

**SUMBER BELAJAR PENUNJANG PLPG 2016**

**MATA PELAJARAN/PAKET KEAHLIAN**

**BIOLOGI**

**BAB IX**

**EMBRIOGENESIS DAN ORGANOGENESIS**



**Dra. Ely Rudyatmi, M.Si**

**Dra. Endah Peniati, M.Si**

**Dr. Ning Setiati, M.S**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**

**2016**

## **BAB IX**

### **EMBRIOGENESIS DAN ORGANOGENESIS**

#### **a. Kompetensi Inti Guru (KI)**

20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu

#### **b. Kompetensi Guru Mata pelajaran (KD)**

20.8. Memahami lingkup dan kedalaman biologi sekolah

#### **c. Uraian Materi**

##### **EMBRIOGENESIS**

Selanjutnya, zigot membelah secara mitosis sampai pada bentuk terakhir saat embrio terdiri atas 32 sel dan disebut *morula*. Morula ini kemudian menyerap cairan yang dikeluarkan oleh tuba fallopii, dan segera membentuk rongga blastosel dan disebut *blastosit*. Lapisan terluar blastosit disebut *trofoblas*. Blastosit ini bergerak menuju uterus untuk mengadakan implantasi (perlekatan dengan dinding uterus). Selama proses ini, korpus luteum membentuk hormone progesteron untuk mengadakan persiapan implantasi dengan merangsang pertumbuhan dinding uterus. Dinding uterus menjadi tebal, lunak, dan lembut, serta mengeluarkan sekret seperti air susu (uterin milk) sebagai makanan embrio. Selanjutnya, dinding rahim atau endometrium akan membuat hormone progesteron sehingga mencegah terjadinya menstruasi. Setelah menjadi blastosit, zigot berkembang menjadi trofoblas, kemudian embrio dan akhirnya menjadi janin. Janin ini mendapat makanan dari tubuh induknya dengan perantaraan plasenta (ari-ari atau tembuni). Selaput pembungkus embrio terdiri atas amnion, korion, saku vitelinus dan alantois.

## ORGANOGENESIS

tahapan selanjutnya adalah organogenesis, berikut ini adalah tahapan organogenesis:

### 1. Histogenesis

Tahap awal dari Organogenesis adalah Histogenesis. Histogenesis adalah suatu proses diferensiasi dari sel yang semula belum mempunyai fungsi menjadi sel yang mempunyai fungsi khusus. Dengan kata lain, histogenesis adalah differensiasi kelompok sel menjadi jaringan, organ, atau organ tambahan.

Setiap jaringan mengandung sekelompok sel yang sama. Sel jaringan ini sudah merupakan sel khusus, kecuali sel epitel dan jaringan ikat dipertimbangkan sebagai sel kurang khusus jika dibandingkan dengan sel saraf atau otot. Bentuk umum dan struktur dari sel dimodifikasi selama perkembangan sehingga setiap jaringan mengandung sel dengan fungsi khusus. Ketiga lapisan benih akan mengalami spesialisasi selama periode ini dan karena itu, setiap lapis benih menghasilkan sel yang fungsional pada jaringan tempatnya berbeda. (Puja *et.al.* 2010)

### 2. Organogenesis (Morfogenesis)

Organogenesis adalah proses pembentukan organ tubuh atau alat tubuh, mulai dari bentuk primitif (embrio) hingga menjadi bentuk definitif (fetus). Fetus memiliki bentuk yang spesifik bagi setiap famili hewan. Artinya tiap bentuk fetus hewan memiliki ciri khas tersendiri yang mencerminkan spesiesnya.

Organogenesis dimulai akhir minggu ke 3 dan berakhir pada akhir minggu ke 8. Dengan berakhirnya organogenesis maka ciri-ciri eksternal dan system organ utama sudah terbentuk yang selanjutnya embryo disebut fetus.

Organogenesis memiliki dua periode atau tahapan yaitu :

#### a) Periode pertumbuhan antara

Pada periode ini terjadi transformasi dan diferensiasi bagian – bagian tubuh embrio sehingga menjadi bentuk yang definitif, yang khas bagi suatu spesies.

#### b) Periode Pertumbuhan akhir

Periode pertumbuhan akhir adalah periode penyelesaian bentuk definitif menjadi suatu bentuk individu (pertumbuhan jenis kelamin, roman / wajah yang khas bagi suatu

individu). Namun pada aves, reptil dan mamalia batas antara periode antara dan akhir tidak jelas.

Sedangkan, organ yang dibentuk ini berasal dari masing-masing lapisan dinding tubuh embrio pada fase gastrula. Contohnya :

- Lapisan Ektoderm akan berdiferensiasi menjadi cor (jantung), otak (sistem saraf), integument (kulit), rambut dan alat indera.
- Lapisan Mesoderm akan berdiferensiasi menjadi otot, rangka (tulang/osteon), alat reproduksi (testis dan ovarium), alat peredaran darah dan alat ekskresi seperti ren.
- Lapisan Endoderm akan berdiferensiasi menjadi alat pencernaan, kelenjar pencernaan, dan alat respirasi seperti pulmo. Imbas embrionik yaitu pengaruh dua lapisan dinding tubuh embrio dalam pembentukan satu organ tubuh pada makhluk hidup. Contohnya : Lapisan mesoderm dengan lapisan ektoderm yang keduanya mempengaruhi dalam pembentukan kelopak mata.

Berikut ini adalah gambar tahapan organogenesis:)

Carnegie-Stage ▶	11			12			13				
	Age in days ▶ 29			30			31				
Size in mm ▶	2.5–4.5			3–5			4–6				
	Description ▶			Description ▶			Description ▶				
			Closure of the rostral neuropore Nasal placode Ophthalmic vesicle 12–20 somites			Closure of the caudal neuropore Third pharyngeal arch Buds of the upper extremities Cervical sinus 21–29 somites			Buds of the lower extremities Lens placode Fourth pharyngeal arch More than 30 somites		
Carnegie-Stage ▶	14			15			16				
	Age in days ▶ 33			34			35				
Size in mm ▶	5–7			7–9			8–11				
	Description ▶			Description ▶			Description ▶				
			Augmented cephalo-cervical flexure Cerebellar primordium Visible ocular primordium Sixth pharyngeal arch			Auditory primordium Hand plate			Pigmentation of the eye Genesis of the foot plate Physiologic umbilical hernia		
Carnegie-Stage ▶	17			18			19				
	Age in days ▶ 41			42			43				
Size in mm ▶	11–14			13–17			16–18				
	Description ▶			Description ▶			Description ▶				
			External acoustic meatus Formation of the interdigital zones Atrophy of the embryonic tail			The eyelids arise Toe primordium Nasal primordium Gonadal gender can be determined in male embryos			Lengthening and straightening of the trunk External acoustic meatus Rupture of the cloacal membrane		

Carnegie-Stage ▶	20	21	22
Age in days ▶	48   49   50	51   52	53   54
Size in mm ▶	18–22	22–24	23–28
Description ▶	Separated fingers Gonadal gender determinable in female embryos	Subcutaneous vessel network of the head spreads out Hands and feet come closer and touch each other	Development of the eyelids and the external ear canal Tragus and auricle Nasal septum Secondary palate

Carnegie-Stage ▶	23
Age in days ▶	55   56
Size in mm ▶	27–31
Description ▶	The head makes 50% of the embryo's size Chin Nasal pit Development of the external genital primordium

<http://www.embryology.ch/carnegie/carnegieen.html?number=18>

### 3. Transformasi Dan Differensiasi

Pada akhir dari proses gastrulasi, lapisan benih telah berdiferensiasi, tetapi belum dapat berfungsi. Sel masih tidak berfungsi sampai pada proses diferensiasi khusus yang disebut *histological differentiation* atau *cytodifferentiation*. Hasil dari proses diferensiasi khusus ini adalah terbentuknya protein baru dalam sel. Protein khusus ini memungkinkan sel tertentu mampu berfungsi untuk hanya satu fungsi.

Transformasi dan diferensiasi bagian-bagian embrio bentuk primitif berupa :

- Ekstensi dan pertumbuhan bambung-bambung yang terbentuk pada tubulasi.
- Evaginasi dan invaginasi daerah tertentu setiap bambung.
- Pertumbuhan yang tak merata pada berbagai daerah bambung.
- Perpindahan dari sel-sel dari setiap bambung ke bambung lain atau ke rongga antara bambung-bambung.
- Pertumbuhan alat yang terdiri dari berbagai macam jaringan, yang berasal dari berbagai bambung.

- f. Pengorganisasian alat-alat menjadi sistem : sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem urogenitalia, dan seterusnya.
- g. Penyelesaian bentuk luar (morfologi, roman) embrio secara terperinci, halus dan individual.

#### 4. Proses morfogenesis

Bentuk dari organisme tergantung dari dua faktor, yaitu bentuk sel dan posisi relative dari sel tersebut. Jadi, morfogenesis terjadi pada beberapa tingkat, yaitu pada tingkat organisme, organ tubuh, jaringan organ, dan tingkat seluler. Karena itu, morfogenesis terjadi tidak hanya pada pembentukan organisme, tetapi juga pada pembentukan sel. Dengan kata lain, morfogenesis merupakan proses yang menyangkut perubahan pada tingkat sel dan supra seluler.

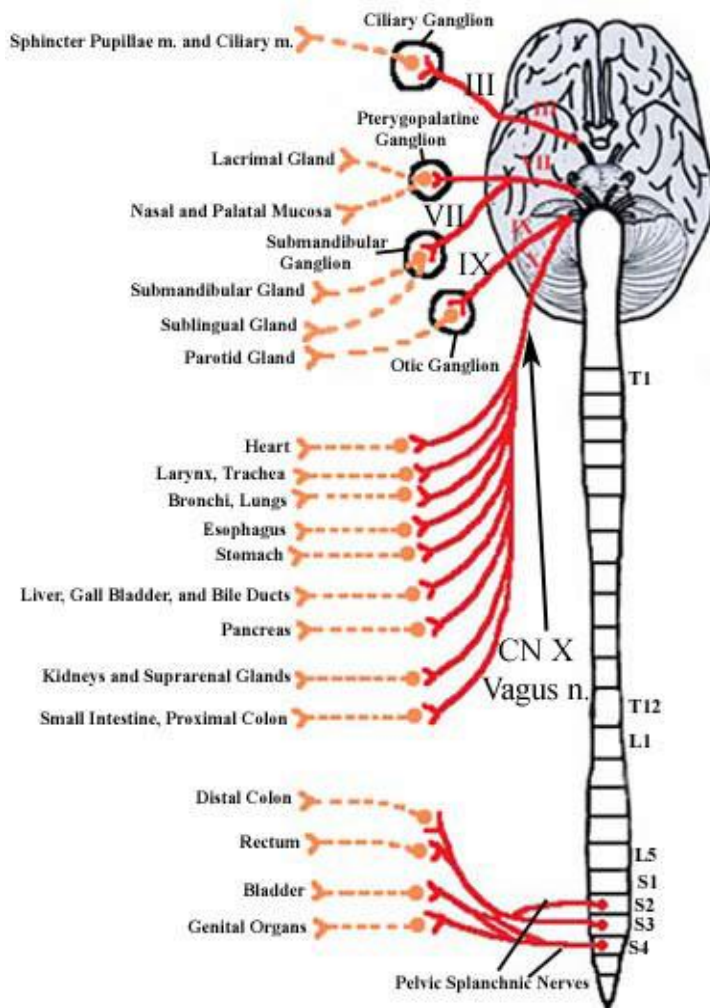
#### 5. Lapisan Benih Ektoderm

Lapis benih ektoderm menghasilkan atau menumbuhkan bagian epidermal, neural tube, dan sel neural crest.

- a. Epidermal ectoderm akan menumbuhkan organ antara lain : ( 1 ) lapisan epidermis kulit, dengan derivatnya yang seperti sisik, bulu, kuku, tanduk, cula, taji, kelenjar minyak bulu, kelenjar peluh, kelenjar ludah, kelenjar lendir, dan kelenjar mata., ( 2 ) organ perasa seperti lensa mata, alat telinga dalam, indra pembau, dan indra peraba, dan ( 3 ) epithelium dari rongga mulut ( stomodium), rongga hidung, sinus paranasalis, kelenjar ludah, dan kelenjar analis (proctodeum ).
- b. Neural tube akan menumbuhkan organ antara lain : otak, spinal cord, saraf feriper, ganglia, retina mata, beberapa reseptor pada kulit, reseptor pendengaran, dan perasa, neurohipofisis.
- c. Neural crest akan menumbuhkan organ antara lain : neuron sensoris, neuron cholinergik, sistem saraf parasimpapetik, neuron adrenergic, sel swann dan ginjal, sel medulla adrenal, sel para folikuler kelenjar tyroid, sel pigmen tubuh, tulang dan yang lainnya.

Sistem saraf terdiri atas sistem sistem saraf pusat (SSP) dan sistem saraf tepi (perifer), yaitu system saraf kranial, spinal, dan autonom. SSP berasal dari bumbung neural yang dihasilkan oleh proses neurulasi. Bumbung neural beserta salurannya (neurosoel)

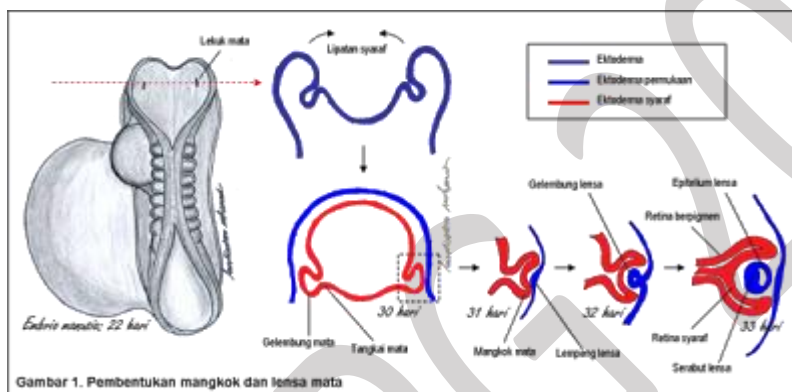
berdiferensiasi menjadi otak dan medulla spinalis (sumsum tulang belakang: STB) Saluran di dalam otak terdiri atas 4 ventrikel dan di dalam STB sebuah kanalis sentralis.



Otak embrio mula-mula terdiri atas 3 wilayah: 1) prosensefalon, 2) mesensefalon, 3) rombensefalon. Kemudian, otak berkembang menjadi 5 wilayah yaitu prosensefalon berkembang menjadi (1) telensefalon (bakal serebrum) dan (2) diensefalon. Adapun mesensefalon tetap sebagai mesensefalon (3) Sementara itu, rombensefalon berkembang menjadi (4) metensefalon (bakal serebelum) dan (5) mielensefalon (bakal PonsVarolii dan medula oblongata atau batang otak). Saluran di dalam telensefalon (telosoel) lateral kiri dan kanan ialah ventrikel I dan ventrikel II. Ventrikel III adalah telosoel median dan diosoel. Ventrikel IV ialah metasoel dan mieloel. Mesosoel tidak membentuk ventrikel, dan disebut duktus Sylvius. Dinding SSP awalnya ialah neuroepitelium yang merupakan sumber sel-sel saraf dan neuroglia. Kemudian, neuroepitelium pada batang otak dan STB akan terdiri atas lapisan endoderm/ventricular (yang membatasi lumen), mantel (materi kelabu), dan

marginal (materi putih) Materi kelabu (mengandung banyak sel saraf dan neuroglia) dan materi putih (berisi banyak akson bermielin) pada otak anterior dari batang otak, letak kedua materi itu kebalikan dari kedudukannya di dalam STB

Hipofisis dibentuk dari 2 komponen, yaitu kantung Rathke (dari stomodeum) dan infundibulum (dari diensefalon), masing-masing menjadi lobus anterior dan lobus posterior dari hipofisis. Lobus intermedia terletak pada perbatasan kantung Rathke bagian posterior dengan infundibulum. Tiap lobus menghasilkan hormon yang berbeda. Pembentukan organ indera ditandai dengan adanya penebalan (plakoda) pada ektoderm yang berhadapan dengan otak. Plakoda nasal (olfaktorius), plakoda optik, dan plakoda otik (auditorius) masing-masing berhadapan dengan telensefalon, diensefalon, dan mielsefalon. Selain berasal dari plakoda optik (bakal lensa), mata berasal juga dari bagian diensefalon, yaitu



Gambar 1. Pembentukan mangkok dan lensa mata

vesikula optik (bakal retina) Bakal telinga yang mulai dibentuk adalah bakal telinga dalam yang berasal dari plakoda otik, baru kemudian bakal telinga tengah, dan terakhir bakal telinga luar

Pembentukan Alat Optik telinga atau pina).

## 6. Lapisan Benih Mesoderm

Lapisan benih mesoderm akan menumbuhkan notochord, epimer, mesomer dan hypomer. Notochord umumnya berkembang dengan baik pada amphioxus, sedangkan pada vertebrata menumbuhkan sumsum tulang belakang. Epimer akan berkembang menjadi dermatome (dermis kulit), sklerotome (sumsum tulang), dan myotom (otot kerangka). Mesomer akan berkembang menjadi organ pengeluaran seperti ginjal dan urethra, ovarium dan testis serta saluran genital dan korteks adrenalis. Hypomere akan berkembang menjadi somatopleura (peritoneum), splanchnopleura (mesentrium, jantung, sel darah, sum – sum tulang, pembuluh darah) dan coeclon (rongga tubuh).

### a. Epimere



Bagian sclerotome memisahkan diri dari somit berupa sekelompok sel mesenkim, pindah ke median mengelilingi notochord dan ke dorsal mengelilingi bumbung neural. Kelompok sel mesenkim ini membentuk vertebrae yang menyelaputi notochord dan bumbung neural.

Somit kemudian kembali menyusun diri menjadi bumbung yang terdiri dari 2 bagian :

1. Dermatome, sebelah luar
2. Myotome, sebelah dalam

Rongganya disebut myocoel sekunder. Dermatome menghasilkan mesenkim yang akan berpindah ke bawah epidermis membentuk lapisan dermis.

#### b. Mesomere

Dibedakan atas 2 daerah :

1. Genital ridge
2. Nephrotome

Genital ridge mengandung sel-sel untuk membina gonad. Nephrotome tumbuh menjadi ginjal dan saluran-salurannya.

#### c. Hypomere

Somatic mesoderm dan splanchnic mesoderm akan menumbuhkan :

1. Kantung insang (branchial pouches) di daerah pharynx foregut. Kantung-kantung insang itu berpasangan, dibina oleh endoderm sebelah dalam, ectoderm sebelah luar, dan mesoderm di tengah.
2. Selaput rongga tubuh dan alat dalam : pericardium, pleura, peritonium, mesenterium.  
Semua selaput ini terdiri dari sel sel epitel gepeng disebut mesothelium, serta jaringan pengikat.

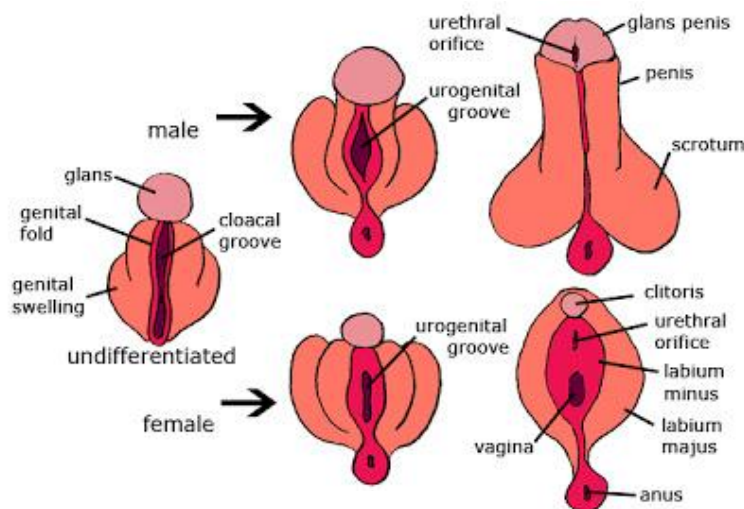
Splanchnic mesoderm sendiri di daerah jantung membina epimyocardium, serta mesocardium yang merupakan selaput penggantung jantung. Somatic mesoderm sendiri menumbuhkan lapisan dermis kulit di daerah lateral dan ventral embrio. (Yatim *et al.* 1984)

Turunan mesoderm dibagi menjadi 5 daerah:

- a) Kordameseoderm : Membentuk notochord (sumbu tubuh)

- b) Mesoderm Dorsal ( Paraksial ) : Membentuk jaringan ikat tubuh, tulang otot, tulang rawan, dan dermis.
- c) Mesoderm Intermediet : Membentuk system urogenital
- d) Mesoderm Lateral : Membentuk system sirkulasi, permukaan rongga tubuh, dan komponen anggota tubuh.
- e) Mesoderm Kepala : Membentuk otot pada wajah/muka.

d. Organogenesis Urogenital



Perkembangan Urogenital

Organ-organ turunan mesoderm, di antaranya ialah ginjal dan gonad beserta saluran-salurannya, jantung dan pembuluh darah, anggota badan, dan vertebra. Terdapat tiga macam ginjal, berdasarkan kesempurnaan perkembangannya yaitu pronefros, mesonefros, dan

metanefros. Kepemilikan jenis-jenis ginjal ini sejalan dengan derajat tingginya hewan. Selama perkembangan embrio suatu hewan, ginjal yang lebih primitif dari ginjal definitifnya selalu atau pernah dimilikinya meskipun hanya sebentar dan mungkin tidak berfungsi, melainkan akan berdegenerasi dan bersamaan dengan itu ginjal yang lebih maju terbentuk posterior dari yang pertama. Komponen ginjal ialah jaringan nefrogenik yang berasal dari mesoderm intermedier yang perkembangannya diinduksi oleh saluran nefros.

Ginjal yang paling sempurna adalah metanefros, terletak paling posterior. Ginjal ini dibentuk sebagai hasil induksi resiprokal antara tunas metanefros (tunas ureter) dengan jaringan metanefrogenik yang menghasilkan unit-unit nefron. Tunas metanefros awalnya merupakan cabang dari saluran mesonefros, tetapi kemudian memisahkan diri. Gonad berasal dari mesoderm splanknik dekat mesonefros (mesoderm intermedier) berupa pematang genital (epitel germinal), yang akan terdiri dari korteks pada bagian luar dan medula di bagian dalam. Terdapat tahap indiferen sebelum terdiferensiasi menjadi testis

atau ovarium. Pada tahap ini terdapat saluran Wolff, bakal vasa deferensia, dan juga saluran Muller, bakal oviduk. Dari epitel germinal dibentuk pita-pita seks primer ke dalam medula.

Pada bakal testis, pita seks berkembang pesat di dalam medula sebagai pita medula (pita testis) yang menjadi terpisah dari epitel germinal, dibatasi oleh tunika albuginea. Pita medula adalah bakal tubulus seminiferus, terdiri atas sel-sel kelamin dan sel Sertoli. Sel-sel medula lainnya menjadi sel Leydig. Korteks tetap tipis, sedangkan medula tebal. Saluran Müller berdegenerasi, sedangkan saluran Wolff menjadi vasa deferensia. (Yohana *et al.* 2007).

#### 7. Lapisan Benih Endoderm

Lapis benih ini akan menumbuhkan beberapa sel seperti, epithelium saluran pencernaan dan derivatnya seperti hati, pancreas, vesika urinaria. Lapis benih juga menumbuhkan sel epitel saluran pernapasan, saluran perkencingan, dan beberapa kelenjar endokrin seperti tyroid dan parathyroid.

Organ-organ turunan endoderm yang utama adalah saluran pencernaan makanan (SPM) dan kelenjar- kelenjarnya, serta paru-paru dan saluran respiratori (pernapasan) Selain itu, beberapa kelenjar endokrin berasal dari endoderm juga. Pembentukan SPM diawali dengan terbentuknya arkenteron, yang pada anamniota dari awal sudah berbentuk rongga yang akan membentuk saluran. Pada amniota, saluran baru terbentuk melalui pelipatan-pelipatan splanknopleura di bagian anterior, posterior, dan lateral. Di bagian tengah saluran, terdapat bagian yang terbuka yaitu pada tangkai yolk yang menghubungkan saluran dengan kantung yolk.

SPM terbagi menjadi wilayah usus depan, usus tengah, dan usus belakang. Usus depan akan menjadi faring, esofagus, lambung, dan duodenum anterior. Usus tengah adalah bakal duodenum posterior dan sebagian dari kolon. Usus belakang ialah bakal kolon dan rektum. Lubang mulut terdapat di ujung anterior usus depan, dari pertemuan ektoderm stomodeum dengan endoderm faring yang kemudian pecah membentuk lubang mulut Ektoderm stomodeum masuk ke dalam rongga mulut. Oleh karena itu, epitel rongga mulut adalah ektoderm. Hal yang sama terjadi di bagian kaudal, epitel rongga anus atau rongga kloaka adalah ektoderm yang berasal dari ektoderm proktodeum.

Faring memperlihatkan banyak derivat yaitu evaginasi laterad berupa kantung faring yang selengkapnya ada 6 pasang. Pada kantung faring bagian distal terdapat bakal tonsil, timus dan paratiroid. Bakal tiroid berupa divertikulum, tampak medioventral dari faring. Kantung faring nomor 2 adalah saluran timpani bagian telinga. Kantung faring bertemu dengan lekukan ektoderm bermesoderm yaitu lekuk/celah faring (viseral), yang dibatasi oleh lengkung faring ke arah anterior dan posterior. Lengkung faring 1 adalah lengkung mandibula, yang kedua ialah lengkung hioid. Celah di antara kedua lengkung itu ialah celah hiomandibula. Lengkung III dan seterusnya adalah lengkung insang. Derivat-derivat SPM lainnya keluar dari medioventral usus depan ialah laringotrakea, hati, pankreas ventral dan pankreas dorsal. Dari pangkal divertikulum hati, dibentuk kantung empedu dengan duktus sistikus. Divertikulum hati bercabang-cabang membentuk pita-pita hati dan duktus hepatikus. Duktus hepatikus bertemu dengan duktus sistikus membentuk saluran empedu (ductus choledochus) yang bermuara di dalam duodenum. Kedua bakal pankreas (ventral dan dorsal) bergabung di bagian dorsal dan berdiferensiasi, sampai terjadi sitodiferensiasi. Saluran pankreas bermuara di dalam duodenum Pankreas berdiferensiasi membentuk bagian eksokrin dan bagian endokrin (pulau Langerhans) Hasil sitodiferensiasi ialah terbentuknya berbagai sel khusus di dalam pulau Langerhans. Masing-masing sel khusus (A, B, dan C) menghasilkan hormon tertentu, misalnya hormon glukagon dan hormon insulin yang masing-masing dihasilkan oleh sel A dan sel B.

Divertikulum laringotrakea tumbuh ventroposteriad dan bercabang dua (bifurkasi) menjadi bronkus ekstrapulmonalis. Ujung percabangan selalu menggelembung yaitu bakal paru-paru. Selanjutnya, percabangan berlangsung beberapa generasi menghasilkan bronkus intrapulmonalis, bronkiolus, sampai ke terminal percabangan yaitu alveolus-alveolus. Semua percabangan intrapulmonalis akan diselaputi oleh mesoderm yang mengisi ruang antarcabang-cabang membentuk paru-paru. Paru-paru terdiri atas 3 lobus sebelah kanan dan 2 lobus sebelah kiri. Paru-paru merupakan organ yang paling akhir berfungsi, yaitu saat lahir/ menetas. Agar alveoli tidak lengket satu sama lain sehingga tidak collapse, dihasilkan senyawa surfaktan oleh sel-sel alveoli, yang mengatur tegangan permukaan.

#### 8. Organogenesis Pada Bambung-Bambung (Tubulasi)

Tubulasi adalah pertumbuhan yang mengiringi pembentukan gastrula atau disebut juga dengan pembungkungan. Daerah-daerah bakal pembentuk alat atau ketiga lapis benih ectoderm, mesoderm dan endoderm, menyusun diri sehingga berupa bumbung, berongga. Yang tidak mengalami pembungkungan yaitu notochord, tetapi masif. Mengiringi proses tubulasi terjadi proses differensiasi setempat pada tiap bumbung ketiga lapis benih, yang pada pertumbuhan berikutnya akan menumbuhkan alat (organ) bentuk definitif.

Ketika tubulasi ectoderm saraf berlangsung, terjadi pula differensiasi awal pada daerah-daerah bumbung itu, bagian depan tubuh menjadi encephalon (otak) dan bagian belakang menjadi medulla spinalis bagi bumbung neural (saraf). Pada bumbung endoderm terjadi differensiasi awal saluran atas bagian depan, tengah dan belakang. Pada bumbung mesoderm terjadi differensiasi awal untuk menumbuhkan otot rangka, bagian dermis kulit dan jaringan pengikat lain, otot visera, rangka dan alat urogenitalia.

e. Bumbung *Epidermis*

Menumbuhkan :

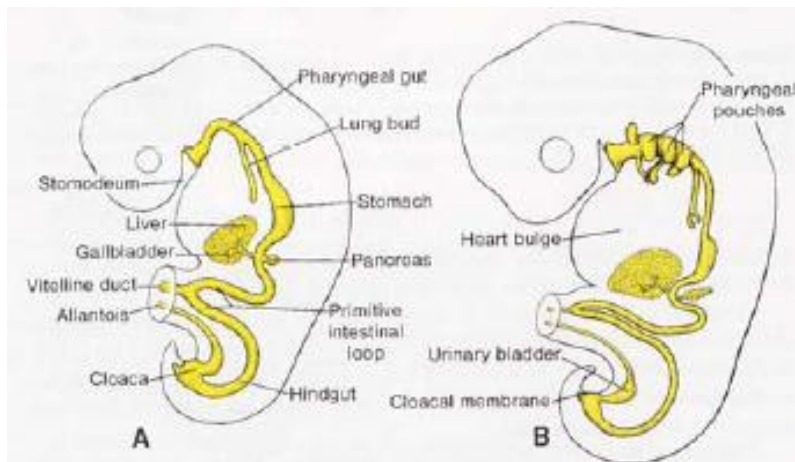
- 1) Lapisan epidermis kulit, dengan derivatnya yang bertekstur (susunan kimia) tanduk : sisik, bulu, kuku, tanduk, cula, taji.
- 2) Kelenjar-kelenjar kulit : kelenjar minyak bulu, kelenjar peluh, kelenjar ludah, kelenjar lendir, dan kelenjar air mata.
- 3) Lensa mata, alat telinga dalam, indra bau dan indra raba.
- 4) Stomodeum menumbuhkan mulut, dengan derivatnya seperti lapisan enamel (email) gigi, kelenjar ludah, dan indra kecap.
- 5) Proctodeum, menumbuhkan dubur bersama kelenjarnya yang menghasilkan bau tajam.

f. Bumbung *Endoderm (metenterom)*

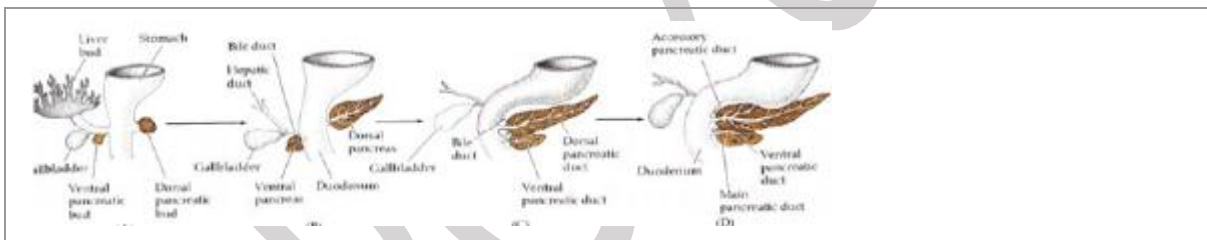
Menumbuhkan :

- 1) Lapisan epitel seluruh saluran pencernaan sejak pharynx sampai rectum.
- 2) Kelenjar-kelenjar pencernaan : hepar, pancreas, serta kelenjar lendir yang mengandung enzim dalam oesophagus, gaster dan intestinum.

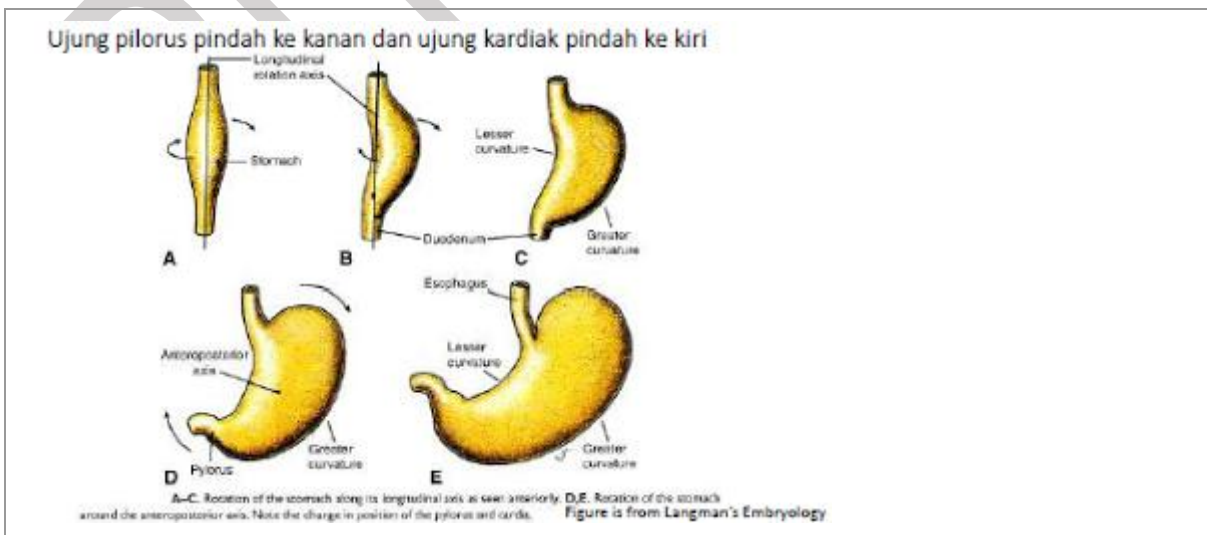
- 3) Lapisan epitel paru atau insang.
- 4) Cloaca yang menjadi muara ketiga saluran : pembuangan (ureter), makanan (rectum), dan kelamin (ductus genitalis).
- 5) Lapisan epitel vagina, uretra, vesica urinaria, dan kelenjar-kelenjarnya.



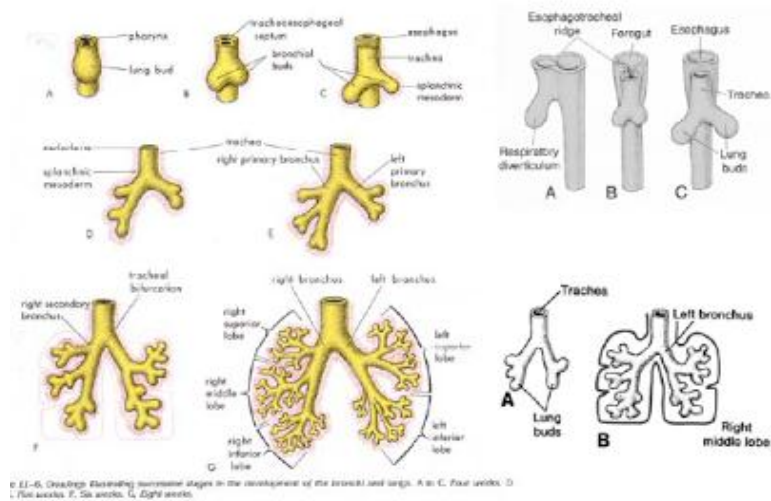
Perkembangan Saluran Pencernaan



Perkembangan Hati, Empedu, dan Pankreas



## Perkembangan Lambung



## Perkembangan Paru-paru

### g. Bumbung Neuran (saraf)

Menumbuhkan :

- 1) Otak dan sumsum tulang belakang
- 2) Saraf tepi otak dan punggung
- 3) Bagian persarafan indra, seperti mata, hidung, dan raba
- 4) Chromatophore kulit dan alat-alat tubuh yang berpigmen.

Berikut ini adalah tahapan pembentukan wajah pada manusia :

### h. Bumbung mesoderm

Menumbuhkan banyak ragam alat :

- 1) Jaringan pengikat dan penunjang
- 2) Otot : lurik, polos, dan jantung
- 3) Mesenchyme yang dapat berdiferensiasi menjadi berbagai macam sel dan jaringan.  
(sedikit ada juga mesenchyme sesungguhnya dari bumbung ectoderm epidermis)
- 4) Gonad, saluran serta kelenjar-kelenjarnya
- 5) Ginjal dan ureter

- 6) Lapisan otot dan jaringan pengikat (tunica muscularis, tunica adventitia, tunica muscularis mucosa dan serosa) berbagai saluran dalam tubuh, seperti pencernaan, kelamin, dan pembuluh darah.
- 7) Lapisan rongga tubuh dan selaput-selaput berbagai alat pleura, pericardium, peritonium, dan mesenterium.

#### **d. Soal Latihan**

1. Reproduksi seksual melibatkan dua individu yang masing-masing menyumbangkan satu sel reproduktif khusus yang disebut ....
  - a. gamet
  - b. zigot
  - c. embrio
  - d. oogenesis
  
2. Testis merupakan alat reproduksi jantan. Alat ini berfungsi untuk menghasilkan ....
  - a. air seni dan sperma
  - b. sperma dan hormon
  - c. sperma, hormon, dan enzim
  - d. sperma
  
3. Proses peleburan antara sel sperma dengan ovum disebut ....
  - a. mitosis
  - b. penyerbukan
  - c. fertilisasi
  - d. meiosis
  
4. Pada manusia, fertilisasi terjadi di ....
  - a. ovarium
  - b. oviduk atau tuba fallopii
  - c. uterus dan ovarium
  - d. uterus



5. Spermatozoa manusia terbentuk di ....

- a. vas deferens
- b. tubulus seminiferus
- c. testis
- d. epididimis

6. Lepasnya sel telur dari folikel disebut ....

- a. menstruasi
- b. ovulasi
- c. fertilisasi
- d. singami

7. Pada saat terjadi kehamilan, janin akan melekat di ....

- a. ovarium
- b. oviduk
- c. uterus
- d. vas deferent

8. Spermatogenesis adalah ....

- a. proses pembentukan sperma
- b. dikeluarkannya sperma pada saat kopulasi
- c. penghambatan keluarnya sperma
- d. proses pembentukan sel telur atau ovum

9. Dalam spermatogenesis, satu buah spermatogonium menghasilkan .... buah sperma

- a. 1
- b. 2
- c. 3

d. 4

10. Hormon pada pria, di antaranya adalah ....

- a. hormon testosteron
- b. hormon estrogen
- c. hormon progesteron
- d. hormon prolaktin

#### **e. Referensi**

Faidah Rachmawati, Nurul Urifah, & Ari Wijayati. 2009. *Biologi: untuk SMA/ MA Kelas XI Program IPA*. Jakarta : Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.

Kimbal, John W. 1994. *Biologi*. Jilid 1, 2, dan 3. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.

[https://www.scribd.com/document\\_downloads/direct/179195923?extension=docx&ft=1467263331&lt=1467266941&user\\_id=123928007&uahk=T+G5XWAK62WDDAnXobjP1sIJTQM](https://www.scribd.com/document_downloads/direct/179195923?extension=docx&ft=1467263331&lt=1467266941&user_id=123928007&uahk=T+G5XWAK62WDDAnXobjP1sIJTQM)

## **20.8.40. METAMORFOSIS DAN REGENERASI**

### **a. Kompetensi Inti Guru (KI)**

20. Menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu

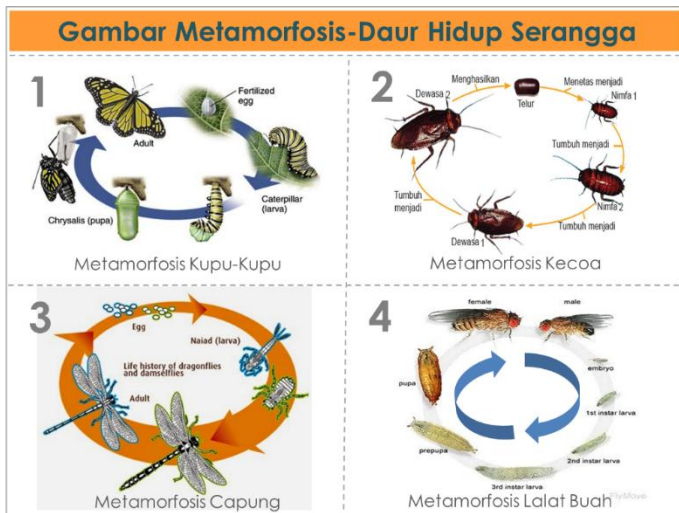
### **b. Kompetensi Guru Mata pelajaran (KD)**

20.8.Memahami lingkup dan kedalaman biologi sekolah

### **c. Uraian Materi**

#### **1. Metamorfosis**

Pada umumnya metamorfosis diartikan sebagai perubahan bentuk dan struktur dari larva ke dewasa. Proses perbuahan tersebut terjadi karena perubahan fungsi. Pada tingkat sel, metamorfosis terjadi pada spermiogenesis. Pada tingkat organisme terjadi pada Avertebrata maupun Vertebrata. Yang menarik perhatian pada insekta dan Ampfibia.



Gambar 14.1. Bentuk Metamorfosis yang Terjadi pada Insekta.

Tabel. Contoh bentuk-bentuk larva pada berbagai jenis binatang

No.	Nama larva	Jenis binatang (phylum / Classis)
1	Amphi blastula	Porifera
2	Planula	Coelenterata
3	Larva Muller	Cacing pipih
4	Trochophore	Mollusca
5	Nauplius	Crustacea
6	Ulat / nympha	Insekta
7	Pluteus / Bipinaria	Echinodermata
8	Tornaria	Hemi chordata
9	Lepto cephalus	Pisces
10	Berudu	Amphibia

Pada Amphibia (Urodela) dikenal metamorfosis sekunder yang pada musim reproduksi Salamandra masuk ke air untuk bertelur. Pada serangga dikenal hipermetamorfosis yang perubahan bentuk dan struktur yang disesuaikan dengan perilaku. Contoh hipermetamorfosis pada larva yang biasa menjadi larva yang parasit pada Hemiptera.

Proses metamorfosis menyangkut perubahan struktural (perubahan populasi organela), kemudian sel, pergantian / resorpsi sel, penyusunan kembali sel / jaringan, pergantian organ. Antara metamorfosis serangga dengan Vertebrata terdapat perbedaan prinsip. Sel dan jaringan serangga mengalami reorganisasi dan membentuk zat baru seperti pada kulit Chitin. Sel dan jaringan / organ Vertebrata sebagian mengalami pergantian

misalnya pada kulit anak katak merupakan derivat dari lapis germinativum, bukan merupakan proliferasi dari sel epitel kulit berudu. Baik metamorfosis serangga maupun Amphibia distimulasi oleh hormon atau enzim-enzim yang terbentuk pada waktu metamorfosis.

#### **a. Metamorfosis serangga**

Perkembangan pada embrio insekta ada 3 fase yaitu Ametabola pada insekta tidak bersayap; hemimetabola (metamorfosis tak sempurna, lewat fase nymph) dan holometabola (metamorfosis sempurna,). Pada hemimetabola terjadi perkembangan sayap dan gonade pada ekdisis 1-5. Contoh pada Orthoptera, Hemiptera dan Homoptera. Holometabola terjadi kepompong yaitu pada Lepidoptera dan Diptera, lalat buah ; Drosophyla.

- Pengendalian hormon pada metamorfosis serangga

Antara sistem saraf dan hormon terjadi koordinasi dalam proses metamorfosis. Otak atau ganglion mengeluarkan neurosekresi untuk memacu kelenjar sehingga menghasilkan hormon atau enzim yang akhirnya mempengaruhi sel/organ target, sistem yang tersangkut yaitu otak ganglion ventral (penghasil prothoracicotropic hormon / brain hormone) dan corpus cardiaca (organ neuro-humoral), corpus allatum penghasil hormon juvenil, kelenjar prothorax penghasil ecdyson (moulting hormone). Mekanisme kerja dari sistem yang terkait diperankan oleh hormon dari otak. Hormon juvenil mempertahankan kehidupan larva. Sekresi hormon otak dapat mempengaruhi kelenjar prothorax sehingga menghasilkan ecdyson. Sementara itu kadar hormon juvenil menurun.

Hormon ecdyson dapat mempengaruhi sel epidermis di bawah khitin menghasilkan enzim yang melisiskan lapisan chitin (apolisis). Oleh karena itu terjadi pemisahan antara chitin dan sel epidermis, kemudian sel epidermis mensintesis chitin baru yang masih lunak sebagai pengganti chitin yang sudah rapuh. Tekanan hidrostatis cairan tubuh menyebabkan chitin lama pecah di bagian dorsal kepala. Pecah makin memanjang di bagian dorsal, badan yang baru muncul sedikit demi sedikit akhirnya muncul sampai duri-duri baru pada kaki.

#### **b. Metamorfosis pada Amphibia**

Metamorfosis Amphibia dikenal sebagai perubahan bentuk berudu menjadi anak katak. Yang dapat diamati secara langsung yaitu pertumbuhan kaki dan hilangnya ekor. Lama kehidupan larva Amphibia bervariasi dari satu bulan sampai dua tahun. Larva Bufo

selama 1 bulan, *Hyala* 2 bulan, *Rana cancrivora* 3 bulan, *Rana clamitara* 1 tahun, *Rana catesbiana* 2 tahun.

Metamorfosis terjadi karena penyesuaian lingkungan hidup dari air ke darat. Oleh karena itu terjadi perubahan sistem organ tubuh untuk menyesuaikan terhadap lingkungannya. Antara lain terjadi perubahan sistem pernafasan dari insang ke paru-paru, ekskresi dari pronefros ke mesonefros, sistem saraf: linea lateralis kemudian hilang; sistem pencernaan : dari herbivora menjadi carnivora dan sebagainya. Proses metamorfosis secara bertahap yaitu premetamorfosis, prometamorfosis, metamorfosis dan postmetamorfosis. Kecepatan metamorfosis dipengaruhi oleh temperatur, makanan dan pengaruh hormon.

#### **c. Pengendalian hormon pada metamorfosis Amfibia.**

Pemacu (trigger) metamorfosis Amfibia adalah hormon tiroksin. Besar kecilnya kadar tiroksin diekspresikan dalam tahapan metamorfosis. Pengaturan sekresi tiroksin dilakukan oleh poros hipotalamus-hipofisis-kelenjar tiroid. *Thyrotropin Releasing Hormon* (TRH) dari hipotalamus mempengaruhi sekresi *Thyroid Stimulating Hormon* (TSH) dari hipofise. TSH mempengaruhi pertumbuhan dan sekresi kelenjar tiroid untuk menghasilkan hormon tiroksin. Kadar tiroksin paling kecil menstimulasi pembentukan kaki belakang. Bila kadar tiroksin meningkat sedikit mempengaruhi resorpsi intestinum. Kadar meningkat lagi mempengaruhi pembentukan kaki depan. Kadar paling tinggi menyebabkan pembentukan resorpsi ekor. Percobaan untuk membuktikan peranan tiroid yaitu dilakukan thyroidektomi; maka metamorfosis tidak terjadi. Sebaliknya bila larva dipelihara dalam lingkungan tiroksin, maka metamorfosis lebih cepat, tetapi tidak sempurna karena pertumbuhan kaki tertinggal. Selain tiroksin, hormon yang terkait dalam metamorfosis yaitu prolaktin dari adenohipofisis. Prolaktin sebagai imbalan tiroksin. Bila pengaruh tiroksi terlalu kuat maka ditahan oleh *prolaktin* (sebagai antimetamorfosis). Tiroksin tinggi menyebabkan banyak kehilangan air, sedangkan prolaktin menghambat kehilangan air. Interaksi tiroksin-prolaktin menyebabkan metamorfosis sekunder pada salamandra.

#### **d. Perubahan struktur organ pada metamorfosis.**

Pada metamorfosis terjadi regresi organ larva dan perkembangan organ dewasa. Organ yang mengalami regresi antara lain : insang, intestinum dan ekor; yang mengalami perkembangan yaitu : paru-paru, anggota badan, kulit dan alat ekskresi. Serum (hemoglobin) mengalami perubahan dari fungsi pengikat O<sub>2</sub> terlarut dalam air

menjadipengikat Odari udara. Regresi jaringan dengan cara antolesis, sedangkan perkembanganterjadi secara diferensiasi.

#### Sistem pencernaan

Sebagai herbivora, berudu bergigi tanduk, intestinum panjang, pancreas sebagai eksokrin. Pada waktu metamorfosis gigi tanduk tanggal. Intestinum menjadi lebihpendek karena sebagian besar sel-selnya mengalami resorpsi. Sel baru berasal darilapisan basal menggantikan sel yang sudah degenerasi.

#### Sistem integumentum

Kulit berudu terdiri dari lapisan epitel yang sederhana, tidak banyak sel yang menyusun. Setelah metamorfosis sel-sel yang menyusun kulit menjadi kompleks dan banyak jenis sel yang menyusun, diantaranya sebagai sel kelenjar.

#### Sistem pernafasan

Insang mengalami degenerasi karena pengaruh tiroksin. Sedangkan kuntum paru-paru mengalami proliferasi dan diferensiasi membentuk alveolus. Ada kalanya saat pergantian sistem ini sebagai masa kritis bila yang mengalami regresi sudah lanjut tetapi alat baru belum berkembang.

#### Sistem ekskresi

Alat ekskresi larva semua sebagai pronefros dan mengalami degenerasi. Mesonefros berkembang menggantikan pronefros. Anggota badan Kaki terbentuk dan berkembang karena stimulasi dari tiroksin. Diferensiasi kuntum kaki dipengaruhi oleh kadar tiroksin yang tidak terlalu tinggi.

## 2. Regenerasi

Semua organisme memiliki respon biologis terhadap kerusakan, tetapi kemampuan mereka untuk pulih bervariasi. Mamalia memiliki beberapa sistem organ yang mampu beregenerasi seperti darah dan hati, tetapi berbeda dibandingkan dengan amfibi dan ikan teleostei, yang memiliki kapasitas untuk meregenerasi organ yang rusak termasuk hati, sumsum tulang belakang, retina, dan anggota badan atau sirip (Han et al., 2013). Hewan memiliki kemampuan untuk memperbaiki kerusakan-kerusakan bagian tubuh secara ekstensif baik akibat kecelakaan pada kondisi alamiah maupun akibat disengaja dalam suatu percobaan melalui proses regenerasi.

Kerusakan yang diperbaiki itu mungkin berupa pemulihan kerusakan akibat hilangnya bagian tubuh utama, seperti anggota badan biasanya hanya berupa penggantian kerusakan-kerusakan yang terjadi dalam proses fisiologi (Lukman, 2009).

Regenerasi merupakan proses pembentukan kembali jaringan dan organ yang hilang setelah proses perkembangan tubuh dan diferensiasi sel-sel telah selesai (Nakatani et al., 2008). Ada tiga tipe regenerasi yaitu regenerasi morfolaksis, intermediet, dan epimorfik. Regenerasi pada sirip ikan digolongkan sebagai regenerasi epimorfik.

Tipe regenerasi ini ditandai dengan pembentukan epidermis penutup luka, pembentukan blastema pluripoten, diferensiasi blastema, sintesis dan deposisi matriks ekstra seluler dan pertumbuhan serta restorasi morfologi (Nakatani et al., 2008; Shao et al., 2009). Menurut Lukman (2009) regenerasi morfolaksis yakni suatu proses perbaikan yang melibatkan reorganisasi bagian tubuh yang masih tersisa untuk memulihkan kembali bagian tubuh yang hilang. Pemulihan bagian yang hilang itu sepenuhnya diganti oleh jaringan lama yang masih tertinggal. Regenerasi intermediet melibatkan pembelahan sel-sel tetapi mempertahankan fungsi sel yang telah terdiferensiasi.

Regenerasi epimorfik merupakan salah satu tipe regenerasi yang melibatkan dediferensiasi struktur dewasa untuk membentuk masa sel yang belum terdiferensiasi. Masa sel tersebut dikenal dengan blastema. Blastema akan direspisifikasi membentuk struktur baru untuk menggantikan struktur yang hilang. Regenerasi epimorfik terjadi pada pergantian membra (alat gerak) contohnya kaki dan sirip (Tanaka dan Reddien, 2011). Sousa et al. (2011) menambahkan regenerasi epimorfik adalah proses yang mengarah ke pergantian organ atau jaringan yang disebabkan oleh cedera atau amputasi, ditandai dengan pembentukan struktur sementara yang disebut blastema. Blastema berperan penting dalam proses regeneratif dan terdiri dari sebuah kumpulan proliferaatif sel yang bertanggung jawab untuk pemulihan jaringan yang hilang. Akimenko et al., (2003) menyatakan, sebagian besar penelitian mengenai diferensiasi sel selama regenerasi sirip telah berfokus pada analisis regenerasi tulang. Blastema pada hemiray sirip akan saling.

#### d. Soal Latihan

1. Hewan muda yang memiliki bentuk sama dengan hewan dewasa terdapat pada . . . .

- a. kupu-kupu
- b. nyamuk
- c. katak
- d. kecoak

2. Planaria yang putus tubuhnya akan membentuk organisme baru. Peristiwa ini disebut...

- a. Degenerasi
- b. Regenerasi
- c. Organogenesis
- d. Metamorphosis

3. Pernyataan yang benar tentang metamorphosis sempurna dan tidak sempurna adalah..

	<b>Metamorfosis sempurna</b>	<b>Metamorfosis tidak sempurna</b>
a.	Telur-larva-imago	Telur-pupa-imago
b.	Telur-nimfa-imago	Telur-larva-imago
c.	Telur-larva-piupa-imago	Telur-nimfa-imago
d.	Telur-pupa-imago	Telur-nimfa-imago

4. Tipe regenerasi pada hewan yaitu, kecuali..

- a. morfolaksis,
- b. intermediet,
- c. epimorfik
- d. blastemik

5. pernyataan yang benar tentang regenerasi pada hewan tingkat rendah secara umum adalah...

- a. tidak memiliki regenerasi
- b. regenerasi terbatas pada jaringan
- c. regenerasi hingga pada tingkat organ
- d. regenerasi tidak dapat dilakukan sendiri, perlu adanya bantuan.



**e. Referensi**

<http://bio.unsoed.ac.id/sites/default/files/B1J010034-10.pdf>

[http://besmart.uny.ac.id/file.php/142/Materi\\_E-Learning\\_REH\\_Bagian\\_XIV-XV\\_2009.pdf](http://besmart.uny.ac.id/file.php/142/Materi_E-Learning_REH_Bagian_XIV-XV_2009.pdf)

<http://3.bp.blogspot.com/-9DbusOAsEls/Vf6V49a8ExI/AAAAAAAAAY7Q/zmnpY-dkoGM/s1600/metamorfosis-daur%2Bhidup%2Bserangga.png>

PLPG 2016