentuk pembelajaran yang berdasarkan faham konstruktivis. Pembelajaran kooperatif merupakan strategi belajar dengan sejumlah siswa sebagai anggota kelompok kecil yang tingkat kemampuannya berbeda. Dalam menyelesaikan tugas kelompoknya, setiap siswa anggota kelompok harus saling bekerja sama dan saling membantu untuk memahami materi pelajaran. Dalam pembelajaran kooperatif, belajar dikatakan belum selesai jika salah satu teman dalam kelompok belum menguasai bahan pelajaran.

Urutan langkah-langkah prilaku guru menurut model pembelajaran kooperatif yang diuraiakan oleh Arends (1997) adalah sebagaimana terlihat pada Tabel 12.1.

Tabel 12.1 Sintaks Pembelajaran Kooperatif

Fase	Tingkah Laku Dosen
Fase 1: Menyampaikan tujuan dan memotivasi siswa	Dosen menyampaikan semua tujuan pembelajaran yang ingin dicapai pada materi tersebut dan memotivasi mahasiswa
Fase 2: Menyajikan informasi	Dosen menyajikan informasi dengan cara demonstrasi atau dengan bahan bacaan
Fase 3: Mengorganisasikan siswa ke dalam kelompok-kelompok belajar	Dosen menjelaskan cara membentuk kelompok belajar dan membantu setiap kelompok untuk melakukan transisi
Fase 4: Membimbing kelompok bekerja dan belajar	Dosen membimbing kelompok-kelompok belajar saat mahsiswa mengerjakan tugas
Fase 5: Evaluasi	Dosen mengevaluasi hasil belajar tentang materi yang telah dipelajari atau masing-masing kelompok mempresentasikan hasil kerjanya
Fase 6: Memberikan penghargaan	Dosen mencari cara untuk dan memberikan penghargaan hasil belajar individu dan kelompok

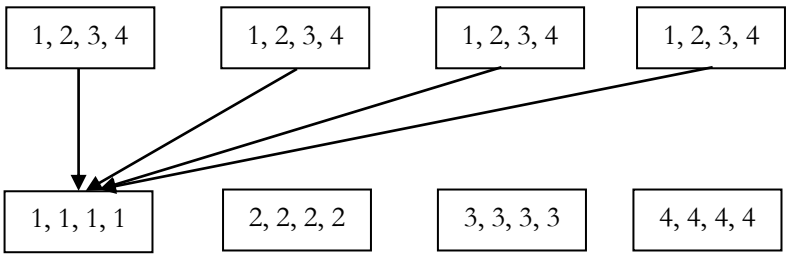
(Sumber: Arends, 1997)

Carin (1993) menjelaskan beberapa ciri dari pembelajaran kooperatif adalah; (a) setiap anggota memiliki peran, (b) terjadi hubungan interaksi langsung di antara siswa, (c) setiap anggota kelompok bertanggung jawab atas belajarnya dan juga teman-teman sekelompoknya, (d) guru membantu mengembangkan keterampilan-keterampilan interpersonal kelompok, (e) guru hanya berinteraksi dengan kelompok saat diperlukan. Selanjutnya Roger dan David (1994) menjelaskan sebuah kelompok bisa dianggap telah melaksanakan

pembelajaran kooperatif adalah (a) adanya saling ketergantungan positif; (b) tanggung jawab perorangan; (c) tatap muka; (d) komunikasi antar anggota dan (e) evaluasi proses kelompok.

Pembelajaran Kooperatif Tipe Jigsaw

Pembelajaran kooperatif tipe jigsaw adalah suatu tipe pembelajaran kooperatif yang terdiri dari beberapa anggota dalam satu kelompok yang bertanggung jawab atas penguasaan bagian materi belajar dan mampu mengarjarkan bagian tersebut kepada anggota lain dalam kelompoknya (Arends, 1997). Jigsaw dikembangkan dan diujicobakan oleh Aronson *et al.,* (1978) di Universitas Texas dan kemudian diadaptasi oleh Slavin (1994) di Universitas Jhon Hopkins. Model pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw merupakan model pembelajaran kooperatif, dengan siswa belajar dalam kelompok kecil yang terdiri dari 4–6 orang secara heterogen dan bekerjasama saling ketergantungan yang positif dan bertanggung jawab atas ketuntasan bagian materi pelajaran yang harus dipelajari dan menyampaikan materi tersebut kepada anggota kelompok yang lain (Arends, 1997).



Gambar 12.1 Ilustrasi yang Menunjukkan Hubungan Kelompok Asal dengan Kelompok Ahli dalam Tim Jigsaw dengan Anggota Kelompok 4 Orang (Lufri, 2008).

Pada model pembelajaran kooperatif tipe jigsaw, terdapat kelompok asal dan kelompok ahli. Kelompok asal, yaitu kelompok induk siswa yang beranggotakan siswa dengan kemampuan, asal, dan latar belakang keluarga yang beragam. Kelompok asal merupakan gabungan dari beberapa ahli. Kelompok ahli, yaitu kelompok siswa yang terdiri dari anggota kelompok asal yang berbeda yang ditugaskan untuk mempelajari dan mendalami topik tertentu dan menyelesaikan tugas-tugas yang berhubungan dengan topiknya untuk kemudian dijelaskan kepada anggota kelompok asal. Hubungan antara kelompok asal dan kelompok ahli digambarkan pada Gambar 12.1.

Untuk pelaksanaan pembelajaran kooperatif tipe jigsaw, disusun langkah-langkah pokok sebagai berikut; (1) pembagian tugas; (2) pemberian lembar ahli;

(3) mengadakan diskusi dan (4) mengadakan kuis. Adapun rencana pembelajaran kooperatif tipe jigsaw ini diatur secara instruksional sebagai berikut (Slavin, 1995):

1. Membaca: siswa memperoleh topik-topik ahli dan membaca materi tersebut untuk mendapatkan informasi.
2. Diskusi kelompok ahli: siswa dengan topik-topik ahli yang sama bertemu untuk mendiskusikan topik tersebut.
3. Diskusi kelompok: ahli kembali ke kelompok asalnya untuk menjelaskan topik pada kelompoknya.
4. Kuis: siswa memperoleh kuis individu yang mencakup semua topik.
5. Penghargaan kelompok: penghitungan skor kelompok dan menentukan penghargaan kelompok.

Setelah kuis dilakukan, maka dilakukan perhitungan skor perkembangan individu dan skor kelompok. Skor individu setiap kelompok memberi sumbangan pada skor kelompok berdasarkan rentang skor yang diperoleh pada kuis sebelumnya dengan skor terakhir. Arends (1997) memberikan petunjuk perhitungan skor kelompok sebagaimana terlihat dalam Tabel 12.2.

Tabel 12.2 Konversi Skor Perkembangan

No	Skor Individu	Skor Perkembangan
1	Lebih dari 10 poin di bawah skor awal	5
2	10 poin sampai 1 poin di bawah skor awal	10
3	Skor awal sampai 10 poin diatasnya	20
4	Lebih dari 10 di atas skor awal	30
5	Nilai sempurna (tidak berdasarkan skor awal)	30

(Sumber : Arends, 1997)

Untuk menentukan tingkat penghargaan yang diberikan untuk prestasi kelompok berdasarkan Tabel 12.3.

Tabel 12.3. Tingkat Penghargaan Kelompok

Rata-Rata Kelompok	Penghargaan
15	Good team (tim yang bagus)
20	Great team (tim yang hebat)
25	Super team (tim yang super)

(Sumber : Arends, 1997)

Peta Konsep

Peta konsep dikembang oleh Novak dan Gowin (1984). Peta konsep (*concept map*) merupakan diagram yang menunjukkan saling keterkaitan antara

konsep sebagai representasi dari makna (meaning) (Lufri, 2004). Konsep merupakan abstraksi yang digunakan untuk mengklasifikasikan kata-kata (*words*), ide-ide (*ideas*), benda-benda (*objects*), perasaan (*feelings*), keterampilan (*skills*).

Tahapan utama peta konsep adalah: (1) mendata konsep-konsep dan ide-ide utama dalam bentuk kata atau frase, (2) menyusun konsep-konsep dan ide-ide utama tersebut dalam suatu hirarki, mulai dari yang paling umum, inklusif dan abstrak (superordinat) ke yang paling spesifik dan konkrit (*subordinate*) dan semua ini dikembangkan dengan garis panah dan (3) menempatkan kata atau frase ini pada posisi yang tepat dan dihubungkan dengan garis panah sehingga membentuk sebuah rangkaian (*preposistional*) atau bentuk preposisi (Okebula, 1993). Menurut Dahar (1988) beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menganalisis konsep adalah (a) nama konsep, (b) atribut-atribut kriteria dan atribut-atribut variabel dari konsep, (c) defenisi konsep, (d) contoh-contoh dan non contoh dari konsep dan (e) hubungan konsep dengan konsep lain.

Aspek-Aspek Psikologis dalam Pembelajaran

Persepsi (*perception*) adalah proses untuk mengidentifikasi sesuatu (Drever, 1986). Persepsi merupakan suatu proses mental dengan menyederhanakan (*simplify*) dan menyusun (*organize*) pengalaman. Di dalam proses persepsi, individu dituntut untuk memberikan penilaian terhadap suatu objek, yang dapat bersifat positif atau negatif, senang atau tidak senang. Dengan adanya persepsi maka akan terbentuk sikap.

Sikap adalah (a) pengaruh atau penolakan, (b) penilaian, (c) suka atau tidak suka atau (d) kepositifan atau kenegatifan terhadap suatu objek psikologis. (Mueller, 1992). Sikap membangun komponen penting nomor satu dalam jiwa manusia. Secara kuat sekali mempengaruhi segala keputusan kita untuk memilih dan menerima sesuatu (Mueller, 1992).

Motivasi (*motivation*) merupakan suatu kecenderungan untuk bertindak dengan suatu cara tertentu (Lufri, 2008). Motivasi memiliki dua komponen yaitu (a) komponen dalam (*inner component*) dan (b) komponen luar (*outer component*). Komponen dalam adalah perubahan dalam diri seseorang, misalnya keadaan merasa tidak puas dan ketegangan psikologis. Komponen luar adalah apa yang diinginkan seseorang, tujuan yang menjadi arah prilaku sesorang (Lufri, 2008).

Pokok Bahasan Gastrulasi

Gastrulasi adalah proses pembentukan gastrula. Gastrula merupakan tahapan perkembangan embrio setelah tahap blastula. Ciri utama tahap gastrula ini adalah terbentuknya *archenteron* atau *gastrocoel,* yang merupakan rongga dan sebagai bakal saluran pencernaan. Tahap gastrula merupakan tahap yang sangat penting dalam perkembangan embrio. Sebenarnya, semua tahapan dalam perkembangan itu penting, karena apabila suatu tahap terganggu maka tahap berikutnya juga akan terganggu atau tidak berjalan secara sempurna. Dikatakan

tahap gastrula ini sangat penting maksudnya karena pada tahap inilah lapisan lembaga (ektoderm, mesoderm dan endoderm) terbentuk, sedangkan kesemua organ tubuh berasal dari ketiga lapisan lembaga ini.

Peta nasib

Blastula yang terbentuk melalui proses blastulasi mempunyai daerah-daerah bakal pembentuk organ. Daerah-daerah itu sudah terpeta pada tahap blastula akhir dan sudah tertentu pula nasibnya, artinya daerah-daerah bakal ini sudah tertentu arah geraknya dan sudah tertentu pula organ yang akan dibentuk. Pada proses gastrulasi, posisi daerah-daerah bakal itu akan dapat diketahui. Keseluruhan daerah bakal yang terpeta pada blastula dikenal dengan **peta nasib** (*fate map*).

Daerah bakal ini disebut juga dengan daerah **presumptif** atau daerah **prospektif.** Sel-sel pada daerah presumtif ini akan mengalami pergerakan pada proses gastrulasi. Sel-sel daerah presumptif ini akan bergerak menuju daerah yang sesungguhnya, artinya daerah di mana organ-organ itu terbentuk. Gerakan sel-sel presumptif menuju daerah yang sesungguhnya inilah yang dikenal dengan **gerakan morfogenetik.** Contoh peta nasib pada amphioxus, amfibia dan aves dikutip dan dituliskan kembali dari Lufri dan Helendra (2009) di paragraf berikut.

Peta nasib antara *Amphioxus* dan amfibia hampir sama. Daerah-daerah bakal yang terdapat pada peta nasib hewan *Amphioxus* dan amfibia adalah sebagai berikut: (1) presumptif epidermis, (2) presumptif keping saraf (neural plate), (3) presumptif mesoderm non-notochordal, yang terdiri atas: somit (mesoderm dorsal atau epimer), mesoderm lateral (hipomer) dan mesoderm intermediet (mesomer), (4) presumptif notochord dan (5) presumptif endoderm. Peta nasib pada blastula burung berbeda dengan peta nasib pada blastula *Amphioxus* dan amfibia. Hal ini disebabkan struktur blastula burung yang tidak bulat, melainkan berbentuk lapisan seperti cakram, yang terletak di atas yolk (Oppenheimer, 1980).

Gerakan morfogenetik

Gerakan morfogenetik adalah gerakan sel atau sekelompok sel dalam proses gastrulasi (pembentukan lapisan lembaga) atau dalam pembentukan organ (organogenesis). Dalam gastrulasi, biasanya melibatkan berbagai tipe gerakan, yaitu: (1) epiboli, (2) invaginasi, (3) involusi, (4) inggresi, (5) delaminasi, (6) konvergensi, (7) divergensi, (8) ekstensi, dan evaginasi. Keseluruhan gerakan, kecuali epiboli disebut juga dengan **emboli.** Emboli diartikan sebagai gerakan menyusup yang terjadi di bagian sebelah dalam embrio. Gerakan emboli ini terjadi pada daerah-daerah seperti pada bakal mesoderm, notochord dan

endoderm. Daerah-daerah bakal (presumptif) bergerak ke dalam blastocoel. Oleh karena itu, blastocoel mempunyai peran penting dalam proses gastrulasi. Contoh gastrulasi peta nasib pada amphioxus, landak laut dan amfibia dikutip dan dituliskan kembali dari Lufri dan Helendra (2009) di paragraf berikut.

Blastula pada Amphioxus berlapis tunggal, dengan bentuk sel-sel seperti silinder (columnar) (Balinsky, 1976). Pada blastula terdapat sel-sel mikromer di daerah kutub animal dan sel-sel makromer di daerah kutub vegetal. Sel-sel yang terdapat pada kutub vegetal (sel makromer) susunannya agak longgar daripada sel-sel yang terdapat pada kutub animal (sel-sel mikromer). Di dalam blastula terdapat suatu rongga (blastocoel). Blastocoel ini mempunyai peranan penting dalam proses gastrulasi, karena berbagai gerakan morfogenetik dapat terjadi karena adanya rongga ini. Daerah-daerah presumptif akan bergerak kedalam rongga ini dengan gerakan morfogenetik pada proses gastrulasi. Demikian juga lapisan lembaga endoderm dan mesoderm juga terbentuk di dalam rongga ini.

Landak laut (sea urchine) mempunyai tipe telur isolesital atau mempunyai sedikit yolk. Menurut Gilbert (1985), blastula landak laut mempunyai lapisan tunggal, yang terdiri dari 1000 sampai 2000 sel. Sel-sel ini diturunkan dari daerah yang berbeda, ukuran dan ciri yang berbeda. Gastrulasi pada landak laut dimulai dengan perubahan bentuk sel pada keping di daerah kutub vegetal blastula. Beberapa sel kehilangan adhesinya dengan sel-sel tetangga, dan bermigrasi ke dalam blastocoel. Pada bagian keping kutub vegetal mulai melengkung dan membentuk suatu rongga di dalam embrio. Rongga baru yang terbentuk ini disebut dengan **gastrocoel** atau **archenteron**. Rongga ini terbuka ke luar pada ujung kutub vegetal, mulut rongga yang terbuka ke luar ini disebut **blastoporus**. Puncak archenteron terus bergerak ke arah kutub animal, yang nantinya disebut sebagai **atap archenteron.**

Gastrulasi pada amfibia dimulai pada sisi dorsal embrio, sedikit di bawah equator dan dalam daerah sabit kelabu (grey crescent). Di tempat ini terbentuk celah yang disebut dengan **blastoporus**, dan melalui celah ini sel-sel endoderm masuk ke bagian dalam embrio (Gilbert, 1985). Celah ini terbentuk karena adanya penekanan sel-sel dari permukaan yang melakukan epiboli.

Perubahan-perubahan seluler selama gastrulasi

Selama gastrulasi berlangsung terjadi berbagai macam perubahan seluler diantaranya adalah perubahan bentuk sel, hubungan sel, dan gerakan sel. Disamping itu ada lagi perubahan-perubahan lain yang dapat dipelajari secara histologi dan secara histokimia. Johnson dan Everitt (1988) telah membahas mengenai perubahan bentuk sel, hubungan sel, dan gerakan sel selama gastrulasi. Menurutnya perubahan bentuk jelas hubungannya dengan proses gastrulasi, yaitu dalam pembentukan **sel botol.** Pada embrio katak dan burung terbentuk sekumpulan sel botol pada daerah invaginasi. Sel-sel ini dapat

memanjang sampai 200 um dan berhubungan kuat dengan sel tetangganya. Bagian leher sel botol memanjang dan bagian dadanya membesar dan bulat. Leher sel botol ini disusun oleh mikrotubul. Namun, masih belum dapat dipastikan apakah mikrotubul ini yang bertanggung jawab dalam aktivitas pemanjangan sel. Di samping mikrotubul juga dapat dilihat sub-struktur filamen yang mempunyai fungsi kontraktil.

Perubahan-perubahan seluler secara histologi dan histokimia pada proses gastrulasi telah dipelajari oleh Rudnick (1956). Perubahan-perubahan itu adalah sebagai berikut : (1) Meningkatnya afinitas sel terhadap zat warna pada lapisan atas daerah primitive; (2) Menurunnya kemampuan untuk indikator oksidasi-reduksi; (3) Menghilangnya lemak-lemak di atas daerah invaginasi; (4)Meningkatnya kandungan ribonucleic acid (RNA); (5)Meningkatnya sulfhydryl dan (6) Meningkatnya konsentrasi indophenol oxidase dan phosphatase.

METODE PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN KOOPERATIF

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan, karena pada penelitian ini akan dikembangkan perangkat pembelajaran perkembangan hewan pada pokok bahasan spermatogenesis. Model pengembangan ini adalah modifikasi dari model pengembangan 4-D (*four D*) yang terdiri dari 4 tahap: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan penyebaran (*disseminate)* (Thiagarajan, 1974 dalam Dyah, 2006). Pada penelitian ini peneliti hanya melakukan sampai pada tahap *develop* saja. Selanjutnya produk akan divalidasi oleh pakar, kemudian akan dilakukan uji coba terbatas pada mahasiswa. Sehingga, penelitian dibagi atas tiga tahap, yaitu:

Tahap I Pembuatan Instrumen

Penelitian I bertujuan untuk merancang perangkat pembelajaran kooperatif pada perkembangan hewan. Adapun tahapan dan langkah kerja dalam penelitian tahap I adalah:

1. Merekonstruksi pokok bahasan spermatogenesis sebagai materi penelitian, yang mengacu ketentuan Pekerti/AA bagi staf pengajar yang telah dimodifikasi (Atwi, 2005; Trianto, 2009; BNSP, 2006). Perangkat pembelajaran yang akan direkontruksi adalah (a) Silabus Pembelajaran Kooperatif; (b) Satuan Acara Pembelajaran Pembelajaran Kooperatif (SAP); (c) Pedoman Kerja Mahasiswa; (d) Lembar Evaluasi Pembelajaran Kooperatif dan (e) Lembaran Pedoman Kerja Peta Konsep.

   Pedoman kerja mahasiswa dibuat dengan mengacu kepada langkah-langkah yang harus dilakukan oleh mahasiswa dalam pembelajaran

kooperatif. Langkah-langkah tersebut disusun secara berurutan dari awal kegiatan pembelajaran sampai dengan akhir pembelajaran. Penggunaan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif dimasukkan ke dalam langkah-langkah pembelajaran.

Pembuatan peta konsep mengacu kepada Lufri (2005) dan Okebula (1993). Tahapan utama peta konsep adalah: (1) mendata konsep-konsep dan ide-ide utama dalam bentuk kata atau frase, (2) menyusun konsep-konsep dan ide-ide utama tersebut dalam suatu hirarki, mulai dari yang paling umum, inklusif dan abstrak (superordinat) ke yang paling spesifik dan konkrit (*subordinate*) dan semua ini dikembangkan dengan garis panah dan (3) menempatkan kata atau frase ini pada posisi yang tepat dan dihubungkan dengan garis panah sehingga membentuk sebuah rangkaian (*prepositional*) atau bentuk preposisi.

2. Pembuatan Instrumen Pendukung penelitian. Instrumen pendukung, yaitu:
   a. Pengamatan Pengelolaan Proses Pembelajaran Kooperatif

      Instrumen kemampuan dosen mengelola pembelajaran dalam pembelajaran kooperatif tipe jigsaw. Kemampuan mengelola proses pembelajaran meliputi persiapan, pendahuluan, penyajian, penutup, pengelolaan waktu, dan pengelolaan kelas.
   b. Aktivitas Mahasiswa Dalam Pembelajaran Kooperatif

      Instrumen berupa lembar observasi aktivitas mahasiswa, dibuat berdasarkan banyaknya aktivitas yang dilakukan mahasiswa selama proses belajar mengajar. Instrumen aktivitas mahasiswa dalam pembelajaran menggunakan metode *cooperative learning* tipe jigsaw. Aktivitas mahasiswa yang dimaksud meliputi mendengarkan atau memperhatikan penjelasan guru atau teman, membaca lembaran tugas, materi ajar dan menulis yang relevan, mengerjakan lembaran tugas pada kelompok ahli, berlatih melakukan keterampilan kooperatif, dan mempresentasikan hasil kerja kelompok.
   c. Keterampilan Kooperatif Mahasiswa

      Instrumen berupa lembar observasi keterampilan aktivitas mahasiswa, dibuat berdasarkan banyaknya aktivitas kooperatif mahasiswa. Aktivitas yang bercirikan kooperatif yaitu, menghargai kontribusi, mengambil giliran dan berbagi tugas, mengajukan pertanyaan, mendengarkan dengan aktif, dan memeriksa ketepatan.
   d. Respon Mahasiswa Terhadap Proses Pembelajaran Kooperatif

      Instrumen ini berisikan pendapat mahasiswa terhadap proses pembeajaran yang telah dilaksanakan. Pembuatan instrument berdasarkan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif.

Tahap II Uji Validitas Instrumen

Penelitian tahap ini bertujuan untuk melihat validitas perangkat dan instrumen instrumen yang telah dibuat. Uji validitas yang akan digunakan adalah validitas konstruk (*construct* validity) dan validitas isi (*content validity*) (Sudijono, 1996). Perangkat dan instrumen ini divalidasi oleh para pakar pendidikan yang sesuai dengan bidang keahliannya.

Perbaikan dilakukan setelah uji coba instrumen selesai bertujuan untukk memperoleh instrumen yang baik dan layak dalam penelitian. Perbaikan dilakukan dengan membuang, memperbaiki dan menambah butir angket berdasarkan hasil uji coba yang telah dilakukan.

Tahap III Tahap Uji Coba (Praktikalitas)

Penelitian tahap ini bertujuan melihat kepraktisan instrument yang telah dibuat. Uji praktikalitas yang dilakukan adalah uji terbatas, yaitu dilakukan pada mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar. Tahap-tahap penelitian pada uji ini mengacu kepada sintaks pembelajaran yang telah dibuat sebelumnya. Untuk membantu mahasiswa memahami langkah-langkah pembelajaran, mahasiswa diberikan lembaran diskusi mahasiswa dan peta konsep. Dengan bantuan beberapa orang pengamat dan mahasiswa, akan diperoleh data uji coba terbatas tentang Hasil pengamatan keterlaksanaan satuan acara pembelajaran (SAP) dalam pembelajaran kooperatif dan Respon mahasiswa terhadap proses pembelajaran.

Analisis Data

Uji validitas instrumen

Setiap instrument penelitian dilakukan uji validitas. Data hasil validasi dianalisis dengan menggunakan skala likert, selanjutnya dicari rerata nilai dengan menggunakan rumus berikut:

$$R = \frac{\sum_{j=1}^{n} V_{ij}}{nm}$$ (Muliyardi, 2006:82).

dengan R = rerata hasil penilaian dari para ahli/praktisi
V_{ij} = skor hasil penilaian para ahli/praktisi ke-j terhadap kriteria i
n = banyaknya para ahli/praktisi yang menilai
m = banyaknya kriteria

Rerata yang didapatkan dikonfirmasikan dengan kriteria yang ditetapkan. Cara mendapatkan kriteria tersebut dengan menggunakan langkah sebagai berikut:

a. Rentangan skor mulai dari 1 - 4 .
b. Kriteria dibagi atas 4 tingkatan, yaitu sangat valid, valid, cukup valid, dan tidak valid.
c. Rentangan skor dibagi menjadi empat kelas interval, yaitu:

1 = Sangat Tidak Setuju	dengan intensitas	< 25 %
2 = Tidak Setuju	dengan intensitas	25% - 50 %
3 = Setuju	dengan intensitas	51% - 75 %
4 = Sangat Setuju	dengan intensitas	> 75 %

dengan mengikuti prosedur di atas didapatkan kriteria sebagai berikut:

a. Bila rerata > 3.00 maka dikategorikan sangat valid
b. Bila 2,00 < rerata ≤ 3,00 maka dikategorikan valid
c. Bila 1,00 < rerata ≤ 2,00 maka dikategorikan cukup valid
d. Bila rerata ≤ 1,00 maka dikategorikan tidak valid

PERANGKAT PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI BERBASIS KOOPERATIF

Produksi Perangkat dan Instrumen Pembelajaran Kooperatif

Penelitian tahap pertama, telah dihasilkan beberapa perangkat dan instrumen yang akan digunakan dalam proses pembelajaran kooperatif pada biologi perkembangan hewan. Produk penelitian ini ditampilkan pada Tabel 12.4.

Tabel 12.4 Jenis Produk Penelitian

Produk Ke	Jenis Perangkat / Instrumen
Perangkat 1	Silabus Pembelajaran Kooperatif
Perangkat 2	Satuan Acara Pembelajaran Kooperatif (SAP)
Perangkat 3	Pedoman Kerja Mahasiswa
Perangkat 4	Lembar Evaluasi Pembelajaran Kooperatif
Perangkat 5	Lembaran Pedoman Kerja Peta Konsep
Instrumen 1	Pengamatan Pengelolaan Proses Pembelajaran Kooperatif
Instrumen 2	Aktivitas Mahasiswa dalam Pembelajaran Kooperatif
Instrumen 3	Keterampilan Kooperatif Mahasiswa
Instrumen 4	Respon Mahasiswa Terhadap Proses Pembelajaran Kooperatif

Uji Validitas Pakar

Berdasarkan uji validitas isi dan validitas konstruk yang telah dilakukan oleh para pakar, diperoleh hasil validasi seperti Tabel 12.5. Hasil validasi ini menunjukkan hampir sebagian besar item dari perangkat pembelajaran sudah sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif tipe Jigsaw. Karena, perangkat ini telah menggambarkan anggota kelompok belajar memiliki peran,

berinteraksi, bertanggungjawab, mengembangkan keterampilan kooperatif (Carin, 1993). Sintak pembelajaran yang disusun dalam SAP dan Pedoman Kerja Mahasiswa juga telah memperlihat unsur pembelajaran kooperatif, yaitu adanya pembagian tugas, adanya pemberian lembar ahli, adanya diskusi dan adanya kuis (Slavin, 1995). Meskipun demikian, tetap ada item-item perangkat dan instrumen yang diperbaiki.

Tabel 12.5 Hasil Validasi Perangkat dan Instrumen Pembelajaran Kooperatif

No	Jenis Perangkat / Instrumen	Penilaian Validator			Rata-Rata	Kategori
		I	II	III		
1	Silabus Pembelajaran Kooperatif	2.70	3.00	3.00	2.90	Valid
2	Satuan Acara Pembelajaran Kooperatif (SAP)	3.50	3.25	3.00	3.25	Sangat Valid
3	Pedoman Kerja Mahasiswa Lembar	3.25	3.25	3.25	3.25	Sangat Valid
4	Evaluasi Pembelajaran Kooperatif	2.75	2.75	3.00	2.83	Valid
5	Lembaran Pedoman Kerja Peta Konsep	3.50	3.75	3.75	2.75	Valid
6	Pengamatan Pengelolaan Proses Pembelajaran Kooperatif	3.25	3.50	3.75	3.50	Sangat Valid
7	Aktivitas Mahasiswa Dalam Pembelajaran Kooperatif	3.25	3.25	3.00	3.17	Sangat Valid
8	Keterampilan Kooperatif Mahasiswa	3.75	3.50	3.50	3.58	Sangat Valid
9	Respon Mahasiswa Terhadap Proses Pembelajaran Kooperatif	3.00	2.75	2.75	2.83	Valid

Tabel 12.6 Hasil Pengamatan Pengelolaan Pembelajaran dengan Model Kooperatif

No	Aspek Pengamatan	Hasil Pengamatan
(1)	(2)	(3)
I	Isi dan Konstruk Silabus dan Satuan Acara Pembelajaran	
	Identitas silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	
	1. Mencantumkan nama institusi, mata kuliah, pokok bahasan,	Sangat Sesuai
	2. Mencantumkan Standar Kompetensi (SK), Kompetensi Dasar (KD), Indikator dan Alokasi Waktu	Sangat Sesuai
	3. Mencantumkan model pembelajaran kooperatif, metode diskusi/tanya jawab/presentasi dan pendekatan pembelajaran jigsaw	Sangat Sesuai
	Perumusan Tujuan Pembelajaran dalam Silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	
	1. Tujuan sesuai dengan indikator pembelajaran kooperatif	Sesuai
	2. Tujuan sesuai dengan waktu pembelajaran kooperatif	Sesuai
	3. Tujuan sesuai dengan hasil pembelajaran kooperatif	Sesuai
	4. Tujuan disusun secara spesifik sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif	Sesuai
	Pemilihan Materi Pembelajaran dalam Silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)	
	1. Materi pembelajaran sesuai dengan indikator pembelajaran kooperatif	Sesuai
II	Pendahuluan	
	Fase 1. Menyampaikan tujuan dan motivasi	
	1. Menginformasikan tujuan pembelajaran dengan pendekatan Jigsaw	Sesuai
	2. Memotivasi mahasiswa dengan cara memaparkan manfaat materi yang akan dipelajari dalam pembelajaran dengan pendekatan Jigsaw	Sesuai
	Fase 2. Menyampaikan cara belajar	
	1. Menginformasikan prinsip dan ciri penerapan model pembelajaran kooperatif, metode diskusi/tanya jawab/presentasi dan pendekatan pembelajaran jigsaw dalam proses pembelajaran	Sesuai
	2. Mengingatkan agar mahasiswa melakukan kegiatan belajar sesuai dengan Lembaran Diskusi Mahasiswa	Sesuai
	Fase 3. Mengorganisasi mahasiswa ke dalam kelompok kooperatif	
	1. Membagi mahasiswa dalam kelompok belajar Jigsaw menjadi kelompok asal sesuai sub materi dipelajari	Sangat Sesuai
	2. Memberikan tanda pengenal yang sama kepada mahasiswa yang mempelajari sub materi yang sama (kelompok ahli)	Sangat Sesuai
	3. Mengatur tempat duduk dan lokasi kelompok asal dan kelompok ahli sesuai denah yang disiapkan	Sesuai

Lanjutan Tabel 12.6

(1)	(2)	(3)
III	Inti	
	Fase 4. Membimbing kelompok kerja/belajar mahasiswa	
	1. Mengawasi dan membimbing kelompok belajar saat mahasiswa berada di kelompok asal	Sesuai
	2. Mengingatkan mahasiswa untuk menuliskan dan membuat kesimpulan konsep-konsep materi dari sumber-sumber belajar di buku catatan	Sangat Sesuai
	3. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok asal ke ke kelompok ahli (melakukan transisi)	Sangat Sesuai
	4. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien	Sesuai
	5. Mendorong mahasiswa untuk melakukan keterampilan kooperatif dengan sesama teman kelompok ahli	Sesuai
	6. Mengawasi dan membimbing kelompok belajar saat mahasiswa berada di kelompok ahli	Sesuai
	7. Membantu kelompok ahli dalam memahami konsep-konsep utama materi pembelajaran	Sesuai
	8. Membantu kelompok ahli menjawab lembaran peta konsep	Sesuai
	9. Mengingatkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan hasil diskusi sebagai bahan presentasi	Sangat Sesuai
	10. Membantu penjelasan dan menyimpulkan konsep setelah masing-masing kelompok ahli melakukan presentasi	Sangat Sesuai
	11. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok ahli ke kelompok asal (melakukan transisi)	Sangat Sesuai
	12. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien	Sesuai
	13. Mendorong kelompok asal untuk bertanggungjawab dalam memberikan pemahaman materi yang dikuasai	Sesuai
	14. Mengawasi dan membimbing diskusi di kelompok asal	Kurang Sesuai
	15. Menagih lembaran hasil diskusi dan peta konsep	Sesuai
	16. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok asal ke formasi awal belajar (melakukan transisi)	Sangat Sesuai
	17. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien	Sesuai
III	Penutup	
	Fase 5. Evaluasi	
	1. Memberikan tes hasil belajar berupa *post test*	Sangat Sesuai
	2. Menghitung dan menginformasikan hasil tes belajar berupa skor individu dan skor kelompok	Sangat Sesuai
	Fase 6. Memberikan Penghargaan	
	1. Mengucapkan selamat kepada individu dan kelompok yang memperoleh hasil baik dan paling baik	Sangat Sesuai
	2. Memotivasi individu dan kelompok yang memperoleh cukup dan tidak baik	Sangat Sesuai
IV	Aspek Sumber Belajar dan Alokasi Waktu	
	1. Sumber belajar sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif	Kurang Sesuai
	2. Pemilihan sumber belajar sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif	Kurang Sesuai
	3. Pengelolaan waktu sesuai dengan prinsip-prinsip pembelajaran kooperatif	Kurang Sesuai
	Jumlah Sangat Sesuai	= 35.89 %
	Sesuai	= 53.85 %
	Kurang Sesuai	= 10.26 %
	Rata-Rata	Sesuai

Tabel 12.7 Respon Mahasiswa Terhadap Proses Pembelajaran

No	Pernyataan	Respon Mahasiswa			
		1	2	3	4
1	Metode/pendekatan pembelajaran menyebabkan mahasiswa memiliki tanggungjawab terhadap tugas yang diberikan	0	3.44	55.18	41.38
2	Metode/pendekatan pembelajaran yang digunakan membuat mahasiswa mampu memotivasi teman yang lain	3.44	3.44	62.08	31.04
3	Metode/pendekatan pembelajaran menyebabkan mahasiswa memiliki persepsi yang sama dalam kelompok.	0	20.69	69.52	13.79
4	Metode/pendekatan pembelajaran mampu membuat mahasiswa mendengar aktif	0	24.14	65.52	10.34
5	Metode/pendekatan pembelajaran menyebabkan mahasiswa memiliki kemampuan bertanya aktif	0	41.38	51.72	6.9
6	Metode/pendekatan pembelajaran mampu membuat mahasiswa menafsirkan atau menyampaikan kembali informasi dengan kalimat berbeda	0	12.74	58.62	24.14
7	Metode/pendekatan pembelajaran menyebabkan mahasiswa memiliki ketepatan atau membandingkan jawaban dan memastikan jawaban yang diterima benar	10.34	24.14	62.08	3.44
8	Metode/pendekatan pembelajaran menyebabkan adanya ketergantungan positif	6.9	34.48	48.28	10.34
9	Metode/pendekatan pembelajaran meningkatkan interaksi antar mahasiswa	0	6.9	48.28	44.82
10	Metode/pendekatan pembelajaran meningkatkan keterampilan individual mahasiswa	3.44	6.9	68.97	20.69
11	Metode/pendekatan pembelajaran menciptakan suasana belajar kelompok	6.9	3.44	41.38	48.28
12	Pedoman kerja mahasiswa bisa dipahamai dengan baik	0	34.48	51.72	13.79
13	Apakah saudara berminat untuk mengikuti kegiatan pembelajaran berikutnya seperti yang telah saudara ikuti?	3.44	6.9	72.41	17.24
14	Apakah kegiatan proses pembelajaran seperti ini menambah motivasi belajar anda?	3.44	20.69	62.07	13.8

Keterangan 1 = Sangat Tidak Setuju dengan intensitas < 25 %; 2 = Tidak Setuju dengan intensitas 25% - 50 %; 3 = Setuju dengan intensitas 51% - 75 % dan 4 = Sangat Setuju dengan intensitas > 75 %.

Meskipun demikian, untuk pencapaian kepraktiksan perangkat dan instrumen penelitian ini perlu dilakukan penyempurnaan. Karena saat koleksi data dilakukan, dikhawatirkan ada variabel pengganggu (*nuisance variable*). Hal ini terjadi pada saat pengamatan proses pengelolaan pembelajaran, pengamatan aktivitas, pengamatan keterampilan kooperatif, respon dan tes hasil belajar mahasiswa. Sehingga, hanya data hasil pengamatan proses pembelajaran dan respon siswa saja yang ditampilkan. Selanjutnya, untuk pencapaian kepraktisan perangkat dan instrumen, penelitian ini harus dilengkapi dengan tes hasil belajar. Sebaiknya, proses pembelajaran dievaluasi dalam bentuk kognitif, afektif dan psikomotor (Wong *et al.*, 2008). Sedangkan peneliti, baru melakukan evaluasi proses pembelajaran dari aspek kognitif dan afektif saja (data tidak ditampilkan).Sehingga, perlu penyempurnaan dalam perangkat lembaran evaluasi.

Uji praktikalitas perangkat dan instrumen pembelajaran harus dilanjutkan dengan pengujian efektifitas. Sehingga, perangkat dan instrumen yang dirancang bisa menggambarkan sebuah model pembelajaran, seperti model belajar *learning*

communitiy (Supriyadi, 2010), model pembelajaran tematik (Akbar *et al.,* 2010) dan model kontrak belajar (Mappiare, 2010). Hasil-hasil penelitian tersebut telah memperlihatkan keefektifan penerapan perangkat dan instrumen yang dirancang. Selanjutnya, perbandingan hasil belajar dari metode jigsaw dengan metode lainnya (Slish, 2005; Carpenter, 2006; Wong *et al.,* 2008) perlu dilakukan untuk melihat keefektifan perangkat pembelajaran. Pada penelitian ini, rangkaian pengujian efektifitas tidak dilakukan. Sehingga, sebuah model pembelajaran belum tercipta dari perangkat dan instrumen yang telah disusun.

Pembelajaran kooperatif memiliki ciri adanya perhitungan skor perkembangan individu dan kelompok dan Arends (1997). Sehingga, terlihat jelas kemajuan keterlaksanaan proses pembelajaran. Pada penelitian ini, tahap ini tidak dilakukan. Sehingga, perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk kesempurnaan hasil penelitian.

PENUTUP

Berdasarkan temuan dan pembahasan, maka bisa dituliskan beberapa kesimpulan (1) Produk penelitian ini adalah perangkat dan instrumen pembelajaran perkembangan hewan dengan model kooperatif learning; (2) Perangkat dan instrumen pembelajaran perkembangan hewan dengan model kooperatif learning dikategorikan valid dan (3) Perangkat dan instrumen pembelajaran perkembangan hewan dengan model kooperatif learning dikategorikan belum praktis untuk semua aspek prakrikalitas.

Luaran dari penelitian ini adalah perangkat dan instrumen ini bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Untuk kesempurnaan, perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang uji praktikalitas dan pengamatan terhadap aspek-aspek pembelajaran lainnya. Sehingga, bisa menciptakan sebuah model pembelajaran kooperatif.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Akbar S, Wayan IS dan Pujianto. 2010. Pengembangan model tematik untuk kelas 1 dan kelas 2 sekolah dasar. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* Vol. 17 (1):32-40.

Anonimous. 2008. Wawancara Mahasiswa STAIN Batusangkar.

Arends RI. 1997. *Classroom Instruction and Management*. New York: McGraw Hill Companies.

Arends RI. 2001. *Learning to Teach*. New York: McGraw Hill Companies.

Atwi MS. 2005. *Desain Instruksional*. Jakarta: Pusat Antar Universitas untuk Peningkatan Pengembangan Aktivitas Instruksional Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Depdiknas.

Balinsky BI. 1976. *An Introduction to Embryology. 4th ed.* W.B. Saunders Co. Toppan Co. Ltd. Tokyo.

BNSP. 2006. *Dokumen Standar Pendidikan Nasional.* Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional Republik Indonesia.

Carin A. 1993. *Teaching Modern Science.* New York: Macmillan Publishing Company.

Carpenter JM. 2006. Effective Teaching Methodes For Large Classes. *Journal of Family and Consumer Sciences Education* Vol. 24 (2): 13-23.

Dahar RW. 1988. *Teori-Teori Belajar.* Jakarta: Dirjen Dikti Depdikbud RI.

Drever J. 1986. *Kamus Psikologi.* Terjemahan oleh Nancy S. Jakarta: PT. Bina Aksara.

Gilbert SF. 1985. *Developmental Biology.* Sinauer Associates, Inc. Publisher. Sunderland-Massachusetts.

Johnson M dan Everitt B. 1988. *Essential Reproduction.* Blackwell Scientific Publications. Oxford.

Lufri. 2004. Pemecahan Masalah dan Peta Konsep dalam Perkuliahan Perkembangan Hewan: Analisis Sikap Mahasiswa Terhadap Pembelajaran. *Jurnal Forum Pendidik* 29 (02): 127-140.

Lufri. 2005. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Problem Solving yang Diintervensi dengan Peta Konsep Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran* Vol. 28 (01): 47-65.

Lufri. 2008 *Strategi Pembelajaran Biologi, Teori Praktek dan Penelitian.* Padang: Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang.

Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan Jilid 1.* Padang: UNP Press

Mappiare AT. 2010. Model Kontrak Belajar Bermuatan Nilai Sosial Budaya dalam Bimbingan Akademik Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* Vol 17 (1): 48-58.

Mueller DJ. 1992. *Mengukur Sikap Sosial: Pegangan untuk Peneliti dan Praktisi.* Terjemahan oleh Eddy SK. Jakarta: Bumi Aksara.

Muliyardi. 2006. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Menggunakan Komik di Kelas 1 Sekolah Dasar. *Disertasi* Pasca sarjana Universitas Negeri Surabaya. *P:82*

Novak JD and Gowin DB. 1984. *Learning how to Learn.* New York: Cambridge University Press.

Okebula PA. 1993. Can good concept mappers be good problem solvers in science research. *Science and Technological Education 10 (2): 153-170.*

Oppenheimer SB. 1980. *Introduction to Embryonic Development.* Allyn and Bacon, inc. London.

Slavin. 1994. *Educational Psychology, Theory and Practice.* Needham Heights: Allyn & Bacon.

Slavin. 1995. *Cooperative Learning Theory*. Second Edition. Massachusetts: Allyn and Bacon Publisher.

Slish FD. 2005. Assesment of the use of the Jigsaw Method and Active Learning in Non-Majors. *Introductory Biology. Bioscene* Vol 31(4):4-10.

Sudijono A. 1996. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.

Supriyadi. 2010. Model Belajar *Learning Communitiy* untuk Meningkatkan Keterampilan Menulis Ilmiah Mahasiswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran* Vol 17 (1): 11-22.

Trianto, 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.

Wardani GAK *et al*. Pengajaran Mikro. Padang: Pusat Sumber Belajar IKIP Padang.

Wong, Kevin C, Driscoll and Maryanne. 2008. A modified jigsaw methode: an active learning startegy to develop the cognitif and affective domains through curricular review. *Journal of Physical Therapy Education. Vol. 12(2) :24-35).*

BAB 13. PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

PENGEMBANGAN CD INTERAKTIF EMBRIOLOGI BERORIENTASI PEMBELAJARAN KOOPERATIF

The purpose of this study was (1) to create a prototype of CD interactive and instrumen based on cooperative (2) determine the validity of an interactive CD, and (3) determine the practicalities of an interactive CD. Media development procedure has been carried out referring to the development of procedures Susilana and Riyana (2007). The development of procedures that (1) manufacturing outline media program (GBPM), (2) making flowchart, (3) making a story board, (4) collecting the materials needed, (5) programming and (6) finishing. This research product is an interactive CD media and instruments. Instruments are (1) Curriculum and syllabus of learning, (2) References learning unit. (3) Guidelines for student work, the work guidelines or steps that will be performed by students working in the learning process. (4) Book of the implementation of the learning process, (5) Student response questionnaire; (6) Sheet validation interactive CD interactive (7) Test of learning outcomes. Outcomes of this study are expected to improve the quality of the learning process. Furthermore, it will improve the quality and the quality of education on the Islamic Higher Education.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *research and development, developmental biology, CD interactif, cooperative learning*
- Tulisan ini disarikan dari hasil penelitian kompetitif STAIN Batusangkar 2011 yang dibiayai oleh dana DIPA, dengan nomor kontrak Sti.02/IX/TL.00/2338.d/2011 Tanggal 15 Juni 2011, yang melibatkan tim pengembangan yaitu Dr. M. Haviz, M. Si, (Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar) sebagai peneliti; Ika Metiza Maris, M. Si (Program Studi Pendidikan Matematika STAIN Batusangkar) sebagai perancang CD interaktif menggunakan program Macroflash MX 2008
- Sebagian isi tulisan ini telah dituliskan untuk dipublikasikan di Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran (JPP) Universitas Negeri Malang, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*, dan Ika Metiza Maris sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Banyak faktor penentu baiknya mutu pendidikan. Salah satunya adalah penyelenggaraan proses pembelajaran. Proses pembelajaran yang bermutu sangat dipengaruhi oleh kualitas komponen pembelajaran. Komponen-komponen tersebut yaitu tujuan pembelajaran, materi dan bahan ajar, metode dan media pembelajaran, evaluasi pembelajaran serta anak didik dan pendidik (Zais, 1976). Menurut Prayitno (2009) proses pembelajaran adalah bagian upaya memanusiakan manusia, dan hakikat proses pembelajaran adalah adanya interaksi pendidik dengan peserta didik dalam proses pembelajaran (UU No 23 Tahun 2003). Karena mutu pendidikan ditentukan oleh proses pembelajaran, maka komponen-komponen pembelajaran tersebut penting untuk diperhatikan oleh setiap tenaga pendidik dan kependidikan.

CD interaktif sebagai bagian dari media pembelajaran, sering dikenal dengan perangkat ajar berbasis teknologi informasi atau PakarTI (Wihardjo, 2007). Multimedia interaktif ini memiliki banyak keunggulan yaitu memiliki daya coba tinggi dan latihan, menumbuhkan kreatifitas mahasiswa, visualisasi informasi atau proses yang bersifat abstrak, mengatasi keterbatasan ruang dan waktu, ada stimulus dan respon serta meningkatkan motivasi belajar (Riyana dan Susilana, 2007). Penggunaan CD interaktif merupakan salah satu aplikasi penggunaan teknologi tinggi (*high tech*) dalam proses pembelajaran. Penerapan *high tech* menjadi penting untuk mewujudkan proses pembelajaran yang berkualitas. Karena proses pembelajaran yang berkualitas akan melahirkan pendidikan yang bermutu.

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh temuan-temuan, *pertama* mahasiswa Program Studi pendidikan Biologi STAIN Batusangkar cenderung pasif saat mengikuti mata kuliah yang memerlukan tingkat pemahaman yang tinggi. Hal ini terjadi karena materi kuliah tersebut bercirikan konsep, proses dan fakta, seperti materi mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan. Misalnya pada pokok bahasan spermatogenesis. Spermatogenesis adalah proses pembentukan gamet jantan. Spermatogenesis berlangsung dalam tubulus simeniferus testis. Spermatogenesis terbagi atas tiga fase yaitu: (1) spermatositogenesis, pada fase ini, spermatogonia membelah (secara mitosis) berturut-turut, sehingga menghasilkan spermatosit primer, (2) meiosis**,** pada fase ini, spermatosit mengalami dua kali pembelahan secara berturut-turut (meiosis I dan II) menghasilkan spermatid, dan (3) spermiogenesis, pada fase ini, spermatid mengalami proses sitodiferensiasi sehingga dihasilkan sperma. Spermatogenesis ditemukan pelepasan materi yang tidak diperlukan dari permukaan membran spermatozoa, hal ini merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Haviz, 2007). Karena membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting, terutama ketika di bagian cauda epididymis struktur

membran masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi-materi lain (Kohane *et al.,* 1987). Hunnicut *et al.* (2004) menjelaskan perpindahan protein dalam polarisasi protein spermatozoa akan diikuti dengan langkah penempatan protein lain pada membran spermatozoa. Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan untuk spermatozoa selama berada di epididymis. Interaksi antara cairan epididymis dengan spermatozoa mutlak diperlukan untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987).

Kedua, adanya hubungan aktifitas yang rendah dengan rendahnya hasil belajar yang diperoleh oleh mahasiswa. Banyak cara yang sudah dilakukan untuk mengatasi masalah ini, diantaranya dengan penerapan pembelajaran aktif dalam proses pembelajaran. Tetapi langkah ini belum memberikan hasil yang baik. Lufri (2005; 2004) telah mengembangkan metode problem solving yang dipadukan dengan peta konsep pada pembelajaran perkembangan hewan. Haviz *et al.* (2010) telah mengembangkan perangkat pembelajaran model kooperatif pada mata kuliah Perkembangan Hewan. Hasil belajar mahasiswa menggunakan metode ini lebih baik dari metode ceramah. Tetapi aktivitas dan minat mahasiswa tidak terlalu baik. Sehingga dalam proses pembelajaran, belajar bermakna tidak terwujud. Untuk itu, perlu ditemukan jalan keluar untuk mengatasi masalah ini. Kemudian, produk penelitian ini diharapkan menjadi pemecahan masalah-masalah yang ditemukan dalam proses pembelajaran biologi perkembangan hewan di Program Studi pendidikan Biologi STAIN Batusangkar.

Ketiga, Program Studi Pendidikan Biologi dilengkapi dengan fasilitas Laboratorium Komputer yang sangat memadai, tetapi belum dimanfaatkan secara langsung dan optimal dalam proses pembelajaran, kecuali untuk pembekalan kemampuan penguasaan komputer dasar bagi mahasiswa. Kondisi ini memberikan peluang untuk pengembangan dan pemanfaatan CD Interaktif dalam proses pembelajaran. Karena CD interaktif merupakan bagian dari pembelajaran yang menggunakan media berbantuan computer (*computer assist instruction*). Media berbantuan komputer adalah media yang menggunakan komputer dan perangkat-perangkatnya dalam pembelajaran misalnya dalam bentuk *compact disk* (Roblyer *et al.*, 1989) atau disebut juga perangkat ajar berbasis teknologi informasi atau PakarTI (Wiharjo, 2007). Media ini termasuk media konstruksi dalam teknologi pendidikan (Bruce dan Levin, 1997). Sebagai media interaktif, media ini merupakan level ke IV (Schwier dan Misanchuk, 1994) pada tingkat interaktif penggunaannya. Menurut Riyana dan Susilana (2007) teknik pembuatan media berbasis komputer adalah (1) pembuatan garis besar program media (GBPM); (2) pembuatan *flowchart*; (3) pembuatan *story* board; (4) pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan; (5) pemprograman dan

(6) finishing. Selanjutnya Riyana dan Susilana (2007) menjelaskan ada empat model komputer berbantuan komputer yaitu model drill, model tutorial, model simulasi, model games. Desain pengembangan model media interaktif adalah (1) model pengembangan Dick dan Carey; (2) model Kemp; (3) model pengembangan 4-D atau 4-P; (4) model pengembangan PSSI dan (5) model ADDIE (Trianto, 2007). CD interaktif sebagai bagian dari media berbantuan komputer atau PakarTI harus memiliki komponen-komponen pendukung. Menurut Wihardjo (2007) komponen-komponen pakarTi yang baik adalah harus memiliki pembuka, menu, materi, contoh, latihan dan penutup. Untuk mengakomodasi semua komponen ini, harus dilakukan pemilihan program atau *software* yang memadai seperti Flash. Flash merupakan program aplikasi buatan Macromedia. Flash saat ini memiliki versi Flash 5, Flash MX, Flash MX 2004, Flash 8 dan Adobe Flash.

Kajian pengembangan mata kuliah biologi perkembangan hewan sudah dilakukan, misalnya Lufri (2005; 2004) telah mengembangkan metode *problem solving* yang dipadukan dengan peta konsep pada pembelajaran perkembangan hewan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Hasil belajar mahasiswa menggunakan metode ini lebih baik dari metode ceramah. Lufri dan Helendra (2009) juga telah mengembangkan buku ajar biologi perkembangan hewan. Beberapa hasil penelitian yang terkait dengan penggunaan dan pengembangan CD interaktif dalam proses pembelajaran diantaranya penelitian pembelajaran berbantuan komputer di SMP 7 Padang (Festiyed, 2008). Efektifitas pemakaian CD interaktif telah dilaporkan oleh Robler *et al.* (1989). Evaluasi penggunaan PakarTI di bidang biologi telah dilaporkan oleh Pane *et al.* (1997). Tetapi, peneliti belum menemukan secara lebih terperinci kajian tentang media pembelajaran khusus di bidang biologi perkembangan hewan. Temuan-temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan dan pengembangan CD interaktif mampu meningkatkatkan hasil belajar, meningkatkan daya tarik dan motivasi belajar serta mengurangi dan mengefisienkan waktu pembelajaran.Berdasarkan hal tersebut, peneliti bermaksud melakukan penelitian tentang Pengembangan Media CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif pada Biologi Perkembangan Hewan. Langkah pengembangan media CD interaktif yang dipilih dan dilakukan dalam penelitian ini adalah mengacu kepada langkah-langkah yang dikembangkan oleh Riyana dan Susilana (2007). Materi biologi perkembangan hewan yang akan dianalisis adalah pokok bahasan spermatogenesis. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat prototipe produk berupa CD interaktif, perangkat dan instrumen berorientasi pembelajaran kooperatif pada biologi perkembangan hewan.

MEDIA BERBANTUAN KOMPUTER PADA PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

Media Berbantuan Komputer

Media berbantuan komputer adalah media yang menggunakan komputer dan perangkat-perangkatnya dalam pembelajaran yang termasuk di dalam bentuk *Compact Disk* (Roblyer *et al.*, 1989) atau disebut juga perangkat ajar berbasis teknologi informasi atau PakarTI (Wiharjo, 2007). Media ini termasuk media konstruksi dalam teknologi pendidikan (Bruce dan Levin, 1997). Sebagai media interaktif, media ini merupakan level ke IV (Schwier dan Misanchuk, 1994) pada tingkat interaktif penggunaannya.

Menurut Riyana dan Susilana (2007) teknik pembuatan media berbasis komputer adalah (1) pembuatan garis besar program media (GBPM); (2) pembuatan *flowchart*; (3) pembuatan *story* board; (4) pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan; (5) pemprograman dan (6) finishing. Selanjutnya Riyana dan Susilana (2007) menjelaskan ada empat model komputer berbantuan komputer yaitu model drill, model tutorial, model simulasi, model games. Sedangkan, desain pengembangan model media interaktif adalah (1) model pengembangan Dick dan Cerey; (2) model Kemp; (3) model pengembangan 4-D atau 4-P; (4) model pengembangan PSSI dan (5) model ADDIE (Trianto, 2007).

CD interaktif sebagai bagian dari media berbantuan komputer atau PakarTI harus memiliki komponen-komponen pendudkung. Menurut Wihardho (2007) komponen-komponen pakarTi yang baik adalah harus memiliki pembuka, menu, materi, contoh, latihan dan penutup. Untuk mengakomodasi semua komponen ini, harus dilakukan pemilihan program atau software yang memadai seperti Flash. Flash merupakan program aplikasi buatan Macromedia. Flash saat ini memiliki versi Flash 5, Flash MX, Flash MX 2004, Flash 8 dan Adobe Flash.

Spermatogenesis dalam Media Berbantuan Komputer

Spermatogenesis adalah proses pembentukan gamet jantan. Spermatogenesis berlangsung dalam tubulus simeniferus testis. Spermatogenesis terbagi atas tiga fase yaitu: (1) spermatositogenesis, pada fase ini, spermatogonia membelah (secara mitosis) berturut-turut, sehingga menghasilkan spermatosit primer, (2) meiosis**,** pada fase ini, spermatosit mengalami dua kali pembelahan secara berturut-turut (meiosis I dan II) menghasilkan spermatid, dan (3) spermiogenesis, pada fase ini, spermatid mengalami proses sitodiferensiasi sehingga dihasilkan sperma.

Spermatogenesis ditemukan pelepasan materi yang tidak diperlukan dari permukaan membran spermatozoa, hal in merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Haviz, 2007). Karena membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting, terutama ketika di bagian cauda

epididymis struktur membran masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi-materi lain (Kohane *et al.,* 1987). Hunnicut *et al.* (2004) menjelaskan perpindahan protein dalam polarisasi protein spermatozoa akan diikuti dengan langkah penempatan protein lain pada membran spermatozoa. Dan sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan untuk spermatozoa selama berada di epididymis. Interaksi antara cairan epididymis dengan spermatozoa mutlak diperlukan untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987).

Kajian Riset Sebelumnya

Kajian pengembangan mata kuliah biologi perkembangan hewan sudah dilakukan, misalnya Lufri (2004; 2005) telah mengembangkan metode *problem solving* yang dipadukan dengan peta konsep pada pembelajaran perkembangan hewan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Hasil belajar mahasiswa menggunakan metode ini lebih baik dari metode ceramah. Lufri dan Helendra (2009) juga telah mengembangkan buku ajar biologi perkembangan hewan.

Beberapa hasil penelitian yang terkait dengan penggunaan dan pengembangan CD interaktif dalam proses pembelajaran diantaranya penelitian pembelajaran berbantuan komputer di SMP 7 Padang (Festiyed, 2008). Efektifitas pemakaiannya telah dilaporkan oleh Kulik *et al.* (1985) dan Robler *et al.* (1989). Evaluasi penggunaan PakarTI di bidang biologi telah dilaporkan oleh Pane *et al.* (1997). Tetapi, peneliti belum menemukan secara lebih terperinci kajian tentang media pembelajaran khusus di bidang biologi perkembangan hewan.

Temuan-temuan penelitian ini memperlihatkan bahwa penggunaan dan pengembangan CD interaktif mampu meningkatkatkan hasil belajar, meningkatkan daya tarik dan motivasi belajar serta mengurangi dan mengefisienkan waktu pembelajaran.

PENGEMBANGAN CD INTERAKTIF PADA PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Langkah-langkah pengembangan CD interaktif yang dipilih adalah mengacu kepada prosedur pengembangan CD interakitf yang dikembangkan oleh Riyana dan Susilana (2007). Variabel yang akan dilihat yang merupakan sumber data primer dalam penelitian adalah:

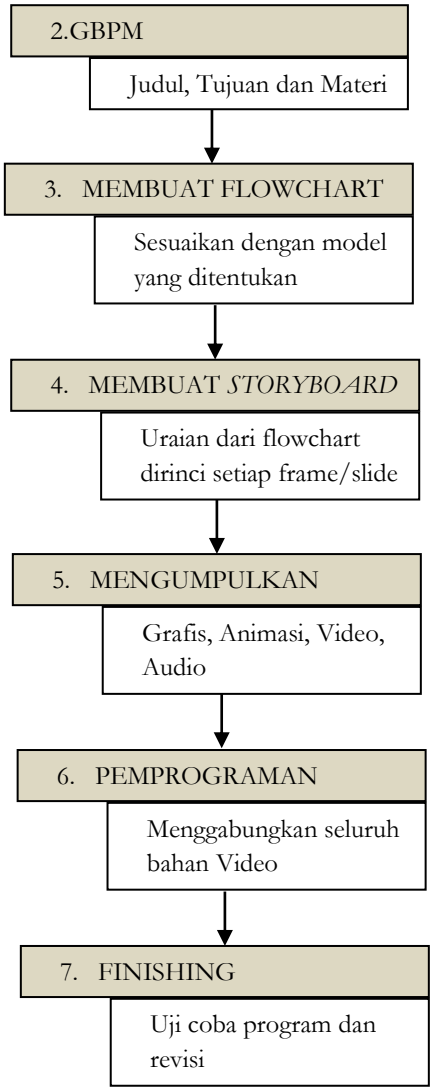
1. Validitas adalah aspek kesahihan atau kelayakan dari CD interaktif pada pembelajaran biologi perkembangan hewan setelah dilakukan uji validitas.

2. Praktikalitas adalah aspek keterpakaian atau kepraktisan penggunaan CD interaktif pada pembelajaran biologi perkembangan hewan setelah dilakukan uji praktikalitas.
3. Pelaksanaan proses pembelajaran, yaitu kemampuan dosen mengelola pembelajaran dengan metode tertentu yang meliputi persiapan, pendahuluan, penyajian, penutup, pengelolaan waktu, dan pengelolaan kelas.
4. Respon mahasiswa terhadap proses pembelajaran, yaitu pendapat mahasiswa terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan.
5. Hasil Belajar adalah nilai yang diperoleh mahasiswa setelah dilakukan tes hasil belajar.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah (1) Kurikulum dan Silabus Pembelajaran; (2) Satuan Acuan Pembelajaran. (3) Pedoman kerja mahasiswa, yaitu pedoman kerja atau langkah-langkah kerja yang akan dilakukan mahasiswa dalam proses pembelajaran. (4) Lembaran pelaksanaan proses pembelajaran, yaitu isian tentang pelaksanaan proses pembelajaran berdasarkan silabus dan satuan acara pembelajaran. (5) Angket Respon mahasiswa, yaitu pendapat mahasiswa terhadap proses pembelajaran yang telah dilaksanakan. (6) Lembar validasi CD interaktif, yaitu daftar isian penilaian CD. (7) Tes hasil belajar adalah alat ukur yang digunakan untuk mengevaluasi proses pembelajaran. Naskah dan kunci tes hasil belajar sudah dimasukkan ke dalam prototipe CD Pembelajaran.

Prosedur pengembangan CD interaktif yang dilakukan mengacu kepada kepada langkah-langkah pengembangan yang dikembangkan oleh Riyana dan Susilana (2007). Langkah-langkah kerjanya adalah (1) pembuatan garis besar program media (GBPM); (2) pembuatan *flowchart*; (3) pembuatan *story* board; (4) pengumpulan bahan-bahan yang dibutuhkan; (5) pemprograman dan (6) finishing (Gambar 13.1). Uraian keenam langkah kerja tersebut adalah:

1. *Langkah pertama* dilakukan identifikasi dan analisis judul, tujuan dan materi pembelajaran yang dituangkan dalam garis besar program media (GBPM). Pada tahap ini juga dilakukan (1) merekonstruksi perangkat pembelajaran seperti silabus dan SAP; (2) mendesain lembaran pengamatan aktivitas mahasiswa; (3) mendesain lembaran respon mahasiswa; (4) mendesain pedoman kerja mahasiswa; (5) mendesain lembaran pelaksanaan proses pembelajaran; (6) mendesain angket respon mahasiswa dan (7) mendesain tes hasil belajar.



Gambar 13.1 Langkah Kerja Pengembangan CD Interaktif
(Riyana dan Susilana, 2007)

2. *Langkah kedua*, dilakukan pengumpulan materi dan gagasan untuk membuat *flowchart*. *Flowchart* ini akan digunakan sebagai panduan merancang *story board*. *Flowchart* adalah alur program yang dibuat dimulai dari pembuka (start), isi sampai keluar program (*exit/quit*).
3. *Langkah ketiga adalah* membuat *storyboard*. *Storyboard* adalah uraian yang berisi visual dan audio penjelasan masing-masing alur dalam *flowchart*.

Satu kolom dalam *storyboard* mewakili satu tampilan di layar monitor (Riyana dan Susilana, 2007).

4. *Langkah keempat* adalah pengumpulan bahan-bahan yang diperlukan untuk melengkapi sajian CD interaktif. Setelah bahan terkumpul, dilakukan langkah *kelima* yaitu *programming*.
5. *Langkah kelima,* yaitu *Programming*. *Programming* adalah merangkai semua bahan-bahan yang ada dan sesuai dengan tuntutan naskah.
6. *Langkah keenam* adalah *finishing*. Pada kegiatan ini dilakukan review dan uji keterbacaan program sesuai dengan target audio yang diharapkan. Uji coba yang dilakukan adalh uji coba terbatas. Akhir dari kegiatan ini adalah *packaging*, yaitu program dikemas dalam bentuk CD dan diberi *cover*.

Produk yang dihasilkan akan dinarasikan dan dideskripsikan dengan terperinci. Data kuantitiatif yang diperoleh akan dianalisis uji statistik deskriptif (Sudijono, 1996).

CD INTERAKTIF EMBRIOLOGI

Garis Besar Program Media (GBPM)

Tahap awal penelitian dilakukan proses identifikasi dan analisis tujuan dan materi pembelajaran dituliskan dalam garis besar program media (GBPM) (Tabel 13.1). Selanjutnya, uraian materi pembelajaran ditampilkan pada Tabel 13.2.

Tabel 13.1 Garis Besar Program Media (GBPM)

Aspek	Uraian
Nama Mata Kuliah	Biologi Perkembangan Hewan
Topik	Spermatogenesis
Deskripsi Topik	Spermatogenesis mempelajari tentang pembentukan sel spermatozoa dan hormon-hormon yang mengaturnya.
Standar Kompetensi	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar dan proses perkembangan individu
Media	CD Interaktif Berorientasi Kooperatif Jigsaw
Judul	CD Interaktif Berorientasi Kooperatif Jigsaw Pada Spermatogenesis
Penelaah Materi	M. Haviz
Penelaah Media	M. Haviz

Tabel 13.2 Uraian Materi Pembelajaran

No	Kompetensi Dasar	Pokok Bahasan	Sub Pokok Bahasan	Bentuk Penyajian
1	Mahasiswa mampu menjelaskan proses spermatogenesis	Sperma-togenesis	1. Pendahuluan 2. Tahap Spermatogenesis 3. Regulasi Hormonal	CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif

Pada tahap ini juga dilakukan (1) merekonstruksi perangkat pembelajaran seperti silabus dan SAP; (2) mendesain lembaran pengamatan aktivitas mahasiswa; (3) mendesain lembaran respon mahasiswa; (4) mendesain pedoman kerja mahasiswa; (5) mendesain lembaran keterlaksanaan proses pembelajaran; (6) mendesain angket respon mahasiswa dan (7) mendesain tes hasil belajar. Ketujuh produk ini merupakan produk penelitian berorientasi pembelajaran kooperatif (Tabel 13.3). Selanjutnya, dibagian bawah ditampilkan ke-tujuh produk tambahan dari penelitian ini (Gambar 13.2 - Gambar 13.7).

Tabel 13.3 Jenis Produk Penelitian

Produk Ke	Jenis Perangkat / Instrumen
Produk 1	Analisis Kurikulum Pembelajaran
Produk 2	Satuan Acara Pembelajaran
Produk 3	Pedoman Kerja Mahasiswa
Produk 4	Pengamatan Pengelolaan Pembelajaran
Produk 5	Respon Penggunaan CD Oleh Mahasiswa
Produk 6	Lembar Validasi CD Interaktif
Produk 7	Print Out CD Interaktif

Analisis Produk Pengembangan

Analisis Produk 1 Kurikulum

Tahap analisis perancangan kurikulum mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan. dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap analisis kebutuhan pengguna dan analisis instruksional. Tahap analisis kebutuhan digali dan ditelusuri permasalahan-permasalahan apa saja yang muncul dalam proses pembelajaran mata kuliah ini. Hasil identifikasi tahap analisis kebutuhan pemakai antara lain: (1) media pembelajaran diharapkan dapat menarik minat mahasiswa untuk mempelajari materi perkuliahan; (2) media pembelajaran harus mudah digunakan oleh siapa saja yang ingin mempelajari materi Biologi Perkembangan Hewan; (3) media pembelajaran harus memiliki tampilan yang menarik.

ANALISIS KURIKULUM PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN CD INTERAKTIF BERORIENTASI KOOPERATIF

Program Studi : **Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar**
Mata Kuliah : **Biologi Perkembangan Hewan**
Kode Mata Kuliah : **KK 1913**
Jumlah SKS : **3 SKS**
Semester : **5**
Materi : **Spermatogenesis**
Waktu : **3 x 50 Menit**

A. Kompetensi

1. Standar Kompetensi
   Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar dan proses perkembangan individu
2. Kompetensi Dasar
   Mahasiswa mampu menjelaskan proses spermatogenesis

B. Tujuan dan Indikator

1. Tujuan Pembelajaran
   a. Menjelaskan tahap-tahap spermatogenesis
   b. Menjelaskan proses proliferasi mitosis spermatogenesis
   c. Menjelaskan proses pembelahan meosis spermatogenesis
   d. Menjelaskan proses spermiogenesis spermatogenesis
   e. Menjelaskan proses regulasi hormonal spermatogenesis
2. Indikator Pembelajaran
   a. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menjelaskan tahap-tahap spermatogenesis
   b. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terjadinya *stem cell* atau *resting spermatogonium* pada tahap proliferasi
   c. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terbentuknya kromosom berpasangan dan kromosom tidak berpasangan pada tahap meiosis
   d. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terbentuknya empat sel anak (gamet) dari satu sel induk
   e. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai perbedaan struktur spermatozoa pada fase golgi, fase tudung dan fase akrosom
   f. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai perbedaan spermatogenesis dengan oogenesis
   g. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses, hormon dan perananya pada spermatogenesis

C. Pokok Bahasan : Spermatogenesis

D. Strategi Pembelajaran

1. Model Pembelajaran : Pembelajaran kooperatif
2. Metode Pembelajaran : Diskusi, tanya jawab dan presentasi
3. Pendekatan Pembelajaran : Jigsaw

Gambar 13.2 Produk 1 Analisis Kurikulum

Pemanfaatan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif sebagai bahan ajar dalam proses pembelajaran masih kurang, diharapkan pengembangan yang dilakukan dapat menjadi salah satu solusi untuk meningkatkan minat belajar mahasiswa. Media ini meliputi gambar, teks, dan

animasi dapat membuat mahasiswa lebih mudah untuk memahami materi yang diberikan. Hasil pengembangan dan analisis kurikulum ditampilkan pada Gambar 13.2.

Analisis Produk 2 Satuan Acara Pembelajaran (SAP)

Satuan acara pembelajaran berfungsi sebagai panduan pelaksanaan proses pembelajaran oleh dosen. Pengembangan SAP difokuskan pada sintak atau skenario pembalajaran. Pada penelitian ini pengembangan CD interaktif difokuskan pada penerapan sintak pembelajaran kooperatif. Karena itu, dalam SAP dituliskan sintak pembelajaran kooperatif. Hasil analisis Satuan Acara Pembelajaran (SAP) ditampilkan pada Gambar 13.3.

Analisis Produk 3 Pedoman Kerja Mahasiswa

Pedoman Kerja Mahasiswa digunakan sebagai panduan pelaksanaan proses pembelajaran berorientasi kooperatif oleh mahasiswa. Calah satu ciri khas dari pembelajaran kooperatif Jigsaw adalah adanya kerjasama dan tanggung jawab dari masing-masing individu baik dalam kelompok dalam proses pembelajaran. Kelompok yang dimaksud adalah kelompok ahli dan kelompok asal. Hasil analisis pedoman kerja mahasiswa ditampilkan pada Gambar 13.4.

Analisis Produk 4 Pelaksanaan Proses Pembelajaran

Pelaksanaan proses pembelajaran menggunakan CD interaktif dilakukan berdasarkan sintak pembelajaran kooperatif yang telah dirancang. Pelaksanaan proses pembalajaran ini terdiri dari enam fase, yaitu menyampaikan tujuan dan motivasi, menyampaikan cara belajar, mengorganisasi mahasiswa ke dalam kelompok kooperatif, membimbing kelompok kerja atau belajar mahasiswa dan evaluasi. Lembar pelaksanaan proses pembelajaran ditampilkan pada Gambar 13.5.

Analisis Produk 5 Respon Mahasiswa Terhadap Penggunaan CD Interaktif

Respon mahasiswa terhadap penggunaan CD dilakukan oleh mahasiswa dengan mengisi lembar respon. Lembar respon mahasiswa memiliki tiga aspek yaitu kemudahan penggunaan, waktu yang diperlukan dalam pelaksanaan dan daya tarik. Lembar respon ini ditampilkan pada Gambar 13.6.

Skenario Pembelajaran

Tahap	Fase Pembelajaran Kooperatif	Kegiatan Pembelajaran	Alat Sumber Belajar	Evaluasi
Pendahuluan	Fase 1. Menyampaikan tujuan dan motivasi	1. Menginformasikan tujuan pembelajaran menggunakan CD interaktif berorientasi kooperatif 2. Memotivasi mahasiswa dengan cara memaparkan manfaat materi yang akan dipelajari dalam pembelajaran menggunakan CD interaktif berorientasi kooperatif	• CD Interaktif • Alat tulis • Buku Sumber • NaraSumber • Komputer • LCD	Tes (Esey)
	Fase 2. Menyampaikan cara belajar	1. Menginformasikan prinsip dan ciri penerapan pembelajaran menggunakan CD interaktif berorientasi kooperatif, metode diskusi/tanya jawab/presentasi dan pendekatan pembelajaran jigsaw dalam proses pembelajaran 2. Mengingatkan agar mahasiswa melakukan kegiatan belajar sesuai dengan pedoman kerja mahasiswa		
	Fase 3. Mengorganisasi mahasiswa ke dalam kelompok kooperatif	1. Membagi mahasiswa dalam kelompok belajar Jigsaw menjadi kelompok asal sesuai sub materi dipelajari yang tersedia di CD interaktif berorientasi kooperatif 2. Memberikan tanda pengenal yang sama kepada mahasiswa yang mempelajari sub materi yang sama (kelompok ahli) 3. Mengatur tempat duduk dan lokasi kelompok asal dan kelompok ahli sesuai denah yang disiapkan		
Inti	Fase 4. Membimbing kelompok kerja/belajar mahasiswa	1. Mengawasi dan membimbing kelompok belajar saat mahasiswa berada di kelompok asal 2. Mengingatkan mahasiswa untuk menuliskan dan membuat kesimpulan konsep-konsep materi dari CD interaktif berorientasi kooperatif dan sumber-sumber belajar lain di buku catatan 3. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok asal ke ke kelompok ahli (melakukan transisi) 4. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien 5. Mendorong mahasiswa untuk melakukan keterampilan kooperatif dengan sesama teman kelompok ahli 6. Mengawasi dan membimbing kelompok belajar saat mahasiswa berada di kelompok ahli 7. Membantu kelompok ahli dalam memahami konsep-konsep utama materi pembelajaran dari CD interaktif berorientasi kooperatif dan sumber-sumber belajar lain 8. Membantu kelompok ahli menjawab pertanyaan atau latihan dalam CD interaktif 9. Mengingatkan mahasiswa untuk membuat kesimpulan hasil diskusi sebagai bahan presentasi 10. Membantu penjelasan dan menyimpulkan konsep setelah masing-masing kelompok ahli melakukan presentasi 11. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok ahli ke kelompok asal (melakukan transisi) 12. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien 13. Mendorong kelompok asal untuk bertanggungjawab dalam memberikan pemahaman materi yang dikuasai 14. Mengawasi dan membimbing diskusi di kelompok asal 15. Menagih lembaran hasil diskusi 16. Memberikan tanda untuk melakukan persiapan pindah dari kelompok asal ke formasi awal belajar (melakukan transisi) 17. Membantu setiap kelompok agar melakukan transisi secara efisien	(Dan seterusnya)	
Penutup	Fase 5. Evaluasi	1. Memberikan tes hasil belajar berupa *post test* 2. Menghitung dan menginformasikan hasil tes belajar berupa skor individu dan skor kelompok		
	Fase 6. Memberikan penghargaan	1. Mengucapkan selamat kepada individu dan kelompok yang memperoleh hasil baik dan paling baik 2. Memotivasi individu dan kelompok yang memperoleh cukup dan tidak baik		

Gambar 13.3 Produk 2 Satuan Acara Pembelajaran

Analisis Produk 6 Validasi CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif

CD interaktif yang telah dirancang akan divalidasi oleh validator. Aspek penilaian dirancang dan direkonstruksi dari teknik-teknik evaluasi media Riyana dan Susilana (2007). Aspek-aspek tersebut adalah aspek teoritis, aspek praktis, aspek karakteristik dan aspek keunggulan. Lembar validasi yang telah dirancang ditampilkan pada Gambar 13.6.

PEDOMAN KERJA MAHASISWA DALAM PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN CD INTERAKTIF BERORIENTASI

Program Studi : Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar
Mata Kuliah : Biologi Perkembangan Hewan
Kode Mata Kuliah : KK 1913
Jumlah SKS : 3 SKS
Semester : 5
Materi : Spermatogenesis
Waktu : 3 x 50 Menit

A. Kompetensi

1. Standar Kompetensi
   Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar dan proses perkembangan individu
2. Kompetensi Dasar
   Mahasiswa mampu menjelaskan proses spermatogenesis

B. Tujuan dan Indikator

Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan tahap-tahap spermatogenesis
2. Menjelaskan proses proliferasi mitosis spermatogenesis
3. Menjelaskan proses pembelahan meosis permatogenesis
4. Menjelaskan proses spermiogenesis spermatogenesis
5. Menjelaskan proses regulasi hormonal spermatogenesis

Indikator Pembelajaran

1. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menjelaskan tahap-tahap spermatogenesis
2. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terjadinya *stem cell* atau *resting spermatogonium* pada tahap proliferasi
3. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terbentuknya kromosom berpasangan dan kromosom tidak berpasangan pada tahap meiosis
4. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses terbentuknya empat sel anak (gamet) dari satu sel induk
5. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai perbedaan struktur spermatozoa pada fase golgi, fase tudung dan fase akrosom
6. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai perbedaan spermatogenesis dengan oogenesis
7. Melalui penggunaan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif mahasiswa mampu menguasai proses, hormon dan perananya pada spermatogenesis

C. Pokok Bahasan : Spermatogenesis

D. Strategi Pembelajaran

1. Model Pembelajaran : Pembelajaran kooperatif
2. Metode Pembelajaran : Diskusi, tanya jawab dan presentasi
3. Pendekatan Pembelajaran : Jigsaw

Gambar 13.4 Produk 3 Pedoman Kerja Mahasiswa

Lanjutan Gambar 13. 4

E. Langkah Kerja

No	Langkah Kerja
1.	Mahasiswa duduk dengan posisi menghadap ke papan tulis
2.	Mahasiswa mendengarkan informasi dari dosen tentang model, strategi dan pendekatan dalam pembelajaran
3.	Mahasiswa duduk berkelompok dalam kelompok asal dengan jumlah 4-7 orang dalam satu kelompok.
4.	Mahasiswa mempelajari pokok bahasan/sub pokok bahasan dengan CD interaktif yang telah ditentukan di dalam kelompok masing-masing.
5.	Mahasiswa menuliskan kesimpulan awal tentang konsep-konsep materi yang telah dipelajari di buku catatan masing-masing
6.	Mahasiswa berpindah ke kelompok ahli
7.	Mahasiswa berpindah ke kelompok baru (kelompok ahli) Misalnya: • Kelompok Ahli 1. Proliferasi • Kelompok Ahli 2. Meiosis • Kelompok Ahli 3. Spermiogenesis • Kelompok Ahli 4. Regulasi hormonal
8.	Mahasiswa melakukan diskusi untuk menyatukan pendapat dan pemahaman yang telah diperoleh sebelumnya dan sembari mempelajari kembali materi yang tersedia di CD pembelajaran
9.	Mahasiswa membuat kesimpulan dengan kalimat sendiri tentang konsep materi di buku catatan masing-masing
10.	Mahasiswa mempresentasikan hasil diskusi
11.	Mahasiswa berpindah ke kelompok asal
12.	Mahasiswa bertanggungjawab untuk mengajarkan sub materi mereka masing-masing kepada anggota kelompok dan sembari mempelajari kembali materi yang tersedia di CD pembelajaran
13.	Mahasiswa berpindah ke posisi duduk awal bersiap untuk menjawab lembaran evaluasi pembelajaran
14.	Mahasiswa mendengar hasil evaluasi dari dosen

PENGAMATAN PELAKSANAAN PROSES PEMBELAJARAN MENGGUNAKAN CD INTERAKTIF BERORIENTASI KOOPERATIF

Program Studi : Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar
Mata Kuliah : Biologi Perkembangan Hewan
Kode Mata Kuliah : KK 1913
Jumlah SKS : 3 SKS
Semester : 5
Materi : Spermatogenesis
Waktu : 3 x 50 Menit
Model Pembelajaran : Pembelajaran Kooperatif
Metode Pembelajaran : Diskusi, Tanya Jawab dan Presentasi
Pendekatan Pembelajaran: Jigsaw
Nama Pengamat : …….
Instansi : …….
Alamat : …….

No	Aspek Pengamatan	Dilakukan	
		Ya	Tidak
I	Isi dan Konstruk Silabus dan Satuan Acara Pembelajaran		
	Identitas silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)		
	Perumusan Tujuan Pembelajaran dalam Silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)		
	Pemilihan Materi Pembelajaran dalam Silabus dan Satuan Acara Perkuliahan (SAP)		
II	Pendahuluan		
	Fase 1. Menyampaikan tujuan dan motivasi		
	Fase 2. Menyampaikan cara belajar		
	Fase 3. Mengorganisasi mahasiswa ke dalam kelompok kooperatif		
III	Inti		
	Fase 4. Membimbing kelompok kerja/belajar mahasiswa		
III	Penutup		
	Fase 5. Evaluasi		
IV	Aspek Sumber Belajar dan Alokasi Waktu		

Komentar/Masukan/Tanggapan:
……..…
…...……...…
……...……

……, ……,……2011

Pengamat,

…….

Gambar 13.5 Produk 4 Pengamatan Pelaksanaan Proses Pembelajaran

RESPON MAHASISWA TERHADAP PENGGUNAAN CD INTERAKTIF BERORIENTASI PEMBELAJARAN KOOPERATIF OLEH MAHASISWA

Program Studi : Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar
Mata Kuliah : Biologi Perkembangan Hewan
Kode Mata Kuliah : KK 1913
Jumlah SKS : 3 SKS
Semester : 5
Materi : Spermatogenesis
Waktu : 3 x 50 Menit

Kisi-Kisi Angket Kepraktisan

No	Aspek Praktikalitas	Indikator	No Pernyataan
1.	Kemudahan penggunaan	1. Mahasiswa mudah meyimpan materi pembelajaran dengan CD interaktif 2. CD interaktif dapat digunakan sewaktu-waktu 3. Mahasiswa mudah menerima dan memahami materi spermatogenesis 4. Melalui CD interaktif mahasiswa lebih mudah menemukan konsep pembelajaran	1-6
2.	Waktu pelaksanaan	Waktu yang disediakan untuk menggunakan media cukup	6-7
3.	Daya Tarik Mahasiswa	Mudah diinterpretasikan oleh dosen ahli maupun dosen lain	8

Komentar/Masukan/Tanggapan:
……
……
……

Batusangkar, ……, …… 2011
Mahasiswa,

……

Gambar 13.6 Produk 5 Respon Penggunaan CD oleh Mahasiswa

LEMBAR VALIDASI CD INTERAKTIF
BERORIENTASI PEMBELAJARAN KOOPERATIF

Program Studi : Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar
Mata Kuliah : Biologi Perkembangan Hewan
Kode Mata Kuliah : KK 1913
Jumlah SKS : 3 SKS
Semester : 5
Materi : Spermatogenesis
Waktu : 3 x 50 Menit

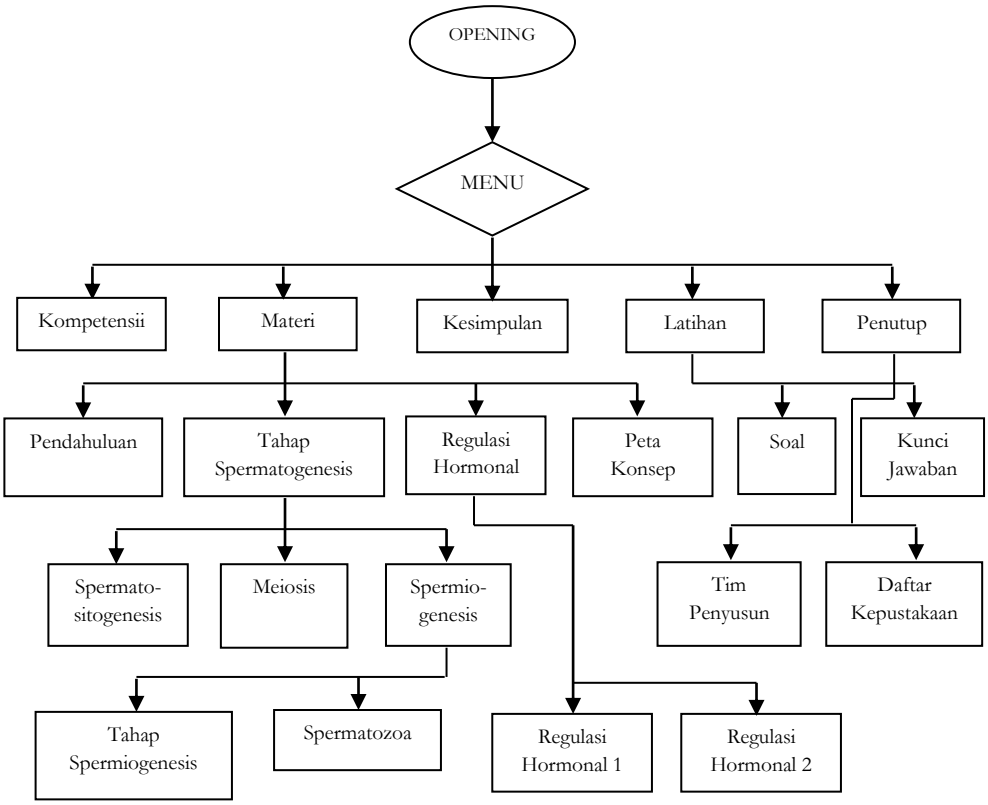
Kisi-Kisi Validasi

No	Aspek Penilaian		Indikator	No Pernyataan
1.	Aspek teoritis	1.	*Spesification of objective* (kesesuaian dengan tujuan)	1
		2.	*Spesification of content* (kesesuaian dengan isi)	2
		3.	*Determination of strategy* (strategi pembelajaran)	3
		4.	*Alocation of time* (waktu yang tersedia)	4
2.	Aspek praktis	1.	*Demonstration* (demonstrasi)	5
		2.	*Familiarity* (keterbiasaan)	6
		3.	*Clarity* (penjelasan)	7
		4.	*Active Learning* (pembelajaran aktif)	8
3.	Aspek karakteristik	1.	*Self instructional* (membelajarakan diri sendiri)	9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 dan 17
		2.	*Self contained* (keutuhan)	18 dan 19
		3.	*Stand alone* (berdiri sendiri)	20
		4.	Adaptif	21 dan 22
		5.	*User friendly* (bersahabat)	23 dan 24
		6.	Visualisasi dengan multimedia	25 dan 26
		7.	Variasi	27
		8.	Tipe pembelajaran	28
		9.	Respon Pembelajaran	29 dan 30
		10.	Penggunaan	31
4.	Aspek keunggulan	1.	Daya coba dan latihan	32
		2.	Kreatifitas	33
		3.	Visualisasi informasi dan proses	34
		4.	Ruang dan waktu	35 dan 36
		5.	Motivasi Mahasiswa	37
		6.	Kemasan	38
		7.	*Novelty* (kebaruan)	39 dan 40

Gambar 13.7 Produk 6 Lembar Validasi CD Interaktif

Flowchart CD Interaktif

Flowchart CD interaktif ditampilkan pada Gambar 13.8. Judul dari *flowchart* ini adalah Spermatogenesis.



Gambar 13. 8 *Flowchart* CD interaktif

Storyboard

Storyboard penelitian ini ditampilkan pada Tabel 13.4.

Tabel 13.4 *Storyboard* Spermatogenesis

No	Bagian	Visual	Audio
(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
1	Opening / Cover	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN DENGAN MACROFLASH MX MATERI SPERMATOGENESIS OLEH M. HAVIZ PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI STAIN BATUSANGKAR Image: SPERMATOZOA Tombol Panel: STOP, LANJUT	SOUND EFFECT
2	Menu	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: SELAMAT DATANG DALAM CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN DENGAN MACROFLASH MX MATERI SPERMATOGENESIS OLEH M. HAVIZ PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI STAIN BATUSANGKAR Teks dan Tombol Panel: KOMPETENSI MATERI KESIMPULAN LATIHAN PENUTUP Image: STRUKTUR TUBULUS SEMINIFERUS DAN PERUBAHAN SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT	Musik: INSTRUMENT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
3	Kompetensi	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: STANDAR KOMPETENSI Mahasiswa mampu menjelaskan konsep dasar dan proses individu KOMPETENSI DASAR Mahasiswa mampu menjelaskan proses spermatogenesis Image: STRUKTUR TUBULUS SEMINIFERUS DAN PERUBAHAN SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
4	Materi	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: MATERI Teks dan Tombol Panel: KOMPETENSI MATERI KESIMPULAN LATIHAN PENUTUP Image: PERKEMBANGAN MANUSIA DARI UMUR 4-32 MINGGU KEHAMILAN Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
5	Pendahuluan	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: Pendahuluan Spermatogenesis merupakan proses pembentukan spermatozoa dan terjadi dalam tubulus seminiferus testes. Spermatogenesis melibatkan dua sel utama yaitu Sel Leydig dan Sel Sertoli. Sel sertoli berfungsi sebagai tempat penghasil spermatozoa dan sel leydig berfungsi penghasil hormon. Testis hewan dewasa memiliki empat kompartemen, yaitu (1) adluminal dan (2) basal, keduanya terletak di dalam tubulus. (3) vascular dan (4) interstitial, keduanya terletak di jaringan interstitial. Image: STRUKTUR SAYATAN TUBULUS SEMINIFERUS TESTES Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
6	Tahap Spermatogenesis	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks dan Tombol Panel: Spermatogenesis Meiosis Spermiogenesis Image: DIAGRAM PROLIFERASI SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
7	Spermatositogenesis	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: SPERMATOSITOGENESIS Spermatositogenesis merupakan perbanyakan sel sperma secara mitosis. Proses ini disebut juga dengan proliferasi mitosis (*proliferatic mitotic*). Proses ini diawali dengan spermatogonium membelah menjadi spermatogonium tipe A1, A1 membelah menjadi A, A3 dan A4. Pembelahan akan berhenti saat pembentukan spermatosit primer. Salah satu spermatogonium A4 akan kembali ke A1, disebut dengan stem cell. Image: DIAGRAM PROLIFERASI SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
8	Meiosis	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: MEIOSIS Pembelahan meiosis berlangsung dua kali, yaitu meiosis I dan meiosis II. Meiosis I menghasilkan Spermatid. Jumlah spermatid yang dihasilkan adalah 4 sel spermatid yang haploid. Tahap pembelahan meiosis terdiri dari profase, metaphase, anaphase dan telofase Image: DIAGRAM MEIOSIS SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
9	Spermiogenesis	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: SPERMIOGENESIS Spermiogenesis merupakan tahap perubahan bentuk kepala spermatozoa. Tahap ini terdiri dari tiga fase, yaitu (1) golgi; (2) tudung; (3) akrosom dan (4) maturasi. Pada fase golgi, akrosom mulai terbentuk, mitokondria dan tunas ekor muncul. Pada fase tudung, akrosom memanjang kea rah samping, mitokondria berpindah ke perifer dan ekor semakin memanjang. Pada fase akrosom dan maturasi, membrane plasma membungkus pada akrosom, mitokondria dan bagian lainnya menyusut, keping tengah terbentuk dan ekor semakin panjang Image: SPERMIOGENESIS Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
10	Spermatozoa	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: SPERMATOZOA Spermatozoa terisi dari tiga bagian yaitu (1) kepala; (2) tengah dan (3) ekor. Kepala terdapat akrosom, nukleus, membran sel dan sentriol. Bagian tengah terdapat mitokondria. Bagian ekor terdapat filament yang tersusun atas mikrotubula Image: SPERMATOZOA Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
11	Regulasi Hormonal	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: REGULASI HORMONAL Regulasi hormonal pada spermatogenesis melibatkan organ dan hormone dari hipotalamus, hipofisis dan testes (sebagai organ target). Proses regulasi diawali dengan Gonadotropin releasing hormone (GnRH) yang diproduksi hipotalamus akan memicu hipofisis anterior untuk mensekretkan follicle stimulating hormone (FSH) dan luteinizing hormone. Image: DIAGRAM SUMBU HIPOTALAMUS-HIPOFISIS-GONAD Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
12	Regulasi Hormonal	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: REGULASI HORMONAL Kedua, FSH akan menstimulasi sel sertoli di tubulus seminiferus untuk memproduksi androgen binding protein (ABP). Dan LH akan menstimulasi sel leydig di jaringan interstitial testes untuk memproduksi testosterone (T). Ketiga, ABP akan mengikat testosterone agar proses spermatogenesis di sel sertoli berlangsung lebih cepat. Keempat, inhibin (produk sel sertoli) akan menjadi feed back negative bagi FSH di hipofisis dan testosterone (produk sel leydig) akan menjadi feed back negative bagi GnRH di hipotalamus Image: DIAGRAM SUMBU HIPOTALAMUS-HIPOFISIS-GONAD Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
13	Peta Konsep	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: PETA KONSEP Konsep utama-konsep utama dari spermatogenesis adalah 1. Spermatogenesis 2. Oogenesis 3. Spermatogonium 4. Spermatosit 5. Spermatid Image: DIAGRAM PETA KONSEP SPERMATOGENESIS Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
14	Latihan	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: LATIHAN Pada proses reproduksi, laki-laki dapat memproduksi sperma sampai usia lanjut, sedangkan wanita hanya menghasilkan telur pada batas usia tertentu (45-50). Tersedianya sperma sampai pada usia lanjut adalah karena adanya (1)..... Tahapan spermatogenesis secara berurutan adalah (2)....., (3) ..... dan (4) ....., yang tidak ditemukan pada oogenesis. Pada tahap metafase I dan metafase II pembelahan meiosis berlangsung, posisi kromosom sama yaitu (5) ....., dan yang membedakan keduanya kromosom meiosis I (6)....., sedangkan dan meiosis II tidak homolog atau dalam keadaan (7) ..... Kelenjar hipofisa anterior mengeluarkan glikoprotein yang disebut dengan hormon (8)..... Hormon ini yang berperan merangsang sel-sel leydig menghasilkan testosteron. Hal ini diketahui dengan jalan (9)..... atau pembuangan hipofisa. Hormon lain yang dihasilkan kelenjar hipofisa adalah (10)....., yang berperan untuk fungsi testes. Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
15	Jawaban	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: JAWABAN 1. *stem cell* 2. proliferasi/multiplikasi/mitosis 3. meiosis 4. spermiogenesis 5. berjejer pada bidang equatorial 6. homolog bergandengan 7. dial atau berbaris di bidang equator 8. luteinizing hormone (LH) 9. hipofisektomi 10. follicle stimulating hormone (FSH) Image: DIAGRAM SAYATAN TUBULUS SEMINIFERUS Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT
16	Penutup	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: Perancang M. Haviz Flash Programmer Ika Metiza Maris Program Macrflash MX, Fonta Berlin Sans FB Demi, Ms. Word 2007 Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Lanjutan Tabel 13.4

(1)	*(2)*	*(3)*	*(4)*
17	Penutup	Animasi 3D *Head* : CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN Teks: DAFTAR KEPUSTAKAAN Gilbert, SF. 1997. *Developmental Biology*. Sinauer Associate, Inc. Sunderland. Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan* (Jilid 1) . UNP Press Padang. Lufri dan Helendra. 2007. Pedoman Kerja Pemecahan Masalah (PKPM) Dalam Struktur Perkembangan Hewan 2. Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang Lufri dan Helendra. 2007. Pedoman Kerja Peta Konsep (PKPK) dalam Struktur Perkembangan Hewan 2. Jurusan Biologi Universitas Negeri Padang Majumdar, NN. 1985. *Vertebrate Embryology*. Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi. Oppenheimer, SB. 1980. *Introduction to Embryonic Development*. Allyn & Bacon,Inc. London. Saunders, JW. 1982. *Developmental Biology*. Macmillan Publishing Co,Inc. New York. Senger PL. 1997. *Pathway to Pregnancy to Parturition*. Current Conception, Inc. Washington Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA, MENU MATERI	Narator: SESUAI TEKS Musik: INSTRUMEN SOUND EFFECT

Analisis Pemprograman CD

Analisis pemograman CD dikategorikan kepada dua bentuk yaitu analisis spesifikasi teknis dan analisis kerja program. Tahap analisis spesifikasi teknis menggambarkan bahwa untuk bisa menjalankan CD interaktif ini diperlukan sistem operasi *windows 98, ME dan XP* dengan prosesor 128 Mhz. Dan perangkat lunak yang diperlukan dalam perancangan CD adalah *Macroflash MX*

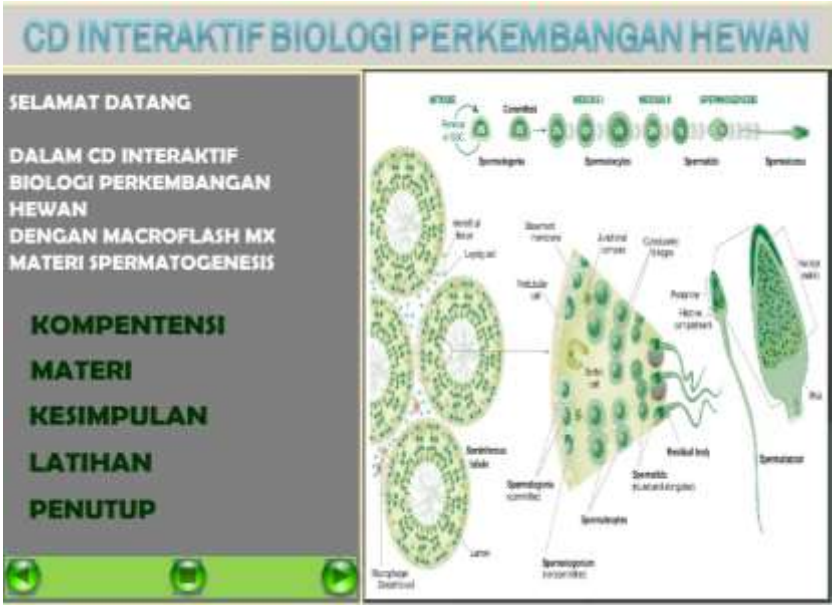
2004 sebagai program utama. Program pendukung yang digunakan untuk pengeditan *picture* digunakan *microsoft office power point 2007* dan *adobe photoshop*. Dan pengepakan CD menggunakan *Ahead Nero 6.6*. Perangkat keras yang digunakan untuk menjalankan media ini adalah satu unit Komputer. Komputer dilengkapi dengan *CD Room* yang digunakan untuk memutar dan membaca media, monitor *SVGA* untuk menampilkan program, *keyboard* dan *mouse* standar *windows* untuk keperluan navigasi.

Tahap analisis kerja program dilakukan untuk mengetahui efektifitas navigasi media yang telah dirancang. Kerja program dirancang dengan petunjuk dan tombol-tombol navigasi yang akan memandu pengguna agar bisa berinteraksi dengan isi media. Media interaktif yang sudah dirancang memiliki 17 *slide* dalam bentuk *flash document* dan *flash movie*. Media yang sudah dirancang disimpan dalam format *flash movie* dalam media CDR berkapasitas maksimal 700 Mb. CD ini terdiri dari 3 bagian yaitu:

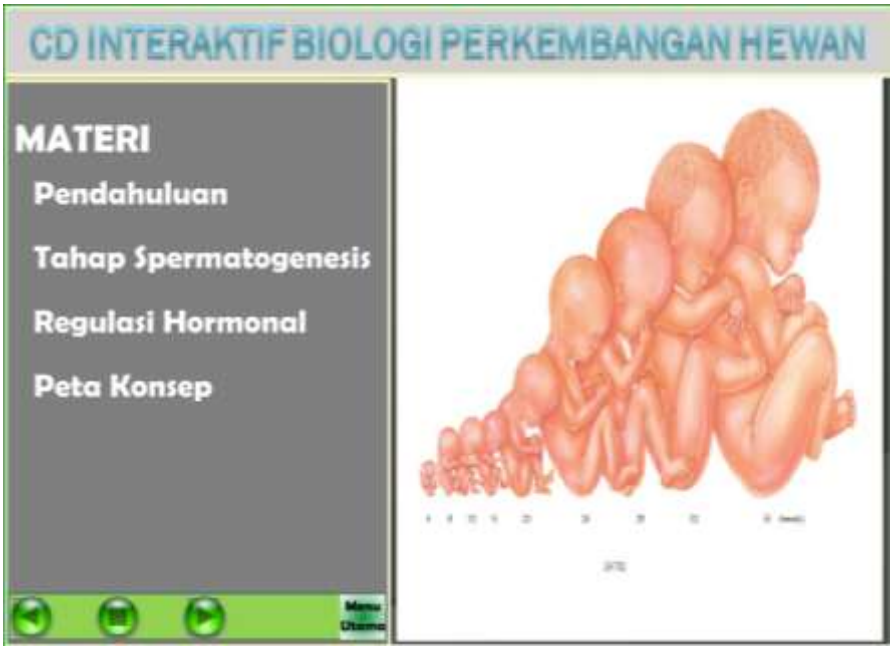
1. Bagian pembuka, terdiri dari *slide cover* (*opening*) dan selamat datang dengan jumlah 2 *slide*. Contoh slide ditampilkan pada Gambar 13.9 dan Gambar 13.10. Misalnya, pada *slide cover* ditampilkan Animasi 3D *Head*: CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN, dengan Teks: CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN DENGAN MACROFLASH MX MATERI SPERMATOGENESIS, OLEH M. HAVIZ, PROGRAM STUDI PENDIDIKAN BIOLOGI STAIN BATUSANGKAR, Image: SPERMATOZOA. Dan Tombol Panel yang diperlukan adalah STOP, LANJUT. Khususnya, untuk navigasi interaktif, *user* media CD bisa "mengklik" tombol "Lanjut" dan "Stop" untuk menutup program.
2. Bagian isi, terdiri dari *slide* kompetensi, materi, kesimpulan dan latihan dengan jumlah 13 slide. Contoh slide ditampilkan pada Gambar 13.11, Gambar 13.12 dan Gambar 12.13. Misalnya, pada *slide* materi ditampilkan Animasi 3D *Head*: CD INTERAKTIF BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN, Teks: MATERI Teks dan Tombol Panel: KOMPETENSI, MATERI, KESIMPULAN, LATIHAN, PENUTUP, Image: PERKEMBANGAN MANUSIA DARI UMUR 4-32 MINGGU KEHAMILAN, Tombol Panel: KEMBALI, STOP, LANJUT, MENU UTAMA. Khususnya, untuk navigasi interaktif, pengguna CD bisa "mengklik" panel "KOMPETENSI" jika ingin melanjutkan interaksi pada bagian Kompetensi, "mengklik" MATERI jika ingin melanjutkan interaksi pada bagian Materi dan seterusnya. Pada *slide ini* dilengkapi dengan tombol panel "Kembali", "Stop", "Lanjut" dan Menu Utama untuk Navigasi sesuai yang diinginkan oleh *user*.

3. Bagian penutup, terdiri dari *slide* penutup dan daftar kepustakaan dengan jumlah 2 slide. Contoh slide ditampilkan pada Gambar 13.14.

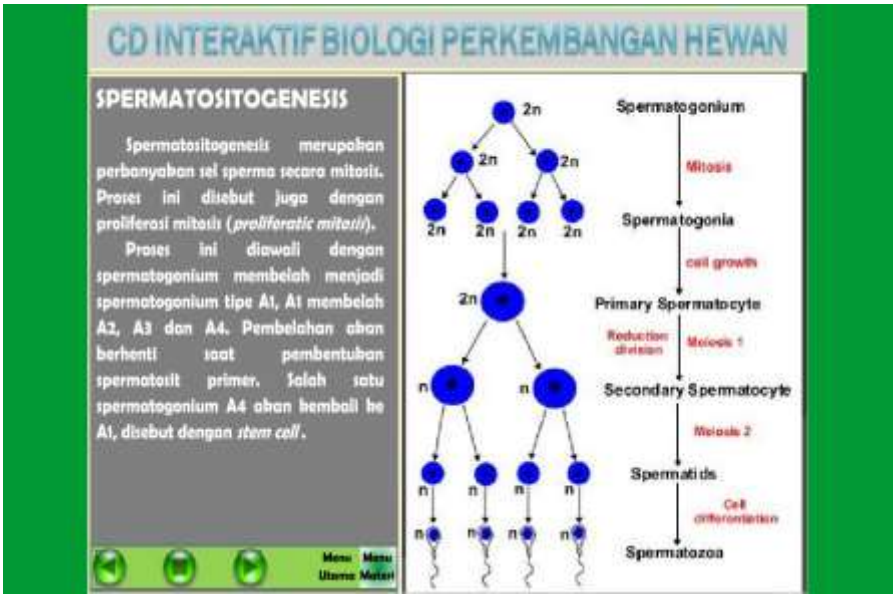
Gambar 13.9 *Slide Cover* CD Interaktif Biologi Perkembangan Hewan



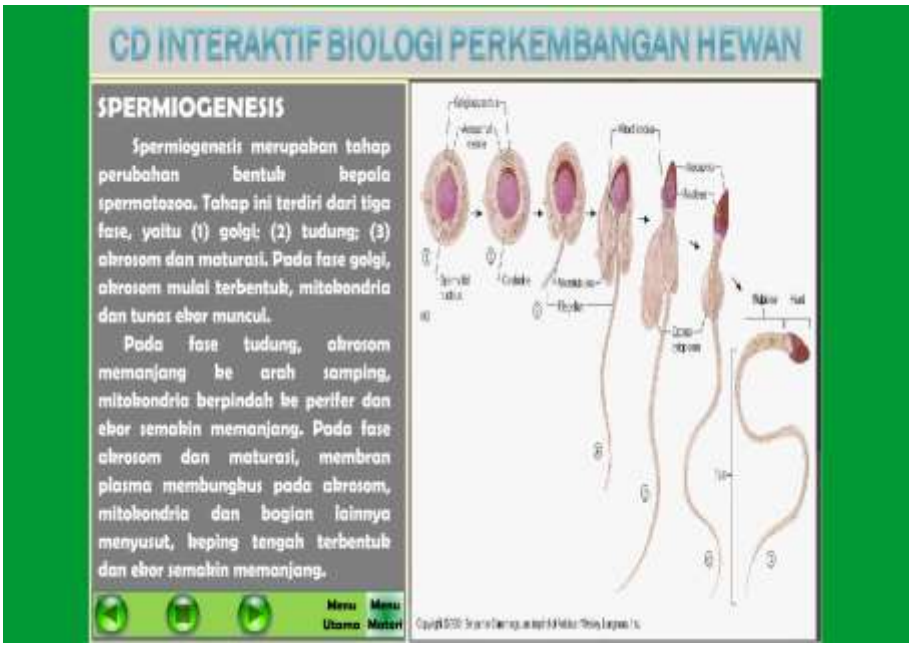
Gambar 13.10 *Slide Opening* CD Interaktif Biologi Perkembangan Hewan



Gambar 13.11 *Slide Materi* CD Interaktif Biologi Perkembangan Hewan



Gambar 13.12 *Slide Spermatositogenesis* CD Interaktif Biologi Perkembangan Hewan



Gambar 13.13 *Slide Spermiogenesis* CD Interaktif Biologi Perkembangan Hewan

Analisa Umum

Berdasarkan produk yang dihasilkan, penelitian ini merupakan penelitian pengembangan tipe 1. Penelitian pengembangan tipe 1 ini difokus kepada (1) pengembangan program atau produk; (2) penekanan bagian proses perancangan, pengembangan dan evaluasi; (3) penekanan kepada teknik dan peralatan dan (4) organisasi atau pengaturan materi sebagai produk (Richey *et al.,* 2002:1104). Penelitian pengembangan produk atau program telah dilakukan dan dilaporkan oleh Albero-Andres, (1983); Coyle (1986); Corry *et al.* (1997); Crane dan Mylonas (1988); Cregger dan Metzler (1992); Fischer *et al.* (2002); Kanyarusoke *et al.* (1985); Klein *et al.* (2000); Link dan Cherow-O'Leary (1990); Martin dan Bramble (1996); McKenney (2002); Mendes dan Mendes (1996); Munro dan Towne (1992) dan Russel (1990).

Produk penelitian yang dihasilkan juga menjelaskan bahwa pengembangan pembelajaran yang dilakukan berbeda dengan pengembangan pembelajaran sederhana. Karena penelitian pengembangan didefenisikan sebagai kajian sistematik tentang proses perancangan, pengembangan, evaluasi program dan produk pembelajaran yang harus memenuhi kriteria konsistensi internal dan efektivitas (Sells dan Richey, 1994:127). Selanjutnya, Richey *et al.* (2002:1099) menjelaskan secara sederhana tentang penelitian pengembangan.

Penjelasan tersebut adalah (1) Penelitian pengembangan merupakan kajian proses dan pengaruh spesifik dari dampak perancangan dan pengembangan pembelajaran; (2) Penelitian pengembangan adalah penggunaan dan pelaksanaan produk hasil perancangan, pengembangan serta evaluasi aktivitas pembelajaran dan (3) Penelitian pengembangan merupakan kajian proses secara utuh atau sebahagian dari proses perancangan, pengembangan dan evaluasi pembelajaran.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian pengembangan CD interaktif membutuhkan tim pengembang dengan bidang-bidang (1) ahli subtansi; (2) ahli media instruksional; (3) ahli metode instruksional; (4) ahli komputer grafis dan (5) ahli pemrograman komputer (Riyana dan Susilana, 2007). Dari kelima keahlian tersebut, peneliti berusaha untuk memenuhinya dengan cara belajar secara otodidak serta berkonsultasi dengan orang yang lain yang lebih ahli. Tetapi, tetap saja tetap ditemukan hambatan, sehingga menyebabkan kurang baiknya penyelesaian penelitian ini. Bagian-bagian yang belum dilakukan adalah (a) memasukkan dan menselaraskan audio media sebagai salah satu panduan interaktif CD dan (b) Merevisi animasi *movie slide*.

Meskipun demikian, menurut peneliti produk ini dikategorikan interaktif secara terotis, tetapi belum dilakukan uji validitas dan uji coba terbatas. Akibat lebih jauh adalah tidak ada beberapa data yang belum bisa dituliskan dalam laporan penelitian ini yaitu (1) hasil validasi CD interaktif; (2) pelaksanaan proses pembelajaran; (3) respon mahasiswa dan (4) tes hasil belajar. Meskipun demikian, peneliti tetap melanjutkan pelaksanaan penelitian agar lebih tercapainya syarat sebuah penelitian sebagai salah satu karya yang harus dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

PENUTUP

Berdasarkan temuan dan pembahasan, maka bisa dituliskan beberapa kesimpulan

1. Produk penelitian ini adalah CD interaktif, perangkat dan instrumen pembelajaran.
2. CD interaktif, perangkat dan instrumen pembelajaran dikategorikan valid secara teroretis tetapi valid secara praktis.

Produk dari penelitian ini adalah CD, perangkat dan instrumen ini bisa digunakan dalam proses pembelajaran. Untuk kesempurnaan, perlu dilakukan penelitian lanjutan, yaitu revisi produk, uji praktikalitas dan pengamatan terhadap aspek-aspek pembelajaran lainnya. Sehingga, bisa menghasilkan CD interaktif yang bermanfaat.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Albero-Andres M. 1983. The use of the Agency for Instructional Television instructional development model in the design, production, and evaluation of the series of Give and Take (Doctoral dissertation, Indiana University, 1982). *Dissertation Abstracts International—A,43*(11):3489.

Bruce BC and Levin JA. 1997. Educational Technology: Media for Inquiry, Communication, Construction and Expression. *Journal of Educational Computing Research* Vol. 17 (1):79-102.

Corry MD, Frick TW and Hansen L. 1997. User-centered design and usability testing of a web site: An illustrative case study. *Educational Technology Research and Development* 45(4):65–76.

Coyle K. 1986. The development and evaluation of an experimental computer simulation for animal science students (Doctoral dissertation, Iowa State University, 1985). *Dissertation Abstracts International—A* 46(12):3581.

Crane G and Mylonas E. 1988. The Perseus project: An interactive curriculum on classical Greek civilization. *Educational Technology* 28(11):25–32.

Cregger R and Metzler M. 1992. PSI for a college physical education basic instructional program. *Educational Technology* 32(8):51–56.

Fischer KM, Savenye WC and Sullivan HJ. 2002. Formative evaluation of computer-based training for a university financial system. *Performance Improvement Quarterly* 15(1):11–24.

Hammerstedt RH and Parks JE. 1987. Changes in Sperm Surface Associated with Epididymal Transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34: 133-149.

Haviz M. 2007. Fenomena Agglutinasi Spermatozoa Pada Mamalia. *Jurnal Ilmiah Akademika* Vol XI (1):100-107.

Haviz M. 2010. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Laporan Penelitian Kompetitif*. Batusangkar: STAIN Batusangkar.

Hunnicut G, Ann C and Dennis K. 2004. Reproductive Biology and Immunology Sperm Maturation. University of Connecticuty Health Center United States. *Population Briefs Vol 5, No 2*.

Kanyarusoke CMS. 1985. The development and evaluation of an external studies formof the introductory course in educational communications and technology (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 1983). *Dissertation Abstracts International—A* 45(2):387.

Klein JD, Brinkerhoff J, Koroghlanian C, Brewer S, Ku H and MacPherson-Coy A. 2000. The foundations of educational technology: A needs assessment. *Tech Trends* 44(6):32–36.

Kohane AI, Pinicoro L and Blaqueir JA. 1987. Androgen Controlled Synthesis of Specific Protein in the Rat Epididymis. *Endocrinology* 112: 1590-1596.

Kulik JA, Kulik CC and Banger-Drown RL. 1985. Effectiveness of Computer-Based Education in Secondary Scholls. *Computer in Human Behavior* Vol 1:59-74.

Link N and Cherow-O'Leary R. 1990. Research and development of print materials at the Children's Television Workshop. *Educational Technology Research & Development* 38(4):34–44.

Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan, jilid 1*. Padang: UNP Press.

Lufri. 2004. Pemecahan Masalah dan Peta Konsep dalam Perkuliahan Perkembangan Hewan: Analisis Sikap Mahasiswa Terhadap Pembelajaran. *Jurnal Forum Pendidik* 29 (02): 127-140.

Lufri. 2005. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Problem Solving yang Diintervensi dengan Peta Konsep Terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran* Vol. 28 (01):47-65.

Martin B and Bramble W. 1996. Designing effective video teletraining instruction: The Florida teletraining project. *Educational Technology Research and Development* 44(1):85–99.

McKenney S. 2002. Computer-based support for science education materials development in Africa: Exploring potentials (Doctoral dissertation, Universiteit Twente, The Netherlands, 2001). *Dissertation Abstracts International—C* 63(03):355.

Mendes AJ and Mendes T. 1996. AIDA: An integrated authoring environment for educational software. *Educational Technology Research and Development* 44(4):57–70.

Munro A and Towne DM. 1992. Productivity tools for simulationcentered training development. *Educational Technology Research and Development* 40(4): 65–80.

Pane JF, Corbett AT and Bonnie EJ. 1997. *Assesing Dynamics in Computer-Based Instruction*. New York: Pittsburgh Pa.

Prayitno. 2009. Dasar Teori dan Praksis Pendidikan. Jakarta: PT Gramedia Widiasarana Indonesia.

Richey RC, Klein, DK and Nelson WA. 2002. Developmental research: studies of instructional design and development on Handbook on Research of Technology. In David Jonassen, (Eds). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology (2nd Edition)*. pp:1101–1130. On http://www.aect.org/edtech/42.pdf

Riyana C dan Susilana R. 2007. *Media Pembelajaran, Hakikat, Pengembangan, Pemanfaatan dan penilaian*. Bandung: CV Wacana Prima.

Robler MD, Castine WH and King FJ. 1989. The Impact of Microcomputer-Based Instruction on Teaching and Learning: A Review of Recent Research. New York: ERIC *Clearinghouse on Information Resources Syracuse*..

Russell CM. 1990. The development and evaluation of an interactive videodisc system to train radiation therapy technology students on the use of the linear accelerator (Doctoral dissertation, University of Pittsburgh, 1988). *Dissertation Abstracts International—B* 50(3):919.

Seels BB and Richey RC. 1994. *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington DC: Association for Educational Communications and Technology.

Sudijono A. 1996. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. Raja Grafindo.

Trianto. 2007. *Model Pembelajaran Terpadu dalam Teori dan Praktek*. Surabaya: Pustaka Ilmu.

Undang Undang Sistem Pendidikan Nasional UU SPN RI. 2003

Wihardjo E. 2007. *Pembelajaran Berbantuan Komputer*. Jember: Jurusan Pendidikan Matematika MIPA FKIP Universitas Jember.

Zais RS. 1976. *Curriculum, Principles and Foundation*. New York: Thomas Y Crowell Harper & Publisher.

BAB 14. PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI

MODEL PEMBELAJARAN INTEGRATIF PADA BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN: ANALISIS KEBUTUHAN PENGEMBANGAN

The research objective was to determine the needs analysis of developing MPI on the biology of animal development at STAIN Batusangkar. The report is a part of developing integrative learning model (MPI) on the developmental of biology. The research use Plomp model. The data obtained will be analyzed by data reduction, data presentation and drawing conclusions. The result showed that philosophy of STAIN Batusangkar is an integration. Analysis of the characteristics of students showed that students of STAIN Batusangkar has a heterogeneous background of the aspects of capability. These results are based on the findings of the Academic Performance Index (CPI), schools and majors while undergoing studies in high school, the course pre-condition and the results of multiple intelegencie test. Developmental of biology material is characterized by the facts, concepts, principles and theories. In conclusion, the research is a part of activity that supports of developing MPI on the biology of animal development at STAIN Batusangkar.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *analysis of characteristic, integratif learning of model, developmental of biology*
- Tulisan ini bagian dari hasil penelitian disertasi, yang dibiayai dari hasil penelitian kompetitif STAIN Batusangkar 2011 yang dibiayai oleh dana DIPA, dengan nomor kontrak Sti.02/IX/TL.00/2338.d/2011 Tanggal 15 Juni 2011, yang melibatkan tim pengembangan yaitu Dr. M. Haviz, M.Si, (Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar) sebagai peneliti; Prof. Dr. Z. Mawardi Efendi, M.Pd, Prof. Dr. Lufri, M.S dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc. (Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang) sebagai Promotor
- Ta'dib Tulisan ini telah diterbitkan di jurnal Ta'dib Volume 14 No.1 Juni 2012: 1-14. ISSN:1420-8208, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author,* Lufri, Ahmad Fauzan, dan Z. Mawardi Effendi sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Peningkatan mutu pendidikan Perguruan Tinggi Agama Islam telah dilakukan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Islam Kementerian Agama Republik Indonesia. Langkah yang dilakukan adalah mendukung alih status STAIN menjadi IAIN atau UIN. Saat ini, STAIN Batusangkar sedang mempersiapkan alih status dari sekolah tinggi menjadi institut. Untuk mendukung persiapan alih status tersebut, STAIN Batusangkar telah membuka dan menyelenggarakan beberapa program studi baru, seperti pendidikan biologi, pendidikan fisika dan program studi lainnya.

Menjadi program studi baru, pendidikan biologi belum memiliki perangkat, instrumen dan model pembelajaran yang baik dan maksimal. Belum baik dan maksimal diartikan dengan belum dilakukan kajian yang mendalam tentang pemilihan strategi yang sesuai dengan karakteristik Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar.

Berdasarkan hasil pengamatan, ditemukan beberapa situasi pendidikan di STAIN Batusangkar. Situasi pendidikan pertama, STAIN Batusangkar telah mengembangkan dan menggiatkan penerapan *active learning* dalam proses pembelajaran. Program ini telah dilaksanakan pada program studi lain di STAIN Batusangkar. Tujuannya adalah untuk membekali lulusan dengan kompetensi-kompetensi yang harus dikuasai oleh guru. Kompetensi tersebut adalah kepribadian, pedagogik, profesional dan sosial. STAIN Batusangkar sebagai salah satu institusi penghasil guru juga harus mampu mempersiapkan calon lulusan yang siap pakai (*out comes*) di sekolah, madrasah atau lembaga pendidikan lainnya. Oleh karena itu keterampilan dasar guru mutlak harus dikuasai oleh calon guru, misalnya keterampilan bertanya, memberi penguatan, mengadakan variasi, menjelaskan, membuka dan menutup pelajaran, membimbing diskusi kelompok kecil dan perorangan, mengelola kelas dan mengembangkan dan menggunakan media (Wardani dkk., 1999). Situasi pendidikan kedua, adanya temuan tidak baik aktifitas mahasiswa dalam proses pembelajaran. Rendahnya aktivitas mahasiswa dalam proses pembelajaran akan menyebabkan berkurangnya kualitas proses pembelajaran.

Kondisi-kondisi ini juga ditemukan di Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar. Situasi-situasi pendidikan diatas mengakibatkan rendahnya kualitas proses pembelajaran. Kondisi ini juga akan menyebabkan rendahnya hasil belajar mahasiswa. Lebih jauh, juga akan mempengaruhi kualitas dan keterpakaian lulusan di masyarakat (*outcomes*). Kondisi-kondisi tersebut dianggap masalah utama untuk diselesaikan oleh setiap tenaga kependidikan, seperti dosen yang mengajar di Program Studi Pendidikan Biologi di STAIN Batusangkar.

Menjadi program studi umum yang berada di Perguruan Tinggi Agama Islam (PTAI), pengembangan Program Studi Pendidikan Biologi harus disesuaikan dengan filosofis PTAI tersebut. Filosofis yang dikemukan dalam pengembangan PTAI saat ini adalah adanya keterpaduan keilmuan antara ilmu umum dan ilmu agama. Termasuk STAIN Batusangkar, yang juga menganut filosofis integrasi ilmu agama dan ilmu umum yang fleksibel dalam pengembangannya. Implikasinya, filosofis pengembangan ini harus mampu diterjemahkan oleh setiap tenaga pendidik dan kependidikan di STAIN Batusangkar. Salah satu bentuk implikasinya adalah melakukan kajian pengembangan keilmuan berbasis Al-Quran.

Materi biologi perkembangan hewan berciri fakta, konsep, prinsip dan teori. Karakteristik materi ini memerlukan pemahaman tinggi untuk menguasainya. Diduga rendahnya penguasaan materi akan menyebabkan rendahnya hasil belajar mahasiswa. Untuk mengatasinya, diperlukan kajian-kajian yang lebih mendalam untuk mengembangkan mata kuliah biologi perkembangan hewan. Beberapa hasil penelitian terdahulu telah meneliti

Terkait dengan pengembangan mata kuliah biologi perkembangan hewan, kajian pengembangannya telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Misalnya penelitian yang telah dilakukan oleh Lufri (2004; 2005) tentang eksperimen penggunaan *problem solving* dan peta konsep dalam pembelajaran. Penelitian ini dilakukan di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Padang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa hasil belajar mahasiswa menggunakan metode *problem solving* dan peta konsep lebih baik dari metode ceramah. Lufri dan Helendra (2009; 2011) juga telah mengembangkan materi pembelajaran Biologi Perkembangan Hewan untuk mendukung pelaksanaan proses pembelajaran. Nerita (2011) mengembangkan media CD interaktif berorientasi konstruktivisme di Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat. Haviz dkk. (2011a; 2011b) telah mengembangkan perangkat pembelajaran kooperatif dengan tingkat validitas baik pada mata kuliah Biologi Perkembangan Hewan di Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar. Selanjutnya, Haviz dan Maris (2012) telah mengembangkan CD interaktif berorientasi pembelajaran kooperatif pada Biologi Perkembangan Hewan. Hasil-hasil kajian ini mengeksplorasi materi Biologi Perkembangan Hewan secara ilmiah dan tidak mengelaborasikannya dengan materi lain seperti ayat-ayat al-Quran. Sehingga, diperlukan kajian pengembangan berikutnya yang bersifat integratif.

Berdasarkan penjelasan-penjelasan diatas penting untuk dilakukan analisis awal tentang pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan. Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan

hewan di perguruan tinggi agama islam. Tujuan penenelitian adalah melakukan analisis kebutuhan pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan. Sehingga proses desain model sesuai dengan prinsip-prinsip desain pengembangan model pembelajaran.

METODE PENELITIAN

Desain Pengembangan

Penelitian pengembangan ini menggunakan desain pengembangan Plomp (2010) pada tahap *preliminary research*. Pada *preliminary research*, peneliti melakukan analisis mendalam tentang materi dan masalah yang mendasari pentingnya untuk dilakukan pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan.

Prosedur Pengembangan

Penelitian *prelimanary research* (penelitian pendahuluan) bertujuan untuk menganalisis masalah utama yang mendasari pentingnya pengembangan model pembelajaran integratif. Analisis kebutuhan penelitian ini didasari atas karakteristik institusi dan karakteristik mahasiswa serta analisis instruksional. Langkah-langkah yang dilakukan untuk ketiga tahap tersebut adalah

Analisis karakteristik institusi

Analisis karakteristik institusi bertujuan melihat arah pengembangan instititusi di saat sekarang dan di masa datang. Analisis karakteristik institusi dilakukan dengan mengkaji visi, misi dan tujuan STAIN Batusangkar. Visi, misi dan tujuan tersebut diperoleh dari dokumen *master plan* STAIN Batusangkar 2010-2025. Untuk melengkapi perolehan data, dilakukan wawancara dengan Ketua STAIN Batusangkar periode 2002-2010. Instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah pedoman wawancara. Pertanyaan wawancara dikembangkan dari kata kunci yang dimuat pada visi STAIN Batusangkar. Kata kunci tersebut adalah *integrasi*. Aspek yang dijadikan indikator dan pertanyaan yang diajukan saat wawancara adalah (1) hakikat dan filosofis; (2) sejarah; (3) makna; (4) tujuan dan (5) implementasi.

Analisis karakteristik mahasiswa

Sumber data karakterisitik mahasiswa adalah dokumen dari Bagian Akademik dan Kemahasiswaan (Akama) STAIN Batusangkar dan hasil tes kecerdasan jamak (*multiple inteligencie*). Mahasiswa yang dianalisis adalah peserta mata kuliah biologi perkembangan hewan semester ganjil 2011/2012 dengan jumlah 48 orang. Karakteristik mahasiswa tersebut meliputi skor indeks prestasi kumulatif (IPK), asal sekolah dan jurusan di sekolah menengah atas dan nilai mata kuliah prasyarat (struktur hewan). Kecerdasan jamak (*multiple inteligence*) mahasiswa diperoleh dari hasil tes. Instrumen yang digunakan adalah instrumen

standar dari Unit Pelaksana Teknis Layanan Bimbingan Konseling (UPTLBK) STAIN Batusangkar. Materi tes kecerdasan jamak (*multiple inteligence*) meliputi delapan aspek yaitu verbal, numerikal, visual, kinestetik, musik, intrapersonal, interpersonal dan natural (Gardner, 1999) Kumpulan data ini digunakan untuk melihat tingkat keberagaman kemampuan mahasiswa.

Analisis karakteristik instruksional

Analisis instruksional diawali dengan melakukan analisis tujuan pembelajaran. Hasil analisis akan memperlihatkan tujuan dan arah pengembangan mata kuliah biologi perkembangan hewan. Hasil analisis ini diuraikan dalam analisis instruksional, standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator dan tujuan pembelajaran dan materi pembelajaran. Materi kuliah biologi perkembangan yang digunakan adalah buku biologi perkembangan hewan jilid 1 yang ditulis oleh Lufri dan Helendra (2009).

Teknik Analisis Data

Secara umum, data yang diperoleh pada penelitian ini adalah data kualitatif dan kuantitatif. Data kualitatif dianalisis dengan mengikuti langkah-langkah yang dituliskan oleh Miles dan Huberman (1984) dalam Sugiyono (2007:337). Langkah-langkah tersebut adalah (a) reduksi data; (b) penyajian data dan (c) penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Karakteristik Institusi

Karakterisitik STAIN Batusangkar dianalisis dari paparan visi, misi dan tujuan lembaga pendidikan ini. Di bawah ini dituliskan cuplikan visi, misi dan tujuan STAIN Batusangkar yang dikutip dari Dokumen Master Plan STAIN Batusangkar 2010-2025 (2010:5-8).

Visi bagi Sekolah Tinggi Agama Islam Negeri (STAIN) Batusangkar "... maka wujud visi yang ingin dicapai STAIN Batusangkar pada tahun 2025 adalah menjadi ***World Class University*** **yang Unggul, Terpercaya, dan Berbudaya.** Visi STAIN Batusangkar tahun 2025 ini sejalan dengan konsep pengembangan STAIN Batusangkar menjadi ***town university***..."

Mengacu kepada visi tersebut, disusunlah misi implementatif dan dimuat dalam Dokumen Master Plan STAIN Batusangkar 2010-2025 (2010:6-7). Paparan beberapa Misi STAIN Batusangkar yang berkaitan dengan penelitian ini adalah,

1) Menguasai, mengembangkan dan memanfaatkan ilmu pengetahuan, teknologi, dan seni yang bernafaskan Islam dengan mewujudkan fakultas-fakultas, jurusan-jurusan, program studi-program studi,

penelitian, pembinaan kelembagaan serta pengelolaan sumber daya manusia akademik secara berdaya guna dan berhasil guna.

2) Menguasai dan mengembangkan kombinasi dan integrasi " Ilmu Agama" dan "Ilmu Umum" (sosial, eksakta, dan humaniora) yang berdasarkan al-Quran dan Sunnah melalui penguasaan Bahasa Arab dan Bahasa Inggris yang tertuang dalam kurikulum dengan dukungan dosen yang profesional dan proporsional serta sarana dan prasarana yang kondusif.
3) Membentuk insan akademik yang *concern* terhadap berbagai kajian keislaman dan budaya lokal.
4) Meningkatkan kualitas keimanan, ibadah, akhlak, intelektual, hasil karya dan kehidupan yang setara bagi dosen dan karyawan.
5) Penerapan otonomi keilmuan untuk mendorong pengembangan fakultas/jurusan/program studi dalam melaksanakan tugasnya sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta meningkatkan kualitas dan kuantitas dan diverifikasi bidang penelitian.
6) Pengembangan kurikulum dan pembelajaran aktif dan efektif dalam berbagai kelompok bidang mata kuliah.

Mengacu kepada tujuan pokok dalam Dokumen Master Plan STAIN Batusangkar 2010-2025 (2010:8), ditemukan beberapa tujuan pokok terkait dengan penelitian ini. Tujuan pokok tersebut adalah

1) Menyiapkan peserta didik menjadi anggota masyarakat yang memiliki kemampuan akademik dan/atau profesional yang dapat menerapkan, mengembangkan, dan/atau menciptakan ilmu keIslaman.
2) Mengembangkan dan menyebarluaskan ilmu keIslaman, serta mengupayakan penggunaan untuk meningkatkan taraf kehidupan masyarakat dan memperkaya kebudayaan nasional.
3) Menghasilkan penelitian ilmu-ilmu keIslaman, budaya, dan teknologi.

Untuk mengkaji dan melengkapi bedah visi, misi dan tujuan pengembangan STAIN Batusangkar, penulis telah melakukan wawancara. Informan yang dipilih adalah Ketua STAIN Batusangkar periode 2002-2010. Aspek pertanyaan wawancara difokuskan kepada kata "integrasi". Cuplikan pertanyaan dan jawaban wawancara dinarasikan di bawah ini.

Peneliti: *Bagaimana Hakikat atau Filosofis Visi STAIN Batusangkar?*
Nara Sumber: *Merupakan sasaran dan tujuan yang jelas dan harus dilaksanakan oleh STAIN Batusangkar ke masa datang. Visi ini akan memberikan nuansa spesifik dan menjadi identitas kelembagaan. Sehingga relatif berbeda dengan lembaga pendidikan tinggi lainnya. Visi ini digunakan sebagai antisipatif terhadap perkembangan filsafat ilmu saat ini yaitu adanya integrasi keilmuan, namun tetap berada dalam koridor peradaban islam yang ditopang dengan manajemen cerdas.*

Peneliti: *Bagaimana sejarah dan tujuan pembuatan Visi STAIN Batusangkar?*
Nara Sumber: *Secara filosofis, STAIN Batusangkar memperlihatkan konsep ilmu yang esensial dalam islam esensial. Sehingga akan muncul islam rahmatan lil 'alamin, mampu bertahan (survive) dan menjawab segala permasalahan dengan adanya integrasi keilmuan. Secara pragmatis, STAIN Batusangkar ingin berkembang lebih baik. STAIN Batusangkar berkembang tidak dibatasi dalam kerangka Sekolah Tinggi saja, dan akan berkembang dan berubah menjadi Universitas. Hal ini dilakukan untuk menyahuti kebutuhan umat islam yang semakin kompleks dan global.*
Peneliti: *Apakah maksud kata* ***integrasi*** *dalam Visi STAIN Batusangkar?*
Nara Sumber: *Memadukan dan adanya keterkaitan antara ilmu umum dengan islam yang selama ini ditempatkan secara dikotomi. Hal tersebut akan tergambar dalam kurikulum program studi yang ada di STAIN Batusangkar.*
Peneliti: *Apakah hakikat/filosofis* ***integrasi*** *dalam Visi STAIN Batusangkar?*
Nara Sumber:*Tidak adanya dikotomi keilmuan (umum dan agama) dalam islam*
Peneliti: *Apakah tujuan* ***integrasi*** *dalam Visi STAIN Batusangkar?*
Nara Sumber:*Dalam perkembangan ilmu akan lahir konsep ilmu yang memadukan ilmu umum dan agama yang ditempatkan selama ini secara terpisah. Dalam konteks ini, STAIN Batusangkar akan memadukan keduanya untuk melahirkan para praktisi, ilmuan atau lulusan yang memiliki wawasan, keterampilan dan sikap yang terintegrasi.*
Peneliti: *Bagaimana implementasi* ***integrasi*** *dalam Pengembangan STAIN Batusangkar di Bidang:*

1. *Akademik, terutama dalam pembelajaran oleh dosen sebagai tenaga pendidik dan pengembangan program studi?*
2. *Administrasi dan Keuangan, terutama oleh karyawan sebagai Tenaga Kependidikan?*
3. *Kemahasiswaan, terutama dalam pengembangan kemahasiswaan?*

Nara Sumber:

1. *Implementasi* ***integrasi*** *dalam Pengembangan STAIN Batusangkar di Bidang Akademik, terutama dalam pembelajaran oleh dosen sebagai tenaga pendidik dan pengembangan program studi adalah*

a. Menyusun kurikulum yang sesuai dengan konsep-konsep integratif, misalnya memberikan penamaan (nomenclature) mata kuliah yang akan dijadikan objek. Misalnya mata kuliah Tafsir Tarbawi menjadi Tafsir Tarbawi Biologi.

b. Melakukan analisis komponen proses pembelajaran secara komprehensif, terutama dari aspek materi (content) dan penggunaan strategi pembelajaran yang relevan. Misalnya menggunakan metode tafsir maudhu'i dalam menganalisis materi (content) mata kuliah embriologi. Hal ini dilakukan dan menjadi tanggungjawab dosen yang program studi yang bersangkutan.

c. Membenahi instrumen-instrumen institusi sesuai dengan visi STAIN Batusangkar.

d. Melakukan aktivitas tri dharma perguruan tinggi sesuai dengan visi STAIN Batusangkar, misalnya melakukan penelitian dan pengabdian yang bernuansa integratif.

2. Implementasi ***integrasi*** *dalam Pengembangan STAIN Batusangkar di Bidang Administrasi dan Keuangan, terutama oleh karyawan sebagai Tenaga Kependidikan adalah:*

a. Melakukan aktivitas administrasi yang sesuai dengan aturan keuangan, jujur, transparansi serta efisien dalam pemanfaatan keuangan.

b. Tidak melakukan tindak korupsi, kolusi dan nepotisme (KKN) dalam kegiatan proyek.

c. Bersikap disiplin, ramah dan santun dalam melakukan pelayanan publik.

3. Implementasi ***integrasi*** *dalam Pengembangan STAIN Batusangkar di Bidang Kemahasiswaan, terutama dalam pengembangan kemahasiswaan adalah*

a. Menampilkan sikap-sikap yang islami dalam kehidupan sehari-hari.

b. Mendorong mahasiswa untuk melakukan kegiatan-kegiatan yang bersifat integratif. Misalnya melakukan nilai-nilai islami, edukasi dan dakwah dalam setiap kegiatan kemahasiswaan.

Menurut penulis keunggulan, terpercaya dan berbudaya yang dituliskan di visi tersebut tersebut memiliki ruang lingkup yang luas. Penulis menganalisis beberapa aspek tersebut, yaitu:

1. Keunggulan, terpercaya dan berbudaya bisa diartikan dengan STAIN Batusangkar sebagai universitas yang berperingkat dan bereputasi baik.
2. Keunggulan, terpercaya dan berbudaya bisa diartikan dengan STAIN Batusangkar sebagai universitas yang memiliki kekhasan yang tidak dimiliki oleh universitas atau perguruan tinggi lainnya.
3. Keunggulan, terpercaya dan berbudaya bisa diartikan dengan STAIN Batusangkar sebagai universitas yang mampu dan menguasai disiplin-disiplin ilmu yang dikembangkan.
4. Keunggulan, terpercaya dan berbudaya bisa diartikan sebagai universitas yang memiliki akreditasi program studi dan institusi yang baik.
5. Keunggulan, terpercaya dan berbudaya bisa diartikan sebagai universitas yang memiliki keterlibatan dalam penyelesaian-penyelesaian masalah di tingkat lokal, regional, nasional dan internasional.

Pada karakteristik institusi, ditelaah visi, misi dan tujuan STAIN Batusangkar sebagai lembaga pendidikan. Berdasarkan uraian visi tersebut, terlihat jelas arah pengembangan STAIN Batusangkar akan menjadi universitas yang unggul, terpercaya dan berbudaya. Terkait dengan penelitian ini, model pembelajaran integratif yang dikembangkan, diharapkan akan menjadi salah satu bagian dan bentuk keunggulan, terpercaya dan berbudaya tersebut.

Pada bagian berikut ini, dilakukan telaah terhadap misi STAIN Batusangkar. Misi implementatif ini merupakan indikator-indikator dalam peningkatan mutu, relevansi dan daya saing perguruan tinggi. Menurut peneliti, misi implementatif tersebut sangat erat kaitannya dengan penelitian ini. Beberapa argumentasi peneliti terkait dengan penelitian pengembangan model pembelajaran integratif dengan misi implementatif tersebut adalah:

1. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif yang telah dilakukan merupakan aplikasi dari pengembangan dan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi teknologi pembelajaran untuk mewujudkan program studi program studi yang islami.
2. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif yang telah dilakukan merupakan bentuk pengembangan kombinasi dan integrasi Ilmu Agama dan Ilmu Umum.
3. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif yang telah dilakukan merupakan bentuk kajian yang *concern* terhadap budaya lokal dan islam.
4. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif yang telah dilakukan diharapkan mampu meningkatkan kualitas keimanan, ibadah, akhlak, intelektual, hasil karya dan kehidupan yang setara bagi dosen dan dan mahasiswa.
5. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif yang telah dilakukan merupakan bagian dari bentuk pengembangan kurikulum dan pembelajaran aktif dan efektif dalam berbagai kelompok bidang mata kuliah.

Pada bagian berikut ini, juga telah ditelaah tujuan pokok STAIN Batusangkar sebagai lembaga pendidikan. Menurut peneliti, ketiga tujuan pokok tersebut sangat terkait dengan penelitian pengembangan model yang dilakukan. Beberapa argumentasi peneliti adalah

1. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif ini didesain untuk mempersiapkan mahasiswa untuk memiliki keterampilan-keterampilan yang menunjang profesi mereka di kemudian hari. Misalnya adanya intervensi keterampilan integratif saat pembelajaran dilakukan.

2. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif ini merupakan penelitian yang mengaplikasikan integrasi keilmuan.

Menurut penulis, berdasarkan uraian jawaban wawancara tersebut bisa dituliskan bahwa pengembangan model pembelajaran integratif penting dilakukan oleh setiap dosen di STAIN Batusangkar. Banyak aspek dan manfaat yang akan dirasakan dengan adanya pengembangan model ini, misalnya (1) dengan melakukan pengembangan model integratif akan memenuhi tuntutan aspek pengembangan kampus STAIN Batusangkar; (2) hasil penelitian pengembangan model pembelajaran integratif akan menjadi ciri khas STAIN Batusangkar.

Karakteristik Mahasiswa

Keempat sumber data tentang karakteristik mahasiswa yaitu indeks prestasi kumulatif (IPK), nilai struktur hewan, asal sekolah dan jurusan saat sekolah serta tes kecerdasan jamak memperlihatkan bahwa mahasiswa STAIN Batusangkar memiliki latar belakang dan kemampuan yang heterogen. Misalnya, temuan nilai Indeks Prestasi Akademik (IPK) memperlihatkan hanya 16.67 % mahasiswa yang memiliki IPK diatas 3.5 dan 41.67% mahasiswa yang memiliki IPK dengan rentang 3.01-3.51. Sedangkan sisanya berada dibawah 3.00. IPK mahasiswa memperlihatkan lebih dari 75% mahasiswa telah menguasai kompetensi mata kuliah yang telah mereka pelajari selama menjalani studi di STAIN Batusangkar.

Hasil yang sama ditemukan pada nilai struktur hewan (mata kuliah pra syarat) juga memperlihatkan hasil yang sama. Nilai mahasiswa tersebar secara tidak merata di setiap range nilai. Hasil penelitian tentang nilai struktur hewan mahasiswa memperlihatkan bahwa tingkat penguasaan mahasiswa terhadap materi pembelajaran yang berciri fakta, konsep, proses dan teori beragam dan rendah. Sehingga bisa disimpulkan penguasaan standar kompetensi dan kompetensi dasar mata kuliah ini juga beragam dan rendah.

Jika dilihat dari asal sekolah dan jurusan saat sekolah, mahasiswa juga berasal dari berbagai sekolah dan jurusan yang beragam. Hasil penelitian tentang asal dan jurusan mahasiswa di Sekolah Menengah Atas/Sederajat memperlihatkan bahwa asal sekolah dan jurusan mahasiswa saat melakukan studi di tingkat menengah atas heterogen.

Untuk mengetahui minat dan bakat, dilakukan tes kecerdasan jamak terhadap mahasiswa peserta mata kuliah ini. Hasil tes juga memperlihatkan bahwa bahwa tidak semua mahasiswa yang berbakat di bidang ke-alam-an (natural). Meskipun tidak berbeda jauh, nilai hasil tes kecerdasan natural berada di posisi ke tiga. Hasil penelitian tentang kecerdasan jamak mahasiswa memperlihatkan bahwa tidak semua mahasiswa yang berbakat di bidang ke-

alam-an (natural). Meskipun tidak berbeda jauh, nilai hasil tes kecerdasan natural berada di posisi ke tiga.

Sehingga bisa disimpulkan, analisis karakteristik mahasiswa memperlihatkan bahwa mahasiswa STAIN Batusangkar memiliki latar belakang yang heterogen dari aspek kemampuan. Hasil ini didasari atas temuan nilai Indeks Prestasi Akademik (IPK), asal sekolah dan jurusan saat menjalani studi di sekolah menengah atas, nilai mata kuliah pra syarat (struktur hewan) dan hasil tes kecerdasan jamak (*multiple intelegencie test*).

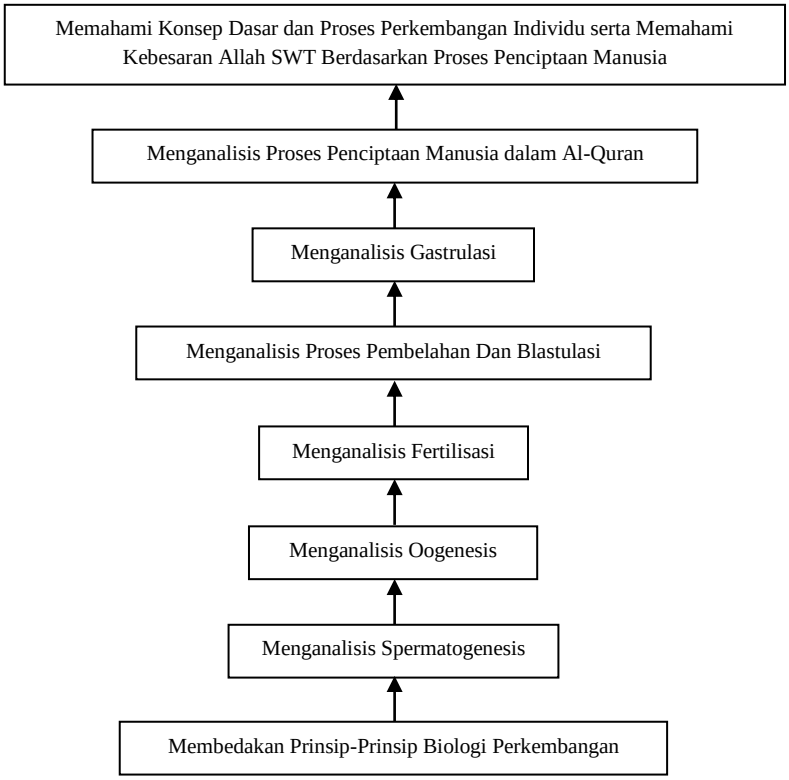
Karakteristik Instruksional Biologi Perkembangan Hewan

Biologi Perkembangan Hewan adalah mata kuliah keilmuan dan keterampilan (MKK 1924). Mata kuliah ini merupakan mata kuliah wajib dengan bobot 3 SKS (1). Materi mata kuliah ini berkaitan dengan materi mata kuliah lain di biologi seperti Biologi Umum, Biologi Sel, Genetika dan Struktur Hewan.

Standar kompetensi mata kuliah biologi perkembangan hewan adalah mahasiswa mampu memahami konsep dasar dan proses perkembangan individu serta memahami kebesaran Allah SWT berdasarkan proses penciptaan manusia. Kompetensi dasarnya adalah mahasiswa mampu menganalisis prinsip-prinsip perkembangan, menganalisis spermatogenesis, menganalisis oogenesis, menganalisis fertilisasi, menganalisis proses pembelahan dan blastulasi, menganalisis gastrulasi dan menganalisis proses penciptaan manusia dalam Al-Quran. Analisis instruksional Biologi Perkembangan Hewan ditampilkan pada Gambar 14.1.

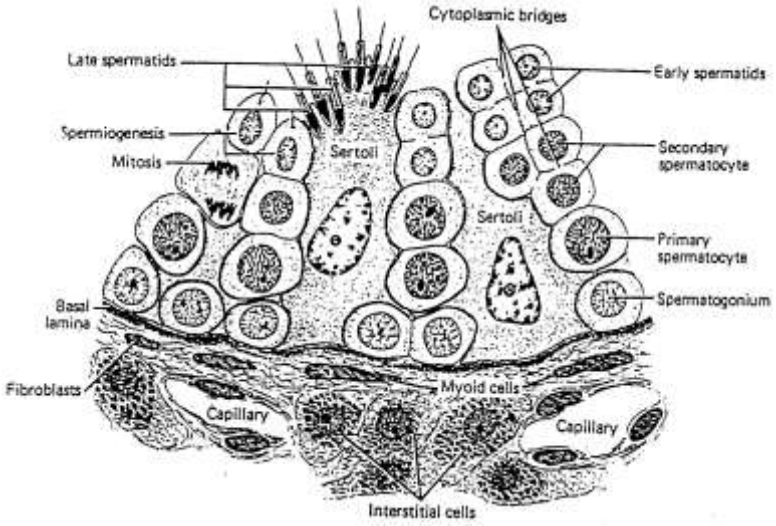
Analisis materi kuliah biologi perkembangan hewan menunjukkan bahwa karakteristik materi mencakup fakta, prinsip dan teori. Hal ini bisa dilihat pada ringkasan uraian materi spermatogensis. Misalnya pada kutipan materi berikut.

"Spermatogenesis berlangsung dalam tubulus seminiferus testis. Pada tubulus ini terdapat dua tipe sel yang penting, yaitu sel benih (*germ cell*) dan sel-sel sertoli**.** Sel sertoli berperan memberi makan sperma sel-sel sperma yang sedang berkembang. Pada beberapa hewan vertebrata, termasuk manusia, spermatogonia terletak di bagian dalam dinding tubulus atau dekat lamina basalis. Dalam perkembangannya, sel-sel spermatogonia bergerak menuju lumen tubulus seminiferus hingga terbentuk sperma (Lufri dan Helendra, 2009:19).

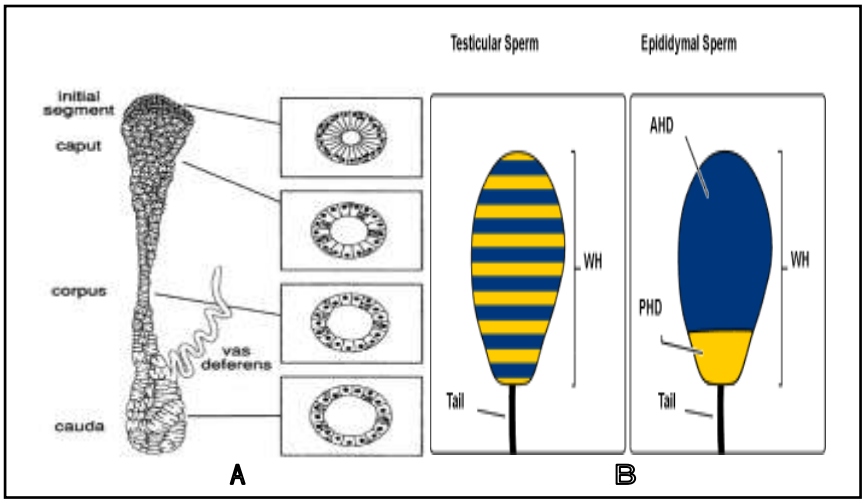


Gambar 14.1 Analisis Instruksional Biologi Perkembangan Hewan

Kutipan materi-materi tersebut memperlihatkan adanya materi yang berciri proses. Proses terlihat dari kalimat berikut, "spermatogenesis terbagi atas tiga fase yaitu: (1) spermatositogenesis, pada fase ini, spermatogonia membelah (secara mitosis) berturut-turut, sehingga menghasilkan spermatosit primer, (2) meiosis**,** pada fase ini, spermatosit mengalami dua kali pembelahan secara berturut-turut (meiosis I dan II). Proses proliferasi atau perbanyakan sel spermatogonia ditunjukkan pada Gambar 14.2.



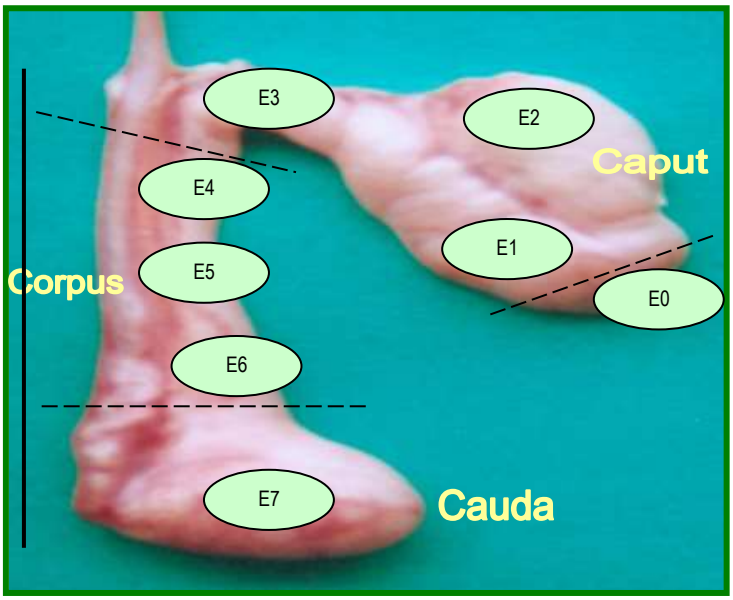
Gambar 14.2 Diagram Struktur Bagian Tubulus Seminiferus dan Jaringan Interstitial (Junquera dan Carneiro, 1980: 446).



Gambar 14.3 Diagram Epididymis. A Epididymis dan bagian-bagiannya, B spermatozoa Testes (kiri) dan epididymis (kanan) (Hunnicut dkk., 2004).

Materi biologi perkembangan juga bercirikan konsep. Cuplikan materi berciri konsep tersebut ditampilkan pada beberapa paragraf berikut.

Pada spermatogenesis, proses pematangan spermatozoa terjadi di epididymis (Gambar 14.3 dan 14.4). Spermatozoa yang matang merupakan sel yang sangat khas, dimana inti dikemas sangat padat dengan akrosom terdapat di daerah apikal dekat inti dan mitokondria tersusun dalam bentuk spiral di sekeliling pangkal flagel (Garner dan Hafez, 2000). Sel spermatozoa diproduksi, kemudian meninggalkan testes belum mampu untuk membuahi sehingga diperlukan tahapan pematangan dalam epididymis (Visconti dkk., 1995).



Gambar 14.4 Epididymis domba. E0: initial segment, E1: proximal caput, E2: middle caput, E3: distal caput, E4: proximal corpus, E5 : middle corpus, E6: distal corpus, E7: cauda. E:Epididymis, Bar: 9,5 cm (Haviz dkk., 2007a; Haviz, 2007b; Haviz, 2007c).

Pada tahap spermiogenesis terjadi perubahan topografi di dalam sel spermatid yang terdiri dari empat fase yaitu golgi, tudung, akrosom dan maturasi. Pada proses ini, inti akan menjadi padat dan bagian kepala spermatozoa dikelilingi oleh sedikit sitoplasma, selanjutnya sebagian besar sitoplasma bergerak ke arah ekor, dan kompleks golgi mensintesis akrosom di daerah apikal kepala, sedangkan di daerah ekor sentriol anterior menjadi titik awal untuk perkembangan flagel dan sentriol posterior membentuk suatu cincin yang mengelilingi pangkal flagel (Jhonson dan Everit, 1995).

Proses pematangan spermatozoa juga diiringi dengan terjadinya serangkaian perubahan komposisi atau materi spermatozoa, misalnya perubahan jumlah dan keberadaan protein khususnya pada membran kepala spermatozoa. Proses ini disebut dengan polarisasi protein. Polarisasi protein diperlukan dalam perubahan morfologi dan fungsi spermatozoa (Hunnicut dkk., 1997). Pada proses ini, protein membran kepala spermatozoa akan bersegregasi dari *anterior head domain* (AHD) atau *posterior head domain* (PHD) dan ditemukan ketika spermatozoa sesaat meninggalkan testes (Hunnicut dkk., 2004). Faktor-faktor yang mempengaruhi polarisasi protein membran spermatozoa adalah interaksi protein dengan sitoskleton, interaksi protein dengan matriks ekstraseluler dan peningkatan fluiditas lipid bilayer (Hunnicut dkk., 1997).

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat masih memiliki materi penting ketika di bagian cauda epididymis. Hasil penelitian (Kohane dkk., 1987) memperlihatkan Struktur membran spermatozoa masih diliputi oleh banyak zat seperti protein, karbohidrat, lipid dan materi lain. Pelepasan sebagian materi ini dari permukaan membran spermatozoa merupakan bagian penting dalam kapasitasi (Visconti dkk., 1995). Sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan spermatozoa selama berada di epididymis (Setchell dkk., 1994) seperti untuk perubahan spermatozoa (Hammerstedt dan Parks, 1987) dan mencegah terjadinya reaksi akrosom dini di epididymis dan sesaat setelah ejakulasi (Hunter dkk., 1978).

Materi biologi perkembangan juga bercirikan fakta. Cuplikan materi berciri fakta tersebut ditampilkan pada beberapa paragraf berikut.

Hasil penelitian lain, memperlihatkan bahwa materi spermatogenesis bersifat fakta adalah spermatozoa yang diproduksi di tubuli seminiferi testes, akan mengalami serangkaian proses pematangan saat perjalanan di epididymis (Bredford, 1975). Misanya, terjadi interaksi antar spermatozoa dan antara spermatozoa dengan sel-sel epitel epididymis (Hammerstedt dan Parks, 1987). Pada saat pematangan, spermatozoa memperoleh kemampuan bergerak dan kemampuan untuk membuahi dari protein epididymis. Diantara kelompok protein tersebut adalah protein pengikat sperma-sel telur (*sperm-egg binding proteins*) (Yanagimachi, 1994) dan protein yang berperan pada aglutinasi antar spermatozoa (Dacheux dkk., 1983). Dilaporkan efek aglutinasi menurun pada bagian cauda epididymis sebelum sperma diejakulasikan (Dacheux dan Dacheux, 1988). Hal ini diduga akibat adanya komponen protein lain yang bersifat sebagai anti-aglutinin (Harayama dkk., 1994; Haviz dkk., 2008).

Karakteristik materi yang telah dituliskan tersebut berkarakteristik fakta. Karena temuan-temuan penelitian tersebut memperlihatkan bahwa materi perkuliahan ini memperlihatkan adanya fakta hasil penelitian, adanya konsep

dan teori baru dari hasil penelitian tersebut. Misalnya pada kalimat-kalimat berikut, pada kalimat pertama dituliskan *"hasil penelitian yang memperlihatkan bahwa membran spermatozoa sebelum bercampur dengan ejakulat memiliki materi penting dan kalimat"*. Kalimat kedua dituliskan *"sel-sel epitel epididymis aktif mensekresikan cairan yang dibutuhkan spermatozoa selama berada di epididymis"*. Kalimat ketiga dituliskan *"interaksi antar spermatozoa dan antara spermatozoa dengan sel-sel epitel epididymis"*.

KESIMPULAN

Berdasarkan paparan pembahasan tentang analisis kebutuhan model pembelajaran integratif, dituliskan beberapa simpulan:

1. STAIN Batusangkar adalah salah satu Lembaga Pendidikan dan Tenaga Kependidikan (LPTK) di Sumatera Barat. LPTK ini mempunyai visi terwujudnya lembaga perguruan tinggi yang mampu menyahuti kebutuhan umat dan tuntutan dunia kerja berdasarkan integrasi dan kombinasi Ilmu Agama dan Ilmu Umum yang ditopang dengan manajemen yang cerdas, profesional dan modern. Misinya implementatif mewajibkan adanya integrasi keilmuan dalam semua bidang pengembangan institusi dimasa sekarang dan masa datang. Sehingga, pengembangan STAIN Batusangkar sebagai LPTK memiliki filosofis integrasi, termasuk dalam pengembangan proses pembelajaran.
2. Paparan misi implementatif dan tujuan pokok STAIN Batusangkar menggambarkan pentingnya dilakukan kajian dan penelitian yang mendukung pelaksanaan misi dan tujuan tersebut. Penelitian pengembangan model pembelajaran integratif ini merupakan salah satu bentuk kegiatan tersebut.
3. Paparan hasil wawancara menggambarkan dan mendukung pelaksanaan integratif dalam pengembangan akademik. Integrasi dalam pengembangan akademik tersebut direalisasikan dalam proses pembelajaran.
4. Analisis instruksional memperlihatkan bahwa standar kompetensi mata kuliah perkembangan hewan adalah mahasiswa memahami konsep dasar dan proses perkembangan individu serta memahami kebesaran Allah SWT berdasarkan proses penciptaan manusia. Kompetensi Dasar adalah mahasiswa mampu menganalisis prinsip-prinsip perkembangan, menganalisis spermatogenesis, menganalisis oogenesis, menganalisis fertilisasi, menganalisis proses pembelahan dan blastulasi, menganalisis gastrulasi dan menganalisis proses penciptaan manusia dalam Al-Quran.
5. Materi pembelajaran biologi perkembangan hewan bercirikan fakta, konsep, prinsip dan teori.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini adalah bagian dari disertasi yang dibiayai oleh dana BPPS dari Dirjen Dikti 2011. Peneliti mengucapkan terima kasih atas pembiayaan tersebut. Peneliti juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada tim validator, kontributor, observer dan pihak lain yang telah membantu terlaksananya penelitian.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Bredford, J. M. 1975. Maturation, transit and fate of spermatozoa in the epididymis in Aswood EB and Greep RO, Eds. *Handbook of Physiology*. Washington DC: Physiology Society.

Dacheux, E., and Dacheux, J. L. 1988. Immunocytochemical localization of anti-aglutinin in boar epididymis. *Cell Tissue Res* 252: 329-337.

Dacheux, J. L., Paquignon, M., and Combarnous, Y. 1983. Head-to-head agglutination of ram and boar epididymal spermatozoa and evidence for an epididymal anti-aglutinin. *J Reprod Fertil* 67: 181-189.

Dokumen Master Plan STAIN Batusangkar 2010-2025. STAIN Batusangkar. Tidak Dipublikasikan.

Gadner, H. 1999. Intelligence reframed: Multiple intelligencies for 21st century. New York: Basic Book.

Garner DL dan Hafez ESE. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In: Hafez B, Hafez ESE, editor. *Reproduction in Farm Animals, 7th Ed*. South Caroline: Lippincot Williem and Wilson: 96-109.

Hammerstedt, R. H., and Parks, J. E. 1987. Changes in sperm surface associated with epididymal transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34: 133-149.

Haviz M, Lufri, Helendra dan Ramadhan S. 2011a. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Makalah Seminar Nasional dan Mubes Iluni III Biologi FMIPA UNP*. Padang Panjang, 26-27 Februari 2011.

Haviz, M. 2007b. Fenomena aglutinasi spermatozoa pada mamalia. *Jurnal Forum Wacana UNJA*. Vol (2): 13-24.

Haviz, M. 2007c. Kajian aglutinasi spermatozoa: sebaran antiaglutinin dan karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *Jurnal Akademika* 11 (1): 100-107.

Haviz, M., Agungpriyono, S., Fahrudin, M., Setiadi, M. A., dan Boediono, A. 2007a. Sebaran antiaglutinin spermatozoa dalam plasma yang dikoleksi dari *epididymis* dan ejakulat domba. *Jurnal Veteriner* 8 (1): 24-31.

Haviz, M., dan Maris, I. M. 2012. Pengembangan CD Interaktif Berorientasi Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Prosiding Penelitian Dosen STAIN Batusangkar 2011*. (*accepted)*

Haviz, M., Lufri., Helendra., dan Ramadhan, S. 2011b. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Jurnal Ilmiah Ta'dib Vol 14* No. 1: 7-15 (Sebagian isi, sudah dipublikasikan sebelumnya).

Hunnicut, G., Ann C., and Dennis, K. 2004. Reproductive biology and immunology sperm maturation. University of connecticuty health center United States. *Population Briefs Vol 5, No 2*.

Hunnicut, G., Koppel, D. E., Myles, D. G. 1997. Analysis of the process of localization of fertilin to the sperm posterior head plasma membrane domain during sperm maturation in the epididymis. *Dev Biol* 191: 146-159.

Hunter, R. H. F., Holtz, W., and Hermann, H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Scie* 1: 161-166.

Iska, Syukri. 2011. *Wawancara Tentang Analisis Visi dan Misi STAIN Batusangkar Tanggal 25 Juli 2011*. STAIN Batusangkar.

Jhonson, M. H., and Everit, B. T. 1995. *Essential Reproduction (4th Edition)*. Oxford: Blackwell Scientific Ltd: 50-74.

Kohane, A. I., Pinicoro, L., and Blaqueir, J. A. 1987. Androgen controlled synthesis of specific protein in the rat epididymis. *Endocrinology* 112: 1590-1596.

Lufri. 2004. Pemecahan Masalah dan Peta Konsep dalam Perkuliahan Perkembangan Hewan: Analisis Sikap Mahasiswa Terhadap Pembelajaran. *Jurnal Forum Pendidik* 29 (02): 127-140.

Lufri. 2005. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Problem Solving yang Diintervensi dengan Peta Konsep terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran* 28 (01): 47-65.

Lufri. 2011. *Biologi Perkembangan Hewan Jilid 2*. Padang: UNP Press. (*in publish)*

Lufri., dan Helendra. 2009. *Perkembangan Hewan Jilid 1*. Padang: UNP Press.

Nerita, Siska. 2011. Pengembangan Media CD Interaktif Berorientasi Konstruktivisme Pada Pokok Bahasan Fertilisasi di Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat. *Tesis Pascasarjana Universitas Negeri Padang*.

Plomp, Tjeerd. 2010. Educational Design Research: An Introduction. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieeveen (Ed). An Introduction to Educational Design Research. (hlm9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/internatio-nal/publications.

Pusat Data Akademik dan Kemahasiswaan. 2011. STAIN Batusangkar.
Sugiyono. 2007. Metode Penelitian Pendidikan, Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. Bandung: Penerbit Alfabeta.
Visconti, P. E *et al.* 1995. Capacitation of mouse spermatozoa, correlation between the capacitation state and protein tyrosine phosphorylation. *Dev Bio* 121: 1129-1150.
Wardani, G. A. K *et al.* 1999. *Pengajaran Mikro*. Padang: Pusat Sumber Belajar IKIP Padang.
Yanagimachi, R. 1994. Mammalian fertilization. In: Knobil E, Neill JD (eds.), *The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press, Ltd.

BAB 15. PENGEMBANGAN MODEL PEMBELAJARAN EMBRIOLOGI, LANJUTAN

INTEGRATIVE MODEL OF LEARNING CONSTRUCTION AND VALIDATION: AN EMBRYOLOGY CASE

This research was to construct and validate an integrative model of learning (MPI) in embryology. The research was used Plomp model. The Delphi study was use in three round. In phase one, there are eight characteristic of model was designed. The charecteristics are theories, syntax, social system, principal reaction, supporting system, instructional and nurturant effects, approach of instruction and implementation of model. In phase two was reviewed and validated by experts. The result was found that mean is 3.31 and standard deviation is 0.28. This result implicated that models was valid. In phase three was revised. There are so many part of models was revised. There are so many part of models was revised. In conclusion, in with characteristics, analysis of an integrative model of learning in embryology was constructed and validated. The model is properly use at learning process in embryology

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *construction, validation, integrative model of learning, embryology*
- Tulisan ini bagian dari hasil penelitian disertasi, yang dibiayai dari hasil penelitian kompetitif STAIN Batusangkar 2011 yang dibiayai oleh dana DIPA, dengan nomor kontrak Sti.02/IX/TL.00/2338.d/2011 Tanggal 15 Juni 2011, yang melibatkan tim pengembangan yaitu Dr.M.Haviz, M.Si, (Program Studi Pendidikan Biologi STAIN Batusangkar) sebagai peneliti; Prof. Dr. Z. Mawardi Efendi, M.Pd, Prof. Dr. Lufri, M.S dan Prof. Dr. Ahmad Fauzan, M.Pd., M.Sc. (Program Pascasarjana Universitas Negeri Padang) sebagai Promotor
- Tulisan telah disampaikan di International of Seminar and Workshop Educational and Design Research (EDR) pada tanggal 28, 29 dan 30 September 2013 di Universitas Negeri Padang, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

INTRODUCTION

The lowest mastery learning material causing low learning outcomes. Especially in embryology courses, because the characteristic of this course are facts, concepts, principles and theories (Haviz *et.al.,* 2012). These characteristics are seen in the quotation of material written in the following three paragraphs.

Spermatogonia cells move towards the lumen of the seminiferous tubules to form spermatozoa (Lufri and Helendra, 2009:19). Mature spermatozoa are very specific cell, which is very densely packed core of the acrosome found in the apical region near the nucleus, and mitochondria are arranged in spirals around the base of the flagellum (Garnerd and Hafez, 2000). Sperm cells are produced, then leave the testes have not been able to fertilize so that the necessary stages of maturation in the epididymis (Visconti *et al.,* 1995).

The results studies showed that the sperm membrane before it mixes with ejaculate when they have an important material in the cauda epididymis. Kohane's *et al.* (1987) research shows the structure of the sperm membrane is covered by many substances such as proteins, carbohydrates, lipids and other materials. The release of some of this material from the surface of the sperm membrane is an important part of capacitation (Visconti *et al.,* 1995). Epididymis epithelial cells actively secrete fluid required for spermatozoa in the epididymis (Setchell *et al.,* 1994), as to changes in spermatozoa (Hammerstedt and Parks, 1987), and prevents premature acrosome reaction in the epididymis and shortly after ejaculation (Hunter *et al.,* 1978). The results of other studies, showing that the material facts are spermatogenesis spermatozoa are produced in the testes tubuli seminiferi, will undergo a series of maturation process when traveling in the epididymis (Bredford, 1975). Example, the interaction between spermatozoa and the spermatozoa with epithelial cells of the epididymis (Hammerstedt and Parks, 1987).

In maturation, spermatozoa gain motility and ability to fertilize from epididymis protein. The protein are sperm-egg binding proteins (Yanagimachi, 1994), and proteins that play a role in the agglutination between spermatozoa (Dacheux *et al.,* 1983). Agglutination effect is reported decrease in the cauda epididymis (Dacheux and Dacheux, 1988). This is presumably due to the existence of other proteins that are components of the anti-aglutinin (Harayama *et al.,* 1994; Haviz *et al.,* 2008).

Integrative learning process will create a meaningful learning (Khaen *et al.,* 1995 in Drake and Burns, 2004:5). Integrative learning will prepare students with the experience needed in the future. Integrative Learning will explore knowledge, it widely explored by combining a variety of subject knowledge with environmental aspects, such as culture, communication, science, math, social

studies, music and art. The application of this learning will develop skills and knowledge in one study (Humpeys *et al.,* 1981 in Drake and Burns, 2004:5). According to the NCTE (1935) in (Drake and Burns, 2004:6) integrative learning will combine two or more subjects in a topic related. So that could be written, integrative learning is characterized by the union of learning and the use of some materials, strategies, methods, approaches and other aspects of learning.

Drake and Burns (2004:8) categorized into three types integrative learning approach, are integrative multidisciplinary, integrative interdisciplinary and integrative transdisiplin. Determining the impact of integrative learning based on the three questions posed by the teacher when it comes to learning design. The three questions are (1) what is important to know your students? (2) what is important to be done by students? and (3) what students will be formed? Answer these questions is known as the know/do/be (Drake and Burns, 2004:31).

The studies about developing of embryology courses have been conducted by previous researchers. For example, research conducted by Lufri (2004; 2005) on problem solving and the experimental use of concept maps in learning. The research was conducted in the Department of Biological Science State University of Padang. The results showed that students' learning and problem solving using concept maps better than a convensional strategy. Lufri and Helendra (2009; 2011) has also developed learning materials embryology to support the learning process. Nerita (2011) developed an interactive CD oriented constructivism in Biology Education Program STKIP PGRI West Sumatra. Haviz *et al.* (2011a; 2011b) have developed a cooperative learning with a good level of validity on embryology in Biology Education Program STAIN Batusangkar. Furthermore, Haviz and Maris (2012) has developed an interactive CD-oriented cooperative learning in embryology. The results of this study explores the matter scientifically embryology separately. Thus, the subsequent development of the necessary studies are integrative.

Based on these explanations are important to the developing integrative model of learning in embryology course. This study is part of design research of of integrative learning model in embryology at the islamic higher education. The research objective is to design and validate an integrative model of learning embryology.

METHOD

This study is a design research. Design research Plomp (2010) was use to develop the model. The study involved three phases are design, formative evaluation and revision prototype.

At design, preparing an integrative learning model that is documented in a book. This model comes with teacher's and student's working guidelines. Both are well documented in a book. Making of integrative learning model is based on an analysis of theories, concepts and research results about integrative model of learning. The book is organized in accordance with the provisions of the manufacture of scientific books.

Teacher's guidelines is handbook for teachers in managing learning, its make according to the syllabus, and its written in reference to the learning unit. Preparation of teacher's guidelines are based on the syllabus and lecture events. Learning syllabus work procedures: (1) determine main and supporting competencies; (2) formulate indicators of competency achievement; (3) identify the subject matter of learning; (4) descript of the presentation sequence of learning materials; (5) develop learning activities; (6) determine types of assessments; (7) determine the allocation of time, and (8) determine the source of learning.

The procedure preparation the reference unit are (1) formulate the essential components in the early part of reference unit. Reference unit consisting of identity, main and supporting competencies, the indicators, learning objectives, approach / model / method; (2) formulate syntactic learning to be conducted by the lecturers. Reference unit table consists of stages learning, a description of the type of activities and time allocation of each activity.

Having completed these devices, arrangement of teacher's guidelines. Intact at every meeting, teacher's guidelines parts are (1) the title of the learning materials; (2) the identity of the meeting; (3) main competency; (4) supporting competence; (5) indicator; (6) learning objectives, approach / model / learning; (7) scenario or steps (syntactic learning) to be conducted by lecturers; (8) map concepts and problem solving; (9) achievement test and answer key; (10) list value, and (11) references.

Student's guidelines handbook is a book of guidance on the steps of the learning process that will be performed by students. The procedure preparation student's guidelines are (1) formulate the essential components in the early part of the guidelines, it consists of identity, main and supporting competencies, the indicators, learning objectives, approach / model / methods; (2) formulate syntactic learning to be done by the student; (3) formulate a summary of the lessons. Table guideline consists stages of learning, a description of the type of activities, and time allocation of each activity.

The second activity is to conduct formative evaluation. At this stage, three books are tested by experts (expert validity). This stage also conducted an

assessment of the material creation of human in the al-Quran. Election experts and participants based on background research skills, needs, and the object of research. This study chose a team validator are education technology experts, embryology experts, language experts and al-Quran experts. Practitioners were chosen background biology, especially embryology. Observers were chosen background biology.

The third activity was revise prototype. The model revise based on suggestions of experts and practitioners. Assessment experts and practitioners must demonstrate that the prototype considered valid so it is worth using. If the experts and practitioners recommend not feasible, will be revised again and formative evaluation phase will be repeated. Then, The data obtained will be analyzed with descriptive statistics

RESULTS AND DISCUSSION

The results presented in accordance with the stages of research that design prototype, formative evaluation and revision. The results of the three written in the following sections.

Design Prototype

The content of integrative learning of model is rational, theories, characteristics, guidelines, and instrumens. Characteristics of integrative learning model includes two aspects, namely the development of component models and component models of integrative learning. In the component model development outlined five aspects that will reconstruct the formation of integrative learning model. The five aspects are (1) construction of a model: *syntax, principles of reaction, social systems, support systems, instructional dan nurturan effect* (Joyce and Weil, 1992); (2) design of model; *preliminary investigation, prototype, assessment, and the systematic of reflection and documentation* (Plomp, 2010); (3) an integrative approach: *interdisciplinary approach, concept maps and problem solving* (Drake and Burn, 2004); (4) cooperative learning; *phase , skills, recitation, discussion, dialog, and presentations* (Slavin, 2010), and (5) learning materials; *embryology* (Lufri and Helendra), *the material creation of human in the al-Quran* (Taufik, 2006).

The components of model include syntax, principle of reaction, social systems, and the instructional and nurturant effect. The components of the model was built (constructed) by several aspects (Figure 15.1).

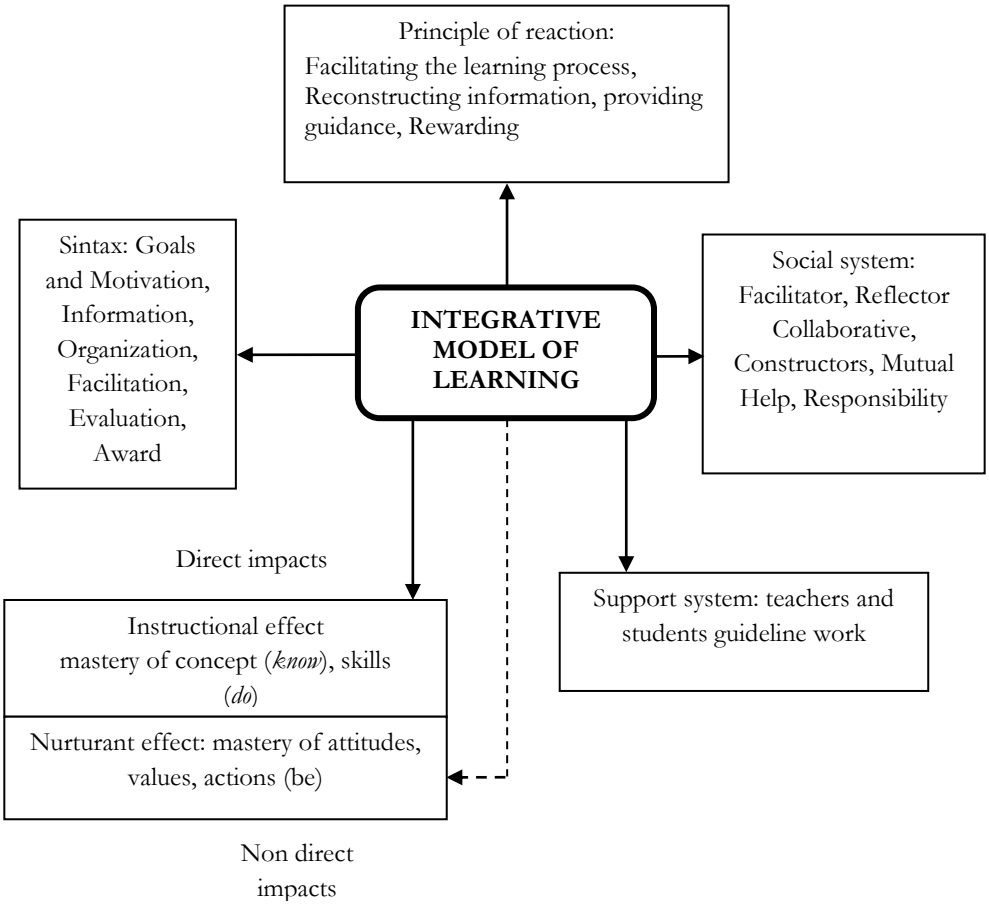


Figure 15.1 Framework Integrative Learning of Model

Syntax of model consists of goals and motivation, information, organization, facilitation, evaluation, and award. Syntactic learning model is shown in the learning scenario. Because the learning scenario described in greater detail integrative learning steps. The specificity of this learning model are integrated in the steps of learning activities that put educators and learners in a balanced way. The balance of activities is called a moderate activity. Excess moderate activity in the learning process is going to help the absorption of the lessons for students with middle to lower ability.

Principles of reactions in the model consists of integrative learning includes facilitating the learning process, reconstructing the information, provide guidance and rewards. Social systems in integrative learning model is the facilitator, collaborative reflector, constructors, mutual trust, and responsibility.

The support system in an integrative learning of model include guidelines for teacher's and student work guidelines. Manual labor is a guide for teacher's guidelines in managing learning outlined in the syllabus and units of learning events. Guidelines for teachers already work load and be implications syllabus and unit events. Guidelines for student work is a guide on the steps of the learning process that will be performed by students. The following is written in short sections contained in the working guidelines, are (1) title code and identity subject, which consists of the name of the course, course code, number of credits, course implementation, the meetings, lectures, and the allocation of instructional time, (2) main and supporting competencies, objectives and indicators of learning and teaching strategies, and tools / media / learning resources and evaluation, (3) Summary of learning materials, (4) learning scenario and stage integrative work. In this section, you will find a concept maps, problem solving, a list of student values and references, and (5) test and answer key learning outcomes (only written in teachers guidelines).

Teacher's and students guidelines work has the same section, for example, the opening section and the contents of the guidelines. But both also have different guidelines. For example, the teacher's guidelines written questions, an answer key and a list of student values. So that could be written the teacher's guidelines has a broader scope and includes all the content of the students teacher's guidelines.

The instructional effect of integrative learning of models is mastery of concepts (know) and skills (do) and the accompanist is mastery impact attitudes, values and actions (be). The acquisition by the students assisted with the concept of writing a concept map in student employment guidelines. Level of mastery learning concepts by students is determined from outcomes.

Implementation of the integrative learning of model will be effect on students. One impact that will have on students is a skill. The third level of this skill has different aspects and characteristics. Skills are divided into three levels: entry-level skills, intermediate skills and advanced skills. Beginning level skills include (1) students take turns and share the task, which was to replace friend with a specific task and take on certain responsibilities within the group; (2) encourage student participation, that motivate all members of the group to contribute; and (3) the student uses agreement, the same perception or opinion. Skill level was include (1) students listen actively, using physical and verbal

messages that the speaker knows the listener energetically absorb information; (2) students ask or inquire further information or clarification; (3) students interprete, i.e confirm information to the different sentences; (4) students examine the accuracy, comparing the answers, make sure that the answer is correct. Advanced skills include (1) the student has the ability to expand the concept or subject matter; (2) students are able to make their own conclusions; and (3) students are able to make their own conclusions and connecting the opinions of a certain topic, or issue related to the material discussed (Modified from Slavin, 2010).

Formative Evaluation

The results of the formative evaluation integrative learning of model shown in Table 15.1. Assessment of integrative learning model has 8 (eight) aspects of the assessment. Aspects of assessment include supporting theory, syntactic, social system, the principle of reaction, support systems, and instructional and nurturant effect, learning approach and implementation of the model. These results were obtained after assessed by four validator. Average and standard deviation score for the 8 (eight) assessment aspect of this model is 3.31 and 0.28.

Table 15.1 Results of Integrative Learning Model Test Validity

No	Aspect of Asessment	Result		
		χ	SD	Category
1	Theories	3,25	0,35	Very Valid
2	Sintax	3,44	0,09	Very Valid
3	Social system	3,50	0,71	Very Valid
4	Principle of reaction	3,25	0,35	Very Valid
5	Supporting system	3,25	0,35	Very Valid
6	Instructional and nurturant effect	3,20	0,00	Valid
7	Learning approach	3,38	0,35	Very Valid
8	Applied of models	3,20	0,00	Valid
	Rata-Rata Akhir	3,31	0,28	Very Valid

Description: mean> 3.20, then categorized very valid; 2.40 <mean ≤ 3.20, then categorized valid; 1.60 <mean ≤ 2.40, then categorized enough valid; when 0.80 <the mean ≤ 1.60, then categorized enough Valid; when mean ≤ 0.80, then categorized invalid; χ: mean; SD: Standard Deviation (Adapted from Muliyardi, 2006:82).

Revision Prototype

Revision prototype is based on the validity of test results (quantitative data and input from experts). Suggestions and comments from the team validator; the theory are (a) to add an explanation linkage learning theory and the theory of the model to make it more clear relationship; (b) the material is clear enough, could be clarified with the material that is owned by the results of his own research, (c) packaging book model still could be more interesting if redesigned and color, and (d) there are several terms in the "Indonesian language" that needs to be clarified, such as "teoritis" to be "teoretik". All foreign terms in the-italic. Affixing a comma (,) before the word and if presented more than two words or phrases, for example Ali, Ani, and Badu; except Ali and Ani.

The comments about the syntax is syntactic relation with the learning model needs to be clarified or strengthened and clarified the relationship between the syntax necessary anymore. Suggestions and comments about the social system is needed more explanation for each statement with straightforward language. Validator found sufficient in the aspect of the reaction principle, support systems, the effect of instructional and nurturant, approach to learning and teaching model implementation. The other comments given by the validator are (1) the quality aspect and the learning model needs to be confirmed using criteria that are common and obvious and commonly used; (2) need for improvements on the cover page, to make it look obvious differences in each device and instruments; and (3) increase the use of terms and writing in accordance with the enhanced spelling and sentence completion in a matter so easily understood by readers (student).

The focus of analysis developing model of integrative learning is principles of design reseacrh, especially validity of test results. The validity test is determining the quality of products in design research. The result of this research show the model is valid. There are several reason can be write

The model is developed and supported based on relevan theory. The theory are (1) the aspect of design use Plomp theory's (2010), (2) the aspects of the construction use Joyce and Weil theory's (1992), (3) the aspects of an integrative approach use theoretical approaches Darke and Burns (2004), (4) the model using the ccoperative theory's (Slavin, 2010) and (5) aspects of learning material using a material that has been written by Lufri and Helendra (2009) and Taufik (2006). This explanation is in accordance with the opinion of Richey *et al.* (2004), the learning model must be based on and constructed by the relevant theories.

The test results demonstrate the validity of an integrative teaching model that is considered a model worthy piloted and implemented by participants

(students and teachers). The results also illustrate that an integrative learning model implemented using an integrative learning approach. The aspects of learning approaches such as central organizations, the role of scientific disciplines, the nature of the approach, which includes the effects of learning with term be, do and be.

There are reasons support this statement are *first*, the product is assessed by expert, have the logical consistency between models of expectations with reality models. These results are in accordance with the opinion Nieeven (2010:93), the model is designed to show the logical consistency between model expectations and reality. Hope is defined by the model will be used and the actual or interpreted the fact that the model can be used. The validity of the test results showed that products have met the criteria for state of the art knowledge. Aspects of the state of the art knowledge in question is the consistency and relevance among the products produced, and performed content validity, and construct validity of the product. Consistency and linkages found in every book model. This result is evidenced by content and construct validity by experts / practitioners. This explanation is in accordance with the opinion about the quality of the learning model. According Nieeven (2010:93), state of the art aspect, consistency and relevance (concistence and relevance) is part of the explanation or validity (content and construct validity).

Second, the test results demonstrate that the model are characterized by the process of problem identification, validation, the empirical data from the process, and the concepts generated from the model. Richey *et al.* (2002:1113) said learning model development results must meet several characteristics are (1) review process oriented design and development, of learning strategies, (2) intended use many data sources or extensive, (3) aims to develop principles and appropriate conclusions with the design and development or part of the process, and (4) must have the identification and validation to support the success of the design and development process.

Third, the validity of the test has been done showing the fulfillment of the demands of the criteria associated with systematic instructional model documentation in the design research phase (Plomp, 2010). Plomp (2010:5-6) described that each step of the development model is a cyclical activity, systematically accompanied by a systematic documentation.

Fourth, the validity test is a formative evaluation. A formative evaluation techniques raised by Tessmer (1993). Based on this theory, validation expert (expert review) categorized and assigned to the second level in the formative evaluation techniques. According to Tessmer (1993), a review product by expert has a resistance level that is better than the other techniques, such as one-to-one evaluation and self evalution. But the products have been validated

expert, still must be revised, so that more products have a stronger resistance to revision.

Fifth, the results are consistent with the results of other research that has been done, even though the object under study is different. For example, research reports Tracey (2002). Tracey (2002) conducted an expert in the design validation techniques based learning model of multiple intelligences (multiple inteligencie). Validation techniques using content validity and construct validity for assessing the validity of the product. The results of other studies that also made reference model development, is a study by York and Ertmer (2011); Weston et al. (1995), Williams et al. (2011); Seok (2009); Pifarre and Cobos (2009); Yanchar et al. (2010), Williams et al. (2011); Tracey and Richey (2007); Tracey (2009) and Reigeluth and An (2006). Tenth report of this study also used a technique expert validity (expert review). The results of this study also showed similar results that have been generated are valid product development.

CONCLUSION

Integrative learning model in embryology is designed with the following characteristics (a) syntax are is the purpose and motivation, information, organization, facilitation, evaluation and award; (b) The principles of reactions is facilitate the learning process, reconstructing the information, provide guidance and rewards; (c) The social system are a facilitator, reflectors and collaborators, constructors, help each other, and responsibility, (d) The support system are teacher's and student's guidelines (e) The instructional effect are is the mastery of concepts, and skills, and nurturant effects are attitude control.

Integrative learning model in embryology is valid. The criteria of validity are (1) assessment experts claim that integrative learning model based on a strong theoretical aspects, so as to obtain the value of the category is valid, (2) Assessment experts claim that the components of the learning model is consistent and interconnected, so to obtain the value of a valid category.

REFERENCES

Bredford JM. 1975. Maturation, transit and fate of spermatozoa in the epididymis in Aswood EB and Greep RO, Eds. *Handbook of Physiology*. Washington DC: Physiology Society.

Dacheux E and Dacheux JL. 1988. Immunocytochemical localization of anti-aglutinin in boar epididymis. *Cell Tissue Res* 252: 329-337.

Dacheux JL, Paquignon M and Combarnous Y. 1983. Head-to-head agglutination of ram and boar epididymal spermatozoa and evidence for an epididymal anti-aglutinin. *J Reprod Fertil* 67: 181-189.

Drake SM and Burns RC. 2004. *Integrated Curriculum, Meeting Standards Through*. Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Garner DL dan Hafez ESE. 2000. Spermatozoa and seminal plasma. In: Hafez B, Hafez ESE, editor. *Reproduction in Farm Animals, 7th Ed*. South Caroline: Lippincot Williem and Wilson: 96-109.

Hammerstedt RH and Parks JE. 1987. Changes in sperm surface associated with epididymal transit. *J Reprod Fertil Suppl* 34: 133-149.

Harayama H, Miyano T, Miyake M, Kusunoki H, and Kato S. 1994. Identification of anti-aglutinin in epididymal plasma of boar. *Mol Reprod Dev* 37: 436 (Abstract).

Haviz M, Lufri, Helendra dan Ramadhan S. 2011a. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Makalah Seminar Nasional dan Mubes Iluni III Biologi FMIPA UNP*. Padang Panjang, 26-27 Februari 2011.

Haviz M. 2007b. Fenomena aglutinasi spermatozoa pada mamalia. *Jurnal Forum Wacana UNJA*. Vol (2): 13-24.

Haviz M. 2007c. Kajian aglutinasi spermatozoa: sebaran antiaglutinin dan karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan ejakulat domba. *Jurnal Akademika* 11 (1): 100-107.

Haviz M. 2012. Analisis kebutuhan pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan. *Jurnal Ilmiah Ta'dib Vol 15 No.1*

Haviz M, Agungpriyono S, Fahrudin M, Setiadi MA dan Boediono A. 2007a. Sebaran antiaglutinin spermatozoa dalam plasma yang dikoleksi dari *epididymis* dan ejakulat domba. *Jurnal Veteriner* 8 (1): 24-31.

Haviz M, Boediono A, Setiadi MA, Agungpriyono S dan Fahrudin M. 2008. Kajian aglutinasi spermatozoa melalui karakterisasi plasma yang dikoleksi dari epididymis dan seminalis domba. *Jurnal Veteriner* 9 (4): 176-187.

Haviz M, Lufri, Helendra dan Ramadhan S. 2011b. Pengembangan Perangkat Model Pembelajaran Kooperatif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Jurnal Ilmiah Ta'dib Vol 14* No. 1: 7-15 (Sebagian isi, sudah dipublikasikan sebelumnya).

Hunter RHF, Holtz W and Hermann H. 1978. Stabilizing role of epididymal plasma in relation to the capacitation time of boar spermatozoa. *Anim Reprod Scie* 1: 161-166.

Joyce B and Weil M. 1992. *Models of Teaching (4th Edition*). Massachusetts: Allyn and Bacon Publisher.

Kohane AI, Pinicoro L and Blaqueir JA. 1987. Androgen controlled synthesis of specific protein in the rat epididymis. *Endocrinology* 112: 1590-1596.

Lufri. 2004. Pemecahan Masalah dan Peta Konsep dalam Perkuliahan Perkembangan Hewan: Analisis Sikap Mahasiswa Terhadap Pembelajaran. *Jurnal Forum Pendidik* 29 (02): 127-140.

Lufri. 2005. Pengaruh Pembelajaran Berbasis Problem Solving yang Diintervensi dengan Peta Konsep terhadap Hasil Belajar Mahasiswa. *Jurnal Pembelajaran* 28 (01): 47-65.

Lufri dan Helendra. 2011. *Biologi Perkembangan Hewan Jilid 2*. Padang: UNP Press. (*in publish)*

Lufri dan Helendra. 2009. *Perkembangan Hewan Jilid 1*. Padang: UNP Press.

Muliyardi. 2006. Pengembangan Model Pembelajaran Matematika Menggunakan Komik di Kelas 1 Sekolah Dasar. *Disertasi* Surabaya: Program Pascasarjana. Universitas Negeri Surabaya. (Tidak Diterbitkan).

Nerita S. 2011. Pengembangan Media CD Interaktif Berorientasi Konstruktivisme Pada Pokok Bahasan Fertilisasi di Program Studi Pendidikan Biologi STKIP PGRI Sumatera Barat. *Tesis* Padang: Pascasarjana Universitas Negeri Padang. (Tidak Diterbitkan).

Nieveen N. 2010. Formative Evaluation in Eduational Design Research. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieeveen (Ed). An Introduction to Educational Design esearch. (hlm9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/inter-national/ publications.

Plomp T. 2010. Educational Design Research: An Introduction. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieeveen (Ed). *An Introduction to Educational Design Research*. (pp:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/internatio-nal/publications.

Reigeluth CM. 1999. *Instructional-Design Theories and Models Volume II: A New Paradigm of Instructional Theory*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

Reigeluth CM and An YJ. 2006. Functional contextualism: an ideal framework for theory in instructional design and technology. *Educational Technology Research and Development, 54(1):49-53*.

Richey RC Klein DK and Nelson WA. 2002. Developmental research: studies of instructional design and development. In David Jonassen, (Eds). *Handbook of Research on Educational Communications and Technology (2nd Edition)*. P:1101 – 1130. On http://www.aect.org/edtech/42.pdf

Seels BB and Richey RC 1994. *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington: Association for Educational Communications and Technology.

Seok S. 2009. Item validation of online postsecondary courses: rating the proximity between similarity and dissimilarity among item pairs

(Validation study series I: multidimensional scaling). *Educational Technology Research and Development, 57:25-43*.

Setchell BP, Maddocks S and Brooks DE. 1994. Anatomy, vasculature, innervation, and fluids of the male reproductive tract. In: *Knobil E, Neill JD (eds.), The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press Ltd; 1063-1175.

Slavin RE. 2005. *Cooperative Learning, Teori, Riset dan Praktik* (Terjemahan oleh Narulita Yusron). Bandung: Penerbit Nusa Media.

Taufik MI. 2006. *Dalil Anfus Al-Quran dan Embriologi (Terjemahan)*. Solo: PT. Tiga Serangkai.

Tessmer M. 1993. *Planning and conducting formative evaluations*. London: Kogan Page.

Tessmer M and Richey RC. 1997. The role of context in learning and instructional design. *Educational Technology Research and Development* 45(2), 85–115.

Tracey MW. 2009. Design and development research: a model validation case. *Educational Technology Research and Development* 57:553-571.

Tracey MW and Richey RC. 2007. ID model construction and validation: a multiple intelligences case. *Educational Technology Research and Development* 55:369-390.

Visconti PE *et al.* 1995. Capacitation of mouse spermatozoa, correlation between the capacitation state and protein tyrosine phosphorylation. *Dev Bio* 121: 1129-1150.

Weston C, McAlpine L and Bordonora T. 1995. A Model for understanding formative evaluation in instructional design. *Educational Technology Research and Development* 43 (3):27-48.

Williams DD, South JB, Yanchar CS, Wilson BG and Allen S. 2011. How do instructional designer evaluate? A qualitative study of evaluation in practice. *Educational Technology Research and Development* 59:885-907.

Yanagimachi R. 1994. Mammalian fertilization. In: Knobil E, Neill JD (eds.), *The Physiology of Reproduction, 2nd ed.* New York: Raven Press, Ltd.

Yanchar SC, South JB, Williams DD, Allen S and Wilson BG. 2010. Struggling with theory? A qualitative investigation of conceptual tool use in instructional design. *Educational Technology Research and Development* 58:39-60.

York CS and Ertmer PA. 2011. Towards an understanding of instructional design heuristics: an exploratory Delphy study. *Educational Technology Research and Development* 59:841-863.

BAB 16. PEMBELAJARAN BERBASIS KARAKTER

MODEL PEMBELAJARAN INTEGRATIF SEBAGAI BENTUK PEMBELAJARAN BERBASIS KARAKTER

This paper discusses the integrative learning models as a form of character-based learning application. The focus of the discussion paper is the application of integrative learning model in embryology material in developmental of biology. Integrative learning model in developmental of biology has syntax components, social systems, reaction principle, support systems and instructional and nurturant effect. The fifth component is to reconstruct the development of integrative learning model in developmental biology.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *integrative learning model, character, developmental of biology*
- Tulisan di bab ini telah pernah disampaikan pada Seminar Nasional Biologi STAIN Batusangkar pada tanggal 30 September 2012.
- Tulisan ini juga telah diterbitkan di jurnal Pelangi Pendidikan Volume 5 Nomor 1 Desember 2012: 171-188, dengan menuliskan M. Haviz sebagai *author*

PENDAHULUAN

Pendidikan adalah usaha sadar untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau latihan bagi peranannya di masa yang akan datang (UU RI No.20 Tahun 2003). Untuk menyiapkan peserta didik agar memiliki peran yang sesuai di masa datang diperlukan pendidikan karakter. Karena pendidikan karakter hakikatnya merupakan pengintegrasian antara kecerdasan, kepribadian dan akhlak mulia (Zubaedi, 2011:41).

Banyak pengertian pendidikan berkarakter yang dikemukan oleh para pakar. Menurut Wynne (1991) dalam Mulyasa (2001:3), karakter berasal dari kata *to mark*, yang berarti menandai dan memfokuskan pada cara-cara menerapkan nilai-nilai kebaikan dalam tindakan nyata sehari-hari. Karakter menurut Dirjen Kemenag RI (2010) dalam Mulyasa (2011) adalah totalitas ciri-ciri pribadi yang melekat dan dapat diidentifikasi pada perilaku individu yang bersifat unik. Prayitno dan Manullang (2011) *concern* membahas karakter cerdas sebagai bagian penting dalam pendidikan berkarakter.

Pendidikan berkarakter memiliki ciri-ciri tertentu. Megawangi (2004) menjelaskan ada sembilan ciri-ciri pendidikan berkarakter yaitu (1) cinta Allah dan kebenaran; (2) tanggung jawab disiplin dan mandiri; (3) amanah (4) hormat dan santun (5) kasih sayang (6) peduli dan kerja sama (7) percaya diri, kreatif dan pantang menyerah (8) adil dan berjiwa kepemimpinan dan (9) baik dan rendah hati serta toleran dan cinta damai. Dalam prespektif islam, karakter identik dengan empat sifat yaitu *shiddiq, tabligh, amanah dan fatanah*.

Kemenkokesra RI (2010) menjelaskan karakter bersumber dari empat aspek yaitu (1) Olah hati: beriman dan bertaqwa, jujur, amanah, adil, tertib, bertanggungjawab, berempati, berani mengambil resiko, pantang menyerah, rela berkorban dan berjiwa patriotik; (2) Olah pikir: cerdas, kritis, kreatif, inovatif, ingintahu, produktif, berorientasi ipteks dan reflektif; (3) Olah raga/kinestetika: bersih, sehat, sportif, tangguh, andal, berdayatahan, bersahabat, kooperatif, determinatif, kompetitif, ceria dan gigih dan (4) Olah rasa dan karsa: kemanusian, saling menghargai, gotongroyong, kebersamaan, ramah, hormat, toleran, nasionalis, peduli, kosmopolit (mendunia), mengutamakan kepentingan umum, cinta tanah air, patriotis, bangga berbahasa Indonesia dan produk Indonesia, dinamis, kerja keras dan beretos kerja. Muslich (2011:106-118) menjelaskan lima pendekatan pendidikan karakter, yaitu penanaman nilai, perkembangan kognitif, analisis nilai, klarifikasi nilai dan pembelajaran berbuat. Jadi, pendidikan berkarakter adalah usaha sadar untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau latihan bagi peranannya di masa yang akan datang dengan menerapkan nilai-nilai kebaikan dalam tindakan nyata sehari-hari yang menjadi totalitas ciri-ciri pribadi yang melekat dan dapat diidentifikasi pada perilaku individu yang bersifat unik.

Model adalah bentuk atau contoh yang tersusun secara sistematis. Pembelajaran adalah pengaturan lingkungan yang terdapat proses interaksi untuk memperoleh sesuatu. Pembelajaran bisa diartikan sebagai perubahan perilaku yang relatif permanen dan terjadi sebagai hasil dari pengalaman. Perilaku manusia diartikan dengan sekumpulan perilaku yang dimiliki oleh manusia dan dipengaruhi oleh adat, sikap, emosi, nilai, etika, kekuasaan, persuasi, dan/atau genetika. Pengalaman diartikan dengan hasil sentuhan alam dengan panca indra manusia, dan memungkinkan seseorang menjadi tahu. Jadi, pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar. Pembelajaran merupakan bantuan yang diberikan pendidik agar dapat terjadi proses perolehan ilmu dan pengetahuan, penguasaan kemahiran dan tabiat, serta pembentukan sikap dan kepercayaan pada peserta didik. Dengan kata lain, pembelajaran adalah proses untuk membantu peserta didik agar dapat belajar dengan baik. Model pembelajaran dibangun dan direkonstruksi oleh beberapa komponen. Joyce dan Weil (1992:14) mengemukan lima unsur penting yang menjadi syarat dalam model pembelajaran. Kelima komponen tersebut yaitu sintak, sistem sosial, prinsip-prinsip reaksi, sistem pendukung dan efek instruksional dan pengiring. Model pembelajaran mempunyai makna yang lebih luas (Trianto, 2009:74). Model pembelajaran memiliki beberapa ciri khas, yang tidak dimiliki oleh strategi dan metode pembelajaran. Ciri khas model pembelajaran tersebut adalah (1) adanya rasional teoretik logis yang disusun oleh para pencipta atau pengembangnya; (2) adanya landasan pemikiran tentang apa dan bagaimana mahasiswa belajar; (3) tingkah laku mengajar yang diperlukan agar model tersebut dapat dilaksanakan dengan berhasil; (4) lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran tersebut dapat tercapai. Model pembelajaran mengarah kepada suatu pendekatan pembelajaran tertentu, termasuk tujuan, sintak, lingkungan dan sistem pengelolaan. Jadi, model pembelajaran adalah bentuk atau contoh yang digunakan sebagai acuan dalam proses pembelajaran.

Model pembelajaran berbasis karakter adalah bentuk atau contoh yang digunakan sebagai acuan sebagai usaha untuk menyiapkan peserta didik melalui kegiatan bimbingan, pengajaran, dan/atau latihan bagi peranannya di masa yang akan datang dengan menerapkan nilai-nilai kebaikan dalam tindakan nyata sehari-hari yang menjadi totalitas ciri-ciri pribadi yang melekat dan dapat diidentifikasi pada perilaku individu yang bersifat unik. Tulisan ini membahas tentang model pembelajaran integratif sebagai bentuk penerapan pembelajaran berbasis karakter. Fokus pembahasan makalah ini adalah penerapan model pembelajaran integratif materi embriologi pada Biologi Perkembangan Hewan.

MODEL PEMBELAJARAN INTEGRATIF

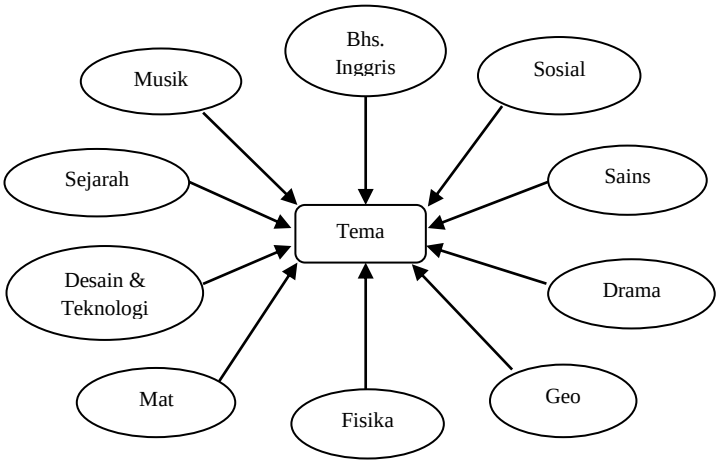
Definisi Pembelajaran Integratif

Proses pembelajaran integratif akan membuat pembelajaran menjadi bermakna (*meaningfull learning*) (Khaen dkk., 1995 dalam Drake dan Burns, 2004:5). Pembelajaran integratif akan membekali mahasiswa dengan pengalaman yang dibutuhkan di masa datang dalam kehidupan. Pembelajaran integratif (*integrated instruction*) adalah pembelajaran yang mengeksplorasikan pengetahuan mahasiswa secara luas dengan menggabungkan berbagai subjek pengetahuan dengan aspek lingkungan, misalnya budaya, komunikasi, sains, matematika, ilmu sosial, musik dan seni. Penerapan pembelajaran ini akan mengembangkan keterampilan dan pengetahuan dalam satu kajian (Humpeys dkk., 1981 dalam Drake dan Burns, 2004:5). Menurut NCTE (1935) dalam (Drake dan Burns, 2004:6) pembelajaran integratif akan menggabungkan dua subjek atau lebih dalam satu topik yang saling berhubungan. Sehingga bisa dituliskan, pembelajaran integratif (*integrated instruction*) adalah pembelajaran berciri adanya penyatuan dan penggunaan beberapa materi, strategi, metode, pendekatan dan aspek-aspek pembelajaran lainnya.

Pendekatan Model Pembelajaran Integratif

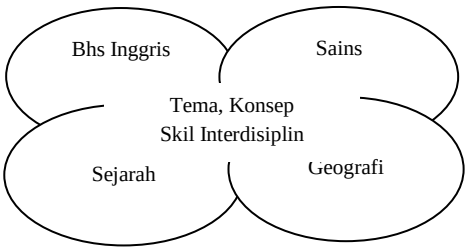
Drake dan Burns (2004:8) mengkategorikan pembelajaran integratif menjadi tiga bentuk pendekatan, yaitu multidisiplin integratif, interdisiplin integratif, dan transdisiplin integratif. Jenis pembelajaran integratif pertama adalah multidisiplin integratif. Multidisiplin integratif adalah pendekatan pembelajaran integratif dengan menggabungkan standar dari beberapa disiplin ilmu ke dalam satu tema. Multidisiplin integratif dibedakan menjadi beberapa kategori yaitu intradisiplin, fusi, pembelajaran terlayani, paralel disiplin dan tema berdasarkan unit. Pada Gambar 16.1 ditampilkan hubungan perbedaan subjek yang digabungkan ke dalam satu tema.

Pendekatan pembelajaran integratif kedua adalah interdisiplin integratif. Interdisiplin integratif adalah pendekatan pembelajaran integratif dengan menggabungkan dan mengorganisasikan kurikulum beserta komponennya, yang akan digunakan dalam pembelajaran. Misalnya dengan pengorganisasian tema pembelajaran. Pengorganisasian dilakukan dengan menggabungkannya dan menekankan pada penguasaan konsep dan keterampilan dari berbagai disiplin ilmu. Pendekatan interdisiplin integratif dilihat pada Gambar 16.2.

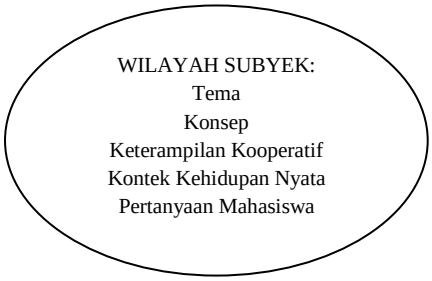


Gambar 16.1 Pendekatan Multidisiplin Integratif
(Drake dan Burns, 2004:9)

Pendekatan pembelajaran integratif ketiga adalah transdisiplin integratif. Pada pendekatan ini, perencanaan pembelajaran dirancang berdasarkan pertanyaan dan keinginan atau yang dibutuhkan oleh mahasiswa/siswa (Gambar 16.3). Pada pendekatan ini, mahasiswa diharapkan untuk mengembangkan keterampilan dalam kehidupan nyata. Pendekatan ini dibedakan atas pembelajaran berdasarkan negosiasi proyek dan kurikulum.



Gambar 16.2 Pendekatan Interdisiplin Integratif
(Drake dan Burns, 2004:12)



Gambar 16.3 Pendekatan Transdisiplin (Drake dan Burns, 2004:14)

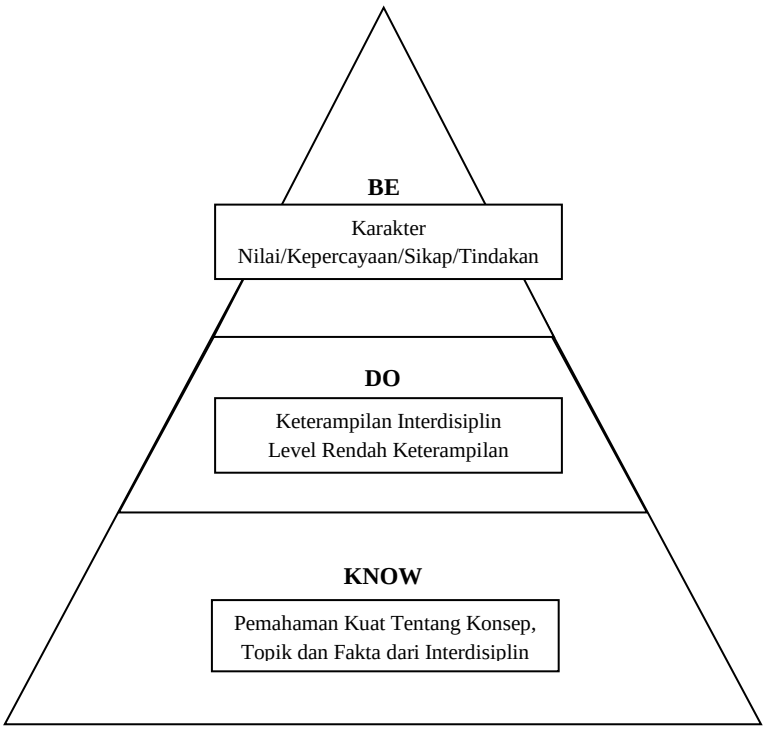
Dampak Pembelajaran Integratif

Penentuan dampak dalam pembelajaran integratif didasari atas tiga pertanyaan yang diajukan oleh pendidik saat akan mendesain pembelajaran. Ketiga pertanyaan tersebut adalah (1) apa yang penting untuk diketahui oleh mahasiswa; (2) apa yang penting untuk bisa dilakukan oleh mahasiswa? dan (3) menjadi manusia yang seperti apa mahasiswa yang akan dibentuk? Jawaban ketiga pertanyaan tersebut dikenal dengan kerangka *know/do/be* (Drake dan Burns, 2004:31).

Konsep dasar dari kerangka *know/do/be* ditampilkan pada Gambar 16.4. Pada Gambar 16.4 tersebut ditampilkan hubungan antara *know/do/be* dalam bentuk segitiga. *Know* (pengetahuan) merupakan kategori yang paling besar dan paling umum dari kerangka tersebut. *Know* terdiri dari fakta, topik, konsep, dan pemahaman yang kuat. Penentuan dan penilaian *know* bisa dilakukan dengan tes standar dan tertulis.

Konsep kedua adalah *do* (melakukan). *Do* lebih kecil dari dari *know*. Bagian-bagian dari *do* adalah (1) kurikulum terkait; (2) keterampilan dasar seperti komunikasi, kemampuan meneliti, manajemen informasi, dan (3) keterampilan tinggi seperti analisis, sintesis dan evaluasi dari taksonomi Bloom (Bloom, 1956). Beberapa bentuk keterampilan lain adalah kemampuan penyimpanan informasi (*memorization*) dan kemampuan memanggil kembali informasi tersebut (*recall*). Keterampilan-keterampilan ini ditentukan dan dinilai setelah mahasiswa selesai memahami topik dan setelah melalui proses pembelajaran.

Konsep ketiga adalah *be* (menjadi). Bagian-bagian dari *be* adalah sikap, nilai, dan tindakan yang bisa diamati dari apa yang dilakukan oleh mahasiswa. Penentuan dan penilaian *be* sangat sulit dilakukan karena *be* merupakan bagian yang sangat kecil dari kerangka konsep integratif dan bersifat abstrak. Pengamatan ini bisa dilakukan dengan menggunakan lembaran atau isian pengamatan.



Gambar 16.4 Kerangka Dasar Know/Be/Do dalam Pembelajaran Integratif (Drake dan Burns, 2004:34)

Membuat Jembatan Hubungan *Know/Do/Be*

Ketiga aspek dampak dalam pembelajaran integratif (*Know/Do/Be*) direkonstruksi menjadi satu bagian yang mempunyai keterkaitan. Pertanyaan yang bisa diajukan berhubungan dengan hal ini adalah apa yang dosen ingin mahasiswa ketahui, lakukan dan menjadi? Untuk mengoperasionalkan pertanyaan tersebut, dilakukan pembuatan jembatan hubungan antar ketiga aspek dampak pembelajaran integratif.

Perancangan Kurikulum Integratif

Menurut Drake dan Burns (2004:79-90) tahapan pembelajaran integratif tercermin dari langkah-langkah pembuatan kurikulum pembelajaran, yaitu (a) Peninjauan dan pengelompokkan standar kompentensi dari berbagai disiplin ilmu; (b) Memilih dan menetapkan tema atau topik pembelajaran; (c) Membuat ringkasan semuan standar kompetensi untuk dipilih menjadi standar kompentensi yang harus dimiliki oleh mahasiswa; (d) Mengkonstruksi *Jembatan Know/Do/Be*; (e) Mendesain teknik penilaian; (f) Membuat kumpulan pertanyaan yang digunakan sebagai pedoman dalam penentuan pentingnya tema atau topik yang diintegrasikan untuk dipelajari; (g) Membuat aktivitas

pembelajaran dan teknik evaluasi pembelajaran berdasarkan Jembatan Know/Do/Be. Langkah ini dibedakan atas dua yaitu mengelompokkan kembali standar kompetensi untuk membangun tema tema kecil dan membuat standar berdasarkan pengalaman belajar.

APLIKASI MODEL PEMBELAJARAN INTEGRATIF PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI PERKEMBANGAN HEWAN

Karakteristik Pengembangan Model Pembelajaran Integratif

Komponen pengembangan model ditemukan di setiap tahapan pengembangan model pembelajaran integratif. Tahapan pengembangan model pembelajaran integratif mengacu kepada langkah desain research Plomp (2010). Tahapan umum pengembangan model adalah penelitian awal (*preliminary research*), tahap prototipe (*prototype stage*), tahap penilaian (*assessment stage*) dan dokumentasi dan refleksi sistematis (*systematic documentation and reflection*). Tahap penelitian awal (*preliminary research*) memiliki komponen pengembangan model (1) analisis karakteristik institusi, (2) analisis karakteristik mahasiswa dan (3) analisis karakteristik instruksional. Ketiga komponen ini disebut dengan analisis kebutuhan dan kontek permasalahan (Plomp, 2010).

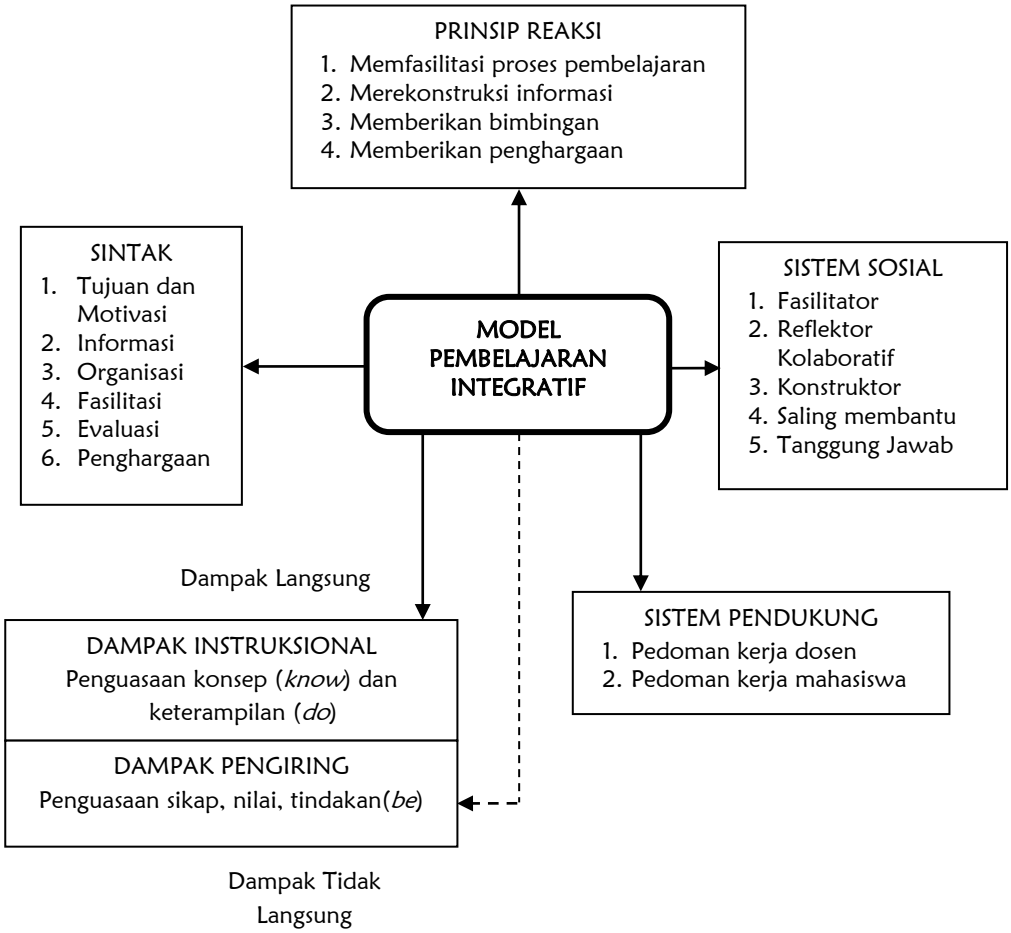
Komponen Model Pembelajaran Integratif

Komponen model pembelajaran integratif terlihat dari kerangka konseptual model pembelajaran integratif. Kerangka konseptual model meliputi lima aspek, yaitu sintak, prinsip reaksi, sistem sosial, sistem pendukung dan dampak instruksional dan dampak pengiring. Kelima komponen model tersebut dibangun (dikonstruksi) oleh beberapa aspek (Gambar 16.5). Telaah lebih terperinci tentang aspek pembangun (konstruksi) atau yang berfungsi sebagai komponen model pembelajaran integratif pada Biologi Perkembangan Hewan diuraikan sebagai berikut.

Sintak

Sintak merupakan urutan aktivitas atau fase atau langkah-langkah dalam pembelajaran. Misalnya langkah-langkah pembelajaran di fase pembuka, inti dan penutup. Sintak dalam model pembelajaran integratif meliputi enam fase pembelajaran, yaitu (1) Tujuan dan motivasi; (2) Informasi; (3) Organisasi; (4) Fasilitasi; (5) Evaluasi dan (6) Penghargaan.

Sintak model pembelajaran integratif ini diterjemahkan ke dalam skenario pembelajaran. Skenario pembelajaran ini akan memperlihatkan bagaimana aktivitas dosen dan mahasiswa di setiap fase pembelajaran. Misalnya pada tahap pendahuluan, dituliskan fase 1 menyampaikan tujuan dan motivasi dan fase 2 menyampaikan cara belajar. Kedua fase ini akan diselesaikan dalam waktu 5 menit (Haviz dkk., 2012; Haviz, 2012).



Gambar 16.5 Kerangka Konseptual Model Pembelajaran Integratif (Haviz dkk., 2012; Haviz, 2012)

Prinsip Reaksi

Prinsip reaksi akan menjelaskan bagaimana seorang dosen menghargai, menempatkan dan merespon apa yang dilakukan oleh mahasiswa. Misalnya pada model yang didesain untuk mengembangkan adanya tanggungjawab, seorang dosen berupaya untuk mengembangkan sikap mental mahasiswa untuk bertanggungjawab terhadap pekerjaannya. Prinsip reaksi dalam model pembelajaran integratif terdiri terdiri dari (1) Memfasilitasi proses pembelajaran; (2) Merekonstruksi informasi; (3) Memberikan bimbingan dan (4) Memberikan penghargaan.

Keempat prinsip reaksi model pembelajaran integratif ini terlihat dari aktivitas yang dilakukan oleh dosen dalam proses pembelajaran. Misalnya pada

tahap inti, terutama pada fase pembelajaran membimbing kelompok belajar/kerja mahasiswa. Pada fase ini dosen mengawasi dan membimbing kelompok belajar saat mahasiswa berada di kelompok asal. Dosen juga mengingatkan mahasiswa untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam pembelajaran.

Sistem Sosial

Sistem sosial adalah uraian peranan dan hubungan pendidik (dosen) dengan peserta didik (mahasiswa) serta aturan-aturan yang mendasarinya, misalnya dalam proses pembelajaran seorang dosen berperan sebagai fasilitator dalam kegiatan diskusi mahasiswa. Sistem sosial dalam model pembelajaran integratif adalah (1) Fasilitator; (2) Reflektor kolaboratif; (3) Konstruktor dan (4) Saling membantu dan tanggung jawab.

Keempat sistem sosial ini akan dipraktekkan oleh dosen dan mahasiswa saat keduanya melakukan aktifitas yang ada pada skenario pembelajaran Misalnya pada fase membimbing kerja, dosen akan mengingatkan mahasiswa untuk menyelesaikan masalah-masalah sesuai dengan topik-topik yang telah dibagi kepada setiap kelompok belajar dan menuliskannya di buku pedoman kerja mahasiswa. Implikasi dari langkah ini memperlihatkan bahwa dosen telah berperan sebagai fasilitator dalam pembelajaran. Contoh adanya peran mahasiswa saling membantu dan tanggungjawab adalah pada langkah pembelajaran mahasiswa berdiskusi, saling membantu dan bekerjasama memberikan penjelasan informasi dan menyatukan pendapat tentang penyelesaian masalah di kelompok ahli.

Sistem Pendukung

Sistem pendukung dalam model pembelajaran integratif adalah pedoman kerja dosen dan pedoman kerja mahasiswa. Keduanya dikemas dalam bentuk buku, sehingga memudahkan dosen dan mahasiswa dalam proses pembelajaran.

Dampak Instruksional dan Dampak Pengiring

Dampak instruksional dalam model pembelajaran integratif adalah penguasaan konsep (*know*) dan keterampilan (*do*) dan dampak pengiring adalah penguasaan sikap, nilai dan tindakan (*be*). Di bagian berikut akan diuraikan tentang dampak instruksional dan pengiring model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan.

1. Penguasaan Konsep (*Know*) Interdisiplin

   Materi pembelajaran biologi perkembangan hewan memiliki fakta, proses, teori dan konsep. Ciri khas materi ini menjadi bagian dari *know* dalam model pembelajaran integratif. Penggunaan ayat-ayat Al-quran terkait dengan biologi perkembangan hewan menjadi bagian dari

interdisiplin integratif. Kedua aspek inilah yang harus dikuasai oleh mahasiswa.

2. Keterampilan Mahasiswa

   Pelaksanaan model pembelajaran integratif akan berdampak bagi mahasiswa. Salah satu dampak yang akan dimiliki oleh mahasiswa adalah keterampilan. Keterampilan tersebut dibedakan menjadi tiga tingkatan, yaitu (1) keterampilan tingkat awal; (2) keterampilan tingkat menengah dan (3) keterampilan tingkat mahir. Ketiga tingkat keterampilan ini memiliki aspek dan karakteristik yang berbeda.

3. Penguasaan sikap, nilai dan tindakan (be)

   Dampak pengiring dari model pembelajaran integratif adalah adanya penguasaan sikap, nilai dan tindakan (be) oleh mahasiswa. Setelah proses pembelajaran integratif, diharapkan adanya perubahan sikap dan tindakan mahasiswa setelah mempelajari konsep embriologi yang dipadukan dengan ayat Al-Quran. Sehingga mahasiswa juga bertindak sesuai dengan norma-norma yang telah ditentukan.

Skenario Pembelajaran dengan Model Integratif

Salah satu kekhasan dari model pembelajaran integratif ditemukan pada langkah-langkah pembelajaran. Karena langkah-langkah pembelajaran menempatkan aktifitas pendidik (dosen atau guru) dan peserta didik (mahasiswa atau siswa) secara seimbang. Keseimbangan aktifitas ini disebut dengan aktifitas moderat. Kelebihan aktifitas moderat dalam proses pembelajaran adalah akan membantu penyerapan materi pembelajaran bagi peserta didik yang memiliki kemampuan menengah ke bawah.

REFLEKSI MODEL PEMBELAJARAN INTEGRATIF DALAM PEMBELAJARAN BERBASIS KARAKTER

Model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan dalam pembelajaran berbasis karakter direfleksikan pada enam aspek yaitu (1) desain pengembangan; (2) konstruksi model; (3) pendekatan pembelajaran; (4) fase, keterampilan dan metode pembelajaran; (5) materi perkuliahan dan (6) relevansi pembelajaran integratif dengan visi perguruan tinggi. Tulisan hanya memaparkan 4 refleksi yaitu aspek ke-2 sampai ke-6. Paparan ini telah dirangkum dari laporan penelitian Haviz (2012). Keempat refleksi ini akan menjadi basis lahirnya peserta didik yang memiliki karakter sesuai dengan ketentuan pendidikan karakter yang dipaparkan di bagian pendahuluan.Keempat refleksi tersebut adalah:

Refleksi Pendekatan Pembelajaran

Model pembelajaran integratif menggunakan peta konsep dan *problem solving*. Penggunaan peta konsep dan *problem solving* pada penelitian ini karena rancangan strategi pembelajaran integratif bersifat pencapaian konsep dan pembelajaran berbasis masalah (Wiggin dan McTighe dalam Drake dan Burns, 2004:69). Penggunaan peta konsep dan *problem solving* dilakukan untuk memenuhi tuntutan karakteristik materi biologi perkembangan hewan, yaitu fakta, konsep, prinsip dan teori.

Pendekatan interdisiplin dalam penelitian integratif memiliki beberapa ciri dan prinsip. Ciri dan prinsip tersebut adalah adanya: (1) pusat organisasi; (2) konsep pengetahuan, peran displin ilmu; (3) peranan dosen; (5) dasar pelaksanaan; (6) tingkat integratif; (7) penilaian; (8) pengetahuan (*know*); (9) melakukan (*do*); (10) menjadi (*be*); (11) perencanaan proses pembelajaran; (12) sifat pendekatan dan (13) asesmen (Drake dan Burns, 2004:17). Penelitian ini telah memenuhi beberapa ciri dan prinsip yang telah dituliskan diatas, misalnya pusat organisasi dan peran disiplin ilmu. Penelitian ini menekankan kepada penguasaan keterampilan (Slavin, 2010) dan konsep (Lufri, 2007). Penelitian ini juga memiliki keterkaitan disiplin ilmu embriologi dan tafsir yang didasari atas kemampuan sosial.

Pada penelitian ini peranan dosen sebagai fasilitator, reflektor dan konstruktor terlihat pada pelaksanaan proses pembelajaran. Ada beberapa aktifitas lain dari dosen dan mahasiswa yang menjadi karakteristik model pembelajaran integratif. Misalnya mahasiswa bertanggungjawab terhadap tugas, mahasiswa melakukan menjelaskan konsep dengan kalimat sendiri dan aktifitas lainnya. Pada penelitian ini juga terlihat adanya interdisiplin *know/be/do* bagi mahasiswa. Penelitian ini juga telah mengaplikasikan proses penilaian dengan penekanan terhadap konsep interdisplin ilmu serta adanya keseimbangan antara asesmen tradisional dan autentik diutamakan, misalnya dengan menilai mahasiswa dari tugas rumah yang diberikan, keaktifan dan hasil belajar di setiap pertemuan (formatif) dan di akhir materi (sumatif).

Refleksi Fase, Keterampilan dan Metode Pembelajaran

Model pembelajaran integratif menggunakan sintak pembelajaran kooperatif. Pembelajaran kooperatif merupakan salah satu rancangan strategi pembelajaran yang dituliskan dalam teori integratif yang dikemukan Wiggin dan McTighe (Drake dan Burns, 2004:69). Teori ini juga menyebutkan penggunaan sintak pembelajaran kooperatif adalah bagian dari pendekatan pembelajaran integratif. Pada penelitian ini, sintak pembelajaran kooperatif yang digunakan mengacu kepada Slavin (2010). Tujuan pemilihan sintak pembelajaran kooperatif adalah memenuhi tuntutan karakteristik mahasiswa. Adanya keberagaman input, terutama keberagaman kemampuan mahasiswa diharapkan

akan teratasi dengan penerapan sintak kooperatif. Sehingga raihan dampak instruksional dan pengiring tinggi atau baik, misalnya raihan hasil belajar mahasiswa menjadi baik.

Refleksi Materi Perkuliahan

Model pembelajaran integratif menggunakan materi embriologi (Lufri dan Helendra, 2009) dan ayat-ayat Al-Quran terkait dengan materi tersebut (Taufik, 2006). Penggunaan konsep embriologi dan ayat Al-Quran pada penelitian ini didasari oleh 2 (dua) hal, *pertama,* agar terciptanya integrasi konsep-konsep dari dua disiplin ilmu yang berbeda atau disebut juga dengan karakteristik integratif. *Kedua*, untuk memenuhi tuntutan karakterisitik institusi. Karena STAIN Batusangkar, sebagai lokasi penelitian memiliki integrasi keilmuan yang dituliskan dalam visi dan misi institusi ini.

Penjelasan dan argumentasi yang dituliskan tersebut juga memperlihatkan adanya makna model pembelajaran integratif. *Pertama*, adanya makna integrasi dalam model pembelajaran. Adanya komponen-komponen integratif tersebut juga akan memperlihatkan adanya cara atau solusi untuk menyelesaikan masalah-masalah yang telah diidentifikasi dalam model pembelajaran integratif biologi perkembangan hewan. Bentuk integrasi dalam rangka penyelesaian masalah ditampilkan pada Tabel 16.1. *Kedua*, adanya makna integrasi materi dalam model pembelajaran integratif.

Tabel 16.1 Materi Integratif dan Kaitannya dengan Penyelesaian Masalah Pembelajaran Biologi Perkembangan Hewan

No	Komponen Integratif	Penyelesaian Masalah
1	Penggunaan konsep-konsep embriologi dan ayat-ayat Al-Quran	Karakterisitik institusi, yaitu tuntutan integrasi keilmuan dalam visi institusi Karakteristik integratif, yaitu integrasi interdisiplin
2	Penggunaan peta konsep dan *problem solving*	Karakteristik materi biologi perkembangan hewan, yaitu fakta, konsep, prinsip dan teori Karakteristik integratif, yaitu integrasi penggunaan jenis materi pembelajaran dan rancangan strategi pembelajaran
3	Penggunaan sintak pembelajaran kooperatif	Karakteristik mahasiswa, yaitu keberagaman input Karakteristik integratif, yaitu sifat rancangan strategi pembelajaran
4	Penggunaan metode resitasi, diskusi, tanya jawab dan presentasi	Karakterisitik institusi, yaitu tuntutan integrasi keilmuan dalam visi institusi Karakteristik integratif, yaitu integrasi metode pembelajaran dan sifat rancangan strategi pembelajaran

Refleksi Relevansi Pembelajaran Integratif dengan Visi Perguruan Tinggi

Terkait dengan relevansi pembelajaran integratif dengan visi dan misi pendidikan, penggunaan materi embriologi dan materi penciptaan manusia dalam Al-Quran pada penelitian ini memperlihatkan adanya integrasi ilmu umum dan agama. Hal ini merupakan amanat dari misi implementatif STAIN Batusangkar (Dokumen Master Plan STAIN Batusangkar 2010-2025). Implikasi penelitian terkait desain kurikulum dengan pengembangan visi dan misi pengembangan kampus adalah pembelajaran yang didesain secara integratif mengakomodasi aspek akuntabilitas dan relevansi, terutama di masa datang. Karena akuntabilitas dan relevansi lebih fokus untuk menciptakan pembelajaran efektif (Darke dan Burns, 2004:145).

Penjelasan tersebut memperlihatkan bahwa adanya relevansi pembelajaran integratif dengan visi dan misi pendidikan Islam. Dengan tujuan menghilangkan dikotomi atau dualisme dalam pendidikan Islam, pendidikan berbasis pembelajaran integratif mungkin akan menjadi salah satu bagian yang akan membangkitkan kembali pola-pola pendidikan saat Islam mengalami masa kejayaan. Dalam konteks historis, Islam mengalami perkembangan yang pesat pada abad 8 -11 dengan cirri keterpaduan ilmu dan agama Islam saat itu (abad 8 -11) mewarnai perkembangan Islam (Amiruddin dan Husen, 2007:6). Saat ini, pola pendidikan yang dilakukan adalah terjadinya dikotomi antara ilmu pengetahuan umum dengan ilmu agama. Menurut (Amiruddin dan Husen, 2007:2-3) ada dua alasan yang menjadi penyebab sulitnya menghilangkan dualism tersebut. *Pertama* pengaruh ekonomi, karena ijazah dari lembaga pendidikan umum (baca-sekuler) dianggap lebih menjanjikan. Hal inilah yang telah memaksa kelompok Islam harus mencari pola pendidikan yang bersifat sekuler. *Kedua*, ilmu-ilmu Islam yang telah dikembangkan belum mencapai tingkat kemajuan yang mengarah kepada suatu sistem pendidikan terpadu yang betul-betul islami. Model pembelajaran integratif ini dianggap mampu mengatasi kedua alasan atau permasalahan yang dituliskan tersebut tanpa mengenyampingkan realitas-realitas kehidupan masyarakat muslim saat ini.

Secara teologis, pembelajaran integratif mengandung makna yang dalam. Karena kajian keilmuan berbasis Al-Quran akan lebih membuat umat Islam mengenal dan lebih dekat dengan Allah. Penjelasan ini sejalan dengan pendapat Samad (2012), yaitu meskipun ilmu agama dan ilmu umum berasal dari sumber yang berbeda, tetapi harus dikaji secara bersama-sama dan simultan. Dan Islam bukan ajaran yang khusus, sebab lingkup ajaran Islam luas, universal dan menyangkut berbagai kehidupan.

PENUTUP

Model pembelajaran adalah bentuk atau contoh yang tersusun secara sistematis, memiliki pengaturan lingkungan, adanya proses interaksi, yang digunakan untuk membantu mahasiswa memperoleh hasil belajar lebih baik. Komponen model terdiri dari sintak, sistem sosial, prinsip reaksi, sistem pendukung dan dampak instruksional dan dampak pengiring. Kelima komponen ini merekonstruksi pengembangan model pembelajaran integratif pada biologi perkembangan hewan. Model pembelajaran integratif pada perkembangan hewan merupakan salah satu bentuk penerapan pendidikan berkarakter dalam proses pembelajaran.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Amiruddun H dan Husen U. 2007. *Integrasi Ilmu dan Agama*. Banda Aceh: Yayasan Pena dan Ar-Raniry Press.

Drake SM and Burns RC. 2004. *Integrated Curriculum, Meeting Standards Through*. Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development.

Mulyasa E. *Manajemen Pendidikan Karakter*. Jakarta: PT Bumi Aksara.

Haviz M. 2012. Pengembangan Model Pembelajaran Integratif Pada Biologi Perkembangan Hewan. *Disertasi*. Padang: Program Pascasarja Universitas Negeri Padang.

Haviz M, Lufri, Fauzan A, Mawardi Z. 2012. Model Pembelajaran Integratif Pada Biologi Perkembangan Hewan: Analisis Kebutuhan Pengembangan. *Ta'dib Vol XIV No.1*: *1-14*.

Joyce B and Weil M. 1992. *Models of Teaching (4th Edition*). Massachusetts: Allyn and Bacon Publisher.

Kemenkokesra RI. 2010. *Kebijakan Nasional Pembangunan Karakter Bangsa*. Jakarta.

Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan Jilid 1*. UNP Press. Padang.

Megawangi R. 2004. *Pendidikan Karakter, Solusi yang Tepat untuk Membangun Bangsa*. Jakarta: BP Migas dan Star Energi.

Muslich M. 2011. *Pendidikan Karakter, Menjawab Tantangan Krisis Multidimensional*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.

Plomp T. 2010. *Educational Design Research: An Introduction*. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieeveen (Ed). An Introduction to Educational Design Research. (pp:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/internatio-nal/publications.

Prayitno dan Manullang B. 2011. *Pendidikan Karakter dalam Pembangunan Bangsa*. Jakarta: Grasindo.

Samad D. 2012. IAIN for UIN IB dan Integrasi Ilmu. *Padang Ekspres Edisi Rabu 22 Februari 2012*.

Slavin RE. 2005. *Cooperative Learning, Teori Riset dan Praktik* (Terjemahan oleh Narulita Yusron). Bandung: Penerbit Nusa Media.

Taufik MI.2006. *Dalil Anfus Al-Quran dan Embriologi (Terjemahan)*. Solo: PT. Tiga Serangkai.

Trianto. 2009. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif* (Edisi Pertama, Ceakan Kedua). Jakarta: PT. Kencana Prenada Media Grup.

Undang Undang Republik Indonesia No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Sisdiknas). Jakarta: Sinar Grafika.

Zubaedi. 2011. *Desain Pendidikan Karakter, Konsepsi dan Aplikasinya dalam Lembaga Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Grup.

BAB 17. REMAJA DAN PENDIDIKAN SEKS

SUATU PENDEKATAN ILMIAH

Sex and reproduction are adolescent problems are complex and complicated. Rapid advancement of information technology is allowing adolescents to absorb information that is not in accordance with Indonesian cultural values. Less wise and environmental wise, especially families address these adolescents opportunities to perform deviant behavior. Plus the emergence of the counter action of adolescents in addressing the correct advice and information from its environment. Giving rise to a permissive attitude toward sexuality, as today's teenagers is easy to perform sexual intercourse. The emergence of sexual problems as a teen due to lack of proper sex education, so teenagers are blind to the sex problem. This condition is exacerbated by the views of people who do not want to talk about sex education, because it does not fit traditional and oriental culture. Knowledge about adolescents and sex education as well as the intricacies absolutely known by the public. This can expedite the process of sex education among teenagers. Because, sex education has become one of the education given by parents to their children. Some of the material can be given to sex education are: (a) human development: anatomy, reproduction and physiology, (b) human relationships: family, friends, dating, marriage, (c) personal capabilities: values, decision making, communication, negotiation, (d) sexual behavior, (e) sexual health includes contraception, STD prevention, AIDS, abortion, sexual violence, and (f) culture and society, gender roles, religion.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *adolescent, sex education, family*
- Tulisan ini telah dipublikasikan di Jurnal Pelangi, Penelitian dan Pengembangan Kependidikan Volume I No. 1 Desember 2008: 26-34 dengan menuliskan sebagai M. Haviz *author* dan Lita Saputri sebagai *co-author*

PENDAHULUAN

Dunia remaja adalah dunia yang penuh dengan perubahan, sehingga berbagai aktivitas menjadi bagian dari perjalanan usianya yang terus bertambah (Pratiwi, 2004:5). Permasalahan remaja cukup kompleks dan cukup paling pelik saat ini adalah seks dan reproduksi. Karena, secara psikologis usia remaja adalah usia ketika seseorang mengalami masa peralihan antara usia anak-anak dan dewasa, sehingga sangat dihawatirkan remaja akan melakukan tindakan atau perilaku menyimpang terutama yang berhubungan dengan seks dan reproduksi.

Majunya teknologi informasi sangat memungkinakan remaja menyerap informasi yang terkadang tidak sesuai dengan nilai-nilai budaya Indonesia. Kurangnya arif dan bijaksananya lingkungan remaja, terutama keluarga menyikapi hal ini menambah dan membuka peluang remaja untuk melakukan perilaku yang menyimpang. Ditambah lagi bermunculannya sikap kontra produktif dari remaja dalam menyikapi nasehat dan informasi yang benar dari lingkungannya. Sehingga menimbulkan sikap permisif terhadap seksualitas, seperti remaja saat ini mudah sekali melakukan hubungan seksual.

Menurut Herdiansiska dkk. (1998:32) munculnya masalah seksual saat remaja disebabkan karena kurang adanya pendidikan seks yang tepat sehingga remaja buta terhadap masalah seks tersebut. Kondisi ini diperparah dengan pandangan masyarakat yang tidak mau membicarakan pendidikan seks, karena tidak sesuai adat dan kultur ketimuran. Dan seksualitas merupakan hal yang tabu untuk dibahas.

BEBERAPA HASIL PENELITIAN TENTANG PERILAKU SEKSUAL REMAJA

Banyak penelitian telah dilakukan untuk mengetahui perilaku seksual remaja. Data yang dikumpulkan oleh Pusat Keluarga Berencana Indonesia (PKBI) menunjukkan bahwa remaja yang aktif secara seksual meningkat dramatis dari 2% pada tahun 1992 menjadi 30% pada tahun 2000 (Jendrius dkk., 2002:1). Dari konsultasi Sahabat Remaja PKBI DIY tahun 1998-1999 diketahui bahwa ada 26% dari 359 remaja di Yogyakarta mengaku telah berhubungan seksual (Pratiwi, 2004:41). Selanjutnya, Penelitian Annisa Foundation pada 412 remaja SMP dan SMU di Cianjur dan Cipanas pada bulan Juli-Desember 2006 mengungkapkan bahwa lebih dari 60% responden telah melakukan kegiatan seks berpasangan (Anonimuos, 2007). Selanjutnya, hasil survey Abidin dkk terhadap 1400 siswa SMU tanggal 1-30 Mei 2007 di Jakarta menemukan minimnya pengetahuan mengenai kesehatan reproduksi pada remaja. Responden mendapatkan informasi seks dari teman (69%), orang tua (14%), sekolah (13%) dan pacar (4%). Dari penelitian tersebut ditemukan juga

13% responden telah berciuman dan melakukan hubungan badan (Anonimuos, 2006)

Sikap merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi perilaku seseorang (Saputri, 2007). Di Sumatera Barat, hasil survey PKBI tahun 1995 terhadap remaja di tiga kota yaitu Padang, Bukittinggi dan Payakumbuh, menemukan bahwa 59,7% responden menganggap seks pranikah berdosa dan haram dilakukan dan 4,3% menganggap seks pranikah boleh asal dengan pacar. Data ini menunjukkan bahwa pandangan remaja terhadap seks pranikah sudah bukan hal yang tabu lagi dilakukan. Fenomena ini paling tidak memperlihatkan bahwa di Sumatera Barat yang dikenal dengan ketaatan masyarakatnya dalam menjalankan adat dan agama telah terjadi pergeseran nilai dan norma yang dianut khususnya pada remaja (Fitriwati, 2002:6).

Hasil penelitian Saputri (2007) di SMA Negeri 6 Padang memperlihatkan bahwa ditemukannya hubungan sikap remaja dengan perilaku seksual remaja dan ada hubungan pendidikan seks dari orang tua dengan perilaku seksual remaja. Selanjutnya, hasil penelitian Wismal (2002) dalam Fitriwati (2006) mengangkat perilaku seks remaja di SMUN 10 Padang dan SMUN Sungai Geringging menyebutkan bahwa hanya 2,9% responden memperoleh informasi mengenai masalah seksual dari orang tua, dan hanya 3,8% responden yang menyukai berbicara masalah seks dengan orang tua dan ditemukan responden yang melakukan hubungan seksual di kota sebanyak 5,3% dan di desa sebanyak 4,7% (Arwin, 2005:4). Penelitian Jendrius dkk (2003a:31) mengenai pengetahuan, pemahaman dan sikap remaja serta orang tua terhadap permasalahan kesehatan reproduksi remaja di kota Padang, memperlihatkan bahwa 60% responden tidak pernah mendapatkan pendidikan seks dari orang tua. Disamping itu 27% orang tua mengaku bahwa pendidikan seks tidak penting diberikan pada remaja (Jendrius dkk., 2003b:43)

Berdasarkan penjelasan diatas, menunjukkan diperlukan pengetahuan dan pemahaman yang benar tentang seksualitas di kalangan remaja. Karena Pengetahuan dan pemahaman yang benar tentang remaja dan perkembangannya serta seksualitas akan mengurangi prilaku seks yang menyimpang dari remaja. Artikel ini akan mengulas tentang remaja dan pendidikan seks, terutama pengetahuan dasar pendidikan seks yang harus diketahui oleh semua pihak.

REMAJA DAN PERKEMBANGANNYA

Pengertian Remaja

Remaja dalam bahasa Inggris disebut *"adolescence"* berasal dari bahasa Latin yaitu *"adolescere"* yang berarti tumbuh ke arah kematangan. Kematangan ini bukan hanya kematangan yang bersifat fisik saja, namun juga kematangan sosial dan psikologis. Secara etimologi pengertian *"adolescent"* adalah tumbuh menjadi

dewasa (Herdiansiska, 1998:5). Pengertian remaja sendiri dapat ditinjau dari tiga sudut pandang, yaitu (a) *secara kronologis*, remaja adalah individu yang berusia atara 11-12 tahun sampai 20-21 tahun, (b) *secara fisik*, remaja ditandai oleh ciri perubahan pada penampilan fisik dan fungsi fisiologis terutama yang terkait dengan kelenjar seksual dan (c) *secara psikologis*, remaja merupakan masa dimana individu mengalami perubahan-perubahan aspek kognitif, emosi, sosial, moral antara masa anak-anak menuju masa dewasa. Jadi, dapat diartikan bahwa masa remaja merupakan masa peralihan dari masa anak ke masa dewasa yang meliputi semua perkembangan yang dialami sebagai persiapan memasuki masa dewasa.

Tahap Perkembangan Remaja

Menurut Pratiwi (2005:3) ada tiga tahap perkembangan remaja, yaitu:

1. Tahap Remaja Awal
   Tahap ini, usia remaja adalah 13-16 tahun. Remaja yang berada pada tahap ini masih menyesuaikan diri dengan perubahan-perubahan yang terjadi, baik dalam dirinya sendiri maupun dorongan-dorongan yang mengikuti perubahan tersebut. Kepekaan yang berlebihan dan kurangnya pengendalian ego menyebabkan ia sulit mengerti dan dimengerti oleh orang dewasa.

2. Tahap Remaja Madya
   Usia remaja madya berkisar antara 15-18 tahun. Pada tahap ini remaja sangat senang bila memiliki banyak teman dan berada dalam *peer group* atau kelompoknya. Terdapat kecenderungan untuk memiliki kesamaan sifat dan penampilan dengan *peer group*. Karena itu tidak heran kalau remaja sering menggunakan sesuatu atau mengikuti kegiatan yang sedang *trend* agar tidak dikatakan kolot.

3. Tahap Remaja Akhir
   Usia remaja akhir adalah usia dimana remaja mulai menuju masa dewasa, yaitu 18-21 tahun. Remaja pada tahap ini memiliki minat yang semakin dalam fungsi intelektual.

Peralihan atau Transisi pada Masa Remaja

Tahap peralihan atau transisi yang dialami remaja meliputi adalah (1) *transisi fisik*. Transisi fisik berkaitan dengan perubahan bentuk tubuh, sudah berbeda dengan anak-anak, tapi belum sepenuhnya menampilkan bentuk tubuh orang dewasa. Ini menyebabkan kebingungan peran. Hal ini didukung dengan sikap masyarakat yang kurang konsisten. (2) *Transisi dalam kehidupan emosi*. Pada tahap ini perubahan hormonal dalam tubuh remaja sangat berhubungan erat dengan peningkatan kehidupan emosi. Remaja sering memperlihatkan ketidakstabilan emosi, sesaat mereka nampak gelisah, cepat tersinggung, melamun, sedih, tetapi di lain pihak akan gembira, tertawa, atau marah-marah.

(3) *Transisi dalam kehidupan sosial*. Lingkungan sosial anak semakin bergeser keluar dari keluarga, dimana lingkungan teman sebaya mulai memegang peranan penting dalam tahap ini. (4) *Transisi dalam nilai-nilai moral*. Pada tahap ini remaja mulai meninggalkan nilai-nilai yang dianutnya pada masa anak, menuju ke pembentukan nilai-nilai yang dianut orang dewasa, yang akan menjadi pegangan hidupnya kelak, dan (5) *Transisi dalam pemahaman*. Pada tahap ini remaja mengalami perkembangan kognitif atau berpikir yang pesat sehingga mereka mulai mengembangkan kemampuan berpikir abstrak.

Aspek Perkembangan Remaja

Herdiansiska (1998:15) mengemukakan beberapa aspek perkembangan remaja:

1. *Perkembangan sosial*

   Remaja diharuskan menyesuaikan diri dengan peran dewasa dan melepaskan diri dari peran anak-anak. Remaja dituntut untuk dapat menyesuaikan diri dengan orang dewasa di lingkungannya.

2. *Perkembangan emosi*

   Ciri perkembangan emosi pada tahap ini adalah (a) emosi lebih mudah bergejolak dan biasanya diekspresikan secara meledak-ledak, (b) kondisi emosional biasanya berlangsung cukup lama sampai akhirnya kembali ke keadaan semula, yaitu keadaan sebelum munculnya suatu keadaan emosi, (c) jenis-jenis emosi sudah lebih bervariasi dalam suatu waktu. Hal ini menyebabkan remaja sering bingung dengan emosinya sendiri, (d) mulai muncul ketertarikan dengan lawan jenis yang melibatkan emosi dan (e) Remaja umumnya sangat peka teradap cara orang lain memandang mereka. Akibatnya remaja menjadi mudah tersinggung dan merasa malu

3. *Perkembangan kognitif*

   Kemampuan kognitif remaja berada pada tahap formal operational. Remaja harus mampu mempertimbangkan semua kemungkinan untuk menyelesaikan suatu masalah dan mempertanggungjawabkannya. Berkaitan dengan perkembangan kognitifnya, umumnya remaja menampilkan tingkah laku: (a) kritis, (b) rasa ingin tahu yang kuat dan (c) jalan pikiran yang egosentris (segala sesuatu masih dilihat dari sudut pandangnya).

4. *Perkembangan moral*

   Perkembangan mendasar dalam moralitas selama remaja: (a) remaja mulai memberontak terhadap nilai-nilai dari orang tua dan dewasa lainnya, dan menentukan nilai-nilainya sediri. Namun hal ini tidak berlangsung lama, karena pada akhirnya remaja akan kembali

mulai mengadaptasi sebagian nilai-nilai yang diperolehnya di keluarga, menolak sebagian dan mulai mengembangkan nilai-nilai baru yang lebih sesuai. (b) Remaja membentuk norma-norma moral sendiri berdasarkan benar-salah yang diubah dan diperbaikinya. Norma tersebut disesuaikan dengan tingkat perkembangan yang lebih matang dan telah dilengkapi dengan pengetahuan yang diperoleh dari pelajaran agama. (c) Keyakinan moral lebih terpusat pada apa yang benar dan kurang pada apa yang salah. Keadilan muncul sebagai kekuatan moral yang dominan. (d) Penilaian moral pribadi menjadi kurang egosentris, tapi lebih mengembangkan norma berdasarkan nilai-nilai kelompok sosialnya. (e) Penilaian moral cenderung melibatkan beban emosi dan menimbulkan ketegangan psikologis.

5. *Perkembangan konsep diri (kepribadian)*

   Konsep diri ini merupakan semua perasaan dan pemikiran seseorang mengenai dirinya sendiri. Gambaran pribadi remaja terhadap dirinya meliputi penilaian diri dan penilaian sosial.

6. *Perkembangan heteroseksual*

   Remaja menghadapi tuntutan untuk membentuk hubungan baru dan lebih matang dengan lawan jenis. Tugas tersebut memang tidaklah mudah, meskipun secara fisik remaja telah mengalami kematangan seksual, tetapi peran-peran seks di lingkungan sosial belum ia miliki secara sempurna.

PENDIDIKAN SEKS DAN SEKSUALITAS

Pengertian Pendidikan Seks

Menurut penulis pendidikan seks merupakan sebuah diskusi yang realistis, jujur dan terbuka bukan merupakan dikte moral belaka. Dalam pendidikan seks diberikan pengetahuan yang faktual, menempatkan seks pada perspektif yang tepat, berhubungan dengan *selfesteem* (rasa penghargaan terhadap diri), penanaman rasa percaya diri dan difokuskan pada peningkatan kemampuan dalam mengambil keputusan.

Pendidikan seks adalah pendidikan yang mempunyai objek khusus dalam bidang perkelaminan secara menyeluruh. Mengenai arti pendidikan seks ada berbagai pendapat, antara lain: (a) Ilmu yang membahas mengenai perbedaan kelamin laki-laki dan perempuan ditinjau dari sudut anatomi, fisiologi dan psikologi. (b) Ilmu yang membahas tentang nafsu birahi dan (c) Ilmu yang membahas mengenai penyakit kelamin.

Bukhori (2005:3) mengartikan pendidikan seks merupakan penerangan yang bertujuan untuk membimbing serta mengasuh setiap laki-laki dan

perempuan sejak anak-anak sampai dewasa di dalam hal pergaulan antar kelamin pada umumnya dan kehidupan seksual pada khususnya. Memberikan pendidikan seks pada remaja maksudnya membimbing dan menjelaskan tentang perubahan fungsi organ seksual sebagai tahapan yang harus dilalui kehidupan manusia. Selain itu, harus memasukkan ajaran agama dan norma-norma yang berlaku. Selanjutnya, Dianawati (2003) menjelaskan secara umum pendidikan seksual adalah suatu informasi mengenai persoalan seksualitas manusia yang jelas dan benar, yang meliputi proses terjadinya pembuahan, kehamilan sampai kelahiran, tingkah laku seksual, hubungan seksual, dan aspek-aspek kesehatan, kejiwaan dan kemasyarakatan. Masalah pendidikan seksual yang diberikan sepatutnya berkaitan dengan norma-norma yang berlaku di masyarakat, apa yang dilarang, apa yang dilazimkan dan bagaimana melakukannya tanpa melanggar aturan-aturan yang berlaku di masyarakat. Sehingga pendidikan seksual adalah suatu kegiatan pendidikan yang berusaha untuk memberikan pengetahuan agar mereka dapat mengubah perilaku seksualnya ke arah yang lebih bertanggung jawab (Mohammad 1998:152).

Tujuan Pendidikan Seks

Sebelumya, orang menganggap bahwa pendidikan seks amatlah kotor dan tidak patut diajarkan. Sehingga ditemukan kecenderungan di masyarakat, khususnya anak-anak dan kaum remaja mengenal seks secara alamiah. Menurut penulis, hal ini adalah keliru. Meskipun golongan yang berpendapat seperti ini menganggap bahwa seks adalah masalah yang tabu dan menganggap seks idetik dengan kekotoran, cabul dan pornografi, khususnya di Indonesia pendapat seperti ini masih berlaku. Tetapi, pendidikan seks penting untuk disebarluaskan. Karena, justru tanpa pendidikan seks manusia khususnya kaum remaja selalu ingin tahu apakah gerangan yang terkandung di dalam seks sehingga banyak orang merahasiakannya. Dorongan ingin tahu ini kalau tidak diarahkan dengan diberi penerangan mengenai liku-liku seksual, dikhawatirkan akan timbul dari mereka tanggapan yang salah atau emosi yang negatif sehingga tidak mengarah pada *sexual attitude* yang tepat.

Secara umum tujuan pendidikan seks adalah agar dapat menghasilkan manusia dewasa yang dapat menjalankan kehidupan yang bahagia karena dapat menjalankan kehidupan yang bahagia karena dapat menyesuaikan diri dengan masyarakat beserta lingkungannya dan bertanggungjawab terhadap dirinya dan terhadap orang lain (Bukhori, 2005:4). Menurut Mohammad (1998:152), pada dasarnya tujuan pendidikan seks adalah untuk membekali para remaja dalam menghadapi gejolak biologisnya agar: (a) mereka tidak melakukan hubungan seks sebelum menikah karena mengetahui risiko yang dapat mereka hadapi, (b) Seandainya mereka tetap melakukannya juga (tidak semua orang dapat dicegah agar tidak melakukannya, mereka dapat mencegah risiko buruk yang dapat

terjadi) dan (c) jika risiko tetap terjadi juga, mereka akan menghadapinya secara bertanggung jawab.

Seksualitas

Menurut kamus Bahasa Indonesia, kata seks mempunyai arti jenis kelamin, sesuatu yang dapat dilihat dan ditunjuk. Jenis kelamin ini memberi kita pengetahuan tentang suatu sifat atau ciri yang membedakan laki-laki dan perempuan. Sedangkan seksualitas berarti yang ada hubungan dengan seks, misalnya pelecehan seksual yaitu menunjuk kepada jenis kelamin yang dilecehkan (BKKBN, 2000:76).

Menurut Johnson dan Kolodny (1992) dalam Munajat (1998:1), seksualitas menyangkut berbagai dimensi yang sangat luas, diantaranya dimensi biologis, psikologis, sosial dan kultural. (1) Berdasarkan *dimensi biologis*, seksual terkait dengan anatomi dan fisiologis organ kelamin dan dampaknya bagi kehidupan fisik. Termasuk di dalamnya menjaga kesehatan dari gangguan seperti PMS, ISR, dan bagaimana memfungsikannya secara optimal sebagai alat reproduksi sekaligus rekreasi. (2) Berdasarkan *dimensi psikologis*, maka seksualitas terkait dengan bagaimana aspek-aspek psikologis mempengaruhi dan dipengaruhi oleh seksualitas, bagaimana dampak psikologis terhadp seksualitas dalam kehidupan manusia. (3) *Dimensi sosial* melihat bagaimana bentuk sosialisasi peran fungsi seksualitas dalam kehidupan manusia. Bagaimana cara-cara lingkungan sosial (hukum, keluarga, teman sebaya) mempengaruhi pembentukan pandangan manusia terhadap seksualitas hingga akhirnya membentuk perilaku seksual manusia dan (4) *dimensi kultural*, menunjukkan bagaimana nilai-nilai budaya dan etika mempengaruhi penilaian terhadap seksualitas. Contoh di beberapa negara barat ekspresi seksualitas demikian terbuka dan dianggap sebagai salah satu hak asasi manusia sementara beberapa negara di timur, masih teguh memandang bahwa seksualitas merupakan hal yang tabu dan sakral.

Keempat dimensi ini saling terkait satu sama lain dan tidak dapat dipisahkan. Membahas seksualitas secara komprehensif berarti membahas seksualitas dalam berbagai dimensi. Seksualitas harus dipandang sebagai bagian penting dari kehidupan yang dimensional, karena itu pembahasan secara terpisah tentu saja akan mengurangi kebermaknaan seksualiatas.

PENUTUP

Pendidikan seks sudah sepatutnyalah manjadi salah satu pendidikan yang diberikan orang tua pada anaknya. Menurut penulis beberapa materi yang dapat diberikan dalam pendidikan seks adalah (a) perkembangan manusia: anatomi, reproduksi dan fisiologi, (b) hubungan antar manusia: keluarga, teman, pacaran,

perkawinan, (c) kemampuan personal: nilai, pengambilan keputusan, komunikasi, negosiasi, (d) perilaku seksual, (e) kesehatan seksual meliputi kontrasepsi, pencegahan PMS, AIDS, aborsi, kekerasan seksual dan (f) budaya dan masyarakat, peran gender, agama.

Anggapan sebagian orang tua bahwa membicarakan masalah seks adalah sesuatu yang tabu sebaiknya dihilangkan. Anggapan seperti inilah yang menghambat penyampaian pengetahuan seks yang seharusnya sudah dapat dimulai dari segala usia. Orang tua harus memberikan informasi yang sejelas-jelasnya dan terbuka, kapan saja, sampai si anak benar-benar mengerti apa yang dimaksud. Cara seperti ini akan menghilangkan perasaan segan dalam dirinya. Lebih baik pendidikan seks diketahui dari orang tua, daripada si anak mendapatkannya dari pendapat atau khayalan sendiri, teman, televisi, internet, buku-buku ataupun film porno yang kini dijual bebas. Jika para orang tua secara aktif dan bijaksana menyikapi permasalahan yang dialami oleh anak-anak dan lingkungan sekitarnya terhadap masalah ini, arti seks itu sendiri akan berubah menjadi sangat indah dan berarti bagi kelangsungan hidup manusia. Karena dengan adanya pendidikan seks bagi remaja, diharapkan remaja dapat menempatkan seks pada perspektif yang tepat dan mencoba mengubah anggapan negatif terhadap seks, sehingga perilaku seks yang menyimpang tidak dilakukan oleh oleh remaja.

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Anonimuos. 2007. *Siswa Cianjur Berhubungan Seks Pranikah*. dalam http://bkkbn.go.id/article_detail. php?aid=758 (Download 25 Mei 2007).

Anonimuos. 2006. *Inilah Pendapat Siswa Ibu Kota Tentang Seks*. Dalam http://bkkbn.go.id/article_detail. php?aid=758 (Download 25 Mei 2007).

Arwin P. 2005. Hubungan Teman Sebaya dan Media Elektronik Dengan Perilaku Seksual Remaja di SMUN 3 Padang. *Karya Tulis Ilmiah*. Padang: Politeknik Kesehatan Padang.

BKKBN. 2002. *Seri Informasi KRR*. Padang: Yayasan Mitra Inti.

Bukhori M. 2005. *Islam dan Adab Seksual*. Solo: Amzah

Dianawati A. 2003. *Pendidikan Seks untuk* Remaja. Jakarta: Kawan Pustaka.

Fitriwati. 2002. Seks dan Seksualitas di Kalangan Remaja. *Skripsi*. Padang: Universitas Andalas.

Herdiansiska Y dkk. 1998. *Pertumbuhan dan Perkembangan*. Jakarta: PKBI.

Jendrius dkk. 2003a. Tanggapan Pemerintah dan Publik Terhadap Masalah Kesehatan Reproduksi Remaja di Kota Padang. *Laporan penelitian*. Padang: Universitas Andalas.

Jendrius dkk. 2003b. Pengetahuan, Pemahaman dan Sikap Remaja serta Orang Tua Terhadap Permasalahan Kesehatan Reproduksi remaja di Kota Padang. *Laporan Penelitian*. Padang: Universitas Andalas.

Mohammad K. 1998. *Kontradiksi dalam Kesehatan Reproduksi*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.

Munajat N dkk. 1998. *Pendidikan Seksualitas Untuk Remaja*. Jakarta: PKBI.

Saputri LA. 2007. Hubungan Sikap Remaja dan Pendidikan Seks dari Orang Tua dengan Perilaku Seksual Remaja di SMAN 6 Padang. *Skripsi*. Padang: Politeknik Kesehatan Padang.

Pratiwi. 2004. *Pendidikan Seks Untuk Remaja*. Yogyakarta: Tugu.

BAB 18. MENJADI PENDIDIK ISLAMI

PROFIL PENDIDIK *RABBANI*

Rabbani educators needed to create a generation of knowledge and faith of Islam. This paper aims to examine educators Rabbani profile so that it can be used as a reference for educators to educate learners to become knowledgeable and faithful generations of Islam. The study of literature used in this paper. Islamic education is to function as it should, because the basic Islamic education is the cornerstone of education Rabbani. Islamic education has a very noble goal that won the world and the happiness of the Hereafter. This can happen when the al-Quran and Sunnah serve as a baseline. So many methods are executed in accordance with the principles that have been outlined. Rabbani educators must understand the Islamic education. Because as a society have an important role, it is expected to be able to function properly. In order to reach the ultimate goal of Islamic education that spawned generations of faithful and knowledgeable. An educator must principled Rabbani least clean, run true worship, intelligent, knowledgeable, professional, and made al-Quran and as-Sunnah as a source of knowledge. As Minangkabau society, they also have to understand the philosophical tradition adat basandi syara', syara' basandi kitabullah. And, the Prophet Muhammad is the best Rabbani educator profiles that should exemplified by every educator.

Acknowledgments:

- Beberapa istilah penting dalam bab ini adalah *pendidik robbani, pendidikan islam, al-Quran, Sunnah Rasul*

PENDAHULUAN

Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah, (UU Guru dan Dosen No. 14 Tahun 2005 Pasal 1). Guru juga dituntut sebagai agen pembelajaran (*learning agent*) yaitu guru berperan sebagai fasilitator, motivator, pemacu, perekayasa pembelajaran, dan pemberi inspirasi belajar bagi peserta didik.

Pada pasal 2 dijelaskan, Guru mempunyai kedudukan sebagai tenaga profesional pada jenjang pendidikan dasar, pendidikan menengah, dan pendidikan anak usia dini pada jalur pendidikan formal yang diangkat sesuai dengan peraturan perundang-undangan. Kedudukan guru dan dosen sebagai tenaga profesional bertujuan untuk melaksanakan sistem pendidikan nasional dan mewujudkan tujuan pendidikan nasional, yaitu berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, serta menjadi warga negara yang demokratis dan bertanggung jawab (Pasal 6).

Undang – undang sistem pendidikan diatas hanya menjelaskan secara bagaimana tugas dan fungsi seorang guru secara umum. Dalam Islam diperlukan profil pendidik yang Islami atau yang sesuai dengan ajaran Islam. Untuk itu, perlu ditelaah lebih lanjut bagaimana profil seorang pendidik, yang bukan hanya mahir dalam menjalankan tugasnya tapi juga memiliki keimanan yang kuat. Sehingga melahirkan peserta didik yang berilmu dan beriman. Karena Allah akan memuliakan orang yang berilmu dan beriman.

> *…Allah akan mengangkat derajat orang yang beriman dan berilmu beberapa derajat.. (QS Al-Mujadalah:11).*

> *"Barang siapa yang dikehendaki baik oleh Allah, maka ia dipintarkan dalam hal keagaamaan dan diilhami oleh-Nya kepadaian dalam hal itu (HR Bukhari dan Muslim*)

> *"Apabila meninggal seorang anak Adam, maka putuslah amalannya, melainkan dari tiga hal, yaitu sedekah yang mengalir (jariah), ilmu yang diambil manfa'atnya dan do'a anak yang shaleh" (HR Muslim)*

Tulisan ini akan membahas profil dan pengetahuan tentang pendidikan Islam yang harus dimiliki oleh seorang pendidik rabbani. Sehingga pendidik

tidak hanya sebagai agen pembelajaran (*learning agent*) tetapi juga menjadikan peserta didiknya seorang yang intelektual yang beriman kepada Allah.

PENDIDIKAN ISLAM SEBAGAI TONGGAK DASAR PENDIDIKAN *RABBANI*

Pengertian Pendidikan Islam

Istilah pendidikan berasal dari kata "didik" dengan awalan "pen" dan akhiran "kan" mengandung arti perbuatan (hal, cara dan sebagainya). Istilah pendidikan ini berasal dari bahasa Yunani, yaitu *paedagogie* yang berarti bimbingan yang diberikan kepada anak. Dalam bahasa Inggris dikenal dengan *education* dan dalam bahasa Arab dikenal dengan *tarbiyah*. Dalam perkembangannya, pendidikan berarti segala usaha orang dewasa dalam pergaulan dengan anak-anak untuk memimpin perkembangan jasmani dan rohaninya ke arah kedewasaan.

Di dalam Islam dipakai dua istilah pendidikan yaitu *tarbiyah* dan *ta'dib*. Perbedaannya, istilah *ta'dib* mengandung pengertian yang lebih mendalam dibandingkan dengan *tarbiyah*. T*a'dib* mengacu kepada pada pengertian ilmu, pengajaran dan pengasuhan. Muhammad Athiyah al-Abrasyi memberikan pengertian bahwa pendidikan Islam mempersiapkan manusia supaya hidup dengan sempurna dan berbahagia, mencintai tanah air, tegap jasmaninya, sempurna budi pekertinya (akhlaknya), teratur pikirannya, mahir dalam pekerjaannya, manis tutur katanya baik lisan maupun tulisan.

Tujuan Pendidikan Islam

Tujuan merupakan sasaran yang hendak dicapai dan sekaligus merupakan pedoman yang memberi arah bagi segala aktifitas yang dilakukan. Pendidikan Islam juga mempunyai tujuan yang tersendiri sesuai dengan falsafah dan pandangan hidup yang digariskan Al-Quran. Beberapa tujuan pendidikan Islam menurut Ibn Khaldun :

1. Tujuan keagamaan, yaitu beramal untuk akhirat sehingga ia menemukan Tuhannya dan telah menunaikan hak-hak Allah yang diwajibkan atasnya.
2. Tujuan ilmiah yang bersifat keduniaan, yaitu apa yang diungkapkan oleh pendidikan modern dengan tujuan kemanfaatan atau persiapan hidup.

Imam Al-ghazali berpendapat bahwa tujuan pendidikan Islam yang paling utama adalah beribadah dan *taqarrub* kepada Allah dan kesempurnaan insani yang tujuannya kebahagian akhirat. Islam sebagai agama yang bersifat universal berisi ajaran-ajaran yang dapat membimbing manusia kebahagian hidup di dunia dan akhirat.

Berbeda dengan pendidikan Barat yang bertitik tolak dari filsafat progmatisme, yaitu mengukur kebenaran menurut kepentingan waktu, tempat dan situasi dan berakhir pada garis hajat. Fungsi pendidikannya tidaklah sampai untuk menciptakan manusia yang dapat menempuh kehidupan yang indah di akihirat, akan tetapi terbatas pad kehidupan duniawi semata.

Dasar Pendidikan Islam

Dasar adalah landasan untuk berdirinya sesuatu. Fungsi dasar adalah memberikan arah kepada tujuan yang akan dicapai dan sekaligus sebagai landasan untuk berdirinya sesuatu. Dalam Islam sudah sangat jelas, dasar-dasar yang digunakan dalam pendidikan Islam bersumber kepada Al-quran dan Sunnah.

Al-quran

Nabi Muhammad SAW sebagai pendidik pertama, pada masa awal pertumbuhan Islam telah menjadikan Al-quran sebagai dasar pendidikan Islam dan sunnah beliau sendiri. Kedudukan Al-quran sebagai sumber pokok pendidikan Islam dapat dilihat dari ayat Al-Quran :

"Dan Kami tidak menurunkan kepadamu Al-Kitab (Al-Quran) ini melainkan agar kamu
dapat menjelaskan kepada mereka perselisihan itu dan menjadi petunjuk dan rahmat bagi kaum
yang beriman"(QS An Nahl:64).

"Ini adalah sebah kitab yang Kami turunkan kepadamu peniuh dengan berkah supaya mereka memperlihatkan ayat-ayat-Nya dan supaya mendapat pelajaran orang-orang yang mempunyai pikiran" (QS Shaad:29).

Sunnah

Dasar yang kedua setelah Al-quran adalah sunnah Rasullullah. Amalan yang dikerjakan oleh Rasulullah SAW dalam proses perubahan sikap hidup sehari-hari menjadi sumber utama pendidikan Islam karena Allah SWT menjadikan Muhammad SAW sebagai teladan bagi umatnya.

"Di dalam diri Rasullulluah itu kamu bisa menemukan teladan yang baik...."(QS Al Ahzab: 21)

Metode Pendidikan Islam

Metode atau metoda berasal dari bahasa Yunani yaitu *metha* dan *hodos*. Metha berarti melalui atau melewati, dan *hodos* berarti jalan atau cara. Metode

berati jalan atau cara yang harus dilalui untuk mencapai tujuan tertentu. Metode pendidikan Islam menurut ahli pendidikan Islam :

1. Al-Ghazali
   Agama diberikan kepada anak sejak usia dini, sewaktu ia menerimanya dengan hafalan di luar kepala. Ketika ia menginjak dewasa, sedikit demi sedikit makna agama akan tersingkap baginya. Jadi prosesnya dimulai dengan hafalan, dieruskan dengan pemahaman.
2. Ulwan
   Beberapa hal yang harus dilakukan oleh orang tua dalam mendidik keimanan anak:
   a. Menyuruh anak-anak semenjak awal membaca *La ilaha Illallah*.
   b. Memperkenalkan sejak awal tentang pemikiran hukum halal dan haram.
   c. Menyuruh anak beribadah semenjak umur tujuh tahun.
   d. Mendidik anak cinta kepada Rasul dan keluarganya serta cinta membaca Al-quran.
3. Samak
   Samak lebih memperinci metode mengajarkan agama Islam sebagai berikut:
   a. Pelajaran harus dikaitkan dengan kehidupan anak yang ada kaitannya dengan lingkungan hidupnya.
   b. Persiapan guru mengajar harus dibuat dengan matang, sehingga dapat memberi kesan pada anak didik bahwa gurunya adalah seorang yang patut dicontoh.
   c. Berusaha membangkitkan emosi murid-murid karena dengan membangkitkan emosi ini, dapat dibentuk akhlak yang mulia.
   d. Memperluas kegiatan agama di luar ruang belajar.
   e. Menggunakan pelajaran nasyid sebagai suatu cara untuk menanamkam semangat keagamaan.

Prinsip Pendidikan Islam

Prinsip berarti asa (kebenaran yang jadi pokok dasar orang berpikir, bertindak dan sebagainya). Prinsip pendidikan Islam ditegakkan di atas dasar yang sama dan berawal dari pandangan Islam secara filosofis terhadap jagad raya, manusia, masyarakat, ilmu pengetahuan dan akhlak. Prinsip – prinsip pendidikan Islam tersebut sebagai berikut :

1. Prinsip pendidikan Islam merupakan implikasi dari karakteristik manusia menurut Islam.
   a. Agama yang diturunkan melalui Rasulnya adalah agama fitrah.
   "Hadapkanlah wajahmu dengan lurus kepada Agama (Allah); (tetapkanlah atas) fitrah Allah yang telah menciptakan manusia menurut fitrah itu...."(QS Ar Rum:30)

b. Manusia tersusun dari dua unsur yaitu roh dan jasad.

"Maka apabila Aku telah menyempurnakan kejadiannya dan telah meniupkan kedalamnya roh (ciptaan) Ku, maka tunduklah kamu kepada-Nya dengan bersujud (QS Al Hijr:29)

c. Manusia memiliki karakter kebebasan berkemauan (*huriyah al-iradah*) untuk memilih dan memutuskan tingkah lakunya sendiri.

2. Prinsip pendidikan Islam adalah pendidikan integral dan terpadu.

Pendidikan Islam tidak mengenal adanya pemisahan antara sains dan agama. Penyatuan antara kedua sistem pendidikan adalah tuntutan akidah Islam. Allah dalam doktrin ajaran Islam adalah pencipta alam semesta termasuk manusia.

3. Prinsip pendidikan Islam adalah pendidikan yang seimbang

Pandangan Islam yang menyeluruh terhadap semua aspek kehidupan mewujudkan adanya keseimbangan. Ada beberapa prinsip keseimbangan yang mendasari pendidik Islam yaitu :

a. Keseimbangan antara kehidupan duniawi dan ukhrawi.
b. Keseimbangan antara badan dan roh.
c. Keseimbangan antara individu dan masyarakat.

PROFIL PENDIDIK *RABBANI*

Pendidik ialah orang yang memikul tanggung jawab untuk membimbing. Pendidik tidak sama dengan pengajar, sebab pengajar itu hanya sekedar menyampaikan materi pelajaran kepada murid. Prestasi yan tertinggi yang dapat dicapai oleh seorang pengajar apabila ia berhasil membuat pelajar memahami dan menguasai materi pengajaran yang diajarkan kepadanya. Tetapi seorang pendidik bukan hanya bertanggung jawab menyampaikan materi pengajaran kepada murid tetapi juga membentuk kepribadian seorang anak didik bernilai tinggi. Pendidik rabbani adalah pendidik dalam menjalankan tugasnya menjadikan Allah SWT sebagai Tuhan dan Muhammad sebagai utusan Allah SWT.

Syarat – Syarat Pendidik *Robbani*

Pendidikan Islam tidak hanya menyiapkan seorang anak didik memainkan perannya sebagai individu dan anggota masyarakat saja, tetapi juga membina sikapnya terhadap agama, tekun beribadat, mematuhi peraturan agama, serta menghayati dan mengamalkan nilai luhur agam dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Ramayulis, seorang pendidik Islam harus cakap dan berkepribadian, Ikhlas, Takwa dan memiliki kompetensi keguruan. Kepribadian yang terpadu

dapat menghadapi segala persoalan dengan wajar dan sehat, karena segala unsur dalam pribadinya bekerja seimbang dan serasi. Pendidik ikhlas berniat hanya karena Allah dalam seluruh pekerjaan edukatifnya, baik berupa perintah, larangan, nasehat, pengawasan atau hukuman. Takwa didefenisikan sebagai menjaga diri dari azab Allah dengan merasakan *muraqabah* Allah.

Memiliki kompetensi keguruan adalah kemampuan yang diharapkan dapat dimiliki oleh seorang pendidik. Pada dasarnya pendidik harus memiliki tiga kompetensi :

1. Kompetensi kepribadian

   Setiap pendidik harus mengembangkan kepribadiannya sendiri – sendiri. Hal ini diperlukan untuk (a) mengenal dan mengakui harkat dan potensi individu siswa, (b) Membina suatu suasana sosial yang akan menunjang moral siswa, (c) membina perasaan saling menghormati.
2. Kompetensi penguasaan atas bahan pengajaran.

   Penguasaan bahan ajar yang mengarah kepada spesialisi atas ilmu yang diajarkan. Hal ini diperlukan untuk (a) menguraikan ilmu pengetahuan menjadi informasi ilmu yang benar, (b) memudahkan siswa untuk memperlajari pelajaran diberikan.
3. Kompetensi dalam cara mengajar

   Kompetensi dalam cara mengajar suatu bahan ajar sangat siperlukan, terutama dalam merencanakan satuan pelajaran, mempergunakan media atau alat bantu ajar, mengembangkan dan mempergunakan semua metode – metode pengajaran.

Pendidik rabbani adalah seseorang yang berprofesi sebagai pengajar yang menjadikan Allah SWT sebagai Tuhan dan Muhammad sebagai utusan Allah SWT. Namun, seorang pendidik rabbani juga harus menguasai hal – hal sebagai berikut:

1. Aqidah yang bersih

   Meyakini Allah Swt sebagai Pencipta, Pemilik, Pemelihara dan Penguasa alam semesta dan menjauhkan diri dari segala fikiran, sikap dan perilaku bid'ah, khurafat dan syirik.
2. Ibadah yang benar

   Seorang pendidik yang baik harus terbiasa dan gemar melaksanakan ibadah yang meliputi: sholat, shaum, tilawah Al-Qur'an, dzikr dan do'a sesuai petunjuk Al-Qur'an dan As-Sunnah.
3. Cerdas dan berpengetahuan

   Memiliki kemampuan berfikir yang kritis, logis, sistematis dan kreatif yang menjadikan dirinya berpengetahuan luas dan menguasai bahan ajar dengan sebaik-baiknya, dan cermat serta cerdik dalam mengatasi segala problem yang dihadapi.

Salah satu cara untuk meningkatkan kecerdasan dan pengetahuan seorang pendidik rabbani adalah dengan melanjutkan pendidikan ke jenjang yang lebih tinggi. Sehingga *ESQ Power* pendidik rabbani lebih terasah. *ESQ Power* (*emotional and spiritual questions*) adalah kekuatan yang terletak pada kecerdasan emosi dan spiritual. Menurut Gynanjar seorang muslim yang ingin sukses dalam profesinya harus bisa mengembangkan *ESQ Power* dirinya. *Spritual quetion* bersumber pada ihsan dan *emotional quetion* bersumber pada *principel of faith* (rukun iman) dan fisik pada rukun iman.

Rajin membaca dan mengembangkan diri mutlak bagi seorang pendidik. Perlu diingat, bahwa kita tidak hidup di zaman Rasul yang telah berlalu 14 abad yang lalu, tetapi di zaman yang semakin maju dengan perkembangan iptek dan era global. Untuk itu seorang pendidik rabbani juga dituntut menguasai dan memahami *tools* yang akan menunjang keberhasilan dalam menjalankan tugas. Seperti penguasaan bahasa asing, komputer, sistem informasi berbasis internet dan lain-lain.

4. Profesionalisme dan Berkompenten

   Untuk mewujudkan proses belajar mengajar (PBM) yang baik seorang pendidik harus memiliki bakat, minat, panggilan jiwa, dan idealisme. Memiliki komitmen untuk meningkatkan mutu pendidikan, keimanan, ketakwaan, dan akhlak mulia; memiliki kualifikasi akademik dan latar belakang pendidikan sesuai dengan bidang tugas; memiliki kompetensi yang diperlukan sesuai dengan bidang tugas; memiliki tanggung jawab atas pelaksanaan tugas keprofesionalan (UU Sisdiknas No.14 2005 Pasal 7)

   Memahamai konsep disiplin ilmu yang sesuai dengan bidang yang akan diajarkan diperlukan untuk menunjang keberhasilan penyampaian materi kepada peserta didik. Sehingga tidak ada seorang pendidik (guru) yang mengajar bidang studi *serba-serbi*. Meskipun tidak tertutup kemungkinan seorang guru mampu mengajar IPA kemudian juga IPS. Tetapi sangat tidak kompenten dan terkadang menimbulkan konsep yang salah ketika materi disampaikan kepada peserta didik.

5. Alquran dan Sunnah sebagai sebagai sumber ilmu

   Seorang pendidik rabbanii harus bisa menjadikan Al-quran sebagai sumber ilmu. Karena dalam Alquran sudah lengkap dituliskan semuanya. Untuk menguak tabir yang tersembunyi tersebut, diperlukan kejelian dan keinginan yang sangat kuat bagi pendidik. Tidak banyak para pendidik yang berdisiplin ilmu umum seperti Matematika, Biologi, Kimia, Fisika, Ekonomi, Akuntansi dan lain-lain mencoba untuk menelaah dan mengkonfirmasikan konsep disiplin ilmu masing-masing dengan Al-Quran. Padahal Allah SWT sudah sangat jelas menerangkan bahwa Al-Quran adalah petunjuk bagi manusia.

…….Alquran itu sebagai petunjuk bagi manusia……(QS Albaqarah: 185)

Biologi salah satu disiplin ilmu penting dan sangat erat kaitannya dengan kehidupan manusia sebagai makhluk Allah SWT. Terutama cabang Embriologi (cabang biologi yang mengkaji tentang embrio) banyak sekali kebenaran Al-Quran yang telah terbukti di bidang ini.

Menurut Al Quran pembentukan Embrio dibagi menjadi tiga tahap utama yaitu :

a) Nuftah

Tahap awal pembentukan embrio dan mencakup periode waktu percampuran antara ovum dan sperma (fertilisasi) , selanjutnya peleburan sel jantan dan betina tersebut membentuk zygot di dalam rahim (uterus). Dalam periode ini zygot terus membelah diri dan menjadi bentuk yang lebih kompleks.

b) Khalaqna atau Takhliq

Tahap kedua pembentukan embrio, atau disebut dengan periode organogenesis. Dimulai dari minggu ketiga dan berakhir pada minggu kedelapan dari masa kehamilan. Pada tahap ini sel terus membelah diri dan membentuk organ manusia dan sistemnya.

Tahap kedua ini dibagi menjadi beberapa subsistem yaitu Alaqa, Mudgah, Izam dan Lahm. Masing-masing tahap mendriskripsikan pertumbuhan embrio secara komprehensif.

c) Ansha 'na atau Nash 'ah

Tahap ketiga atau tahap akhir pembentukan janin. Dalam tahap ini sel membelah diri secara cepat, melakukan diferensiasi, dan terus tumbuh menjadi bentuk manusia sempurna.

Ringkasan embriologi menurut Al Quran:

a) *Nutfah* : *(QS Al Qiyaamah:37) "Bukankah ia dahulu berasal dari sel sperma dan air mani yang dipancarkan". (QS Al Mu'minun:13) "Kemudian kami simpan sel sperma dan air mani itu kedalam tempat yang kokoh (rahim)".*
b) *Alaqah* : *(QS Al Qiyaamah:38) "Kemudian sperma dan air mani itu menjadi segumpal darah (berbentuk seperti lintah)". (QS Al Mu'minun:14) "Kemudian sperma dan air mani itu Kami jadikan segumpal darah (berbentuk seperti lintah)"*
c) *Mudghah* : *(QS Al Infithaar:7) "Allah yang telah menciptakan kamu lalu....., (QS Al Qiyaamah:38) "Allah yang telah menciptakan kamu..., (QS Al Mu'minun:14) "Kemudian kami jadikan segumpal darah itu (berbentuk seperti lintah) kami jadikan segumpal daging (Mudghah)....*
d) *Izam* : *(QS Al Infithaar:7) ".....menyempurnakan kejadianmu, (QS Al Qiyaamah:38) "...Allah menciptakannya dan menyempurnakannya", (QS Al*

Mu'minun:14) ".....dan segumpal daging (Mudghah) itu kami jadikan tulang belulang (Izam).

e) *Lahm : (QS Al Infithaar:8)".....dan membentuk tubuhmu sesuai dengan yang Dia kehendaki, (QS Al Qiyamaah:38) "....lalu Allah menyempurnakannya, (QS Al Mu'minun:14) "....kemudian kami bungkus tulang belulang itu dengan daging (lahm)*

f) *Nash'ah : (QS Al Infithaar:8) "....Dia menyusun tubuh-tubuhmu, (QS Al Qiyamah:39)*
" .. Allah menjadikannya sepasang laki-laki dan perempuan", (QS Al Mu'minun:14) "...Kami jadikan makhluk yang berbentuk lain....."

6. Filosofis Adat Basandi Syara', Syara' Basandi Kitabullah

Berubahnya sistem pemerintahan dari desa ke nagari (baca : *babaliak ka nagari*) membuat seluruh komponen masyarakat di Sumatera Barat harus berbenah. Dari aparat pemerintahan, lembaga pendidikan formal dan non formal sampai masyarakat pada umumnya. Konsep yang *santer* terdengar dan selalu *dihingar-bingarkan* adalah *Adat Basandi Syara', Syara' Basandi Kitabullah* (Selanjutnya baca ABS-SBK).

Seorang pendidik di Minangkabau, mau tidak mau juga harus memahami konsep ABS-SBK ini. Mengingat fungsi dan kedudukan pendidik di negeri ini sangat vital. Bagi seorang pendidik rabbani, konsep ABS-SBK seperti apa yang harus dipahami? Konsep yang bukan hanya bermanfaat sebagai pengembangan diri, tetapi juga berguna bagi profesi sebagai pendidik. Untuk menjelaskannya, penulis mengutip tulisan Hamka mengenai ABS-SBK.

Hamka dalam bukunya Islam dan Adat Minangkabau menjelaskan ABS-SBK dicetuskan pada musyawarah Bukit Marapalam di zaman Paderi. Adanya usaha untuk menyesuaikan tatanan hidup agama dengan adat ketika Islam telah diterima oleh Kerajaan Pagaruyung. Namun secara prakteknya, tidak sesuai dengan aturan – aturan Islam sendiri. Hingga akhirnya pecahlah revolusi yang dikenal dengan Perang Paderi.

Konsep dasar ABS-SBK yang sebenarnya tertuang dalam pepatah :

1. *Syara' mangato, adat mamakai*
   Syara' diambil dari kata Syar'i dalam Al-quran, Sunnah dan Fiqih yang dijadikan pedoman, kemudian dipakai menurut adapt. Artinya setiap hokum dan ketentuan yang tertuang dalam Al-quran, Sunnah dab Fiqih harus dipatuhi dan dipakai dalam kehidupan adat dan bernagari.
2. *Syara' bertelanjang, adat bersesamping*
   Maksud istilah diatas adalah *Syara'* adalah terang dan tegas, tetapi setelah dia dijadikan adat, akan diatur sedemikian rupa supaya menjadi prosedur yang mudah dipahami dan diterima.
3. *Adat yang kawi, syara' yang lazim.*

Kawi berasal dari bahasa Arab, *qawiyyun* yang berarti kuat. *Lazim* artinya wajib, kata *Lazim* lebih aktif dari wajib. Wajib berdosa kalau ditinggalkan. *La* ialah yang berpahala bila dikerjakan dan *Zim* dikenakan sangsi bila tidak dikerjakan. Artinya adat tidaklah akan berdiri kalau tidak *dikawikan*. Adat tidak ada kalau tidak dikuatkan dengan *Syara'*. Dan *Syara'* tidak akan berjalan kalu tidak *dilazimkan*. Pepatah inilah yang dipegang teguh oleh Tuanku Nan Renceh, sehingga adik ibunya dibunuh karena melanggar syara'.

Nabi Muhammad Saw, Profil Pendidik Rabbani Terbaik

Hadirnya Muhammad sebagai nabi dan rasul berperan dalam (1) Menjelaskan tentang iman kepada Allah SWT dan (2) Memperbaiki akhlah manusia agar menjadi manusia beradab dan bermanfaat.Sesuai dengan firman Allah dalam surat Fathir:24.

> *"Sesungguhnya Kami mengutus kamu dengan membawa kebenaran, sebagai pembawa berita gembira dan sebagai pemberi peringatan. Dan tidak ada suatu umatpun melainkan telah ada padanya seorang pemberi peringatan" (QS Fathir:24)*

Kepribadian dan akhlak Rasulullah SAW dalam mendidik sabar, al-amin, rendah hati, pemaaf dan mengajak kepada kebaikan, qanaah dan sederhana. Beberapa ayat al-Quran yang menjelaskan kepribiadian tersebut adalah

> *"Dan bersabarlah menghadapi apa-apa yang menimpa dirimu, sebab yang sedemikian itu termasuk perintah yang sungguh-sungguh" (QS Luqman:17)*
> *"Berilah maaf dan perintahkan kebaikan serta biarkanlah orang-orang yang bodoh" (QS Al A'raf:199)*

Muhammad SAW menjadi guru langsung saat awal pendidikan Islam diperkenalkan dengan diangkatnya beliau sebagai Rasul Allah. Pendidikan yang dilakukan oleh Rasullullah memiliki tahapan :

1. Pendidikan perorangan yang dilakukan secara rahasia.
2. Menyeru dan mengajak Bani Abdul Muthalib ke dalam Islam.
3. Seruan dan ajakan untuk umum.

Sebab itu sangat perlu bagi seorang pendidik mentauladani pribadi Rasul dalam menjalankan profesinya.

> *"Di dalam diri Rasullulluah itu kamu bisa menemukan teladan yang baik...."(QS Al Ahzab: 21)*

PENUTUP

Berdasarkan penjelasan diatas, maka dapat disimpulkan :

1. Pendidikan Islam diperlukan untuk melahirkan generasi yang beriman dan berilmu.
2. Seorang pendidik robbani setidaknya harus beraqidah yang bersih, menjalankan Ibadah yang benar, cerdas dan berpengetahuan, profesionalisme dan berkompenten, menjadikan Alquran Dan Sunnah sebagai sebagai sumber ilmu dan memahami filosofis *adat basandi syara', syara' basandi kitabullah*.
3. Nabi Muhammad SAW merupakan profil pendidik robbani terbaik yang patut ditauladani oleh setiap pendidik

DAFTAR KEPUSTAKAAN

Abdul RO. *Does the qur'an plagiarise ancient greek embryology? A review presented*. In http//www.dialog embriologi/hmtl. (7 Agustus 2005).

Alghazali. 1975. *Mau'izhatul mu'minin, ringkasan ihya 'ulumuddin (terjemahan)*. Bandung : Penerbit CV. Diponegoro.

Al-Quran Karim dan Terjemahannya. Departemen Agama RI. 1995. Semarang: PT Karya Toha Putra.

Gustian AG. 2003. *Menerbitkan esq power*. Jakarta : Penerbit Arga.

Hamka. 1984. *Islam dan adat minangkabau*. Jakarta: Pustaka Panjimas.

Husain MH. 1984. *Sejarah hidup muhammad (terjemahan edisi 11)*. Jakarta : Penerbit Tinta Mas.

Keith LM. 1986. *A scientist's interpretation of references to embryology in the qur'an, the department of anatomy, university of toronto, canada*. In http//www.dialog embriologi/hmtl. (7 Agustus 2005).

Oppenheimer SB. 1994. *Introduction to embryonic development*. Boston: Allyn and Bacon,Inc.

Ramayulis. 1994. *Metodologi pengajaran agama islam (edisi 2)*. Jakarta : Penerbit Kalam Mulia.

Soekarno dan Supardi A. 2001. *Sejarah dan filsafat pendidikan islam*. Bandung : Penerbit Angkasa.

Undang – Undang No.14 tentang Guru dan Dosen Serta Standar Nasional Pendidikan Tahun 2005. Jakarta : CV. Tamita Utama.