

Manual Laboratorium



PERKEMBANGAN HEWAN



**Adnan
Akhmad Faqih
Suhardi Aldi**

Manual Laboratorium
PERKEMBANGAN
HEWAN

Penulis
**Adnan
Akhmad Faqif
Suhardi Aldi**



Penerbit
PUSAT PENGEMBANGAN PENDIDIKAN DAN PENELITIAN INDONESIA

MANUAL LABORATORIUM PERKEMBANGAN HEWAN

Penulis :

Adnan

Akhmad Faqih

Suhardi Aldi

ISBN : 978-623-5490-82-3

Editor :

A. Asmawati

Penyunting :

Muhamad Suhardi

Randi Pratama Murtikusuma

Anggota IKAPI Nomor : 009/NTB/2021

Desain sampul dan tata letak :

Rifka Almunawarah

Penerbit :

Pusat Pengembangan Pendidikan dan Penelitian Indonesia

Redaksi :

Lingkungan Handayani, Leneng, Praya, Lombok Tengah, NTB (83515)

Telp +6285239967417 Email : p4i.indonesia@gmail.com

Distributor Tunggal :

Yayasan Insan Cendekia Indonesia Raya

Lingkungan Handayani, Leneng, Praya, Lombok Tengah, NTB (83515)

Telp +6285239967417 Email : insancendekiaindonesiaraya@gmail.com

Cetakan Pertama, November 2022

Hak cipta dilindungi undang-undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

NIM :
 Kelompok :
 Nilai Akhir :

KARTU TANDA

Tanggal	Percobaan Ke-	Materi	Nilai			Ttd Penanggung jawab
			Respon	Skill	Laporan	
	1	Keselamatan Kerja				
	2	Teknik Memegang Mencit				
	3	Teknik Pemeliharaan Mencit				
	4	Teknik Pemberian Sediaan Mencit				
	5	Teknik Mengorbankan Mencit				
	6	Teknik Pembuatan Apusan Vagina pada Mencit				
	7	Teknik Mengawinkan Mencit				
	8	Cara Menganalisis Fertilisasi Mencit Betina				
	9	Teknik Pewarnaan Tulang pada Fetus Mencit				
	10	Teknik Pengamatan Kelainan pada Fetus Mencit				
	11	Teknik Pengamatan Spermatozoa				

Tanggal	Percobaan Ke-	Materi	Nilai			Ttd Penanggung jawab
			Respon	Skill	Laporan	
		Mencit				
	12	Perkembangan Embrio Ikan				
	13	Perkembangan Embrio Ayam				
	14	Metamorfosis				
	15	Regenerasi				
Rata-rata						

Mengetahui,
Penanggung Jawab Mata Kuliah

Koordinator
Laboratorium

Dr. Adnan, M.S.
NIP. 19650201 198803 1 003

.....

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah atas segala petunjuk dan hidayah Sang Pemilik Ilmu, Allah Azza wa Jalla kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Manual Laboratorium Perkembangan Hewan ini. Buku ini tersusun berdasarkan telaah literatur yang relevan dengan mata kuliah perkembangan hewan dan juga dilengkapi dengan gambar.

Buku ini berisi enam bagian yaitu pertama keselamatan kerja, kedua reproduksi dan perkembangan embrio mencit, ketiga perkembangan embrio pada ikan, keempat perkembangan embrio ayam, kelima metamorfosis, dan keenam regenerasi. Pada setiap bagian, buku ini dilengkapi dengan tujuan, teori, petunjuk, ruang hasil pengamatan, latihan dan tabel penilaian yang akan memudahkan pembaca memahami konsep yang dipelajari. Kegiatan di dalam buku ini menuntut keterampilan dan sikap-sikap ilmiah yang dilatihkan secara bertahap sesuai dengan karakteristik materi yang dipelajari.

Kami juga menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu kami dalam proses penyelesaian buku ini. Kami menyadari sepenuhnya bahwa buku ini masih banyak kekurangan, namun demikian penulis berharap buku ini dapat memberikan manfaat sebesar-besarnya bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Semoga ini dapat bernilai ibadah disisi Allah Azza Wa Jalla dan menjadi ilmu yang bermanfaat, Amin.

Adnan

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
PERCOBAAN I KESELAMATAN KERJA	1
PERCOBAAN II PERKEMBANGAN EMBRIO MENCIT	11
Kegiatan 1. Teknik Memegang Mencit.....	36
Kegiatan 2. Teknik Pemeliharaan Mencit	37
Kegiatan 3. Teknik Pemberian Sediaan pada Mencit	40
Kegiatan 4. Teknik Mengorbankan Mencit.....	46
Kegiatan 5. Teknik Pembuatan Apusan Vagina pada Mencit	48
Kegiatan 6. Teknik Mengawinkan Mencit.....	51
Kegiatan 7. Cara Menganalisis Fertilitas Mencit Betina.....	53
Kegiatan 8. Teknik Pewarnaan Tulang pada Fetus Mencit	61
Kegiatan 9. Teknik Pengamatan Kelainan pada Fetus Mencit	63
Kegiatan 10. Teknik Pengamatan Spermatozoa Mencit	65
PERCOBAAN III PERKEMBANGAN EMBRIO IKAN CUPANG	73
PERCOBAAN IV PERKEMBANGAN EMBRIO PADA AYAM	82
PERCOBAAN V METAMORFOSIS	92
PERCOBAAN VI REGENERASI	99
DAFTAR PUSTAKA	104
PROFIL PENULIS	107
SINOPSIS	109

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Simbol-simbol keselamatan kerja.....	6
Tabel 1.2 Hasil Percobaan 1	9
Tabel 2.1 Data biologi mencit	13
Tabel 2.2 Aplikasi uji apusan vagina untuk menentukan aktivitas estrogenik suatu bahan	18
Tabel 2.3 Panjang siklus, lama berahi, dan waktu ovulasi pada beberapa hewan	19
Tabel 2.4 Hasil kegiatan 1	36
Tabel 2.5 Hasil kegiatan 2	39
Tabel 2.6 Hasil kegiatan 3	43
Tabel 2.7 Hasil kegiatan 4	47
Tabel 2.8 Hasil kegiatan 5	49
Tabel 2.9 Hasil kegiatan 6	52
Tabel 2.10 Hasil kegiatan 7	58
Tabel 2.11 Hasil kegiatan 8.....	62
Tabel 2.12 Hasil kegiatan 9.....	65
Tabel 2.13 Hasil kegiatan 10.....	69
Tabel 3.1 Hasil percobaan 3	75
Tabel 4.1 Hasil percobaan 4	89
Tabel 5.1 Hasil percobaan 5	91
Tabel 6.1 Hasil percobaan 6	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Satu Spermatogonia Tipe A4	29
Gambar 2.2 Tahap-Tahap Spermatogenesis	30
Gambar 2.3 Bentuk-Bentuk Sperma	31
Gambar 2.4 Bagian-Bagian Utama Sperma	31
Gambar 2.5 Berbagai Bentuk Kelainan pada Sperma	32
Gambar 2.6 Penyuntikan Secara Subkutan	33
Gambar 2.7 Penyuntikan Secara Intraperitoneal	41
Gambar 2.8 Keadaan Uterus dan Ovarium Mencit yang Tidak Hamil	54
Gambar 2.9 Korpus Luteum Mencit	54
Gambar 2.10 Pengamatan Fetus Mencit	55
Gambar 2.11 Pengamatan Fetus Mencit	56
Gambar 2.12 Fetus Mencit	56
Gambar 2.13 Kelainan pada Rangka Kepala.....	64
Gambar 2.14 Craniorachischisis Mencit	64
Gambar 2.15 Hemositometer	66
Gambar 3.1 Perkembangan Embrio Ikan Cupang	75
Gambar 3.2 Perkembangan Embrio Ikan Cupang	76
Gambar 4.1 Embrio Ayam Hari Inkubasi 24 Jam	84
Gambar 4.2 Embrio Ayam Hari Inkubasi 48 Jam	84
Gambar 4.3 Embrio Ayam Hari Inkubasi Ke-3	85
Gambar 4.4 Embrio 24 Jam Inkubasi	86
Gambar 4.5 Embrio 48 Jam Inkubasi	87
Gambar 4.6 Embrio 72 Jam Inkubasi	87

TATA TERTIB LABORATORIUM

Berikut tata tertib laboratorium mengenai waktu pelaksanaan dan sanksi.

1. Pelaksanaan kegiatan dilakukan sesuai dengan jadwal dan diwajibkan hadir 15 menit sebelum kegiatan dimulai.
2. Mahasiswa menggunakan jas laboratorium ketika memasuki laboratorium dan dilarang menggunakan kaos oblong (5 menit).
3. Mahasiswa mengumpulkan tugas pendahuluan kepada asisten (5 menit).
4. Kegiatan pra test dilakukan berupa pengenalan alat dan bahan dan teori singkat (15 menit).
5. Kegiatan pengamatan dan pengambilan data (50 menit sampai 1 jam 30 menit).
6. Membersihkan dan merapikan alat dan bahan yang sudah digunakan selama (5 menit).

PERCOBAAN I

KESELAMATAN KERJA

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat menjelaskan pedoman keselamatan kerja di laboratorium.
2. Mahasiswa dapat membedakan rambu-rambu keselamatan kerja di laboratorium.
3. Mahasiswa dapat menerapkan pedoman keselamatan kerja di laboratorium.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam memahami pedoman keselamatan kerja di laboratorium.
2. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam membedakan rambu-rambu keselamatan kerja di laboratorium.
3. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam menerapkan keselamatan kerja di laboratorium.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan dan menentukan tahapan keselamatan kerja dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 170 menit.

III. BAHAN BELAJAR DI RUMAH

KESELAMATAN KERJA

Laboratorium adalah suatu tempat bagi mahasiswa, peneliti, dan dosen melakukan kegiatan percobaan. Percobaan tersebut dapat mengindikasikan terjadinya kecelakaan kerja jika tidak sesuai dengan standar operasional prosedur. Kecelakaan kerja terjadi di laboratorium disebabkan oleh kelalaian kerja yang menyebabkan mahasiswa terluka atau cedera. Keselamatan kerja di laboratorium adalah harapan semua mahasiswa, peneliti, dan dosen yang sadar

terhadap pentingnya ketertiban, kenyamanan, kesehatan dan keselamatan kerja (Rosana, 2013).

Ikuti pedoman keselamatan kerja dan aturan ini untuk membantu melindungi Anda dan orang lain selama melakukan percobaan di laboratorium.

A. Mencegah Terjadinya Kecelakaan

1. Menggunakan jas laboratorium.
2. Saat menggunakan bahan kimia di laboratorium Anda harus selalu menggunakan kacamata pengaman. Kacamata harus pas terhadap wajah Anda untuk mencegah cairan apapun masuk ke mata. Pakailah kacamata Anda sebelum memulai percobaan dan tetap memakainya sepanjang aktivitas berlangsung termasuk ketika membersihkan dan mencuci tangan.
3. Gunakan sarung tangan dari jenis yang tepat dari arahan instruktur Anda.
4. Jauhkan tangan Anda dari wajah dan mulut saat bekerja di laboratorium.
5. Jangan memakai sandal atau sepatu berujung terbuka lainnya di laboratorium
6. Lepaskan perhiasan di tangan dan pergelangan tangan sebelum bekerja di laboratorium. Lepaskan perhiasan longgar, seperti kalung panjang, untuk mencegah agar tidak terperangkap di peralatan.
7. Rapikan pakaian yang longgar sehingga tidak menyentuh alat-alat lab dan api.
8. Ikat kebelakang rambut panjang Anda untuk menjauhkan dari api dan peralatan.
9. Jangan menggunakan *hair spray* atau produk rambut lainnya yang mudah terbakar sebelum atau selama pekerjaan laboratorium di mana api terbuka digunakan. Produk-produk ini mudah terbakar.
10. Makan, minum, mengunyah permen karet, menggunakan *makeup*, dan merokok dilarang di laboratorium.
11. Anda diharapkan untuk berperilaku baik di laboratorium. Membuat lelucon dan bermain-main dapat menyebabkan kecelakaan atau cedera.

12. Beritahu instruktur Anda tentang alergi atau kondisi kesehatan lainnya yang dapat mempengaruhi partisipasi dalam laboratorium.

B. Ikuti Prosedur Kerja

1. Pelajari semua prosedur sebelum memulai percobaan di laboratorium. Ajukan pertanyaan jika Anda tidak mengerti setiap bagian dari observasi.
2. Pahami semua simbol keselamatan terkait dengan penyelidikan.
3. Jangan memulai aktivitas apapun sampai diarahkan oleh instruktur Anda untuk melakukannya.
4. Gunakan peralatan laboratorium sesuai dengan tujuan saja.
5. Kumpulkan semua peralatan dan bahan-bahan ke tempat bekerja Anda sebelum memulai percobaan di laboratorium.
6. Ketika memperoleh bahan laboratorium, keluarkan jumlah bahan yang Anda akan digunakan saja.
7. Jika Anda memiliki bahan yang sisa percobaan, periksa dengan instruktur Anda untuk menentukan pilihan terbaik apakah dapat digunakan kembali atau membuang bahan sisa.
8. Jaga area kerja Anda agar tetap rapi.
9. Pelajari dan ikuti prosedur untuk menggunakan peralatan laboratorium yang spesifik, seperti neraca, mikroskop, *hot plate*, dan spiritus atau bunsen.
10. Ketika memanaskan atau membilas wadah seperti tabung reaksi atau botol, arahkan jauh dari diri sendiri dan orang lain.
11. Jangan mencicipi, menyentuh atau menghirup bau dari bahan kimia atau zat di laboratorium.
12. Jika diperintahkan untuk menghirup bau zat dalam sebuah wadah, pegang wadah dengan jarak yang cukup dekat dan kibaskan menggunakan tangan Anda di atas botol yang terbuka berisi zat tersebut menuju hidung.
13. Jangan mengganti bahan kimia lainnya atau zat dalam daftar bahan kecuali diperintahkan oleh instruktur untuk melakukannya.
14. Jangan mengambil zat kimia atau bahan di luar laboratorium.

C. Membersihkan Laboratorium

1. Matikan semua pembakar, katup gas, dan kran air sebelum meninggalkan laboratorium. Lepas semua sambungan perangkat listrik.
2. Bersihkan semua peralatan seperti yang diperintahkan oleh instruktur Anda. Kembalikan semuanya ke tempat penyimpanan yang tepat.
3. Buang semua bahan sisa dengan benar. Tempatkan bahan yang sekali pakai dalam wadah khusus dan ditandai untuk jenis bahan tersebut.
4. Jangan tuangkan cairan ke saluran pembuangan kecuali diperintahkan oleh instruktur Anda untuk melakukannya.
5. Cuci tangan dengan bersih menggunakan sabun dan air hangat setelah selesai aktivitas dan sebelum melepas jas laboratorium dan kacamata Anda.

D. Mengetahui Bagaimana Menangani Keadaan Darurat

1. Informasikan pada instruktur Anda segera ketika terjadi kecelakaan apapun, seperti kebakaran, cedera tubuh, luka bakar, sengatan listrik, kerusakan barang pecah belah, dan zat kimia atau tumpahan lainnya.
2. Jangan mencoba untuk membersihkan tumpahan kecuali Anda diberikan izin dan petunjuk tentang cara untuk melakukannya. Pada kebanyakan kasus, instruktur Anda akan membersihkan tumpahan.
3. Ketahuilah lokasi pemadam kebakaran, *safety shower*, pencuci mata, selimut api, dan kit pertolongan pertama. Setelah menerima instruksi, Anda dapat menggunakan *safety shower*, pencuci mata, dan selimut api dalam keadaan darurat tanpa izin instruktur Anda. Namun, pemadam kebakaran dan kit pertolongan pertama hanya digunakan oleh guru Anda atau dalam keadaan darurat yang ekstrim, dengan izin instruktur Anda.
4. Jika bahan-bahan kimia bersentuhan dengan mata Anda atau kulit, beri tahu instruktur Anda segera dan siram kulit atau mata Anda dengan air.

5. Jika seseorang terluka atau sakit, hanya penyedia medis profesional atau seseorang bersertifikat di pertolongan pertama yang harus melakukan prosedur pertolongan pertama.

E. Bertanggung Jawab

Karena instruktur Anda tidak bisa mengantisipasi setiap bahaya keselamatan yang mungkin terjadi dan tidak bisa ada di mana-mana pada saat yang sama, Anda perlu mengambil tanggung jawab untuk keselamatan Anda sendiri. Informasi umum di bawah ini yang harus diterapkan pada hampir setiap laboratorium sains. Anda harus:

1. Meninjau simbol keselamatan di laboratorium dan pastikan Anda tahu apa artinya;
2. Mengikuti semua petunjuk instruktur untuk keselamatan kerja dan memahami semua bahaya yang terkait dengan percobaan yang Anda sedang lakukan;
3. Dapat menjelaskan tujuan laboratorium;
4. Dapat menjelaskan atau menunjukkan semua prosedur darurat dengan masuk akal, seperti:
 - 1) bagaimana untuk mengevakuasi ruang selama keadaan darurat;
 - 2) bagaimana bereaksi terhadap bahan kimia dalam keadaan darurat;
 - 3) bagaimana menangani keadaan darurat kebakaran;
 - 4) bagaimana melakukan penyelidikan ilmiah dengan aman;
 - 5) bagaimana mengantisipasi beberapa masalah keamanan dan siap untuk mengatasinya;
 - 6) bagaimana menggunakan peralatan dengan benar dan aman.
5. Mencari dan menggunakan semua peralatan keselamatan sesuai yang diarahkan oleh instruktur Anda, seperti:
 - 1) alat pemadam kebakaran;
 - 2) selimut api;
 - 3) peralatan pelindung mata (kacamata, pelindung wajah);
 - 4) pencuci mata;
 - 5) *safety shower*;






6. Pastikan untuk bertanya tentang masalah keamanan sebelum memulai setiap penyelidikan.

F. Simbol Keselamatan






Keselamatan ini digunakan dalam percobaan di laboratorium dan lapangan untuk menunjukkan kemungkinan bahaya yang dapat terjadi. Pelajari arti dari setiap simbol. Ingatlah untuk mencuci tangan Anda secara menyeluruh setelah menyelesaikan prosedur kerja di laboratorium.

Tabel 1.1 Simbol-Simbol Keselamatan Kerja

Simbol Keselamatan	Bahaya	Contoh	Tindakan Pencegahan	Pertolongan
 Pembuangan	Prosedur pembuangan khusus perlu diikuti	Bahan kimia tertentu, organisme hidup	Jangan buang bahan ini di wastafel atau tempat sampah	Membuang limbah sesuai yang diarahkan oleh guru Anda.
 Biologis	Organisme atau bahan biologis lainnya yang mungkin berbahaya bagi manusia	Bakteri, jamur, darah, jaringan yang belum diawetkan bahan tanaman	Hindari kontak antara kulit dengan bahan-bahan ini. Gunakan masker atau sarung tangan.	Beritahu guru Anda jika Anda mengalami kontak langsung dengan bahan. Cuci tangan secara menyeluruh.
 Suhu Ekstrim	Objek yang dapat membakar kulit dengan menjadi terlalu dingin atau terlalu panas	Cairan mendidih, hot plate, es, nitrogen cair	Gunakan perlindungan yang tepat ketika menangani masalah ini	Segera pergi ke guru Anda untuk pertolongan pertama.
	Api terbuka digunakan, dapat menyebabkan	Rambut, pakaian, kertas, bahan	Mengikat kembali rambut dan pakaian	Selain mencuci tangan bersih setelah

Simbol Keselamatan	Bahaya	Contoh	Tindakan Pencegahan	Pertolongan
 Api terbuka	n kebakaran	sintesis	longgar. Ikuti instruksi guru, pencahayaan dan pemadam api.	digunakan. Pergi ke guru Anda untuk pertolongan pertama.
 Objek Tajam	Alat atau barang pecah belah yang dapat dengan mudah menusuk dengan potongan-potongan pada kulit	Pisau cukur, pin, pisau bedah, alat runcing, alat membedah kaca yang rusak	Berlatih dengan perilaku yang masuk akal dan ikuti pedoman penggunaan alat	Segera pergi ke guru Anda untuk pertolongan pertama
 Asap/UAP	Kemungkinan bahaya saluran pernapasan dari asap/uap	Amonia, aseton, penghilang pengkilap kuku, belerang dipanaskan kapur barus.	Pastikan ada ventilasi yang baik. Jangan pernah mencium asap langsung. Gunakan masker.	Meninggalkan daerah berasap dan memberitahu guru Anda segera.
 Listrik	Kemungkinan bahaya dari sengatan listrik atau luka bakar	Landasan yang tidak tepat, tumpahan cairan, sirkuit pendek, kabel terbuka	Periksa setup bersama guru anda. Periksa kondisi kabel dan perangkatnya gunakan outlet sakelar terlindungi	Jangan mencoba untuk memperbaiki masalah listrik. Beritahu guru Anda segera.
	Zat yang dapat mengiritasi kulit atau selaput lendir	Serbuk sari, kapur barus, baja wol, <i>fiberglass</i> kalium	Memakai masker debu dan sarung tangan. Berlatih lebih peduli ketika	Segera pergi ke guru Anda untuk mendapatkan pertolongan pertama

Simbol Keselamatan	Bahaya	Contoh	Tindakan Pencegahan	Pertolongan
Iritasi	saluran pernafasan	permanganat	menangani bahan-bahan ini.	
 Zat Kimia	Bahan kimia yang dapat bereaksi dengan menghancurkan jaringan dan bahan lainnya.	Pemutih seperti hidrogen peroksida; asam seperti asam sulfat, asam klorida; basa seperti amonia, natrium hidroksida	Kacamata debu, sarung tangan, dan celemek	Segera menyiram daerah yang terkena dengan air dan beritahukan guru Anda.
 Racun	Substansi yang mungkin beracun jika tersentuh, terhirup, atau tertelan.	Merkuri banyak logam senyawa, yodium, bagian tanaman poinsettia	Ikuti petunjuk guru Anda.	Selalu mencuci tangan dengan bersih setelah menggunakan bahan tersebut. Pergi ke guru Anda untuk mendapat pertolongan pertama.

Keselamatan Mata	Perlindungan Pakaian	Keselamatan Hewan	Radio Aktivitas	Mencuci Tangan
				
Perlindungan mata yang tepat harus digunakan setiap saat oleh siapa saja yang melakukan atau mengamati kegiatan ilmiah.	Simbol ini muncul ketika zat bisa menodai atau membakar pakaian	Simbol ini muncul saat keselamatan hewan dan siswa harus dipastikan	Simbol ini muncul saat ada bahan radioaktif yang digunakan	Setelah bekerja di laboratorium, cuci tangan dengan sabun dan air sebelum melepas kacamata.

IV. PRA TEST

1. Menurut Anda seberapa penting prosedur keselamatan kerja di laboratorium?
2. Prosedur apa sajakah yang Anda ketahui mengenai keselamatan kerja di laboratorium?
3. Menurut Anda apakah ada tambahan prosedur keselamatan kerja laboratorium?

V. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 1.2 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Pemahaman mengenai pencegahan kecelakaan di lab.	Dokumentasi tanya jawab	Mahasiswa mengetahui prosedur yang dilakukan untuk mencegah kecelakaan kerja di	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		laboratorium	
Pemahaman mengenai cara membersihkan laboratorium	Dokumentasi tanya jawab	Mahasiswa mengetahui prosedur yang dilakukan untuk membersihkan laboratorium setelah digunakan	
Pemahaman mengenai cara menangani keadaan darurat	Dokumentasi tanya jawab	Mahasiswa mengetahui prosedur yang dilakukan ketika terjadi keadaan darurat di laboratorium	
Pemahaman mengenai simbol laboratorium	Dokumentasi tanya jawab	Mahasiswa mampu mengetahui simbol-simbol yang ada di laboratorium	
Rata-rata			

PERCOBAAN II

REPRODUKSI DAN PERKEMBANGAN EMBRIO MENCIT

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam manual laboratorium dengan menggunakan mencit sebagai hewan uji.
2. Mahasiswa dapat menerapkan cara memegang hewan percobaan khususnya mencit.
3. Mahasiswa dapat memelihara hewan percobaan khususnya mencit.
4. Mahasiswa dapat memberikan sediaan pada hewan percobaan, khususnya mencit.
5. Mahasiswa dapat menerapkan cara mengorbankan mencit dengan benar.
6. Mahasiswa dapat menerapkan cara pembuatan apusan vagina pada mencit.
7. Mahasiswa dapat mengawinkan mencit dengan benar.
8. Mahasiswa dapat menganalisis fertilitas mencit dengan benar.
9. Mahasiswa dapat melakukan pewarnaan tulang dengan benar.
10. Mahasiswa dapat menganalisis kelainan fetus pada mencit.
11. Mahasiswa dapat melakukan pengamatan spermatozoa pada mencit dengan benar.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki keterampilan untuk mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam manual laboratorium dengan menggunakan mencit sebagai hewan uji.
2. Mahasiswa memiliki keterampilan menerapkan cara memegang hewan percobaan khususnya mencit.

3. Mahasiswa memiliki keterampilan memelihara hewan percobaan khususnya mencit.
4. Mahasiswa memiliki keterampilan memberikan sediaan pada hewan percobaan, khususnya mencit.
5. Mahasiswa memiliki keterampilan menerapkan cara mengorbankan mencit dengan benar.
6. Mahasiswa memiliki keterampilan menerapkan cara pembuatan apusan vagina pada mencit.
7. Mahasiswa memiliki keterampilan mengawinkan mencit dengan benar.
8. Mahasiswa memiliki keterampilan menganalisis fertilitas mencit dengan benar.
9. Mahasiswa memiliki keterampilan melakukan pewarnaan tulang dengan benar.
10. Mahasiswa memiliki keterampilan menganalisis kelainan fetus pada mencit.
11. Mahasiswa memiliki keterampilan melakukan pengamatan spermatozoa pada mencit dengan benar.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan dan menilai apusan vagina dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 170 menit dan dilaksanakan selama 1 minggu.

III. BAHAN BELAJAR DI RUMAH

TINJAUAN UMUM BIOLOGI MENCIT

Hewan percobaan mencit disebut juga “tikus” atau “tikus putih”. Akan tetapi, karena hewan ini paling kecil di antara berbagai jenis hewan percobaan dan banyaknya galur mencit, baik *outbreed* maupun *inbreed* yang tidak berwarna putih maka hewan ini dinamakan mencit (Smith, 1998). Di dalam laboratorium, mencit mudah ditangani. Hewan ini bersifat penakut, fotofobik, cenderung berkumpul dengan sesamanya, serta lebih aktif pada malam hari dari pada siang hari.

Kehadiran manusia akan menghambat aktivitas mencit. Suhu tubuh normal 37,4°C dan laju respirasi normal 163 tiap detik (Wattinema, 1982). Klasifikasi mencit (*Mus musculus*) menurut Jasiri (1996) adalah:

Kingdom : Animalia
 Filum : Chordata
 Sub filum : Vertebrata
 Classis : Mamalia
 Ordo : Rodentia
 Genus : Mus
 Spesies : *Mus musculus*

Mencit berkembang biak sepanjang tahun, kopulasi umumnya berlangsung malam hari pada saat estrus. Fertilisasi umumnya berlangsung 2 jam setelah kopulasi. Keberhasilan kopulasi dapat diketahui dengan terbentuknya sumbat vagina. Sumbat vagina tersebut dari cairan yang dihasilkan dari sekresi kelenjar khusus mencit jantan. Sumbat ini terdapat dalam vagina selama 16 – 48 jam. Data biologis mencit dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Data Biologi Mencit (Smith, 1998)

Kriteria	Nilai
Lama hidup	1 - 2 bulan, bisa sampai 3 tahun
Lama produksi ekonomi	9 bulan
Lama bunting	19 - 21 hari
Kawin sesudah beranak	1 - 24 jam
Umur dewasa	35 hari
Umur dikawinkan	8 minggu
Siklus estrus	4 - 5 hari
Perkawinan	Pada waktu estrus
Implantasi	4 - 5 hari, sesudah fertilisasi
Berat dewasa	18 - 35 gram (betina)
Berat lahir	0,5-1,0 gram
Jumlah anak	Rata-rata 6, bisa sampai 15 ekor

Kriteria	Nilai
Uterus	2 kornu, bermuara sebelum serviks

Alat-alat reproduksi secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu alat reproduksi utama atau gonad dan alat reproduksi tambahan. Organ-organ reproduksi secara umum dapat dikelompokkan menjadi dua adalah alat reproduksi utama atau gonad dan alat reproduksi tambahan. Gonad terdiri atas testis dan ovarium, sedangkan alat reproduksi tambahan terdiri atas saluran-saluran reproduksi beserta kelenjar-kelenjar yang berhubungan dengannya.

Setelah mencapai tingkat kedewasaan, mencit jantan maupun betina yang telah dewasa seksual akan menghasilkan sel kelamin atau gamet melalui proses gametogenesis. Spermatogenesis pada mencit jantan menghasilkan gamet jantan atau spermatozoa dan oogenesis pada mencit betina menghasilkan ovum atau sel telur. Setelah terjadi konsepsi akan berkembang menjadi anak atau individu baru (Rugh, 1967).

Siklus reproduksi bersifat poliestrus, dengan panjang siklus estrus berkisar 4-5 hari dan kopulasi umumnya terjadi atau berlangsung pada malam hari saat estrus, sedangkan fertilisasi umumnya berlangsung kurang lebih dua jam setelah kopulasi (Smith, 1998 *dalam* Adnan 2004). Keberhasilan kopulasi ditandai dengan terbentuknya sumbat vagina pada mencit yang telah disatukandangkan (Rugh, 1968). Sumbat vagina berasal dari cairan yang dihasilkan oleh kelenjar vesika seminalis dan kelenjar koagulasi dari mencit betina (Burki, 1986 *dalam* Adnan 2004).

1. Tinjauan Reproduksi Mencit Betina

Sistem reproduksi mencit betina terdiri dari sepasang ovarium, saluran tuba fallopi, uterus, vagina, kelenjar klitoris, dan klitoris. Mencit termasuk ovulator spontan. Dalam kondisi normal ovulasi terjadi 2-3 jam setelah permulaan estrus (proestrus). Secara umum ovulasi berlangsung pada pertengahan periode gelap (Rugh, 1967).

A. Organ Reproduksi Mencit Betina

a. Ovarium

Ovarium merupakan salah satu organ reproduksi yang terletak pada bagian dorsal tubuh sebelah lateral dari ginjal. Ovarium berfungsi sebagai kelenjar eksokrin, yaitu menghasilkan sel telur, juga sebagai kelenjar endokrin yang mampu mensekresikan estrogen dan progesteron. Ovarium dibungkus oleh selapis sel gepeng disebut *epitel germinal*. Dibawah lapisan ini terdapat jaringan ikat padat disebut *tunika albugenia*.

Ovarium dibedakan antara bagian korteks dan bagian medula. Bagian korteks terletak di sebelah luar dan mengandung folikel dari tingkat permulaan sampai tingkat akhir. Pada bagian korteks dibentuk ovum dan hormon. Bagian medula yang terletak disebelah dalam ovarium mengandung serabut jaringan ikat fibro elastik, serabut saraf, pembuluh limfe dan pembuluh darah. Pembuluh arteri tampak berupa spiral yang masuk melalui hilus yaitu bagian ovarium yang berhubungan dengan mesovarium (Syahrums, 1994).

b. Tuba fallopi

Tuba fallopi merupakan saluran yang akan menampung ovum yang berovulasi dan meneruskannya ke uterus. Pada saluran ini berlangsung pada aktivitas yang menentukan proses ovulasi dan meneruskannya ke ovarium disebut fimbrial (Yatim, 1988).

c. Uterus

Uterus mempunyai bentuk seperti buah pir atau alpukat. Uterus terdiri dari bagian *fundus* (dasar) uteri, *korpus* (badan) uteri dan *serviks* (leher) uteri. *Serviks uteri* ada bagian yang menyempit dan berhubungan dengan vagina. Jaringan penyokong yang meliputi uterus disebut mesometrium. Dinding uterus dari dalam ke luar disusun oleh endometrium, yang banyak mengandung kelenjar dan pembuluh darah, lapisan tengah disebut miometrium yang terdiri atas sel-sel otot polos dan lapisan paling luar disebut perimetrium yang terdiri atas jaringan ikat. *Serviks uteri* berfungsi sebagai organ kopulasi dan sebagai jalan melahirkan bayi (Syahrums, 1994).

Ukuran uterus bervariasi tergantung pada spesies. Uterus terus mengalami perubahan dari sejak hewan betina berahi sampai hamil dan melahirkan. Perubahan-perubahan tersebut erat kaitannya

dengan perubahan yang terjadi pada embrio dan ovarium. Uterus mencit terdiri atas bagian-bagian yang tidak terpisahkan, yaitu dua tanduk uterus, bagian kaudal dan korpus uterus. Uterus mencit berbentuk seperti huruf Y dengan batang yang sangat pendek (Rugh, 1967).

d. Vagina

Vagina merupakan saluran peranakan yang terletak di dalam pelvis di antara uterus (arah cranial) dan vulva (caudal). Vagina berperan sebagai selaput yang menerima penis dari hewan jantan pada saat kopulasi. Pada tikus, mencit dan marmut bagian kaudal vagina berupa tali padat sel-sel epitel sampai fungsi ovary menjadi mantap selama kehidupan pasca lahir. Lubang vagina pada spesies ini dikontrol oleh hormon estrogen meskipun dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti suhu. Dinding vagina terdiri atas tiga lapisan mukosa, lapisan otot dan lapisan adventisia (Tambajong, 1995).

B. Siklus Reproduksi

Pada hewan betina yang dewasa seksual dikenal adanya siklus reproduksi. Siklus reproduksi adalah siklus seksual yang terdapat pada individu betina dewasa seksual dan tidak hamil yang meliputi perubahan-perubahan siklik pada organ-organ reproduksi tertentu misalnya ovarium, uterus, dan vagina di bawah pengendalian hormon reproduksi. Siklus reproduksi meliputi antara lain siklus estrus, siklus ovarium, dan siklus menstruasi.

Penggunaan mencit sebagai hewan percobaan dalam laboratorium disebabkan beberapa hal antara (Adnan,1994), lain:

- a. Mencit telah ditenakkan secara selektif pada berbagai balai-balai penelitian hewan sehingga pengadaannya relatif mudah.
- b. Biologi reproduksi mencit telah banyak dipelajari sehingga memudahkan bagi peneliti-peneliti untuk menanganinya dalam penelitian-penelitian laboratorium.
- c. Masa gestasi mencit relatif singkat, sehingga pengamatan dapat dilakukan beberapa generasi dalam waktu yang relatif singkat.

1) Siklus Estrus

Pada kebanyakan vertebrata dengan pengecualian primata, kemauan menerima hewan-hewan jantan terbatas selama masa yang disebut estrus atau berahi. Selama estrus, hewan-hewan betina secara fisiologis dan psikologis dipersiapkan untuk menerima hewan-hewan jantan, dan perubahan-perubahan struktural terjadi di dalam organ aksesori seks betina. Hewan-hewan monoestrus menyelesaikan satu siklus estrus setiap tahun, sedangkan hewan-hewan poliestrus menyelesaikan dua atau lebih siklus estrus setiap tahun apabila tidak diganggu dengan kehamilan.

Siklus estrus adalah siklus reproduksi yang berlangsung pada hewan non primata betina dewasa seksual yang tidak hamil. Pada mencit, siklus estrus terdiri atas beberapa fase utama adalah fase diestrus, fase proestrus, fase estrus, dan fase metestrus.

Menurut Billet dan Wild (1975) *dalam* Adnan (2004), pada mencit siklus estrusnya terdiri dari beberapa fase utama, yaitu:

- a. Fase diestrus; ditandai dengan adanya sel-sel epitel berinti dalam jumlah yang sangat sedikit dan leukosit dalam jumlah yang sangat banyak. Lama fase ini kurang lebih 55 jam.
- b. Fase proestrus; ditandai dengan adanya sel-sel epitel berinti berbentuk bulat, leukosit tidak ada atau sangat sedikit. Lama fase ini kurang lebih 18 jam.
- c. Fase estrus; ditandai dengan adanya sel-sel epitel menanduk yang sangat banyak, dan beberapa sel epitel dengan inti berdegenerasi. Lama fase ini kurang lebih 25 jam.
- d. Fase metestrus; ditandai dengan adanya sel-sel epitel menanduk dan leukosit yang sangat banyak. Lama fase ini kurang lebih 8 jam.

Pada saat mencapai kematangan seksual, ovarium akan menghasilkan dua macam hormon, yaitu estrogen dan progesteron. Pada saat ovulasi, folikel yang matang pecah dan melepaskan sel telur, kemudian folikel akan berubah menjadi korpus luteum. Jika setelah dua atau tiga daur berahi tidak terjadi pembuahan maka korpus luteum akan berubah menjadi korpus albicans (Wattinema, 1982).

Siklus estrus merupakan kombinasi yang komplisit dari beberapa siklus yang saling tergantung dalam melibatkan hipofisa, ovarium dan saluran reproduksi, di mana fungsi dasar dari siklus estrus adalah

menciptakan kondisi saluran reproduksi hewan betina agar siap dalam kehamilan juga agar terjadi sinkronisasi antara berahi, ovulasi, sistem reproduksi/gerakan sel telur di dalam uterus (Soegiyanto, 1996).

Fase-fase siklus estrus dapat diidentifikasi dengan membuat apusan vagina. Pengamatan terhadap sitologi apusan vagina dapat dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya. Aplikasi uji apusan vagina dapat digunakan untuk menentukan aktivitas estrogenik suatu bahan (Elghamry *et al.*,1963 dalam Adnan, 1992) seperti ditunjukkan pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Aplikasi Uji Apusan Vagina untuk Menentukan Aktivitas Estrogenik Suatu Bahan (Elghamry *et al.*,1963)

No	Tipe Sel	Skor
1	Sel epitel menanduk	6
2	Sel epitel menanduk dan leukosit	5
3	Sel epitel menanduk dan sel epitel intermediat	5
4	Sel epitel intermediat dan sel epitel menanduk	4
5	Sel epitel menanduk, sel epitel intermediat, dan sel epitel intermediate	4
6	Sel epitel intermediat, sel epitel intermediat, dan sel epitel menanduk	3
7	Sel epitel intermediat, sel epitel menanduk, dan leukosit	3
8	Sel epitel intermediate	3
9	Leukosit, sel epitel intermediat, dan sel epitel menanduk, dan	2
10	Leukosit dan sel epitel intermediat	1
11	Leukosit, sel epitel biasa	0

Pada saat hewan berada pada fase diestrus, maka pada saat itu hewan-hewan tersebut tidak aktif secara seksual. Semua hewan mamalia betina kecuali primata tingkat tinggi, kopulasi hanya dimungkinkan berlangsung pada periode tertentu di dalam setiap siklus estrusnya. Periode di mana secara psikologis dan fisiologis

hewan betina bersedia menerima pejantan dinamakan berahi atau estrus. Ketika berahi, seekor betina berada pada status psikologis yang berbeda secara jelas dibandingkan dengan sisa periode di luar berahi di dalam siklus. Pejantan biasanya tidak menunjukkan perhatian seksual pada betina di luar masa berahi, dan bila pejantan akan mengawini betina, maka hewan betina akan menolak.

Tabel 2.3 Panjang Siklus, Lama Berahi, dan Waktu Ovulasi pada Beberapa Hewan (Nalbandov, 1990)

Hewan	Siklus (Hari)	Berahi	Waktu ovulasi
Kuda	19-23	4-7 hari	Sehari sebelum sampai sehari sesudah berahi
Sapi	21	13-17 jam	12-15 jam sesudah akhir berahi
Babi	21	2-3 hari	30-40 jam sesudah berahi mulai
Domba	16	30-36 jam	18-26 jam sesudah berahi mulai
Kambing	19	39 jam	9-19 jam sesudah berahi mulai
Marmut	16	6-11 jam	10 jam sesudah berahi mulai
Hamster	4	20 jam	8-12 jam sesudah berahi mulai
Mencit	4	10 jam	2-3 jam sesudah berahi mulai
Tikus	4-5	13 atau 15 jam	8 atau 10 jam sesudah berahi mulai
Wanita	28	Kontinu	Siklus hari ke 12 sampai 15

2) Peranan Hormon dalam Siklus Reproduksi

Hormon adalah sekret yang dihasilkan oleh kelenjar endokrin yang dapat mengatur proses fisiologis dan dibawa oleh aliran darah ke organ yang targetnya jauh dari tempat pembentukan hormon. Hormon reproduksi terkait dengan hipotalamus dan hipofisa. Hipotalamus sangat penting terutama sel neuro sekretorinya yaitu nukleus supraoptikus dan nukleus paraventikularis yang dapat menghasilkan gonadotropin yaitu *follicle stimulating hormone* (FSH), *Luteinizing Hormone* (LH) dan prolaktin, sedangkan neurohipofisa menghasilkan oksitosin (Soegiyanto, 1996).

Siklus estrus atau siklus reproduksi pada hewan mamalia betina secara tidak langsung dikontrol oleh hormon gonadotrophin dari hipofisa anterior yang disebut *Follicle Stimulation Hormone* (FSH) (Balinsky, 1981 dalam Munir, 1992). Menurut Yatim (1988), hipotalamus menggetahkan FSH – RH (*Follicle Stimulation Hormone – Relation Hormone*). FSH – RH merangsang hypophysis menggetahkan LH.

Menurut Syahrums (1994), hormon yang berhubungan dengan siklus reproduksi dihasilkan oleh kelenjar hipofisis yang terletak di bawah otak (diensefalon) dalam hal ini lobus anteriornya berfungsi mensekresikan *hormone gonadotropin* yang terdiri dari:

a. **Follicle Stimulating Hormone (FSH)**

FSH dihasilkan oleh sel-sel basofilik. Hormon ini merangsang pertumbuhan dan perkembangan folikel dalam ovarium. Folikel primer yang mengandung oosit primer oleh FSH dikembangkan dari keadaan padat (solid) menjadi folikel vesikular. Selanjutnya, folikel tersebut mensekresikan hormon estrogen.

b. **Luteinizing Hormone (LH)**

LH dihasilkan oleh sel-sel asidofilik, bersama-sama dengan FSH mematangkan folikel dan merangsang terjadinya ovulasi. Folikel yang melepas ovum selama ovulasi disebut korpus rubrum. Selanjutnya korpus rubrum disusun oleh lutein disebut korpus luteum. Menurut Frandson (1992), hormon yang dihasilkan dalam ovarium termasuk di dalamnya estrogen dari folikel dan progesteron dari korpus luteum.

c. Estrogen

Estrogen merupakan senyawa yang berperan sebagai hormon kelamin betina dan merangsang kelenjar asesori betina. Estron, estradiol dan estriol adalah hormon-hormon alami yang diproduksi ovarium atau plasenta hewan mamalia. Dietilstilbestrol adalah kelompok paling umum dari estrogen sintetik. Hormon tersebut digunakan untuk pengobatan yang bersifat hormonal yang merangsang pengguguran (aborsi). Testis dan plasenta juga merupakan sumber alamiah dari estrogen. Estrogen dibentuk oleh sefolikel ovarium (teka interna folikel) terhadap uterus estrogen menyebabkan endometrium berkembang dan menebal.

d. Progesteron

Progesteron bukan hanya dihasilkan oleh korpus luteum melainkan juga dihasilkan di adrenal, korteks, plasenta dan testis. Secara umum progesteron bekerja pada jaringan yang sudah dipersiapkan oleh estrogen meskipun dapat juga bekerja secara sinergis. Dalam jumlah besar progesteron dan estrogen bersifat antagonistik. Progesteron dikenal sebagai hormon kebuntingan yang menyebabkan penebalan endometrium dan perkembangan kelenjar-kelenjar uterus.

Selama kehamilan, plasenta pada mamalia berfungsi sebagai organ endokrin yang menggantikan fungsi hipofisis dan ovarium. Estriol adalah estrogen dari plasenta dan pregnandiol adalah progesterone dari plasenta. Jadi selama masa kehamilan embrio tidak lagi bergantung pada hormon-hormon induknya tetapi sudah berdikari dan fungsi itu digantikan oleh plasenta. Estriol untuk menumbuhkan uterus, sedangkan pregnandiol untuk perkembangan sel-sel otot polos dari uterus (Syahrums, 2004).

Estrogen merupakan hormon yang menimbulkan estrus dan berahi. Hormon ini merupakan salah satu dari hormon yang dihasilkan oleh ovarium. Kedua hormon lainnya adalah progesteron dan relaxin. Estrogen dan progesteron tergolong hormon-hormon steroid (Toilihere, 1977).

Dipostulasikan bahwa kadar estrogen yang sangat rendah yang datang dari folikel inmatut atau sumber-sumber ekstragonad dapat merangsang pituitari untuk menggiatkan pelepasan FSH (Turner,

1988). Hipotalamus dirangsang atau dihalang oleh saraf atau hormon target sebagai umpan balik. Estrogen sebagai umpan balik bertindak sebagai inhibitor penggetahan FSH–RH, tapi mendorong penggetahan LH–RH. Progesteron jika berlebihan, menjadi inhibitor penggetahan LH–RH (Yatim, 1988).

FSH yang digetahkan berfungsi merangsang pertumbuhan sel-sel folikel dalam ovarium dan merangsang sel-sel itu untuk menghasilkan estrogen. Estrogen ini yang kemudian merangsang siklus reproduksi (Balinsky, 1981 *dalam* Munir dan Gani, 1992).

Hormon-hormon yang dihasilkan oleh sel-sel ovarium yang menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan organ pembiakan terhadap uterus yakni memengaruhi endometrium dan miometrium. Estrogen mempengaruhi siklus vagina utamanya pada mencit (Soegiyanto, 1996).

Naiknya kadar estrogen dalam darah dengan berkembangnya sel-sel folikel menjadi beberapa lapis akan menyebabkan menebalnya dinding uterus dengan terjadinya proliferasi sel-sel endometrium, serta terbentuknya kapiler-kapiler darah sehingga uterus cukup menebal dan siap menerima kehamilan (Martin, 1987 *dalam* Munir dan Gani, 1992).

Setelah kadar estrogen dalam darah mencapai derajat ketinggian tertentu, maka terjadilah efek positif terhadap produksi dan pelepasan Luteinizing Hormon (LH) dari hypophysis anterior. Mekanisme ini disebut mekanisme umpan balik positif. Kadar LH dalam darah mendadak meningkat sedemikian rupa sehingga dinding folikel de Graff pecah dan ovum keluar. Peristiwa ini disebut ovulasi. Ovum yang keluar disertai sel-sel granulosa. Masuk ke dalam infundibulum dari fimbriae, dan selanjutnya secara perlahan-lahan menggelinding ke dalam lumen tuba fallopi (Partodiharjo, 1992).

Setelah ovulasi terjadi, kadar LH menurun dengan cepat, tetapi tidak kembali ke kadar dasar, melainkan cukup untuk merangsang sel-sel theca interna untuk membentuk korpus luteum yang memproduksi progesteron. Hormon progesteron ini berfungsi merendahkan produksi hormon estrogen. Adanya progesteron, kontraksi dinding tuba fallopi dan uterus karena pengaruh estrogen merendah dan akhirnya tenang (Partodiharjo, 1992).

Penurunan kadar estrogen dengan berdegenerasinya sel-sel folikel karena tidak terjadi pembuahan akan merangsang hipofisa untuk menghasilkan FSH kembali yang dibutuhkan ovarium untuk merangsang pertumbuhan folikel baru, yang berarti dimulainya siklus reproduksi berikutnya (Hoppeart, 1985 *dalam* Munir dan Gani, 1992).

Folikel yang tumbuh secara berangsur-angsur mempertinggi kadar estrogen dalam darah jika mencapai derajat ketinggian tertentu, maka terjadilah rangsangan pada masa uterus untuk memproduksi prostaglandin. Peristiwa ini terjadi pada akhir fase diestrus. Prostaglandin selanjutnya menyebabkan korpus luteum beregresi dan produksi progesteron secara tajam menurun. Dengan menurunnya kadar progesteron dalam darah, maka estrogen menjadi dominan pada alat reproduksi hingga terjadilah estrus (Partodiharjo, 1992).

e. Oogenesis

Gametogenesis adalah proses pembentukan gamet. Dikenal 2 tipe yaitu (1) Spermatogenesis yang berlangsung pada gonad (testis) hewan jantan dan hasilnya adalah sperma, (2) Oogenesis yang berlangsung pada ovarium hewan betina dan hasilnya adalah ovum. Oogenesis berlangsung pada ovarium, terutama pada bagian korteks dan dilanjutkan di dalam oviduk. Sel telur berkembang di dalam folikel-folikel telur, dengan tingkatan sebagai berikut:

1. Folikel primordial : merupakan folikel utama yang terdapat sebelum lahir, terdiri atas sebuah oosit 1 yang dilapisi oleh selapis sel folikel berbentuk pipih.
2. Folikel Pertumbuhan, terdiri dari:
 - a. Folikel primer terdiri dari sebuah oosit I yang dilapisi oleh selapis sel folikel (sel granulosa) berbentuk kubus. Antara oosit dan sel-sel granulosa dipisahkan oleh zona pelusida.
 - b. Folikel sekunder terdiri dari sebuah oosit I yang dilapisi oleh beberapa lapis sel granulosa.
 - c. Folikel tersier volume stratum granulosum yang melapisi oosit I bertambah besar/banyak. Terdapat beberapa celah (antrum) di antara sel-sel granulosa. Jaringan ikat stroma yang terdapat di luar stratum granulosa menyusun diri membentuk teka interna dan eksterna.

3. Folikel matang (folikel Graaf) berukuran paling besar, antrum menjadi sebuah rongga besar, berisi cairan folikel. Oosit dikelilingi oleh sel granulosa yang disebut korona radiata, dihubungkan dengan sel-sel granulosa tepi oleh tangkai penghubung yang disebut kumulus ooforus.

Oosit II diovulasikan dari folikel Graaf dalam tahap metafase meiosis II. Jika di dalam oviduk terjadi penetrasi, maka terjadi penuntasan meiosis II dan oosit II berkembang menjadi ootid atau ovum matang.

Folikel telur yang matang akan mengalami ovulasi sel telur yang dilepaskan dari ovarium akan masuk ke dalam oviduk seperti sel yang lain, sel telur dilengkapi dengan membran sel yang disebut plasmalema atau oolemma untuk melindungi sitoplasma, inti, yolk, dan organel-organel dalam sel. Di samping oolemma, kebanyakan sel telur dikelilingi oleh membran-membran telur. Membran telur yang disekresi oleh sel telur sendiri, disebut membran telur primer. Membran vitelin yang mengelilingi oolemma termasuk membran telur primer. Membran telur yang disekresi oleh sel-sel folikel disebut membran telur sekunder, misalnya zona pelusida yang terletak di sebelah luar membran vitelin. Membran telur yang disekresi oleh kelenjar-kelenjar oviduk dan uterus disebut membran sel tersier, misalnya membran cangkang dan cangkang kapur pada telur reptil dan aves.

Selaput telur yang paling kompleks ditemukan pada burung. Paling tidak ada lima selaput yang melingkupinya, yaitu:

1. Membran vitelin, yaitu selaput yang sangat tipis yang menutupi permukaan kuning telur (yaitu, sel telur yang sebenarnya). Selaput ini terdiri atas dua bagian yaitu (i) lapisan terdalam tersusun atas serat-serat yang sangat keras yang dihasilkan di ovarium pada rongga antara oosit dan sel-sel folikel. Lapisan terluar terdiri dari serat yang lebih lunak yang dibentuk di atas lapisan pertama ketika telur masuk ke bagian teratas dari tuba fallopi.
2. Putih telur (albumin) sebagian besar berada dalam keadaan cair. Bagian yang lebih padat dari putih telur membentuk

benang yang disebut kalaza. Kalaza berfungsi memelihara sel telur agar tetap berada di pusat putih telur.

3. Selaput cangkang dalam, tersusun atas serat-serat keratin, melekat pada putih telur.
4. Selaput cangkang luar, tersusun atas tersusun atas serat-serat keratin dan melekat pada cangkang telur. Selaput cangkang dalam dan luar kontak satu sama lain, kecuali pada ujung telur yang tumpul, kedua selaput akan memisah membentuk ruang di antara keduanya.
5. Cangkang, terutama tersusun atas CaCO_3 . Cangkang memiliki banyak pori-pori yang diisi oleh substansi berupa protein organik.

2. Biologi Reproduksi Mencit Jantan

Secara umum organ reproduksi pada mencit jantan terdiri atas (i) testis, (ii) epididimis, (iii) vas deferens, (iv) kelenjar aksesori misalnya kelenjar prostat, vesikula seminalis, dan kelenjar koagulasi, (v) uretra, dan (vi) penis.

A. Organ Reproduksi

Fungsi esensial seekor hewan jantan adalah menghasilkan sel-sel kelamin jantan atau spermatozoa yang hidup, aktif dan fertil, dan secara sempurna dapat membuahi sel kelamin betina. Semua proses fisiologik dalam tubuh hewan jantan, baik secara langsung maupun secara tidak langsung menunjang produksi dan kelangsungan hidup spermatozoa. (Toelihere, 1979).

Pada umur 10-12 minggu, mencit ICR jantan maupun betina sudah mencapai kematangan seksual. Sistem reproduksi mencit jantan terdiri atas testis yang terbungkus oleh kantong skrotum, epididimis, vas deferens, kelenjar-kelenjar aksesori (kelenjar vasikula seminalis, kelenjar koagulasi, kelenjar prostat dan kelenjar bulbouretra, uretra dan penis (Ruhg, 1969 dalam Helendra 1992; Adnan 1994).

a. Testis

Testis merupakan alat kelamin utama, tempat berlangsungnya spermatogenesis dan produksi androgen. Testis berpasangan dan terdapat dalam skrotum. Bentuk testis adalah bulat seperti kacang tanah dan mengandung saluran halus berbelit-belit yang disebut

tubulus seminiferous. Di dalam *tubulus seminiferous* inilah dihasilkan spermatozoa. Di antara lilitan tubulus seminiferous terdapat jaringan interstitial yang mengandung sel Leydig yang menghasilkan androgen (Yatim, 1988).

b. Epididimis

Epididimis melekat di sisi posterior testis, terdiri dari saluran yang melilit-lilit yang disebut duktuli atau vasa. Dalam duktuli berlangsung pematangan spermatozoa kemudian disalurkan ke vas deferens. Epididimis terdiri dari tiga bagian, yaitu caput, corpus, dan cauda. Caput adalah bagian depan atau kepala epididimis. Bagian ini berfungsi menampung cairan testis yang berisi spermatozoa lewat *ductuli efferent*. Corpus adalah bagian tengah atau badan yang melekat di bagian samping testis. Cauda adalah bagian ujung atau ekor, membentuk huruf "U" di bagian posterior testis dan berhubungan dengan vas deferens (Yatim, 1990).

Menurut Rugh (1968), pada mencit memiliki epididimis yang berkelok-kelok dan melekat pada sisi posterior testis, terdiri atas 3 (tiga) bagian yaitu:

- a. Caput epididimis, bagian depan atau kepala yang menampung cairan testis yang berisi spermatozoa lewat *duktuli efferent*.
- b. Corpus atau badan epididimis melekat pada samping testis.
- c. Cauda epididimis adalah bagian ujung atau ekor yang berhubungan dengan vas deferens.

Dinding epididimis dibatasi oleh 2 macam sel epitel, yaitu sel kelenjar dan sel bersilia di mana kedua-duanya berbentuk kubus yang tinggi. Kedua macam sel epitel itu bertugas sebagai penghasil cairan, dan yang lain bertugas menggerakkan spermatozoa dengan rambut silia yang terdapat pada permukaan tersebut. Sel-sel kelenjar dapat dikenal dari isi selnya yang terdiri atas sebuah inti dan butiran-butiran sekretoris. Gerakan rambut silia mengarah di jurusan badan epididimis. Karena gerakan inilah spermatozoa menjadi cepat terlempar ke dalam epididimis (Partodihardjo, 1987).

Secara keseluruhan epididimis memiliki fungsi sebagai tempat pematangan sperma, transport, penyimpanan dan eliminasi spermatozoa. Ketika berada di caput spermatozoa dalam inmotil yang belum mampu membuahi, tetapi setelah sampai di cauda barulah

menjadi motil dan memiliki kemampuan untuk membuahi (Toelihere, 1985; Yatim 1990). Menurut Toelihere (1979) epididimis mempunyai 4 (empat) fungsi utama yaitu:

- a. Transpor, spermatozoa diangkut dari rete testis ke duktuli efferentes testis.
- b. Konsentrasi, dari suspensi sperma encer yang berasal dari testis dengan konsentrasi 25.000 sampai 350.000 sel/mm, air diresorpsi ke dalam sel-sel epitel selama perjalanannya melalui caput epididimis dan ketika mencapai cauda konsentrasi suspensi sperma menjadi 4×10 sel per ml atau lebih.
- c. Pematangan, sperma menjadi matang di dalam epididimis dan dicapai atas pengaruh sekresi dari sel-sel epitel.
- d. Penyimpanan, sperma disimpan dalam cauda epididimis.

Sedangkan fungsi dari epitelium epididimis adalah sebagian untuk absorpsi dan sebagian untuk sekretoris. Bahan yang disekresi sel epitel epididimis adalah protein, glikoprotein, fosfolipid gliserin fosfokolin, karnitin, asam sialat dan inositol. Protein yang disekresikan sangat menentukan dalam proses pematangan spermatozoa menjadi motil dan fertil (Wong et al, 1981. Yatim 1988 dalam Adnan, 2000).

Menurut Partodihardjo (1987), masa spermatozoa dialirkan dari rete testis ke dalam duktuli efferentis oleh tekanan cairan dan jumlah spermatozoa dalam testis yang secara tetap bertambah banyak. Kekuatan arus masa spermatozoa berasal dari tekanan silia dan oleh gerakan peristaltik dari muskular pada dinding duktus epididimis. Gerakan peristaltik ini tak selalu ada, tergantung pada adanya rangsangan ejakulasi.

Menurut Yatim (1988), transport spermatozoa dari caput epididimis ke pangkal vas deferens berlangsung karena dipengaruhi oleh tiga faktor, yaitu: 1) kontraksi berirama yang spontan otot dinding epididimis, 2) desakan volume yang meningkat karena testis terus memproduksi spermatozoa, dan 3). Kontraksi tubulus seminiferous itu sendiri.

c. Vas Deferens

Vas deferens adalah saluran yang menampung spermatozoa bersama cairan mani yang dihasilkan testis. Diameternya lebih besar

dari epididimis dan tidak berlilit-lilit. Vas deferens dari kedua belah testis bermuara ke uretra. Bagian ujung uretra berada dalam penis, yaitu alat pengantar cairan mani ke rahim mencit betina (Yatim, 1990).

B. Kelenjar Aksesori

Pada mencit terdapat empat macam kelenjar aksesori, yaitu kelenjar prostat, kelenjar vesikula seminalis, kelenjar koagulasi dan kelenjar bulbouretra yang masing-masing bermuara ke uretra. Spermatozoa yang dikeluarkan bersama sedikit cairan yang mengalir dari vas deferens akan mendapat tambahan cairan mani dari keempat kelenjar aksesori tersebut, yang bersama-sama dikeluarkan dari tubuh lewat penis ketika ejakulasi berlangsung.

Sekitar 46-80% ejakulat berasal dari kelenjar vesikula seminalis dan kelenjar koagulasi. Lendir dari kelenjar vesikula seminalis kaya akan fruktosa dan prostaglandin (Yatim, 1980).

Fruktosa berguna sebagai sumber energi bagi spermatozoa. Prostaglandin berfungsi untuk pengendoran dinding uretra dan saluran kelamin betina (Frandsen, 1992; Yatim, 1990).

Secara keseluruhan lendir dari kelenjar aksesori sangat diperlukan sebagai media bagi spermatozoa untuk mencapai tempat pembuahan. Jika sekresi kurang baik dari segi kualitas maupun kuantitas maka dapat menurunkan fertilitas. Karena itu, bahan yang mengganggu kelenjar ini membuat lendir itu menjadi tidak baik bagi spermatozoa, dapat dimanfaatkan sebagai bahan kontrasepsi (Yatim, 1988).

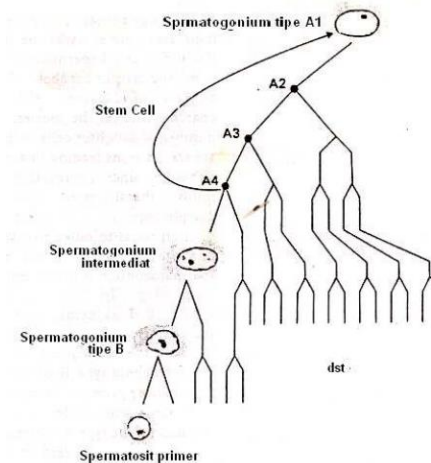
C. Spermatogenesis

Spermatogenesis adalah suatu proses dimana sel-sel kelamin primer dalam testis menghasilkan spermatozoa. Proses ini berlangsung dalam tiga tahap yaitu; 1) proses penggandaan dengan mitosis, 2) reduksi jumlah kromosom dengan meiosis dan 3) spermiogenesis.

1. Tahap Proliferasi

Tahap penggandaan dengan mitosis (proliferasi) merupakan tahap perbanyakan sel yang menghasilkan sel anakan yang hampir sama dengan sel induknya, dipengaruhi oleh folikel *stimulating*

hormone (FSH) yang dihasilkan oleh hipofisa. Pada tikus atau mencit, satu sel spermatogonia membelah secara mitosis sebanyak enam kali dan menghasilkan sel anak maksimum 64 sel. Sel-sel pada pembelahan pertama sampai ketiga disebut spermatogonia tipe A1, A2, A3, dan A4. Satu sel spermatogonia tipe A4 tidak meneruskan pembelahannya, melainkan menjadi spermatogonia istirahat atau *stem cell*.



Gambar 2.1 Satu Spermatogonia Tipe A4 Tidak Meneruskan Pembelahannya dan Berubah Menjadi Stem Cell, Sedangkan yang lain Meneruskan Pembelahan Mitosisnya

Sumber: Johnson dan Everitt, 1988

Sel-sel spermatogonia tipe A4 yang lain membelah secara mitosis menghasilkan spermatogonia tipe intermediat. Spermatogonia tipe intermediat membelah secara mitosis menghasilkan spermatogonia tipe B. Spermatogonia tipe B membelah secara mitosis menghasilkan spermatosit primer.

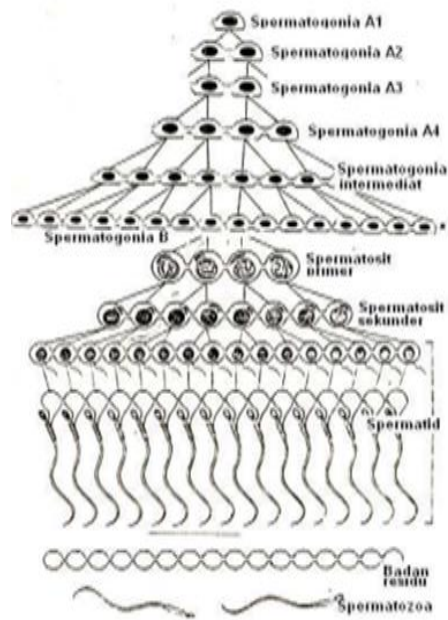
2. Tahap Reduksi Jumlah Kromosom

Reduksi jumlah kromosom dengan meiosis menghasilkan sel anak yang haploid. Proses ini dipengaruhi oleh testosteron yang dihasilkan oleh sel-sel leydig. Setelah pembelahan mitosis selesai, spermatogenesis dilanjutkan dengan pembelahan meiosis. Pada pembelahan meiosis I, spermatosit primer menghasilkan spermatosit sekunder yang haploid diad. Melalui pembelahan meiosis kedua, spermatosit sekunder membelah dan menghasilkan spermatid yang

haploid monad. Dalam proses ini, setiap satu sel spermatosit primer menghasilkan menghasilkan 4 spermatid.

3. Tahap Spermiogenesis

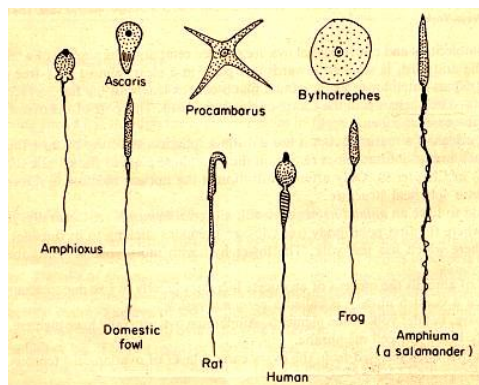
Spermiogenesis terdiri atas 4 fase utama yaitu: (i) Fase golgi, yaitu vesikula-vesikula akrosom dihasilkan oleh badan golgi pada sisi permukaan dalam nukleus. Selama proses tersebut, ujung anterior bakal kepala spermatozoa mulai terbentuk. Pada sisi yang berlawanan dengan bakal kepala spermatid, sentriol mulai mengorganisasi serabut-serabut bakal ekor. (ii) Fase tudung, yaitu ditandai dengan terjadinya penyebaran vesikula akrosom di seluruh permukaan inti, kemudian memadat dan spermatid mengalami rotasi dan menyebabkan permukaan kompleks akrosom mengarah ke dasar membran dari tubulus seminiferus, dan ekor yang sedang berkembang terorientasi ke arah lumen. (iii) Fase akrosom, yaitu inti agak memanjang dan sitoplasma berpindah tempat menuju daerah flagellum yang sedang berkembang. Akrosom ditutupi oleh membran sel anterior (iv) Fase maturasi, yaitu inti memanjang dan sangat terkondensasi. Mitokondria terorganisir mengelilingi bagian proksimal dari flagellum dan membentuk bagian tengah atau leher pada spermatozoa. Pada akhir spermiogenesis, sisa sitoplasma akan lepas sehingga terbentuk spermatozoa yang terdiri atas (i) kepala, mengandung nukleus dan akrosom, (ii) bagian tengah atau leher yang mengandung flagellum bagian proksimal, sentriol, dan mitokondria sebagai sumber energi, dan (iii) ekor, yaitu suatu flagellum yang telah terspesialisasi.



Gambar 2.2 Tahap-Tahap Spermatogenesis
 Sumber: Browder, 1984

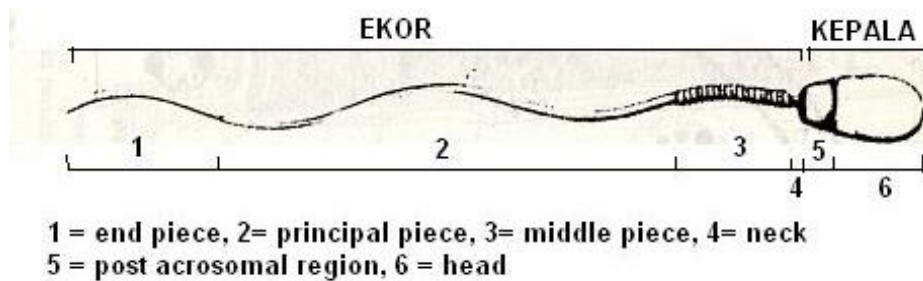
4. Jenis dan Struktur Sperma

Pada umumnya sperma terdiri atas dua tipe yaitu sperma yang memiliki ekor dan sperma yang tidak memiliki ekor. Sperma yang memiliki ekor dinamakan sperma tipe *hematospermium*, sedangkan sperma yang tidak memiliki ekor dinamakan sperma tipe *anemospermium* (Majumdar, 1985).



Gambar 2.3 Bentuk-Bentuk Sperma
 Sumber: Majumdar, 1985

Sperma pada mamalia terdiri atas dua daerah utama, yaitu kepala dan ekor. Ekor terdiri atas 4 segmen, yaitu "**neck, middle piece, principal piece, dan end piece**". Di daerah kepala terdapat inti yang mengandung massa kromosom terkondensasi. Inti, akrosom dan flagellum merupakan komponen utama sperma. Akrosom berfungsi untuk menembus bagian-bagian lapisan tambahan telur dan meletakkan sperma ke telur. Flagellum merupakan organel lokomotor, dijumpai pada kebanyakan sperma.



Gambar 2.4 Bagian-Bagian Utama Sperma
Sumber: Browder, 1984

5. Pematangan Sperma

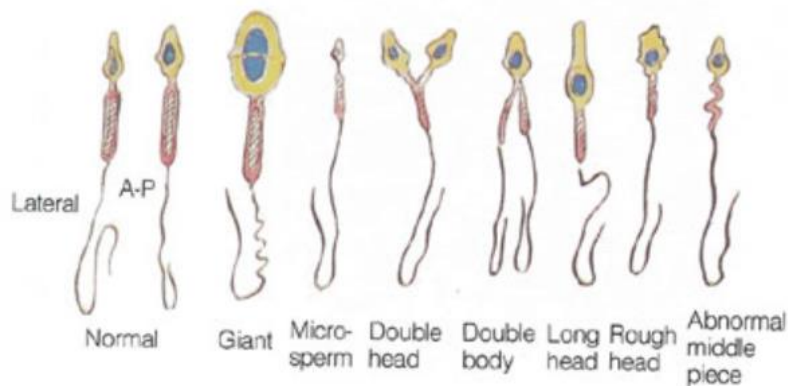
Setelah terbentuknya spermatozoa dalam tubulus seminiferus, selanjutnya dilepaskan ke lumen tubulus (spermiasi) dan akan mengalami pematangan dalam epididimis yang berlangsung secara bertahap mulai dari caput, korpus, dan jika sampai kauda maka spermatozoa betul-betul sudah matang. Pada proses ini dikontrol oleh Androgen Binding Protein (ABP) yang disekresi oleh sel-sel sertoli (Sudarwati dan Tjan Kiaw Nio, 1990).

Bagian ekor epididimis merupakan tempat penimbunan sperma yang utama karena di sini keadaannya cocok untuk penghidupan spermatozoa yang masih belum bergerak. Hampir 50% dari jumlah spermatozoa terdapat di bagian ekor. Kalau bagian ujung ekor duktus epididimis diikat maka timbunan sperma dalam duktus epididimis dapat bertahan ditempat tersebut sampai 60 hari dengan keadaan baik masih hidup dan tetap fertil (Partodihardjo, 1987).

6. Sperma Abnormal

Fertilitas spermatozoa dapat pula dinilai dari persentase spermatozoa abnormal. Bentuk abnormal spermatozoa dapat terjadi ketika tahap spermiogenesis atau pada pematangan sperma.

Keabnormalan spermatozoa yang terjadi ketika spermiogenesis yaitu pada bagian kepala dan ekor. Bentuk abnormal pada bagian kepala seperti arah lengkung moncong spermatozoa terbalik, kepala kembar atau kepala kecil. Sedangkan pada bagian ekor memiliki bentuk abnormal seperti sitoplasma sisa masih melekat di bagian tengah ekor, ekor melilit serta terjadinya ekor kembar.



Gambar 2.5 Berbagai Bentuk Kelainan pada Sperma

Sumber: analisisduniakesehatan.blogspot.com

Menurut Yatim (1990), terjadinya abnormal pada sperma tersebut mungkin karena faktor gangguan hormonal, nutrisi, obat atau oleh penyakit. Dalam perjalanannya melalui duktus epididimis, butiran atau tetes sitoplasma yang membalut bagian leher spermatozoa bermigrasi (pindah menggeser) ke bagian ekor bagian bawah, sampai akhirnya terlepas sama sekali dari ekornya. Spermatozoa yang tetap memiliki tetes sitoplasma dianggap tidak fertil atau mandul (Dellman dan Brown, 1992).

Hormon-hormon yang terlibat dalam reproduksi berasal dari tiga organ utama yaitu hipotalamus, hipofisa dan gonad (Nalbandov, A. V., 1990). Proses reproduksi yang berlangsung pada mencit jantan terjadi melalui proses hormonal yaitu; hipotalamus mensintesis *gonadotrophin releasing hormone* (GnRH) yang terdiri atas *luteinizing*

hormone releasing hormone (LH-RH) dan *Follicle Stimulating Hormone releasing hormone* (FSH-RH). GnRH menginduksi hipofisa untuk mengsekresikan gonadotropin berupa *luteinizing hormone* (LH) dan *Follicle Stimulating Hormone* (FSH).

Luteinizing hormone merangsang sel *leydig* untuk mensintesis dan mensekresi androgen yang berfungsi untuk mengontrol sistem reproduksi dan perilaku seks keseluruhan, mengontrol aktivitas saluran dan alat kelamin serta merangsang sel sertoli untuk memelihara spermatogenesis dan mensintesis *Androgen Binding Protein* (ABD) dan estrogen dengan kerja sama FSH. FSH berfungsi untuk: 1) merangsang sel-sel sertoli untuk giat memelihara pertumbuhan sel spermatogenesis tahap merangsang sintesis/sekresi ABP dan estrogen, 2) membuat spermatogenesis tahap mitosis dan spermiasi (De Kretser, 1986 dalam Yatim, 1988; Tjian Kiauw Nio, 1990).

Estrogen berfungsi untuk menghambat sekresi gonadotropin, menekan steroidogenesis serta bersama-sama androgen mengontrol aktivitas epididimis dan kelenjar aksesori (Davies, 1981 dalam Yatim, 1988). Sel Leydig juga mensintesis pregnenolon yang akan menjadi progesteron dan selanjutnya diubah menjadi androstenedion dan testosteron.

Semua hormon yang telah disebutkan di atas membina suatu mekanisme hormonal melalui poros hipotalamus-hipofisa-testis. Pemberian sediaan secara ekstraksi dapat mengganggu salah satu hormon yang berada dalam poros tersebut dan lambat laun dapat mengganggu spermatogenesis yang akhirnya juga akan mengganggu proses steroidogenesis. Ini berarti selain dapat bertindak sebagai anti spermatogenesis juga akan menurunkan sekresi hormon androgen sehingga aktivitas sistem reproduksi keseluruhan, libido dan potensi seks akan menurun (Yatim, 1988, Bardin, 1979 dalam Ghurfon dan Sri Herwiyanti, 1993).

7. Fertilisasi dan Implantasi

Masuknya spermatozoa ke dalam ovum dan menjadi zigot kemudian tumbuh menjadi individu baru disebut fertilisasi (Yatim, 1988). Fertilisasi memiliki beberapa fungsi antara lain: transmisi gen dari paternal dan maternal kepada keturunannya, merangsang sel

telur untuk berkembang lebih lanjut, menghasilkan terjadinya singami yaitu peleburan sifat genetik paternal dan maternal, mempertahankan kondisi diploiditas suatu spesies tertentu dari jenis dan penentuan jenis kelamin secara genetik. Tahapan fertilisasi yaitu kontak antara spermatozoa dengan ovum kemudian mengatur masuknya spermatozoa ke dalam telur dilanjutkan dengan penyatuan materi genetik antara ovum dan spermatozoa dan aktivitas metabolisme sel telur untuk memulai perkembangan (Adnan, 2004).

Peristiwa menempelnya ovum yang sudah dibuahi pada dinding endometrium induk disebut implantasi atau nidasi. Pada mencit implantasinya disebut implantasi eksentrik karena implannya tertanam pada salah satu sisi uterus, namun sebagian sisi implannya tetap menonjol. Hal ini diperkuat oleh Soegiyanto (1996) yang menyatakan bahwa implantasi pada tikus adalah eksentrik karena embrio tertanam di lipatan epitel dinding uterus dan berkembang pada salah satu dinding uterus.

Implantasi berlangsung bila endometrium berada dalam fase sekresi. Kelenjar-kelenjar uterus mengandung lipoprotein dan glikogen. Pembuluh-pembuluh darah melebar, lamina propina sedikit membengkak dan endometrium menebal hingga mencapai ketebalan 5 mm. Keadaan tersebut terjadi karena kegiatan progesteron yang dihasilkan oleh korpus luteum (Adnan, 2004).

III. PRA TEST

1. Jelaskan ciri-ciri mencit yang tergolong baik untuk digunakan sebagai bahan uji coba!
2. Jelaskan tahap-tahap siklus estrus!
3. Jelaskan perbedaan oogenesis dan spermatogenesis!
4. Tuliskan perbedaan morfologi sperma pada manusia, mencit, katak, dan merpati!
5. Jelaskan ciri-ciri mencit yang siap untuk dikawinkan!

IV. TUGAS DI LABORATORIUM

Kegiatan 1. Teknik Memegang Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat
 - a. Kandang mencit
 - b. Botol minuman
2. Bahan
 - a. Mencit
 - b. Sekam padi
 - c. Air PAM

B. Cara Kerja

1. Ambil mencit dari dalam kandang. Ujung ekor mencit diangkat dengan tangan kanan, letakkan pada suatu tempat yang permukaannya tidak licin (misal ram kawat pada penutup kandang).
2. Tarik ekor mencit secara perlahan sehingga kaki depan mencit akan mencengkram di atas ram kawat atau penutup kandang.
3. Pegang kulit pada bagian tengkuk mencit dan jepit dengan telunjuk dan ibu jari tangan kiri sedangkan ekornya tetap dipegang dengan tangan kanan, kemudian tubuh mencit dibalikkan sehingga permukaan perut menghadap ke Anda dan ekor dijepit di antara jari manis dan kelingking tangan kiri.

V. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.4 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan		<ol style="list-style-type: none">1. Mengangkat mencit keluar kandang dengan cara memegang ekor mencit2. Meletakkan mencit di atas permukaan yang tidak licin	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Cara memegang mencit		1. Menarik ekor mencit sehingga kaki depan mencengkram di atas permukaan yang tidak licin 2. Memegang kulit pada bagian tengkuk mencit dan menjepit dengan telunjuk dan ibu jari tangan kiri sedangkan ekornya tetap dipegang dengan tangan kanan.	
Rata-rata			

Kegiatan 2. Teknik Pemeliharaan Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat
 - a. Kandang mencit
 - b. Botol minuman
 - c. Kartu identitas
 - d. Penjepit kertas
2. Bahan
 - a. Mencit
 - b. Pakan mencit
 - c. Sekam padi
 - d. Air PAM

B. Cara Kerja

1. Siapkan kandang mencit 2 buah. Alasi kandang dengan sekam setebal kurang lebih 2 cm dan diganti setiap 3 hari.
2. Masukkan Mencit di dalam kandang. Mencit jantan dan mencit betina harus dipelihara di dalam kandang yang terpisah.

3. Tempatkan kandang di dalam ruangan dengan pencahayaan 12 jam terang (pukul 06.00-18.00) dan 12 jam gelap (Pukul 18.00-06.00). Suhu ruangan berkisar 22.50 – 24.50°C.
4. Mencit diberi makan pakan pelet produksi PT Charoen Pokpand Indonesia dan air minum (air PAM) ad libitum dan diganti setiap 2 hari.
5. Isi kartu identitas dengan keterangan/identitas sesuai dengan tujuan pemeliharaan, selanjutnya gantungkan kartu identitas tersebut pada kandang mencit. Contoh kartu identitas.

Contoh 1

<u>Kartu Identitas Mencit</u>		
Tanggal	: 1 September 2022	
Perlakuan	: Mangostin dosis 5 mg/kgbb	
Umur Kehamilan (UK) 0	: 1 september 2022	
UK	Berat Badan (g)	Ket
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
dst		

Contoh 2

<u>Kartu Identitas Mencit</u>	
Tanggal Lahir	: 5 Agustus 2022
Jumlah Sekelahiran	: 9 ekor
Jumlah jantan	: 5 ekor
Jumlah betina	: 4 ekor
Tanggal disapih	: 5 September 2022

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.5 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan pemeliharaan mencit		<ol style="list-style-type: none">1. Kandang mencit disiapkan dengan baik2. Alat dan bahan yang dibutuhkan disiapkan dengan baik	
Pemeliharaan mencit		<ol style="list-style-type: none">1. Kondisi mencit sehat2. Mencit jantan dan betina dipelihara pada kandang yang terpisah3. Kondisi kandang bersih dan tidak berbau pesing4. Kartu identitas	

		mencit diisi sesuai dengan tujuan pemeliharaan 5. Kartu identitas digantung pada kandang mencit	
--	--	---	--

Kegiatan 3. Teknik Pemberian Sediaan pada Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Kandang mencit
- b. Botol minuman
- c. Kartu identitas
- d. Penjepit kertas
- e. Syringe
- f. Jarum suntik ukuran
- g. Sonde oral
- h. Lap kasar
- i. Lap halus
- j. Kapas steril

2. Bahan

- a. Pakan mencit
- b. Sekam padi
- c. Air PAM
- d. Alkohol 70%
- e. NaCl Fisiologis

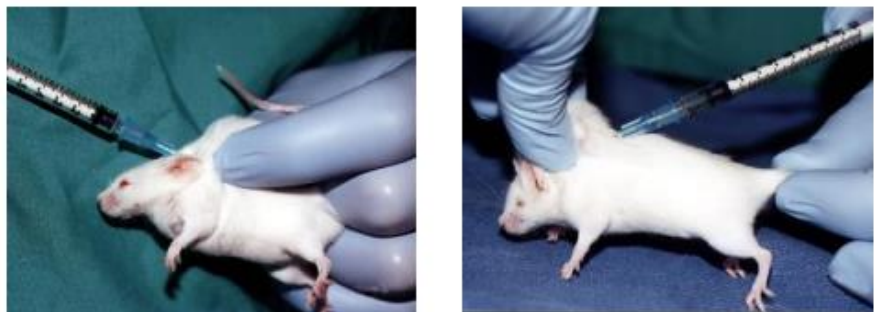
B. Cara Kerja

1. Cara memberikan obat secara oral pada hewan percobaan

- a. Pemberian secara oral pada mencit dilakukan dengan alat suntik yang dilengkapi jarum anal atau sonde oral (berujung tumpul).
- b. Cairan obat diberikan dengan menggunakan sonde oral, sonde oral ditempelkan pada langit-langit mulut atas mencit kemudian masukkan perlahan-lahan sampai ke esophagus dan cairan obat dimasukkan.
- c. Sebaiknya sebelum memasukkan sonde oral, posisi kepala mencit adalah menengadahkan dan mulutnya terbuka sedikit, sehingga sonde oral akan masuk secara lurus ke dalam tubuh mencit.

2. Cara memberikan obat secara subkutan pada hewan percobaan

- a. Penyuntikan dilakukan di bawah kulit pada daerah tengkuk dicubit di antara jempol dan telunjuk.
- b. Bersihkan area kulit yang akan disuntik dengan alkohol 70%. Masukkan obat dengan menggunakan alat suntik 1 ml secara paralel dari arah depan menembus kulit.
- c. Diusahakan dilakukan dengan cepat untuk menghindari pendarahan yang terjadi karena pergerakan kepala mencit.
- d. Pemberian obat ini berhasil jika jarum suntik telah melewati kulit dan pada saat alat suntik ditekan, cairan yang berada di dalamnya dengan cepat masuk ke daerah bawah kulit.

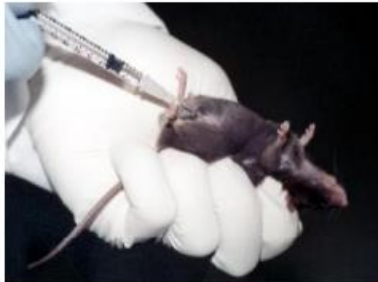


Gambar 2.6 Penyuntikan Secara Subkutan

Sumber: PSSP LPPM-IPB, 2018

3. Cara memberikan obat secara intraperitoneal pada hewan percobaan

- a. Mencit dipegang dengan cara seperti yang diuraikan di atas.
- b. Pada saat penyuntikan posisi kepala mencit lebih rendah dari abdomen.
- c. Jarum disuntikkan dengan sudut sekitar 10° dari abdomen pada daerah yang sedikit menepi dengan garis tengah, agar jarum suntik tidak mengenai kandung kemih dan tidak terlalu tinggi supaya tidak mengenai hati pada saat penyuntikan.



Gambar 2.7 Penyuntikan Secara Intraperitoneal

Sumber: PSSP LPPM-IPB, 2018

4. Cara memberikan obat secara intramuscular pada hewan percobaan

Obat disuntikkan pada paha posterian dengan jarum suntik no.

5. Cara memberikan obat secara intravena pada hewan percobaan

- a. Pada mencit suntikan intravena dilakukan pada pembuluh darah ekor. Oleh karena pembuluh darah ekor mencit mudah diketahui, sehingga suntikan intravena dapat dilakukan dengan mudah.
- b. Keempat-empat pembuluh darah ekor terletak bilateral, ventral dan dorsal serta dapat dikembangkan (vasodilatasi) dengan menyentuh suhu tertentu pada bahagian ekor (misalnya dengan meletakkan ekor mencit ke dalam air hangat

suhu 45-50°C), dan penggunaan alkohol atau dengan menekan ujung ekornya untuk mempermudah penyuntikan.

- c. Hewan mula-mula dimasukkan dalam perangkap tikus menyerupai tabung yang kedua ujungnya terbuka. Pada kedua ujung ditutup dengan gabus yang tengahnya berlubang.
- d. Ujung ekor yang keluar dari gabus dipegang dengan jari telunjuk dan ibu jari tangan kiri dan suntikan dilakukan dengan tangan kanan.
- e. Adalah lebih baik jika bisa memberikan cahaya pada ekor, hal ini dimaksudkan untuk memudahkan penglihatan pembuluh darah dengan jelas, juga bertujuan untuk memanaskan ekor tikus.
- f. Apabila menyuntik dan terasa tidak ada hambatan, pada tempat penyuntikan ini menunjukkan jarum telah masuk dengan benar ke dalam pembuluh darah dan plunger dapat ditekan dengan mudah.
- g. Jika jarum tidak masuk dengan tepat pada pembuluh darah, suntikan itu akan memberikan kawasan pucat di ujung jarum.
- h. Adalah lebih baik menggunakan sebatang jarum yang halus (*Gauge 27,1/2 inci*) dan suntikan dimulai pada ujung ekor supaya beberapa percobaan dapat dilakukan. (Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara, 2019)

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.6 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan Pemberian sediaan		1. Semua alat dan bahan yang diperlukan disiapkan dengan baik	
		2. Mengidentifikasi alat dan bahan yang diperlukan	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Secara Oral		1. Cara memegang mencit benar	
		2. Cara memasukkan sediaan ke mencit benar	
		3. Mencit tidak pingsan atau mati	
		4. Kartu identitas mencit diisi dan digantung pada kandang mencit	
Secara Subkutan		1. Cara memegang mencit benar	
		2. Cara memasukkan sediaan ke mencit benar	
		3. Mencit tidak pingsan atau mati	
		4. Kartu identitas mencit diisi dan digantung pada kandang mencit	
Secara intraperitoneal		1. Cara memegang mencit benar	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		2. Cara memasukkan sediaan ke mencit benar	
		3. Mencit tidak pingsan atau mati	
		4. Kartu identitas mencit diisi dan digantung pada kandang mencit	
Secara intra-muscular		1. Cara memegang mencit benar	
		2. Cara memasukkan sediaan ke mencit benar	
		3. Mencit tidak pingsan atau mati	
		4. Kartu identitas mencit diisi dan digantung pada kandang mencit	
Secara intravena		1. Cara memegang mencit benar	
		2. Cara memasukkan sediaan ke mencit benar	
		3. Mencit tidak pingsan atau mati	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		4. Kartu identitas mencit diisi dan digantung pada kandang mencit	
Rata-rata			

Kegiatan 4. Teknik Mengorbankan Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Kandang mencit
- b. Kartu identitas
- c. Penjepit kertas
- d. Syringe
- e. Jarum suntik ukuran 24
- f. Lap kasar
- g. Lap halus
- h. Kapas steril

2. Bahan

- a. Pakan mencit
- b. Sekam padi
- c. Pentobarbital natrium
- d. Alkohol 70%
- e. NaCl Fisiologis

B. Cara Kerja

Hewan dikorbankan bila terjadi rasa sakit yang hebat atau lama akibat suatu eksperimen. Hewan dikorbankan dengan cara eutanasia (kematian tanpa rasa sakit). Terdapat beberapa cara mengorbankan hewan mencit (Refdanita dkk., 2018) yaitu:

1. Cara terbaik dengan menggunakan karbon dioksida (CO₂) dalam wadah khusus.

2. Penyuntikan pentobarbital natrium tiga kali dosis normal (135-180 mg/kgBB).
3. Dengan cara fisik dapat dilakukan dislokasi leher. Cara ini merupakan cara yang paling cepat dilaksanakan, mudah dan paling berperikemanusiaan.
4. Hewan dipegang pada ekornya kemudian ditempatkan pada permukaan yang bisa dijangkaunya, sehingga mencit akan merenggangkan badannya.
5. Pada tengkuknya kemudian ditempatkan suatu penahan, misalnya sebatang besi seukuran pensil yang dipegang dengan satu tangan.
6. Tangan lainnya kemudian menarik ekornya dengan keras, sehingga lehernya akan terdislokasi, dan mencit akan terbunuh.

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.7 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan dislokasi leher		1. Semua alat dan bahan yang diperlukan disiapkan dengan baik	
Cara melakukan dislokasi leher		1. Cara memegang mencit dengan benar	
		2. Cara melakukan dislokasi leher dengan benar	
		3. Mencit segera mati	
Rata-rata			

Kegiatan 5. Teknik Pembuatan Apusan Vagina pada Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Pipet tetes
- b. Mikroskop cahaya
- c. Gelas kimia 250 ml
- d. Kertas tisu
- e. Kapas steril
- f. Kaca objek
- g. Kaca penutup

2. Bahan

- a. Mencit betina
- b. NaCl fisiologis 0,9%
- c. Metilen biru
- d. Aquades
- e. Air ledeng
- f. Alkohol 70%

B. Cara Kerja

- a. Siapkan gelas objek dan gelas penutup yang baru.
- b. Gunakan pipet tetes yang masih baru. Usap ujung pipet dengan kapas yang mengandung alkohol 70%. Masukkan NaCl fisiologis ke dalam pipet tetes sebanyak 0,5 ml.
- c. Masukkan ujung pipet tetes ke dalam lubang vagina mencit kira-kira sedalam $\frac{1}{2}$ cm, lalu semprotkan NaCl fisiologis ke dalam lubang vagina. Sedot kembali cairan tersebut dan selanjutnya semprotkan kembali ke dalam lubang vagina. Lakukan berulang kali sehingga cairan NaCl menjadi keruh.
- d. Teteskan satu tetes cairan NaCl fisiologis tersebut di atas kaca objek. Tetesi larutan NaCl fisiologis tersebut dengan metilen biru sebanyak 1 tetes. Diamkan selama 5-10 menit.
- e. Buang kelebihan zat warna metil biru, kemudian celupkan ke dalam gelas piala yang mengandung air ledeng secara hati-hati. Isap cairan yang berlebih dengan menggunakan kertas tisu secara hati-hati.

- f. Tutup gelas objek dengan gelas penutup. Lakukan secara hati-hati.
- g. Amati sediaan preparat apusan vagina tersebut dengan menggunakan mikroskop. Amati sitologi apusan vagina dengan menggunakan pembesaran kecil dan secara bertahap amati dengan pembesaran yang lebih besar.
- h. Gambarlah hasil pengamatan Anda pada tempat yang telah disediakan. Tentukan fase siklus estrus apusan vagina yang Anda amati.

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.8 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Preparasi apusan vagina	Dokumentasi alat dan bahan	Mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam apusan vagina serta fungsinya (alat dan bahan difoto dengan baik)	
	Dokumentasi preparasi apusan vagina	Mahasiswa mampu melakukan preparasi apusan vagina pada mencit <ol style="list-style-type: none"> 1. Menempatkan mencit di dalam kandang dengan benar 2. Menyiapkan semua alat yang akan digunakan dengan benar 3. Menyiapkan semua bahan yang akan digunakan dengan 	

		benar	
Membuat Apusan Vagina	Dokumentasi pembuatan apusan vagina	<p>Mampu membuat apusan vagina pada mencit</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Memegang mencit dengan benar 2. Memegang pipet tetes dengan benar 3. Mengambil sampel epitel vagina dengan benar 4. Membuat apusan vagina dengan benar 5. Melakukan pewarnaan dengan benar 	
mengamati preparat apusan vagina	Dokumentasi pengamatan apusan vagina	<p>Mengamati preparat hasil apusan vagina dengan menggunakan mikroskop</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan mikroskop dengan benar 2. Mengamati sitologi apusan vagina dengan benar 3. Menggambar objek dengan benar 	
Rata-rata			

Kegiatan 6. Teknik Mengawinkan Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat
 - a. Kandang mencit
 - b. Botol minuman
 - c. Kartu identitas
 - d. Penjepit kertas
2. Bahan
 - a. Pakan mencit
 - b. Sekam padi
 - c. Air PAM

B. Cara Kerja

1. Siapkan 2 buah kandang mencit. Alasi kandang dengan sekam setebal kurang lebih 2 cm dan diganti setiap 3 hari.
2. Pilih mencit betina yang siap kawin. Umur minimal 10 minggu, bagian vulva tampak agak bengkak dan kemerah-merahan.
3. Mencit betina dan mencit jantan di satu kandangkan pada malam hari sekitar pukul 18.00.
4. Tempatkan kandang di dalam ruangan dengan pencahayaan 12 jam terang (pukul 06.00-18.00) dan 12 jam gelap (Pukul 18.00-06.00). Suhu ruangan berkisar 22.50 – 24.50°C.
5. Keesokan harinya lakukan pemeriksaan sumbat vagina. Adanya sumbat vagina menunjukkan bahwa mencit berhasil kawin, dan ditandai sebagai hari ke 0 kehamilan.
6. Isi kartu identitas dengan keterangan/identitas sesuai dengan tujuan pemeliharaan, selanjutnya gantungkan kartu identitas tersebut pada kandang mencit.

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.9 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan Perkawinan mencit		1. Semua alat dan bahan yang diperlukan disiapkan dengan baik	
		2. Kedua mencit dewasa seksual dan vulva pada mencit betina tampak agak bengkak kemerahan	
Perkawinan mencit		1. Mencit jantan dan betina di satu kandangkan pada pukul 18.00	
		2. Pemeriksaan sumbat vagina dilakukan pada pukul 06.00 pagi	
		3. Mencit yang memiliki sumbat vagina ditempatkan dalam kandang yang terpisah	
		4. Kartu identitas mencit diisi dan	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		digantung pada kandang mencit	
Rata-rata			

Kegiatan 7. Cara Menganalisis Fertilitas Mencit Betina

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Kandang mencit
- b. Kartu identitas
- c. Penjepit kertas
- d. Syringe
- e. Jarum suntik ukuran 24
- f. Lap kasar
- g. Lap halus
- h. Kapas steril

2. Bahan

- a. Pakan mencit
- b. Sekam padi
- c. Pentobarbital natrium
- d. Alkohol 70%
- e. NaCl Fisiologis

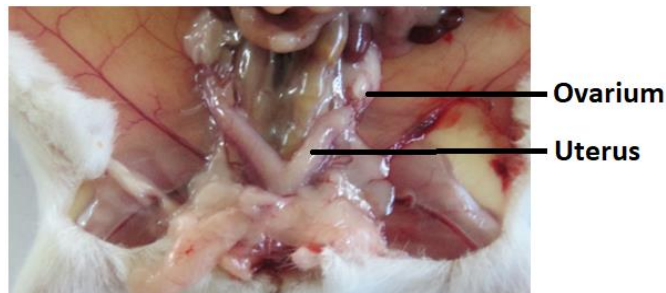
B. Cara Kerja

1. Teknik Pemeriksaan Korpus Luteum

- a. Pemeriksaan korpus luteum dapat dilakukan pada mencit betina yang berada pada fase metestrus atau pada mencit yang hamil.
- b. Mencit-mencit yang berhasil kawin dan hamil dipelihara hingga mencapai umur kehamilan hari ke 18, mencit dimatikan dengan cara dislokasi leher.
- c. Bila mencit yang berhasil kawin, namun penambahan berat badan hingga umur kehamilan hari ke 10 kurang dari 3 gram

(Biasanya akibat dari sebuah perlakuan tertentu), maka mencit tersebut sebaiknya dimatikan, dan dibedah.

- d. Baringkan mencit di atas papan bedah dalam posisi berbaring dengan abdomen menghadap ke atas.
- e. Klem keempat kaki mencit dengan menggunakan jarum pentul, selanjutnya lakukan pembedahan. Selanjutnya amati kedua ovarium mencit.



Gambar 2.8 Keadaan Uterus dan Ovarium Mencit yang Tidak Hamil
Sumber: dokumen pribadi

- f. Angkat ovarium, selanjutnya tempatkan ovarium di dalam cawan petri yang berisi NaCl fisiologis. Pastikan ovarium kiri dan kanan tidak bertukar.
- g. Gunakan sonde dan pinset tajam untuk melepaskan bursa lemak yang membungkus ovarium secara hati-hati. Lakukan sambil mengamati dengan menggunakan mikroskop *binokuler dissection*.



Gambar 2.9 Korpus Luteum Mencit
Sumber: dokumen pribadi

- h. Gunakan mikroskop *binokuler dissection* untuk menghitung jumlah korpus luteum pada ovarium yang Anda amati. Lakukan prosedur yang sama untuk menghitung jumlah korpus luteum pada ovarium yang kedua.
- i. Catat hasil pengamatan Anda
 - Ovarium kiri : Jumlah korpus luteum =
 - Ovarium kanan : Jumlah korpus luteum =

2. Teknik Pemeriksaan Kehamilan

- a. Ikuti prosedur pemeriksaan korpus luteum hingga tahapan “e”. Perhatikan gambar berikut ini. Perhatikan keadaan uterus yang berisi fetus hidup.



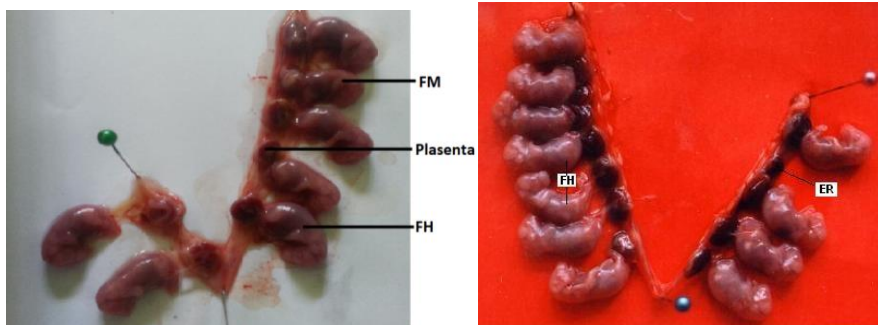
Gambar 2.10 Pengamatan Fetus Mencit
Sumber: dokumen pribadi

- b. Kedua uterus dilepaskan dengan hati-hari dan ditempatkan di atas papan bedah.
- c. Klem uterus dengan menggunakan jarum pentul agar posisi uterus terpegang rapat oleh jarum pentul. Perhatikan gambar!



Gambar 2.11 Pengamatan Fetus Mencit
Sumber: dokumen pribadi

- d. Gunakan kapas bersih untuk melepaskan noda darah yang menempel pada uterus secara hati-hati.
- e. Uterus kemudian dibuka dengan cara menggunting tanduk uterus pada tempat yang berlawanan dengan tempat implantasi, hingga bagian dalam uterus terdedah. Lakukan secara hati-hati agar kantung amnion, plasenta dan tali pusat tidak mengalami kerusakan.
- f. Selanjutnya kantung amnion yang membungkus fetus dibuka satu persatu. Pada kedua tanduk uterus dilakukan pengamatan mengenai jumlah implantasi, jumlah embrio resorpsi, jumlah fetus mati, dan jumlah fetus hidup.
- g. Aturlah posisi fetus seperti ditunjukkan pada gambar. FM= Fetus mati; FH= fetus hidup; ER= Embrio resorpsi.



Gambar 2.12 Fetus Mencit
Sumber: dokumen pribadi

- h. Jumlah implantasi didapatkan dengan cara menghitung semua tempat implantasi baik yang mengandung fetus hidup, fetus mati, maupun embrio resorpsi yang terdapat disepanjang kedua tanduk uterus.
- i. Gumpalan darah berwarna hitam dengan sisa jaringan embrio yang termaserasi atau tanpa adanya jaringan embrio dinyatakan sebagai embrio yang diresorpsi,
- j. Konseptus yang sudah dapat dibedakan atas kepala, badan, kaki maupun ekor, dan tidak memberikan reaksi bila diberi sentuhan dinyatakan sebagai fetus mati.
- k. Untuk mengetahui adanya embrio yang diresorpsi lebih awal dilakukan dengan cara merendam uterus di dalam larutan amonium sulfida 0,5% selama beberapa menit.
- l. Adanya bintik-bintik berwarna hitam di sepanjang kedua tanduk uterus merupakan indikator adanya implantasi.
- m. Hitunglah jumlah fetus hidup, fetus mati, dan embrio resorpsi pada uterus kiri dan kanan. Catatlah hasil pengamatan Anda. Contoh teknik pencatatan data:

Parameter	Uterus kanan	Uterus Kiri
Jumlah Korpus luteum	4	8
Jumlah Implantasi	2	8
Jumlah Fetus hidup	2	6
Jumlah Fetus mati	0	1
Jumlah embrio resorpsi	0	1

Berdasarkan data tersebut, hitunglah parameter-parameter berikut ini dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

1. Persen Implantasi (PI)

$$PI = \frac{\text{Jumlah Implantasi}}{\text{Jumlah Korpus luteum}} \times 100 = 83.33\%$$

2. Persen Kehilangan Gestasi (PKG)

$$\text{PKG} = \frac{\text{Jumlah Korpus Luteum-}}{\text{Jumlah Implantasi}} \times 100 = 14.29\%$$

3. Persen Fetus Hidup (PFH)

$$\text{PFH} = \frac{\text{Jumlah Fetus Hidup}}{\text{Jumlah Implantasi}} \times 100 = 80\%$$

4. Persen Fetus Mati (PFM)

$$\text{PFM} = \frac{\text{Jumlah Fetus Mati}}{\text{Jumlah Implantasi}} \times 100 = 10\%$$

5. Persen Embrio Resorpsi (PER)

$$\text{PER} = \frac{\text{Jumlah Embrio Resorpsi}}{\text{Jumlah Implantasi}} \times 100 = 10\%$$

6. Persen Kematian Pascaimplantasi (PKP)

$$\text{PKP} = \frac{\text{Jumlah Implantasi -}}{\text{Jumlah Fetus Hidup}} \times 100 = 20\%$$

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.10 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan		1. Menyiapkan alat dan bahan dengan baik dan benar	
		2. Menyiapkan mencit dengan baik dan benar	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		3. Mematikan mencit dengan cara dislokasi leher	
Pengamatan Korpus luteum		1. Membedah mencit dengan benar	
		2. Menunjukkan korpus luteum dengan benar	
		3. Mengangkat korpus luteum dengan benar	
		4. Memasukkan korpus luteum di dalam cawan petri yang mengandung NaCl fisiologis	
		5. Melepaskan bursa lemak yang menutupi korpus luteum dengan benar	
		6. Mengamati dan menghitung korpus luteum dengan benar	
Pengamatan kehamilan		1. Mengangkat uterus dengan benar	
		2. Membersihkan uterus dengan benar	
		3. Meletakkan uterus di atas papan bedah	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		dengan benar	
		4. Membedah uterus dengan benar	
		5. Mengamati kantung amnion dengan benar	
		6. Memecah kantung amnion dengan benar	
		7. Mengatur posisi fetus di atas papan bedah dengan benar	
		8. Mengamati plasenta dengan benar	
		9. Mengamati tali pusat dengan benar	
		10. Menghitung jumlah implantasi dengan benar	
		11. Menghitung jumlah fetus hidup dengan benar	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		12. Menghitung jumlah fetus mati dengan benar	
		13. Menghitung jumlah embrio yang diresorpsi dengan benar	
Rata-rata			

Kegiatan 8. Teknik Pewarnaan Tulang pada Fetus Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Alat bedah 1 set
- b. Botol-botol spesimen
- c. Cawan petri
- d. Kapas bersih

2. Bahan

- a. Alkohol 96%
- b. NaCl Fisiologis
- c. KOH 1%
- d. Gliserin
- e. Alizarin red dalam KOH 1%

B. Cara Kerja

1. Mengikuti prosedur pada teknik pemeriksaan kehamilan, Fetus hidup dilepaskan dari uterus dengan cara memotong tali pusat,
2. Fetus dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi larutan NaCl fisiologis untuk dibersihkan. Selanjutnya dilakukan maserasi dengan cara membuka bagian organ viscera mencit. Lakukan secara hati-hati agar fetus tidak rusak.
3. Fetus diangkat dan tetes air yang menempel pada tubuh fetus dihilangkan dengan menggunakan kapas yang bersih.
4. Fetus selanjutnya difiksasi di dalam alkohol 96% selama kurang lebih dua hari.

5. Setelah proses fiksasi, embrio dipindahkan ke dalam larutan KOH 1%. Direndam selama kurang lebih 30-60 menit.
6. Bagian kulit dan daging fetus dilepaskan secara hati-hati dengan menggunakan pinset yang tajam.
7. Masukkan kembali fetus (spesimen) yang sudah dibersihkan ke dalam larutan alizarin red dalam KOH 1%, biarkan selama 1 hari.
8. Masukkan spesimen ke dalam larutan KOH 1% selama 60 menit.
9. Lakukan penjernihan bertingkat di dalam larutan KOH: Gliserin dengan perbandingan 3:1; 1:1; dan 1:3 masing-masing selama 60 menit. Simpan spesimen ke dalam gliserin di dalam botol-botol balsem.

C. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.11 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan		1. Menyiapkan alat dan bahan dengan baik dan benar	
Pewarnaan tulang		1. Melakukan maserasi pada fetus	
		2. Melakukan fiksasi dengan benar	
		3. Melepaskan kulit dan daging fetus dengan benar	
		4. Melakukan pewarnaan tulang dengan benar	
		5. Melakukan penjernihan dengan	

		benar	
		6. Hasil pewarnaan tulang pada fetus	
Rata-rata			

Kegiatan 9. Teknik Pengamatan Kelainan pada Fetus Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

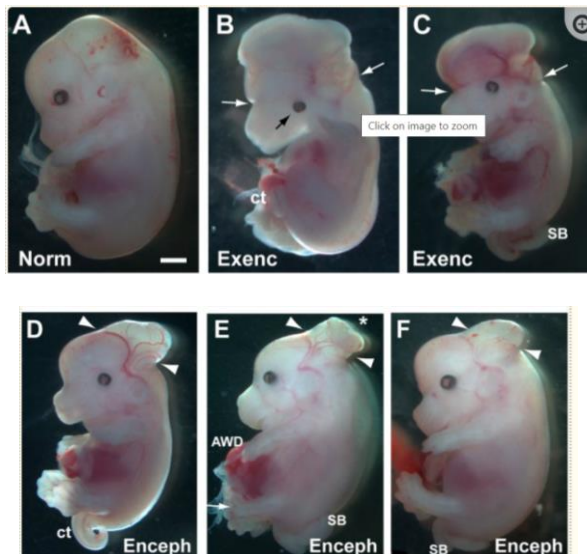
- b. Alat bedah 1 set
- c. Botol-botol spesimen
- d. Cawan petri
- e. Kertas bersih

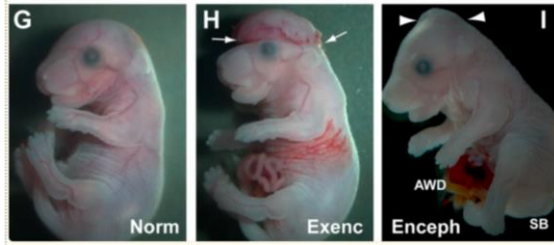
2. Bahan

- a. Alkohol 96%
- b. NaCl Fisiologis

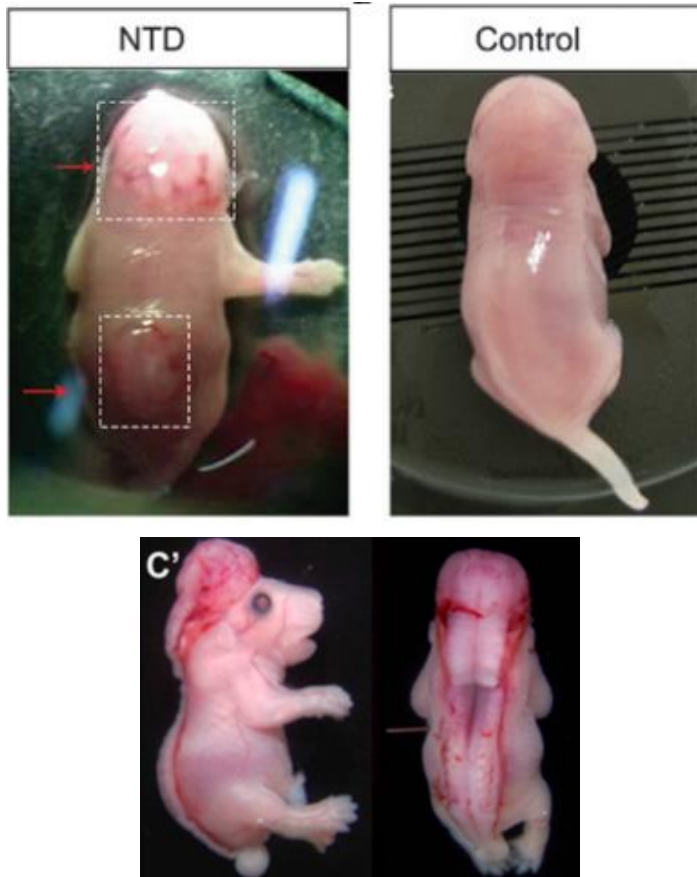
B. Cara Kerja

1. Mengikuti prosedur pada teknik pemeriksaan kehamilan, fetus hidup dilepaskan dari uterus dengan cara memotong tali pusat,
2. Fetus dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi larutan NaCl fisiologis untuk dibersihkan. Lakukan pengamatan kelainan pada fetus.





Gambar 2.13 Kelainan pada Rangka Kepala
 Sumber: Rolo *et al.*, 2019



Gambar 2.14 Craniorachischisis Embrio Mencit 18 Hari
 Sumber: en.wikipedia.org

C. TABEL HASIL

Tabel 2.12 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan		1. Menyiapkan alat dan bahan dengan baik dan benar	
Pemeriksaan kelainan		1. Kelainan perkembangan ektoderm dan derivatnya	
		2. Kelainan perkembangan endoderm dan derivatnya	
		3. Kelainan perkembangan mesoderm dan derivatnya	
Rata-rata			

Kegiatan 10. Teknik Pengamatan Spermatozoa Mencit

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Alat bedah 1 set
- b. Botol-botol spesimen
- c. Cawan petri
- d. Kertas bersih

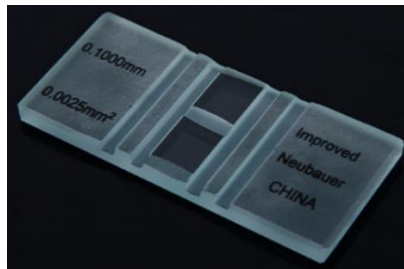
2. Bahan

- a. Alkohol 96%
- b. NaCl Fisiologis
- c. KOH 1%
- d. Gliserin

B. Cara Kerja

1. Cara Menghitung Spermatozoa

- a. Mencit jantan yang dewasa seksual, dan sehat, umur kurang lebih 10 minggu dimatikan dengan cara dislokasi leher.
- b. Mencit yang telah mati direntangkan di atas papan bedah. Lakukan pembedahan pada bagian abdomen.
- c. Lepaskan epididimis. Potong epididimis bagian kauda dengan panjang $\frac{1}{3}$ akhir dari panjang total epididimis (panjang epididimis kauda yang digunakan 0,5 cm).
- d. Epididimis bagian kauda dibersihkan dari lemak sampai bersih, kemudian dicacah menggunakan gunting dan scalpel dalam 1 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,9%) sampai terbentuk suspensi spermatozoa.
- e. Jumlah spermatozoa dihitung dengan menggunakan bilik hitung improved Neubauer (hemositometer).



Gambar 2.15 Hemositometer

Sumber: www.google.com

- f. Suspensi spermatozoa yang telah diencerkan dengan 1 mL larutan garam fisiologis (NaCl 0,9%) diambil 10 μL kemudian diletakkan ke dalam bilik hitung (hemositometer), setelah itu ditutup dengan gelas penutup.
- g. Pada saat menutup dengan gelas penutup gelembung udara tidak boleh terbentuk. Hemositometer yang telah berisi suspensi spermatozoa kemudian diamati di bawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x yang dilakukan sebanyak 10 kali.

- h. Spermatozoa yang dihitung adalah spermatozoa yang terletak di bagian tengah dan tepi bilik (sebelah atas dan kiri bilik), sedangkan spermatozoa yang terletak di tepi bilik bagian kanan dan bawah tidak dihitung.
- i. Rata-rata jumlah spermatozoa (n) diperoleh dari total penjumlahan spermatozoa yang ada di setiap bilik dibagi menjadi 4.
- j. Panjang setiap bilik adalah 1 mm dan tinggi 0,1 mm, sehingga volume bilik = $0,1 \text{ mm}^3$ ($1,0 \text{ mm}^2 \times 0,1 \text{ mm}$). Sehingga jumlah spermatozoa dihitung dengan rumus jumlah sel/mL = jumlah spermatozoa (n) $\times 10^4$ x pengenceran.

Penghitungan jumlah spermatozoa per ml adalah sebagai berikut:

Volume tiap bujur sangkar = $1/4 \times 1/4 \times 1/10 = 1/160 \text{ mm}^3$

Volume tiap bilik = $16 \times 1/160 = 0,1 \text{ mm}^3 = 10^4 \text{ mL}$

Untuk per 1 mL maka harus $\times 10^4$

Jumlah spermatozoa = $L \times 10^4 \times$ pengenceran

2. Pengamatan Morfologi Spermatozoa

- a. Pengamatan morfologi spermatozoa mencit dilakukan dengan cara membuat smear suspensi spermatozoa.
- b. Satu tetes spermatozoa mencit diteteskan di satu ujung gelas objek, kemudian diberi 1 tetes eosin 1% dan 1 tetes nigrosin 10%.
- c. Gelas objek yang lain diletakkan di ujung yang lain dari gelas objek yang pertama dengan membentuk sudut 45° , kemudian digerakkan sampai menyentuh tetesan sperma.
- d. Jika sperma telah mengalir rata di tepi dari gelas objek kedua, gelas objek kedua digerakkan kembali ke arah semula sehingga terbentuk lapisan tipis hapusan sperma di gelas objek pertama.
- e. Hapusan sperma dikeringanginkan pada suhu kamar selama kurang lebih 5 menit.
- f. Pengamatan morfologi spermatozoa mencit dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan

perbesaran mulai dari yang kecil yaitu 40x dilanjutkan dengan perbesaran 100x dan perbesaran 400x.

- g. Pengamatan dilakukan pada 100 spermatozoa (%) dengan replikasi pengamatan sebanyak 10 kali untuk setiap mencit (Dostal et al., 2001).
- h. Pengamatan morfologi spermatozoa dibedakan atas spermatozoa normal dan abnormal yang dinyatakan dalam persen.
- i. Spermatozoa dikatakan normal apabila bagian kepala melengkung seperti kait, leher lurus dan ekor tunggal berujung bebas.
- j. Sedangkan morfologi abnormal bila kepala kecil atau terlalu besar, leher patah atau bercabang, ekor bercabang, menggulung dan patah, terdapat sitoplasma droplet pada kepala, leher atau ekor.

3. Pengamatan dan Penghitungan Viabilitas Spermatozoa

- a. Pengamatan dan penghitungan viabilitas spermatozoa dilakukan dengan menggunakan preparat hapusan spermatozoa yang diwarnai dengan eosin 1% dan nigrosin 10%.
- b. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 400x.
- c. Penghitungan viabilitas spermatozoa dilakukan pada 100 sel spermatozoa (%) dengan replikasi pengamatan sebanyak 10 kali untuk setiap mencit (Dostal et al., 2001).
- d. Viabilitas dapat diketahui dengan adanya perbedaan warna pada sel spermatozoa. Spermatozoa yang masih hidup berwarna terang sedangkan spermatozoa yang mati memiliki warna ungu.

4. Pengamatan Kecepatan Motilitas Spermatozoa

- a. Pengamatan kecepatan motilitas spermatozoa diamati dengan cara suspensi spermatozoa diambil satu tetes dengan menggunakan pipet tetes kemudian diteteskan ke dalam gelas objek cekung dan ditutup dengan gelas penutup.

- b. Pengamatan kecepatan motilitas spermatozoa dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 100x yang telah dipasang mikrometer pada lensa okulernya.
- c. Kecepatan motilitas spermatozoa dihitung setiap 10 detik pada 100 spermatozoa untuk tiap ekor mencit (Kamiya *et al.*, 2003).

D. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 2.13 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Persiapan		1. Menyiapkan alat dan bahan dengan baik dan benar.	
		2. Mematikan mencit dengan cara dislokasi leher.	
Menghitung sperma		1. Melepaskan epididimis dari tubuh mencit dengan baik.	
		2. Membersihkan epididimis dari lemak.	
		3. Meletakkan suspensi spermatozoa yang telah diencerkan dengan 1 mL dalam bilik hitung (hemositometer).	
		4. Meletakkan kaca penutup di atas hemositometer	

		tanpa adanya gelembung udara.	
		5. Menghitung jumlah spermatozoa yang terletak di bagian tengah dan tepi bilik (sebelah atas dan kiri bilik) hemositometer.	
		6. Menghitung rata-rata spermatozoa dengan tepat.	
		7. Menghitung jumlah sperma per ml dengan tepat.	
Mengamati sperma		1. Menambahkan 1 tetes eosin 1% dan 1 tetes nigrosin 10% pada satu tetes spermatozoa di gelas objek.	
		2. Menggerakkan gelas objek yang lain di atas gelas objek yang pertama dengan sudut 45°.	
		3. Menggerakkan kembali gelas objek kedua ke posisi semula.	
		4. Mengeringkan apusan sperma pada suhu kamar.	

		5. Mengamati sperma dengan menggunakan mikroskop.	
Mengamati dan menghitung viabilitas spermatozoa		1. Menyiapkan preparat apusan spermatozoa yang diwarnai dengan eosin 1% dan nigrosin 10%.	
		2. Melakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x.	
		3. Menghitung viabilitas spermatozoa dengan replikasi pengamatan sebanyak 10 kali untuk setiap mencit.	
Pengamatan kecepatan motilitas spermatozoa		1. Mengambil suspensi spermatozoa menggunakan pipet tetes dengan tepat dan diletakkan pada gelas objek cekung serta diberikan	

		penutup.	
		2. Mengamati kecepatan motilitas spermatozoa menggunakan mikroskop cahaya pembesaran 100x.	
		3. Menghitung kecepatan sperma setiap 10 detik.	
Rata-rata			

PERCOBAAN III

REPRODUKSI DAN PERKEMBANGAN EMBRIO IKAN CUPANG

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam pemijahan ikan cupang.
2. Mahasiswa dapat melakukan preparasi pemijahan pada ikan cupang.
3. Mahasiswa dapat melakukan proses pemijahan pada ikan cupang.
4. Mahasiswa dapat mengamati gamet pada ikan cupang.
5. Mahasiswa dapat mengamati perkembangan embrio ikan cupang.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki keterampilan mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam pemijahan ikan cupang.
2. Mahasiswa memiliki keterampilan melakukan preparasi pemijahan pada ikan cupang.
3. Mahasiswa memiliki keterampilan melakukan proses pemijahan pada ikan cupang.
4. Mahasiswa memiliki keterampilan mengamati gamet pada ikan cupang.
5. Mahasiswa memiliki keterampilan mengamati perkembangan embrio ikan cupang.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan pemijahan ikan cupang dan pengamatan embrio ikan cupang dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 3-4.

III. BAHAN BELAJAR DIRUMAH

EMBRIOGENESIS IKAN CUPANG

Proses embriogenesis ikan cupang yaitu proses perkembangan telur hingga menjadi larva definitive yang dimulai dari pembelahan sel telur (cleavage), morula, blastula, gastrula, dan dilanjutkan dengan organogenesis hingga menetas. Cleavage merupakan proses pembelahan sel pada perkembangan embrio, ukuran sel tersebut makin lama makin mengecil atau menjadi unit-unit kecil yang disebut blastomer (Affandi *et al.*, 2005).

Pengamatan secara langsung embrio ikan cupang yang telah dibuahi (Gambar 1A) akan terlihat berwarna bening namun pada bagian tengah telur tersebut terlihat butiran kecil yang berwarna putih. Pengamatan menggunakan mikroskop akan memperlihatkan korion dengan jelas dan tampak bening, sedangkan kuning telur terlihat gelap karena tidak dapat ditembus oleh cahaya (Annur, 2016).

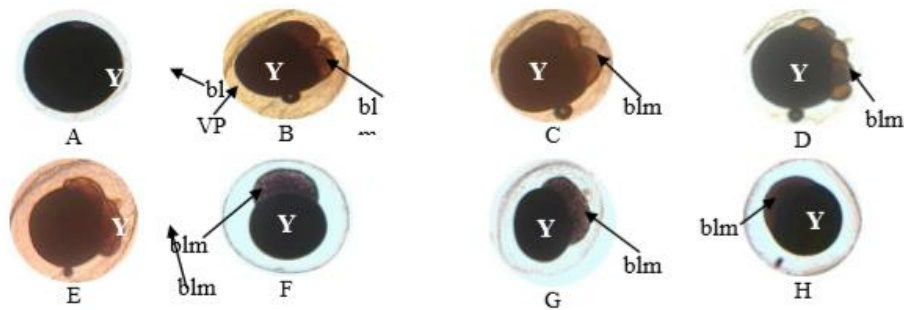
Fase pembelahan pertama dari 1 sel menjadi 2 sel terjadi 10 menit (Gambar 1B) setelah pembuahan. Pembelahan menjadi 4 sel (Gambar 1C) terjadi 15 menit setelah pembuahan. Selanjutnya, 8 sel terbentuk 27 menit setelah pembuahan (Gambar 1D). Pada menit ke-31 setelah pembuahan, sel membelah menjadi 16 sel (Gambar 1E). Pembelahan sel menjadi 32 sel (Gambar 1F) terjadi 60 menit setelah pembuahan (Annur, 2016).

Pembelahan embrio ikan cupang (*Betta splendens*) terjadi pada menit ke-90 setelah pembuahan. Pembelahan menjadi empat sel berlangsung pada menit ke 120, dan pembelahan menjadi 8 sel terjadi pada menit ke-150. Sel membelah menjadi 16 sel, terjadi 180 menit setelah pembuahan. Pembelahan sel menjadi 32 sel terjadi pada menit ke-210 setelah pembuahan dan pembelahan menjadi 64 sel terjadi pada menit ke-240 atau 4 jam setelah fertilisasi (Duarte, 2012).

Menurut Annur (2016), perkembangan embrio *Betta splendens* selanjutnya adalah fase morula (Gambar 1G), fase morula terjadi pada menit ke-62 setelah pembuahan yang ditandai dengan pembelahan sel menjadi 64 sel hingga ratusan sel. Sedangkan menurut Duarte dkk.,

(2012), fase morula berkembang pada menit ke-270 atau 4-5 jam setelah terjadi pembuahan.

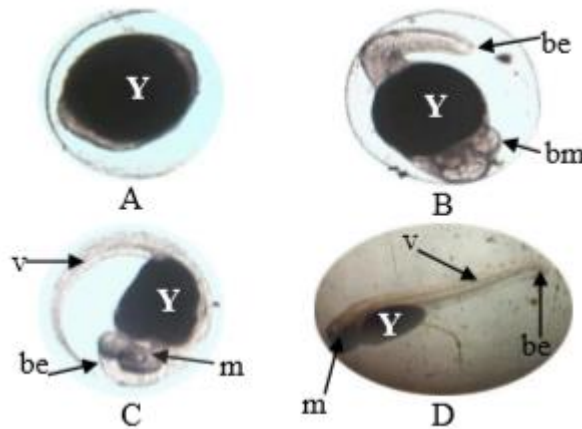
Fase selanjutnya yaitu blastula (Gambar 1H) yang terjadi pada menit 126 setelah telur dibuahi dan pada tahap ini sel membelah hingga mencapai ribuan sel. Blastomer embrio *Betta splendens* akan semakin mengecil sehingga jumlah sel semakin sulit untuk dihitung. (Annur, 2016). Fase selanjutnya ialah gastrula (Gambar 2A). Fase ini terjadi pada menit ke-306 setelah pembuahan, di mana blastomer akan menutupi sebagian permukaan kuning telur. Menurut Duarte (2012), fase gastrula pada *Betta splendens* berlangsung pada menit ke-420 atau 7 jam setelah terjadi pembuahan.



Gambar 3.1 Perkembangan Embrio Ikan Cupang (*Betta Splendens*) pada Tahap Pembelahan Sel. Keterangan: A = Embrio Sebelum Terjadi Pembelahan, B = Pembelahan Pertama, C = Pembelahan 4 Sel, D = Pembelahan 8 Sel, E = Pembelahan 16 Sel, F = Pembelahan 32 Sel, G= Pembelahan 64 Sel (Fase Morula), H = Fase Blastula Y = Kuning Telur (Yolk), Bl = Blastodisk, Blm = Blastomer, VP = Kutub Vegetal (*Vegetal Pole*)
Sumber: Annur, 2016

Fase gastrula diawali dengan blastoderma menutupi hampir seluruh kuning telur. Fase gastrula dapat terjadi dengan cepat pada suhu 32°C dan akan melambat pada suhu 28°C. Perkembangan embrio terus berlanjut hingga mengelilingi kuning telur. Akhir dari proses gastrulasi apabila kuning telur sudah tertutup oleh lapisan sel (perisai embrio). Fase terakhir yang terjadi pada embrio ikan cupang yaitu fase organogenesis, dimana pada fase ini mulai terbentuk organ-organ embrio. Pada saat pengamatan organ yang pertama mulai terbentuk yaitu ekor, kepala, tulang belakang dan mata.

Fase selanjutnya ialah fase organogenesis. Pada tahap ini organ tubuh mulai terbentuk seperti bintik mata pada *Betta splendens* yang mulai terbentuk 21 jam setelah pembuahan(2B dan 2C). Menurut Duarte dkk., (2012), tahap organogenesis terjadi pada menit ke-900 atau 15 jam setelah pembuahan. Dalam tahap organogenesis ini terjadi proses diferensiasi pada embrio, organ tubuh yang mulai terlihat jelas antara lain; bakal ekor, somit, jantung, mata, kepala, badan, kuning telur, kristalin, melanofor dan lain-lain.



Gambar 3.2 Perkembangan Embrio Ikan Cupang (*Betta Splendens*) pada Tahap Segmentasi. Keterangan: A = Fase Gastrula, B = Fase Bintik Mata, C = Fase Bintik Mata Akhir, D = Larva 0 Hari, Y = Kuning Telur (Yolk), Be = Bakal Ekor, M = Mata, V = Punggung (*Ventral*)
Sumber: Annur, 2016

IV. PRA TEST

- Jelaskan ciri-ciri ikan cupang jantan dan ikan cupang betina!
- Jelaskan kondisi air yang baik untuk tempat pemijahan ikan cupang!
- Jelaskan ciri-ciri ikan cupang jantan dan ikan cupang betina yang sudah siap untuk dikawinkan!
- Jelaskan proses fertilisasi eksternal yang terjadi pada ikan cupang!
- Jelaskan hal apakah yang menjadi indikator bahwa pemijahan ikan cupang berhasil!

V. TUGAS DI LABORATORIUM

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Baskom plastik
- b. Serokan ikan
- c. Plastik es batu
- d. Pipet tetes
- e. Salinometer
- f. pH Meter
- g. Termometer air

2. Bahan

- a. Sepasang indukan ikan cupang (*Betta Splendens*)
- b. Garam ikan
- c. Daun ketapang kering
- d. Tetraclhlor
- e. Obat biru (*Methylen Blue*)
- f. Kutu Air (*Daphnia.sp*)

B. Cara Kerja

1. Persiapan indukan

Siapkan calon induk ikan cupang jantan dan betina sebanyak 3 pasang ikan yang berumur 5 bulan. Ketiga pasang ikan tersebut diaklimatisasi di dalam soliter dengan volume air 1 liter secara terpisah selama 1-2 minggu. pH air yang digunakan adalah 6,5 sedangkan suhu air yang baik untuk ikan cupang berkisar 25-28 derajat celcius. Selanjutnya ukur juga salinitas air sebelum digunakan. Sebelum dikawinkan, ikan cupang betina dan jantan dipastikan telah matang gonad dengan usia 6 bulan.

2. Persiapan pemijahan

Persiapan pemijahan dilakukan sebagai berikut: Disiapkan 3 baskom plastik ukuran 30 cm x 40 cm x 12 cm. Ketiga baskom tersebut diisi dengan air hingga mencapai $\frac{3}{4}$ dari Waskom. pH air yang digunakan adalah 6,5, suhu air 27C dan salinitas. Pada setiap kolam dibuat tempat bersarang dari plastik bening pembungkus es batu yang dibuat terapung di atas permukaan air. Lebar plastik bening adalah 10 cm x 10 cm. Pada bagian tengah setiap waskom dimasukkan

gelas plastik bening ukuran 500 ml yang diisi air hingga $\frac{3}{4}$ nya. Di dalam gelas plastik tersebut dilepaskan ikan betina. Ikan jantan dimasukkan di dalam baskom di luar gelas plastik selama 1 hari. Tujuan perlakuan ini adalah menjodohkan ikan cupang jantan dan ikan cupang betina.

3. Pemijahan

Setelah satu hari ikan cupang jantan akan membentuk busa di bawah plastik bening. Setelah terbentuk banyak busa, maka ikan betina dikeluarkan dari gelas plastik dan disatukan dengan ikan jantan di dalam waskom. Setelah satu hari, dilakukan pemeriksaan telur pada busa dibawah plastik. Warna telur ikan cupang adalah putih susu. Bila pada busa telah ditemukan telur ikan, maka ikan betina dipisahkan dari ikan jantan dengan cara memindahkannya ke dalam soliter. Ikan jantan bertugas menjaga telur-telur hingga menetas sampai burayak berumur 2 minggu.

4. Pengamatan perkembangan embrio ikan cupang

Pengamatan Embrio Ikan Cupang (*Betta splendens*). Telur yang telah dibuahi dipindahkan ke dalam cawan Petri dengan menggunakan pipet tetes dan diamati dengan menggunakan mikroskop cahaya pada perbesaran 10×10 . Pengamatan dilakukan pada sebanyak 6 kali, yaitu: (a). Menit pertama setelah pembuahan. (b) 60 menit setelah pembuahan, (c). 240 menit setelah pembuahan, (d) 15 jam setelah pembuahan, (e) 21 jam setelah pembuahan, (f) 24 jam setelah penetasan.

VI. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 3.1 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Preparasi pemijahan ikan cupang	Dokumentasi alat dan bahan	Mengenali alat dan bahan yang digunakan untuk pemijahan ikan cupang serta fungsinya (Alat dan bahan difoto	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		dengan baik).	
	Dokumentasi persiapan alat dan bahan	<p>Mahasiswa mampu melakukan preparasi pemijahan ikan cupang dengan baik.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu mengenali ikan cupang jantan dan betina. 2. Mampu mengenali ciri ikan cupang jantan dan betina yang sudah siap kawin. 3. Mampu menggunakan pH meter, salinometer dan termometer dengan baik. 	
Menyiapkan wadah pemijahan ikan cupang dan proses perkawinan ikan cupang	Dokumentasi persiapan wadah pemijahan ikan cupang	<p>Mampu mempersiapkan wadah pemijahan ikan cupang dengan baik.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mampu mencampur semua bahan yang digunakan dalam mempersiapkan air yang kondusif untuk ikan cupang. 2. Mampu memasang plastik gula dengan baik 	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		<p>sebagai tempat pembuatan busa ikan cupang jantan.</p> <p>3. Mampu menentukan pH, salinitas dan suhu air yang baik untuk ikan cupang.</p>	
	Dokumentasi perkawinan ikan cupang	<p>Mampu mengawinkan ikan cupang dengan baik.</p> <p>1. Mampu menjodohkan ikan cupang dengan baik.</p> <p>2. Mampu mengidentifikasi ikan cupang jantan yang sudah siap kawin.</p> <p>3. Mampu mengidentifikasi ciri ikan cupang yang sudah kawin.</p> <p>4. Mampu memberikan perlakuan kepada ikan cupang yang sudah kawin.</p>	
Pengamatan telur ikan cupang	Dokumentasi pengamatan telur ikan cupang	Mengamati telur ikan cupang dengan menggunakan	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		mikroskop 1. Penggunaan pipet tetes dengan benar untuk memindahkan telur ikan cupang ke dalam cawan petri. 2. Mampu menaruh telur ikan cupang ke atas kaca preparat. 3. Mengamati embrio ikan cupang dengan menggunakan mikroskop dengan benar. 4. Menggambar objek dengan benar.	
Rata-rata			

PERCOBAAN IV

PERKEMBANGAN EMBRIO PADA AYAM

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan embrio ayam.
2. Mahasiswa dapat melakukan preparasi penginkubasian telur ayam.
3. Mahasiswa dapat melakukan proses penginkubasian telur ayam
4. Mahasiswa dapat mengamati embrio ayam.
5. Mahasiswa dapat membedakan embrio ayam yang diinkubasi 24 jam, 48 jam, 72 jam.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki kemampuan mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan embrio ayam.
2. Mahasiswa memiliki kemampuan melakukan preparasi penginkubasian telur ayam.
3. Mahasiswa memiliki kemampuan melakukan proses penginkubasian telur ayam.
4. Mahasiswa memiliki kemampuan mengamati embrio ayam.
5. Mahasiswa memiliki kemampuan membedakan embrio ayam yang diinkubasi 24 jam, 48 jam, 72 jam.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan dan menilai perkembangan embrio ayam dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 170 menit dan dilaksanakan selama 1 minggu.

III. BAHAN BELAJAR DI RUMAH

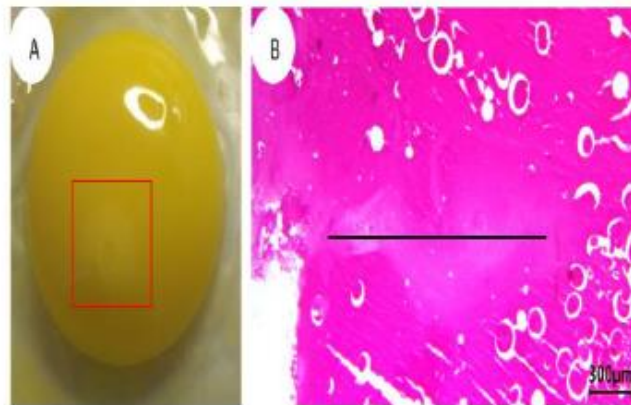
EMBRIOGENESIS AYAM

Embrio merupakan *eukariota diploid* multisel yang dapat terjadi pada bagian luar tubuh dari induk. Embrio mendapatkan nutrisi berupa makanan dan perlindungan dari kuning telur, albumin serta kerabang telur. Embrio ayam berkembang dari waktu ke waktu yang dimulai dari pembentukan lempeng embrio di tahapan blastodermal (Fitriani et al., 2021).

Telur ayam mengalami berbagai rangkaian perkembangan embrio yang kompleks dapat menetas setelah 21 hari diinkubasi (Smith *et al.*, 2004). Tahapan pertama yaitu fertilisasi yang merupakan peleburan sel kelamin jantan dan betina yang akan membentuk suatu zigot. Tahap lanjutan berupa pembelahan mitosis pada zigot. Kemudian tahap blastula yang merupakan massa blastomer yang dapat membentuk dasar bakal tubuh ayam, tahap ini membentuk blastoselom.

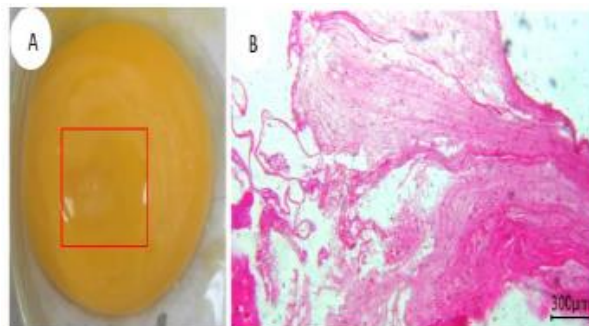
Gastrula merupakan proses gastrulasi ditandai dengan adanya gastroselom dan sumbu pada embrio yang mulai mengalami pertumbuhan memanjang. Selanjutnya tahap tubulasi yang ditandai dengan embrio yang disebut neurula karena telah terbentuk bumbung neural. Organogenesis menjadi tahap selanjutnya berupa perkembangan dari bentuk primitif embrio yang berubah menjadi bentuk definitif yang bentuk dan rupa yang sangat spesifik pada suatu spesies (Huettnner, 1956). Perkembangan embrio pada ayam dapat diamati dengan menggunakan mikroskop melalui pembuatan preparat histologi jaringan embrio (Fitriani *et al.*, 2021).

Bellairs dan Osmond (2014) mengungkapkan bahwa adanya perkembangan stria primitive mulai dapat diamati pada umur 10 jam. Hal tersebut senada dengan hasil penelitian Kusumawati *et al.* (2016) pada embrio ayam super 24-48 jam perkembangan embrio mulai terlihat neural tube mulai terbentuk saat 48 jam. Neishheim *et al.* (1997) menjelaskan bahwa pada hasil pengamatan embrio ayam 30 jam setelah diinkubasi terlihat pada bagian jantung berdetak. Berikut gambar hasil penelitian yang dilakukan oleh Fitriani *et al.* (2021).



Gambar 4.1 Embrio Ayam Hari Inkubasi 24 Jam. Makroskopis (A), Kotak Merah adalah Blastoderm, Mikroskopis (B), Garis Memanjang Merupakan Bentuk dari Stria dan Bulatan yang Terlihat pada Gambar adalah Bagian dari Kuning Telur (HE, 40×)
 Sumber: Fitriani *et al*, 2021

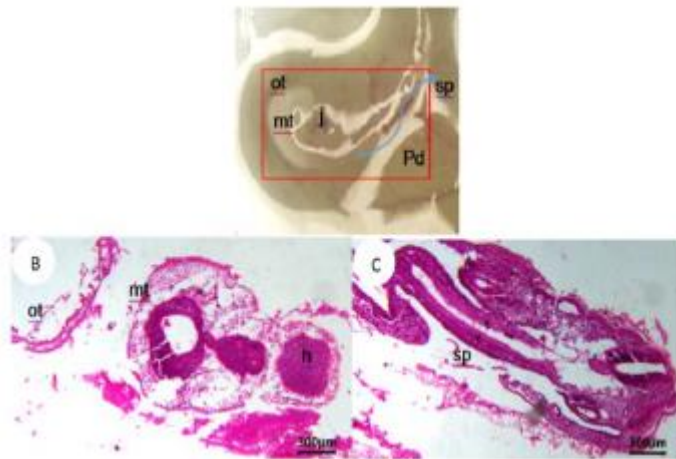
Embrio 24 jam bentuk belum dapat dilihat dengan jelas. Stria primitif dapat terlihat memanjang. Sel bening bentuknya menyerupai cincin pada bagian tepinya gelap, dan tengahnya mulai terlihat terang (sel zigot blastoderm).



Gambar 4.2 Embrio Ayam Hari Inkubasi 48 Jam Makroskopis (A) Blastoderm yang Berkembang, Mikroskopis (B) Histologis Stria yang Merupakan Sel-Sel Penyokong (HE, 40×)

Sumber: Fitriani *et al*, 2021

Embrio 48 jam bentuk awal embrio mulai terlihat, sudah terlihat primitif streak (suatu bentuk memanjang dari pusat blastoderm) yang kelak akan berkembang menjadi embrio. Pada blastoderm terdapat garis-garis warna merah yang merupakan petunjuk mulainya sistem sirkulasi darah 3 hari.

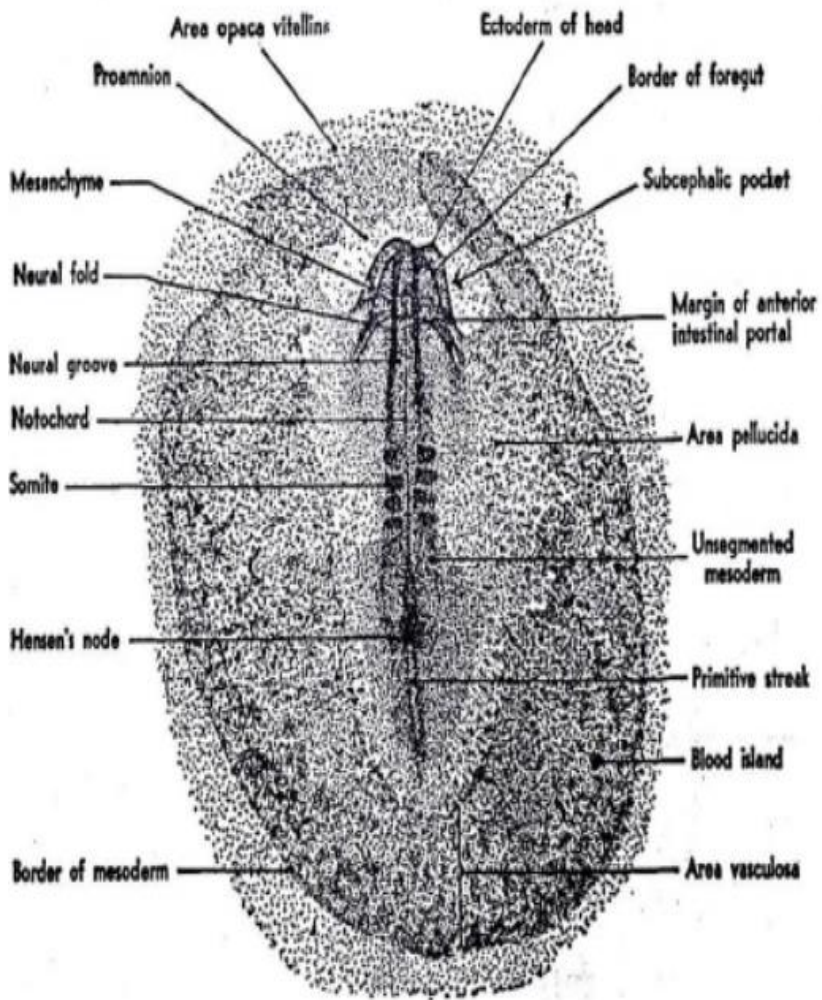


Gambar 4.3 Embrio Ayam Hari Inkubasi Ke-3. Mikroskopis Embrio yang Mulai Terlihat Bentuknya (A) (Foto Menggunakan Mikroskop Stereo Digital Foto dengan Skala Okuler 0,67 Mikron), Histologis Embrio (B, C) (HE, 40x). Otak (Ot), Mata (Mt), Hati (H), Saluran Pencernaan (Sp), Pembuluh Darah (Pd). Gambar 3. Embrio Ayam Hari Inkubasi Ke-3. Mikroskopis Embrio yang Mulai Terlihat Bentuknya (A) (Foto Menggunakan Mikroskop Stereo Digital Foto dengan Skala Okuler 0,67 Mikron), Histologis Embrio (B, C) (HE, 40x). Otak (Ot), Mata (Mt), Hati (H), Saluran Pencernaan (Sp), Pembuluh Darah (Pd)

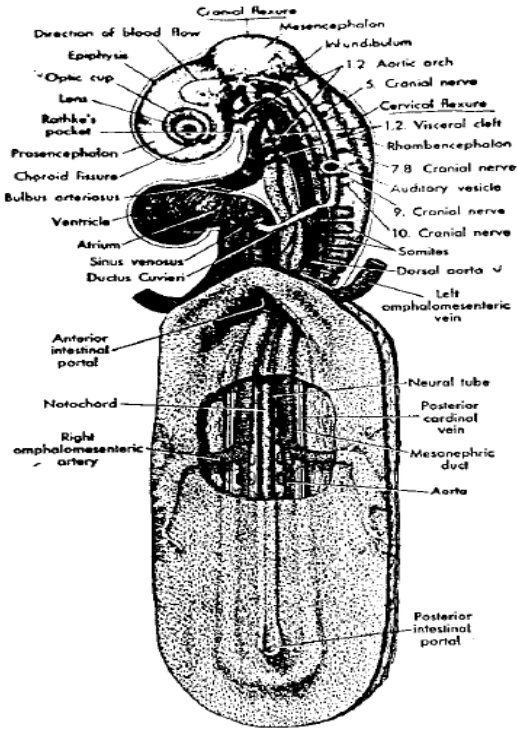
Sumber: Fitriani *et al*, 2021

Embrio 72 jam tampak jantung mulai berdetak, sudah ada peredaran darah dan pembuluh darah serta kantung selaput kuning telur. Gelembung bening, kantung amnion serta awal perkembangan allantois dapat diamati dengan pengamatan mikroskopis. Gelembung yang bening akan menjadi otak, Kantung amnion memiliki isi berupa cairan warna putih.

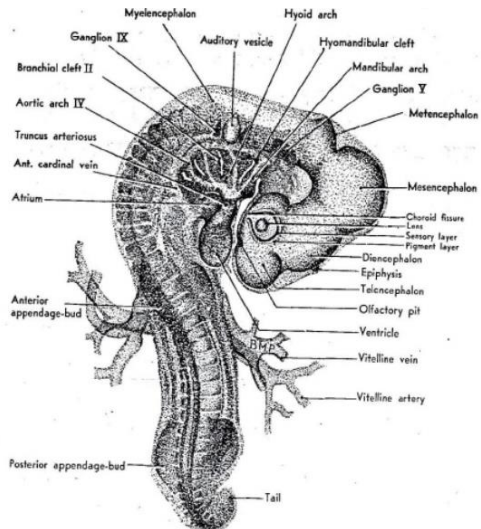
Berikut gambar embrio ayam 24 jam, 48 jam, dan 72 jam;



Gambar 4.4 Embrio 24 Jam Inkubasi
Sumber: Huettner, 1957



Gambar 4.5 Embrio 48 Jam Inkubasi
 Sumber: Huettner, 1957



Gambar 4.6 Embrio 72 Jam Inkubasi
 Sumber: Huettner, 1957

IV. PRA TEST

1. Jelaskan ciri-ciri telur ayam yang tergolong baik untuk digunakan untuk pengamatan embrio ayam!
2. Tuliskan perbedaan morfologi embrio ayam umur inkubasi 24 jam, 48 jam, dan 72 jam!
3. Tuliskan kondisi inkubator yang baik untuk menginkubasi telur ayam!
4. Jelaskan tahap pembentukan organ pada embrio ayam!
5. Jelaskan hal apa yang menjadi indikator inkubasi telur ayam dapat berhasil!

V. TUGAS DI LABORATORIUM

A. Alat dan Bahan

a. Alat :

- Cawan petri
- Gelas objek
- Mikroskop dan layar monitor
- Kertas saring
- Pinset
- Pipet
- Gunting
- Inkubator

b. Bahan :

- Telur ayam kampung yang telah diinkubasi 24, 48 dan 72 jam
- NaCl fisiologis

B. Cara Kerja

1. Pilihlah telur yang baik yang berasal dari telur ayam kampung yang telah dibuahi, lalu inkubasi selama 24,48 dan 72 jam dengan cara meletakkan telur dalam inkubator dengan suhu 37-38 derajat celcius.
2. Pecahkan telur yang sudah diinkubasi dan tuang pada cawan petri yang telah berisi NaCl fisiologis.
3. Buat lingkaran dari kertas saring dan pada bagian tengahnya dibuat lubang yang besarnya disesuaikan dengan besarnya embrio yang akan diamati.

4. Letakkan kertas saring di atas bakal embrio.
5. Bersihkan bagian sisi dari embrio dengan menggunting kuning telur yang mengelilinginya.
6. Angkat kertas saring dengan menggunakan pinset hingga embrio yang telah dibersihkan ikut bersama kertas saring.
7. Celupkan ke dalam NaCl fisiologis agar embrio dalam keadaan bersih dan tetap berkontraksi pada saat diamati.
8. Pindahkan ke atas gelas objek dan letakkan di bawah mikroskop.
9. Amati bagian embrio.

Telur ayam umur inkubasi 24 jam:

Area embrional, area pelusida, area opaka vaskulosa, area opaka vitelin, pulau darah di area opaka vaskulosa, lipatan kepala, proamnion, lipatan neural, usus depan, porta usus depan, somit dan daerah primitif.

Telur ayam umur inkubasi 48 jam:

Telensefalon, diensefalon, rombensefalon, mesensefalon, mielensefalon, vesikula optik, vesikula optik, usus depan, sinus venosus, celah visceral, atrium, ventrikel, somit, batas amnion, tunas ekor, dan sisa daerah primitif.

Telur ayam umur inkubasi 72 jam:

Telensefalon, epiphysis, vesikula optik dan lensa mata, cawan optik, celah visceral, atrium, ventrikel, tunas ekor, somit sinus venosus.

VII. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 4.1 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Penyediaan alat dan bahan		1. Menyiapkan alat dan bahan (alat dan bahan difoto dengan baik)	
Preparasi inkubasi telur ayam		Mahasiswa mampu melakukan preparasi inkubator telur ayam 1. Mampu mengidentifikasi	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		<p>telur fertil dan tidak fertil</p> <p>2. Mampu mengatur suhu inkubator</p> <p>3. Mampu menjaga kelembaban inkubator</p>	
Melakukan kegiatan inkubasi telur ayam		1. Umur inkubasi 24 jam	
		2. Umur inkubasi 48 jam	
		3. Umur inkubasi 72 jam	
Pengamatan embrio ayam		<p>Mengamati embrio ayam dengan menggunakan mikroskop:</p> <p>1. Memecahkan telur dengan baik yang telah diinkubasi</p> <p>2. Membuat kertas saring bentuk lingkaran dan meletakkan di atas embrio</p> <p>3. Mampu menggunting kuning telur yang mengelilingi embrio</p> <p>4. Mampu mengangkat kertas saring dan yang berisi embrio untuk dicelupkan pada NaCl</p>	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		5. Mengamati embrio ayam dengan menggunakan mikroskop 6. Menggambar objek dengan tepat	
Rata-rata			

PERCOBAAN V

METAMORFOSIS

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan metamorfosis.
2. Mahasiswa dapat melakukan preparasi medium kultur lalat buah.
3. Mahasiswa dapat membuat medium kultur lalat buah.
4. Mahasiswa dapat mengamati tahapan metamorfosis lalat buah.
5. Mahasiswa dapat menentukan tahapan metamorfosis lalat buah.
6. Mampu membedakan tahapan metamorfosis lalat buah.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam preparasi medium kultur lalat buah.
2. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam membuat medium kultur lalat buah.
3. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam mengamati tahapan metamorfosis lalat buah.
4. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam menentukan tahapan metamorfosis lalat buah.
5. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam membedakan tahapan metamorfosis lalat buah.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan dan menentukan tahapan metamorfosis lalat buah dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 170 menit.

III. BAHAN BELAJAR DI RUMAH

METAMORFOSIS

Pada makhluk hidup perkembangannya dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu perkembangan pra lahir (*prenatal*) dan perkembangan pasca lahir (*post natal*). Perkembangan pra lahir adalah perkembangan organisme yang terjadi sebelum lahir atau penetasan, sedangkan perkembangan pasca lahir adalah perkembangan organisme setelah proses kelahiran atau penetasan.

Perkembangan pasca lahir terdiri dari perkembangan yang langsung dan tidak langsung. Perkembangan pasca lahir langsung apabila keturunan yang dilahirkan sudah memiliki struktur tubuh seperti individu dewasa, sedangkan perkembangan pasca lahir tidak langsung apabila keturunan yang dilahirkan atau ditetaskan mempunyai struktur yang berbeda dengan individu sebelumnya, stadium dewasa dicapai melalui beberapa tahap perantara yang disebut dengan stadium larva, di sini terdapat perbedaan dalam hal morfologi, fisiologi dan ekologi, antara larva dengan hewan dewasa. Perubahan dari bentuk larva menuju bentuk dewasa disebut metamorfosis.

Metamorfosis adalah keseluruhan rangkaian perubahan dan ukuran sejak telur sampai menjadi imago (dewasa). Dalam metamorfosis melibatkan proses pergantian kulit yang disebut ecdisis. Adapun hewan yang mengalami proses metamorphosis ini seperti kelas insekta (serangga) contohnya adalah lalat buah, kupu-kupu, dan berbagai serangga lainnya (Agustina, 2013).

Lalat buah merupakan contoh serangga yang mengalami metamorfosis sempurna yang keberadaan spesiesnya lebih kurang 4500 spesies. Hal ini disebabkan oleh ukuran tubuhnya yang kecil, cepat berkembang biak, siklus hidupnya yang singkat, mudah dipelihara, dan makanannya yang mudah didapat. Adapun ciri-ciri dari lalat buah ini yaitu memiliki tubuh berwarna kuning atau coklat, dan memiliki mata yang berwarna merah. Lalat buah ini merupakan hewan yang habitatnya kosmopolitan, artinya bisa hidup dimana saja sesuai dengan habitatnya. Lalat kecil ini menyukai bunga, dan buah yang matang. Lalat buah dewasa umumnya ditemui hidup

bergerombolan pada buah-buahan yang masak yang mengandung air, misalnya buah nanas (*Ananas communis*), pepaya (*Carica papaya*), pisang (*Musa sp.*) dan buah lainnya. Sedangkan larvanya tumbuh dan berkembang pada buah yang membusuk (Agustina, 2013).

Media biakan alami yang sesuai untuk dijadikan sebagai tempat berlangsungnya metamorfosis lalat buah adalah buah pepaya dan nanas. Hal ini dikuatkan berdasarkan hasil penelitian Sapura (2010) tentang Identifikasi Jenis Lalat Buah (*Drosophilla melanogaster*) di Pasar Buah Lamnyong, menunjukkan bahwa dari rata-rata titik pengamatan, jenis *Drosophilla melanogaster* banyak ditemukan pada buah nanas dan pepaya (Agustina, 2013).

Pengaturan perubahan tubuh metamorfosis sebagian bersifat progresif dan bersifat regresif. Progresif terjadi pada organ yang diperlukan pada kehidupan larva dan tidak diperlukan pada saat dewasa, sifat ini akan hilang sama sekali. Sedangkan sifat regresif akan dibentuk sesuai dengan kebutuhan dewasanya.

Drosophilla melanogaster memiliki kemudahan dalam pemeliharaan dan durasi untuk seluruh siklus kehidupannya hanya memerlukan waktu 2 pekan serta variasi fenotip yang beragam. Jika lalat buah dewasa mengalami kekurangan makanan, maka jumlah anakan menurun serta ukuran larva yang kecil jika dibandingkan dengan larva yang normal. Larva tersebut dapat menghasilkan pupa yang kecil, tetapi pada umumnya gagal menjadi individu dewasa. Lantas yang berkembang menjadi dewasa akan membentuk sedikit telur. *Drosophilla melanogaster* jika berada pada kondisi yang optimum, tersedia cukup ruang yang dapat menyebabkan individu dewasa bisa hidup hingga 40 hari. Jika kondisi botol sangat padat dapat menyebabkan penurunan produksi telur serta kematian yang mengalami peningkatan. Penempatan botol kultur *Drosophilla melanogaster* membutuhkan intensitas cahaya yang remang-remang dan jika disimpan pada tempat yang gelap, maka pertumbuhan akan lambat (Safitri, 2010).

IV. PRA TEST

1. Berapa kali perubahan warna pada stadium larva hewan yang Anda amati!
2. Jelaskan mengapa ada perubahan pada stadium tersebut!
3. Pada umur berapa hari larva hewan hilang sifat regresifnya dan jelaskan peristiwa apa saja yang Anda amati pada akhir regresif!
4. Jelaskan perbedaan morfologi dan tingkah antara silat regresif dan sifat progresif proses metamorfosis hewan tersebut!

V. TUGAS DI LABORATORIUM

A. Alat dan Bahan

1. Alat:

- | | |
|-----------------------|---------------|
| a. Botol selai | h. Pisau |
| b. Botol penangkap | i. Gelas ukur |
| c. Sumbat busa | j. Wajan |
| d. Blender | k. Kompor gas |
| e. Kertas serbet | |
| f. Plastik transparan | |
| g. Timbangan | |

2. Bahan:

- | | |
|--|----------|
| a. Lalat <i>Drosophila</i> tipe liar koleksi mahasiswa | |
| b. Pisang ambon | 600 gram |
| c. Gula merah | 150 gram |
| d. Ragi | 20 gram |
| e. Agar-agar | 7 gram |
| f. Air | 400 ml |
| g. Zat anti jamur (nipagin) | 7 ml |
| h. Alkohol 70% | |

B. Cara Kerja

1. Pembuatan medium kultur

- a. Siapkan alat dan bahan yang akan digunakan.
- b. Sterilkan botol kultur dan sumbat busa dengan menyemprotkan dengan alkohol 70%.
- c. Timbang gula merah sebanyak 150 gram kemudian panaskan ke dalam air 400 ml pada wajan sampai mendidih.
- d. Buka pisang ambon dari kulitnya dan potong-potong, kemudian timbang sebanyak 600 gram.
- e. Haluskan pisang ambon menggunakan blender, setelah halus tuangkan ke dalam wajan.
- f. Tambahkan larutan nipagin 7 ml dan agar-agar 7 gram ke dalam wajan, kemudian aduk secara merata adonan selama 15 menit.
- g. Sebanyak 20 ml medium dimasukkan ke dalam botol selai, kemudian tutup menggunakan sumbat busa.
- h. Lipat kertas serbet kemudian masukan ke dalam botol selai dengan posisi berdiri.
- i. Tutup segera botol selai dengan menggunakan sumbat busa.
- j. Simpan botol selai yang berisi medium kultur pada suhu kamar hingga medium menjadi memadat.

2. Pembuatan kultur *drosophila*

- a. Letakan botol penangkap lalat buah yang berisi pisang masak pada suatu tempat selama 24 jam.
- b. Setelah 24 jam akan terdapat lalat buah di dalam botol penangkap tersebut.
- c. Masukkan lalat buah pada plastik gula dengan cara menempelkan ujung plastik gula dengan ujung botol penangkap dan mengguncangkan 2-3 kali botol tersebut.
- d. Masukkan lalat buah pada botol selai yang mengandung medium kultur, dengan cara bagian ujung plastik gula ditempelkan pada ujung botol selai.
- e. Tutup botol selai menggunakan sumbat busa.
- f. Simpanlah botol selai kultur ditempat yang tidak disinari matahari secara langsung dengan suhu 25°C.

3. Pengamatan daur hidup

Lakukan pencatatan setiap tahap perkembangan lalat buah (*Drosophila melanogaster*) dimulai dari fase telur hingga lalat buah dewasa hingga menghasilkan telur.

VI. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 5.1 Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Preparasi pembuatan medium kultur	Dokumentasi alat dan bahan	Mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan metamorfosis serta fungsinya (alat dan bahan difoto dengan baik)	
	Dokumentasi pembuatan media kultur	Mahasiswa mampu membuat medium kultur dengan baik. 1. Mahasiswa mampu melakukan sterilisasi dengan baik. 2. Mahasiswa mampu melakukan penimbangan bahan dengan baik. 3. Mahasiswa mampu mencampur bahan-bahan yang digunakan dengan baik.	
Preparasi pembuatan kultur	Dokumentasi persiapan kultur <i>Drosophila</i>	Mahasiswa mampu membuat kultur <i>Drosophila</i> dengan	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
<i>Drosophila</i>		baik. 1. Mahasiswa mampu membuat perangkap <i>Drosophila</i> dengan baik. 2. Mahasiswa mampu memindahkan <i>Drosophila</i> yang telah di tangkap ke dalam medium kultur dengan baik.	
Pengamatan daur hidup <i>Drosophila</i>	Dokumentasi pengamatan perkembangan <i>Drosophila</i>	Mahasiswa mampu melihat dan mengamati setiap tahapan metamorfosis dari <i>Drosophila</i> (Pengamatan dilengkapi dengan gambar)	
Rata-rata			

PERCOBAAN VI

REGENERASI

I. TUJUAN DAN SASARAN BELAJAR

a. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengidentifikasi alat dan bahan yang digunakan dalam pengamatan regenerasi.
2. Mahasiswa dapat melakukan preparasi pengamatan regenerasi.
3. Mahasiswa dapat mengerjakan proses pemotongan caudal ikan cupang.
4. Mahasiswa dapat mengamati proses regenerasi pada caudal ikan cupang.
5. Mahasiswa dapat menganalisis data hasil pengamatan regenerasi caudal ikan cupang.

b. Sasaran

1. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam mengenali dan menggunakan alat dan bahan pada pengamatan regenerasi.
2. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam melakukan preparasi pengamatan regenerasi.
3. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam melakukan pemotongan caudal ikan cupang.
4. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam mengamati proses regenerasi pada ikan cupang.
5. Mahasiswa memiliki keterampilan dalam menganalisis data hasil pengamatan regenerasi caudal ikan cupang.

II. WAKTU BELAJAR

Untuk dapat melaksanakan dan menilai pengamatan regenerasi dengan baik dan benar, diperlukan waktu belajar sekitar 170 menit.

III. BAHAN BELAJAR DI RUMAH

REGENERASI

Kemampuan untuk meregenerasi struktur yang hilang terdapat pada hampir semua makhluk, paling tidak dalam suatu derajat tertentu. Kemampuan regenerasi yang sang jelas dijumpai pada spons, coelenterata, cacing bahkan banyak di antaranya yang mampu membentuk organisme baru yang dari fragmen-fragmen tubuhnya saja. Pada vertebrata kemampuan meregenerasi struktur-struktur utama tubuhnya terbatas pada urodela yang dapat mengganti anggota badan atau ekor, mata, insang yang hilang, dan juga beberapa *Lacertelia* yang dapat meregenerasi bagian ekor yang hilang, seperti halnya kecebong.

Vertebrata yang lebih tinggi tingkatannya sama sekali tidak terdapat kemampuan meregenerasi anggota badannya (Sunder, 1970 intim: Adnan,1987). Regenerasi hanya terjadi secara fisiologi seperti sel-sel darah, kulit dan turunan-turunan integumen yang berlangsung selama hidupnya.

Regenerasi merupakan suatu proses yang terjadi atas beberapa tahap (Browder 1987 dalam Adnan, 2016) yaitu:

- a. Penyembuhan luka
- b. Perombakan jaringan (*histolisis*)
- c. Pembentukan blastera
- d. Morfologi dan rideferensiasi

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi regenerasi, antara lain:

- a. Temperatur
- b. Makanan
- c. Sistem saraf

Menurut Morgan dalam Browder (1984) memperkenalkan mekanisme primer dalam pembentukan kembali bagian tubuh yang lepas. Hal yang pertama yaitu regenerasi morfalaksis yaitu tahapan perbaikan yang merorganisasi bagian tubuh yang lepas. Oleh karena itu, pada jenis regenerasi adanya organ yang hilang diganti oleh jaringan lama yang tersisa. Kedua epimorfosis yaitu proses

rekonstruksi bagian yang lepas melalui proliferasi dan diferensiasi jaringan pada permukaan tubuh yang luka. Tetapi, regenerasi dapat juga penimbunan sel yang tampak belum terferesiasi pada tubuh yang lepas dan sering disebut blastemal yang akan berproliferasi dan secara progresif dapat membentuk bagian yang hilang.

IV. PRA TEST

1. Jelaskan bagaimana proses regenerasi ekor ikan sehingga dapat tumbuh kembali setelah dipotong!
2. Berapa lamakah ekor ikan akan mencapai ukuran dan bentuk seperti semula?
3. Proses manakah yang terjadi lebih awal, pertumbuhan ataukah diferensiasi bagian yang baru terbentuk? Serta penjelasan anda dengan bukti!

V. TUGAS DI LABORATORIUM

A. Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Cawan petri 1 pasang
- b. Botol plastik 12 buah
- c. Mistar
- d. Silet
- e. Proset

2. Bahan

- a. Ikan cupang jenis yang sama 12 ekor
- b. Kertas grafik
- c. *Hydrilla*
- d. Air kolam
- e. Pakan ikan

B. Cara Kerja

1. Ambil ikan dari botol plastik dan letakkan pada cawan petri.
2. Letakkan di atas kertas grafik.
3. Ukur panjang ekor ikan (dari pangkal ekor sampai ujung) kemudian lakukan pemotongan yaitu 3 ekor potong secara tegak lurus atau vertikal. 3 ekor dipotong secara miring yang

dilakukan tepat pada pertengahan ekor ikan, 3 ekor dipotong segitiga, dan 3 ekor ikan tanpa dipotong sebut kontrol.

4. Masukkan ikan tersebut ke dalam botol plastik masing-masing 1 ekor diisi air beserta *hydrilla* dan pakan ikan, kemudian beri label untuk setiap perlakuan.
5. Amati setiap hari terhadap proses regenerasi dan ekor yang dipotong, kemudian ukurlah pertambahan panjang dari ekor ikan setiap minggu sampai akhir pengamatan dan tuliskan pada tabel pengamatan.

IV. TABEL HASIL KEGIATAN

Tabel 6. Hasil Kegiatan

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
Preparasi regenerasi ikan cupang	Dokumentasi alat dan bahan	Mengenali alat dan bahan yang digunakan dalam regenerasi ikan cupang serta fungsinya (alat dan bahan difoto dengan baik)	
Pemotongan caudal ikan cupang	Dokumentasi pemotongan ikan cupang	Mampu melakukan pemotongan caudal ikan cupang dengan baik 1. Mampu meletakkan ikan cupang ke dalam cawan petri dengan baik. 2. Mampu melakukan pengukuran caudal ikan cupang dengan	

Parameter	Dokumentasi	Indikator	Skor
		<p>benar.</p> <p>3. Mampu melakukan pemotongan caudal ikan cupang dengan benar.</p>	
Pemeliharaan dan pengamatan caudal ikan cupang	Dokumentasi pemeliharaan dan pengamatan caudal ikan cupang	<p>Mampu memelihara dan mengamati pertumbuhan caudal ikan cupang dengan benar.</p> <p>1. Melakukan pemeliharaan ikan cupang dengan benar.</p> <p>2. Melakukan pengamatan dan pengukuran pertumbuhan caudal ikan cupang dengan benar.</p>	
Rata-rata			

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan. 1992. Pengaruh Mangostin terhadap Fungsi Reproduksi Mencit (*Mus musculus*) ICR Betina. Tesis Pasca Sarjana. IB. Bandung.
- Adnan., Arfin, A.N., Suryani, A.I. 2016. Perkembangan Hewan. Makassar.
- Affandi, R., D.S. Sjafei, M.F Rahardjo, Sulistiono. 2005. Fisiologi ikan: Pencernaan dan penyerapan makanan. Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. FPIK, IPB, Bogor.
- Agustina E., Mahdi N., Herdanawati. 2013. Perkembangan Metamorphosis Lalat Buah (*Drosophilla Melanogaster*) pada Media Biakan Alami Sebagai Referensi Pembelajaran pada Mata Kuliah Perkembangan Hewan. *Jurnal Biotik*, 1 (1).
- Alton. B., Whitney C.H., William G.H. Chris L. Kapicka. Linda.L., Ann.H.M., William D.R., Marion B.S., Dinah.Z.K. 2008. United States of America: Glencoe.
- Annur. 2016. "*Embriogenesis ikan cupang (Betta splendens)*". J. Agrisains 17 (3) : 137 - 140. Palu: Fakultas Peternakan dan Perikanan. Universitas Tadulako.
- Bai, B; Chen, S; Zhang, Q; Jiang, Q And Li, H 2016. Abnormal Epigenetic Regulation Of The Gene Expression Levels Of Wnt2b And Wnt7b: Implications For Neural Tube Defects. *Molecular Medicine Reports* 13: 99-106, 2016
- Bellairs, R. dan M. Osmond. 2005. *The Atlas of Chick Development*. London: Elsevier.
- Browder, L.W. 1984. *Developmental biology, 2 th ed*, W.B. London: Saunders.
- Duarte, S. C., Vasconcellos, B. F.,Vidal, Júnior, M. V., Ferreira, A. V., Mattos, D.C., Branco, A. T., 2012. Ontogeny and embryonic description of *Betta splendens*, Perciformes (Regan, 1910). *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, Salvador, 13 (3): 880-893.
- Fitriani, Husmimi, Dian M., dan Muslim A. 2021. Histologis Perkembangan Embrio Ayam Pada Masa Inkubasi Satu Sampai Tujuh Hari. *Jurnal Agripet*. 21 (1).

[Http://analisisduniakesehatan.blogspot.com/2011/11/pemeriksaan-sperma.html](http://analisisduniakesehatan.blogspot.com/2011/11/pemeriksaan-sperma.html)

[https://www.academia.edu/28063409/Gambar diatas adalah simbol simbol yang umumnya ada di laboratorium](https://www.academia.edu/28063409/Gambar_diatas_adalah_simbol_simbol_yang_umumnya_ada_di_laboratorium), diakses 03/10/22.

<https://www.scribd.com/document/434558279/Laboratorium-Alat-Dan-Symbol-Keselamatan-Kerja-Kimia-Edit>, diakses 3/10/22.

Huettner, A. F. 1957. *Fundamental of Comparative Embryology of the Vertebrates*. The Masmillah Company: New York.

Johnson, M. And Everiit, B. 1988. *Essential Reproduction*. Oxford London: Black Well Scientific Publ.

Kusumaningrum, E., Rahayu, I.D., Puryatni, A., 2015. Efek supresi curcumin pada organogenesis dan morfogenesis embrio ayam umur 48 jam. *Majalah Kesehatan FKUB*. 2(4): 186-195.

Majumdar, N.M. 1985. *Textbook of vertebrates Embryology*. New Delhi: Mc. Graw Hill Publ. Co.

Mustaqim. 2019. Pengaruh suhu terhadap perkembangan embrio ikan cupang. *Jurnal Ilmu*. Banda Aceh: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Syiah Kuala.

Neisheim, Mc., Austic, R.E., dan Card, L.E., 1997. *Poultry Production* Lea and Febinger. Philadelphia.

Rolo, A; Galea, G.L; Savery. D; Greene,N.D.E and Copp, A.J. 2019. Novel mouse model of encephalocele: post-neurulation origin and relationship to open neural tube defects. *Journal List. Dis Model Mech* . v.12(11); 2019 Nov 1.

Rosana, D., 2013. *Keselamatan dan Kesehatan Kerja di Laboratorium IPA*. Disampaikan dalam Pelatihan Laboratorium IPA Direktorat PSMP.

Safitri D., Bachtat S., 2017. Pengaruh Penambahan Ragi Pada Media Terhadap Perkembang Biakan *Drosophila Melanogaster*. *Jurnal Biology Science & Education*. 6 (1).

Sapura S. 2010. Identifikasi Jenis Lalat Buah (*Drosophilla sp.*) di Pasar Buah Lamnyong Sebagai Media Pengamatan Genetika. *Skripsi Fakultas Tarbiyah: IAIN Ar-Raniry*.

Sipriyadi, Fitria Lestari, Agus Sundaryono, dan Aceng Ruyani. 2013. Uji Teratogenisitas Ekstrak Kulit Batang Karas (*Aquilaria*

malacensis) Pada Fetus Mencit (*Mus musculus*). Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung, 2013.

Smith, T. (2004). Avian Embryo. Mississippi State University. Hal : 4-10.

Yatim, W. 1988. Reproduksi dan Embriologi. Bandung: Tarsito.

PROFIL PENULIS



Dr. Adnan, M.S., Lahir di Pattiro Bajo Kec. Sibulue Kabupaten Bone pada tanggal 1 Februari 1965. Menyelesaikan pendidikan S-1 tahun 1987 di Jurusan Biologi IKIP Ujung Pandang. Tahun 1989-1990 mengikuti pendidikan Pra S-2 di Jurusan Biologi ITB Bandung. Tahun 1992, menyelesaikan pendidikan Magister Biologi di ITB Bandung. Tahun 2014, menyelesaikan pendidikan Doktor di Universitas Negeri Makassar, Ilmu Pendidikan, konsentrasi Pendidikan Biologi. Pada tahun 1985/1986, menjadi Ketua Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA IKIP Ujung Pandang. Pada tahun 1988, terangkat sebagai dosen di Jurusan Biologi FMIPA IKIP Ujung Pandang dan mengasuh mata kuliah Reproduksi dan Embriologi, Struktur Hewan, Biologi Sel, Morfogenesis Hewan, Fisiologi Hewan dan Mikroteknik. Konsultan *Science Education Quality Improvement Project* (SEQIP) kerja sama pemerintah Indonesia-Jerman tahun 2000-2006. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi tahun 2003-2011. Kepala Laboratorium Kebun Percobaan Biologi FMIPA UNM Tahun 2015 sampai sekarang. Aktif menulis beberapa buku, antara lain Biologi Sel (2015), Penerbit Alauddin University Press; Biologi sel ultrastruktur dan fungsi sel (2016), Penerbit Alauddin University Press, dan Inkuiri terbimbing untuk struktur hewan (2016), penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM. Menjadi Tim penulis pada buku Model Pelatihan Mitigasi Bencana (2020) penerbit Global Research and Consulting Institute; Reproduksi dan pertumbuhan ikan bertulang belakang (2022) penerbit Nas Media Pustaka. Menjadi editor pada buku Genetika arif memahami kehidupan (2018) penerbit UNM dan Mengenal sistem pencernaan, pernapasan dan ekskresi berbantuan kartu kwartet (2022) penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM. Selain itu juga menulis pada beberapa jurnal antara lain: *Scientific literacy skills of students: Problem of biology teaching in junior high school in South Sulawesi, Indonesia* pada *International Journal of Instruction* (2021);

Beyond effective teaching: Enhancing students' metacognitive skill through guided inquiry pada *Journal of Physics: Conference Series* (2018), dan *The development of an enzyme catalase kit for engineering students at technical-vocational schools* pada *Global Journal of Engineering Education* (2017); *The Improving of Junior High School Student in Learning Motivation Through Implementation Constructivistic Biology Learning Model Based on Information and Communication Technology* pada *Journal of Education and Practice* (2014) dan *Enhance Cognitive Learning of Junior High School Students Through the Implementation of Constructivist Models of Learning Biology-Based ICT* pada *International Journal of Academic Research* (2014).

SINOPSIS

Buku ini berisi enam bagian yaitu pertama, keselamatan kerja, kedua, reproduksi dan perkembangan embrio mencit, ketiga, perkembangan embrio pada ikan, keempat perkembangan embrio ayam, kelima, metamorfosis, dan keenam, regenerasi. Pada setiap bagian, buku ini dilengkapi dengan tujuan, teori, petunjuk, ruang hasil pengamatan, latihan dan tabel penilaian yang akan memudahkan pembaca memahami konsep yang dipelajari. Kegiatan di dalam buku ini menuntut keterampilan dan sikap-sikap ilmiah yang dilatihkan secara bertahap sesuai dengan karakteristik materi yang dipelajari.

Profil Penulis



Dr. Adnan, MS, Lahir di Pattiro Bajo Kec. Sibulue Kabupaten Bone pada tanggal 1 Februari 1965. Menyelesaikan pendidikan S-1 tahun 1987 di Jurusan Biologi IKIP Ujung Pandang. Tahun 1989-1990 mengikuti pendidikan Pra S-2 di Jurusan Biologi ITB. Tahun 1992, menyelesaikan pendidikan Magister Biologi di ITB Bandung. Tahun 2014, menyelesaikan pendidikan Doktor di Universitas Negeri Makassar, Ilmu Pendidikan, konsentrasi Pendidikan Biologi. Pada tahun 1985/1986, menjadi Ketua Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA IKIP Ujung Pandang. Pada tahun 1988, terangkat sebagai dosen di Jurusan Biologi FMIPA IKIP Ujung Pandang dan mengasuh matakuliah Reproduksi dan Embriologi, Struktur Hewan, Biologi Sel, Morfogenesis Hewan, Fisiologi Hewan dan Mikroteknik. Konsultan Science Education Quality Improvement Project (SEQIP) kerjasama Pemerintah Indonesia-Jerman tahun 2000-2006. Ketua Program Studi Pendidikan Biologi tahun 2003-2011. Kepala Laboratorium Kebun Percobaan Biologi tahun 2015 sampai sekarang. Aktif menulis beberapa buku, antara lain Biologi sel (2015), penerbit Alauddin University Press; Biologi Sel ultrastruktur dan fungsi sel (2016) penerbit Alauddin University Press, dan Inkuiri terbimbing struktur hewan (2016) penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM. Menjadi Tim penulis pada buku Model Pelatihan Mitigasi Bencana (2020) penerbit Global Research and Consulting Institute; Reproduksi dan pertumbuhan ikan bertulang belakang (2022) penerbit Nas Media Pustaka. Menjadi editor pada buku Genetika Arif memahami kehidupan (2018) penerbit UNM dan Mengenal sistem pencernaan, pernapasan dan ekskresi berbantuan kartu kwartet (2022) penerbit Jurusan Biologi FMIPA UNM. Selain itu juga menulis pada beberapa jurnal antara lain: *Scientific literacy skills of students; Problem of biology teaching in junior high school in South Sulawesi, Indonesia pada International Journal of Instruction (2021); Beyond effective teaching: Enhancing students metacognitive skill through guided inquiry pada Journal of Physics; Conference Series (2018), dan The development of an enzyme catalase kit for engineering students at technical-vocational schools pada Global Journal of Engineering Education (2017); The Improving of Junior High School Student in Learning Motivation Through Implementation Constructivistic Biology Learning Model Based on Information and Communication Technology pada Journal of Education and Practice (2014) dan Enhance Cognitive Learning of Junior High School Students Through the Implementation of Constructivist Models of Learning Biology-Based ICT pada International Journal of Academic Research (2014).*

Sinopsis

Buku ini berisi enam bagian yaitu pertama, Keselamatan kerja, Kedua, Reproduksi dan Perkembangan Embrio Mencit, Ketiga, Perkembangan Embrio pada Ikan, Keempat, Perkembangan Embrio Ayam Kelima Metamorfosis, dan Keenam Regenerasi. Pada setiap bagian, buku ini dilengkapi dengan tujuan, teori, petunjuk, ruang hasil pengamatan, latihan dan tabel penilaian yang akan memudahkan pembaca memahami konsep yang dipelajari. Kegiatan di dalam buku ini menuntut keterampilan dan sikap-sikap ilmiah yang dilatihkan secara bertahap sesuai dengan karakteristik materi yang dipelajari



Penerbit P4I

ISBN 978-623-5490-82-3



9 786235 490823