

MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

D

KELOMPOK
KOMPETENSI

PROFESIONAL PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN DAN HEWAN

Edisi
Revisi
2018



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018

MODUL

PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS
DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**

KELOMPOK KOMPETENSI : D

**PROFESIONAL
PERTUMBUHAN DAN PERKEMBANGAN TUMBUHAN DAN
HEWAN**

Penulis :

Dra. Wisnuwati, M.Pd

Ir. Caturto Priyo Nugroho, MM

Penelaah :

Ir. Rini Sholihat, M.Si

Reviewer :

Ir. Caturto Priyo Nugroho, MM

Illustration

Tim Desain Grafis

Copyright @2018

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan
Pertanian

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku untuk kepentingan
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kata Sambutan

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas dan berkarakter prima. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan merupakan upaya Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan melalui Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan dalam upaya peningkatan kompetensi guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Peta profil hasil UKG menunjukkan kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan pedagogik dan profesional. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG sejak tahun 2016 dan akan dilanjutkan pada tahun 2018 ini dengan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru. Tujuannya adalah untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan bagi Guru dilaksanakan melalui Moda Tatap Muka.





Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) dan, Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru moda tatap muka untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan Program Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan melalui Pendidikan dan Pelatihan Guru ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Juli 2018

Direktur Jenderal Guru
dan Tenaga Kependidikan,



Dr. Supriano, M.Ed.
NIP. 196208161991031001



Kata Pengantar

Peraturan Menteri Pendayaaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi nomor 16 Tahun 2009 pada ayat 7 menyatakan bahwa Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) adalah pengembangan kompetensi guru yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya.

Sejalan dengan tugas Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian dalam mengembangkan dan memberdayakan pendidik dan tenaga kependidikan maka pada tahun anggaran 2018 ini PPPPTK Pertanian telah merevisi modul-modul untuk pelatihan guru khususnya dalam lingkup bidang kejuruan agribisnis dan agroteknologi dimana modul disusun berdasarkan pengelompokan grade mulai grade 1 sampai dengan grade 10. Modul yang disusun akan digunakan untuk bahan pelatihan guru dimana guru akan diberikan pelatihan berdasarkan nilai hasil uji kompetensi yang dapat dipetakan posisinya pada grade berapa.

Adapun modul ini adalah modul grade 1 yang merupakan bagian dari modul Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi yang terdiri dari 4 (empat) bagian yaitu bagian I Pendahuluan, bagian II Kegiatan Pembelajaran, bagian III Evaluasi, dan bagian IV Penutup.





Modul yang telah disusun selalu dilakukan pembaruan secara periodik setiap kurun waktu tertentu mengikuti perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dan perubahan kebijakan-kebijakan terkait pengembangan dengan pendekatan High Order Tainking Skill (HOTS).

Semoga Modul Diklat PKB Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade-1 ini dapat bermanfaat bagi yang memerlukannya.

Cianjur, Juli 2018

Kepala PPPPTK Pertanian

DR. Ir. H. R. Ruli Basuni, MP

NIP. 19630720 199001 1 001





Daftar Isi

	Hal.
Kata Sambutan.....	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar.....	ix
Daftar Tabel.....	x
Pendahuluan	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	3
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara penggunaan modul	5
Kegiatan Pembelajaran 1. Mengidentifikasi Pertumbuhan dan Perkembangan Pada Tumbuhan.....	7
A. Tujuan.....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	7
C. Uraian Materi	7
D. Aktivitas Pembelajaran.....	28
E. Latihan/Kasus/Tugas	31
F. Rangkuman.....	34
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	34
Kegiatan Pembelajaran 2. Faktor- faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan.....	35
A. Tujuan.....	35
B. Indikator Pencapaian Kompetensi.....	35
C. Uraian Materi	35
D. Aktivitas Pembelajaran.....	61
E. Latihan/Kasus/Tugas	65
F. Rangkuman.....	67
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	68





Kegiatan Pembelajaran 3. Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan	69
A. Tujuan.....	69
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	69
C. Uraian Materi.....	69
D. Aktivitas Pembelajaran.....	83
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	86
F. Rangkuman.....	89
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	90
Kegiatan Pembelajaran 4. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan	91
A. Tujuan.....	91
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	91
C. Uraian Materi.....	91
D. Aktivitas Pembelajaran.....	130
E. Latihan/Kasus/Tugas.....	132
F. Rangkuman.....	132
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut.....	134
Kunci Jawaban.....	135
Evaluasi	138
Penutup	142
Daftar Pustaka.....	143
Glosarium.....	144





Daftar Gambar

	Hal.
Gambar 1. Anatomi Batang Pohon	9
Gambar 2. Pertumbuhan Primer Pada Ujung Batang dan Akar	10
Gambar 3. Pertumbuhan Sekunder Pada Batang Dikotil	12
Gambar 4. Metagenesis Pada Tumbuhan Lumut.....	13
Gambar 5. Struktur Biji Kedelai.....	14
Gambar 6. Struktur Biji Monokotil Dan Dikotil	14
Gambar 7. Contoh Epigeal Dan Hipogeal	15
Gambar 8. Pertumbuhan Primer Dan Sekunder	16
Gambar 9. Perkecambahan Biji	19
Gambar 10. Struktur Biji.....	20
Gambar 11. Perkecambahan Epigeal Dan Hipogeal.....	21
Gambar 12. Akar Epigeal Dan Hipogeal	22
Gambar 13. Daerah Pembelahan, Daerah Pemanjangan, dan Daerah Diferensiasi	23
Gambar 14. Siklus Pertumbuhan Tanaman Padi	27
Gambar 15. Pertumbuhan Pada Tumbuhan.	28
Gambar 16. Pupuk TSP dan Urea	39
Gambar 17. Pupuk KCl dan NPK.....	39
Gambar 18. Mangga, Tanaman Dataran Rendah	41
Gambar 19. Apel, Tanaman Dataran Tinggi	41
Gambar 20. Tumbuhan Hari Pendek: (A) Tembakau, (B) Stroberi (C) Aster, (D) Dahlia.....	42
Gambar 21. Tumbuhan hari panjang : (a) Gandum, (b) Bayam, (c) Kentang	43
Gambar 22. Tumbuhan netral : (a)Mawar, (b)Matahari,(c)Jagung	43
Gambar 23. Paraneet Tanaman Anggrek	44
Gambar 24. Penambahan Tanaman Krisan.....	45
Gambar 25. Kacang Tanah Kecil.....	45
Gambar 26. Kacang Tanah Besar	45
Gambar 27. Peranan Auxin Pada Perkembangan Organ Tumbuhan.....	47
Gambar 28. Peranan Auksin Pada Fototropisme	48
Gambar 29. Pengaruh Sitokinin Terhadap Pelebaran Daun	49
Gambar 30. Pengaruh Giberelin Terhadap Pertumbuhan Buah.....	50
Gambar 31. Contoh Niktinasi.....	55
Gambar 32. Seismonasti	56
Gambar 33. Termonasti dan Fotonasti.....	56
Gambar 34. Gerak Geotropisme Pada Akar	58





Gambar 35. Gerak Tigmotropisme	59
Gambar 36. Fototaksis Dan Kemotaksis	60
Gambar 37. Pemasangan Ajir Timun	61
Gambar 38. Ajir Melon	61
Gambar 39. Ajir Kacang Panjang	61
Gambar 40. Ajir Labu (Kaboca)	61
Gambar 41. Gerak Seismonasti Pada Putri Malu (Mimosa pudica)	62
Gambar 42. Pertumbuhan Dan Perkembangan Ayam	70
Gambar 43. Pertumbuhan Dan Perkembangan Embrionik	71
Gambar 44. Perkembangan Embryo Ayam, sumber Cobb manual 2018	75
Gambar 45. Perkembangan Embryo Sapi	75
Gambar 46. Proses Regenerasi Pada Cacing Pipih	76
Gambar 47. Ilustrasi Metamorfosis Kupu- Kupu	78
Gambar 48. Metamorfosis Pada Belalang	78
Gambar 49. Metamorfosis Pada Katak	79
Gambar 50. Perkembangan Embryo Ikan	82
Gambar 51. Metamorfosis Belalang	83
Gambar 52. Proses Perkembangan Embrio Ayam	85
Gambar 53. Parent Stock (Tetua) Ayam Petelur Coklat	92
Gambar 54. Final Stok (Anak) Ayam Petelur Coklat	92
Gambar 55. Sapi Perah Friesian Holstein (FH)	124
Gambar 56. Ayam Broiler	124

Daftar Tabel

	Hal.
Tabel 1. Pengukuran Pertumbuhan Pada Kecambah	31
Tabel 2. Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau	32
Tabel 3. Nutrisi Yang Dibutuhkan Tumbuhan	37
Tabel 4. Jenis- Jenis Hormon Tumbuhan Dan Pengaruhnya Pada Tumbuhan	52
Tabel 5. Perkembangan dari lapisan Germinal Embrio pada Vertebrata	73
Tabel 6. Kebutuhan Nutrisi Pakan Ayam Petelur	123
Tabel 7. pengamatan pertumbuhan dan perkembangan ayam	131





Pendahuluan

A. Latar Belakang

Seperti yang diamanahkan dalam Undang Undang Republik Indonesia Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional bahwa pendidikan nasional berfungsi mengembangkan kemampuan dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa, bertujuan untuk berkembangnya potensi peserta didik agar menjadi manusia yang beriman dan bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, sehat, berilmu, cakap, kreatif, mandiri, dan menjadi warga negara yang demokratis serta bertanggung jawab.

Pendidikan sebagai sebuah sistem merupakan keseluruhan komponen pendidikan yang saling terkait secara terpadu untuk mencapai tujuan pendidikan nasional. Komponen-komponen dalam sistem pendidikan antara lain adalah tujuan pendidikan, peserta didik, pendidik, sarana prasarana pendidikan, dan metode pendidikan.

Berbicara tentang pendidikan tentunya tidak akan terlepas dari pendidik yang salah satu unsurnya adalah guru. Guru adalah pendidik profesional dengan tugas utama mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi peserta didik pada pendidikan anak usia dini jalur pendidikan formal, pendidikan dasar, dan pendidikan menengah.

Dalam menjalankan tugasnya guru wajib memiliki kualifikasi akademik, kompetensi, sertifikat pendidik, sehat jasmani dan rohani, serta memiliki kemampuan untuk mewujudkan tujuan pendidikan nasional. Adapun kompetensi guru berdasarkan Permendiknas no 16 tahun 2007 tentang standar kompetensi dan kualifikasi guru, meliputi dimensi kompetensi pedagogi, kepribadian, sosial, dan profesional.





Di sisi lain masih terdapat berbagai masalah yang berkaitan dengan kondisi guru yaitu antara lain adalah 1. Adanya keberagaman kondisi kemampuan guru dalam proses pembelajaran, 2. Belum sempurnanya alat ukur untuk mengetahui kemampuan guru, 3. Pelatihan dan pembinaan yang diberikan kepada guru belum sepenuhnya sesuai dengan kebutuhan guru.

Berkaitan dengan peningkatan kompetensi guru pada tahun 2015 ini pemerintah akan melakukan pemetaan kompetensi guru melalui uji kompetensi guru. Berdasarkan hasil uji kompetensi guru tersebut diharapkan dapat menunjukkan data peta kompetensi guru terletak pada grade yang mana sehingga dari data tersebut akan ditindaklanjuti peningkatan kompetensinya melalui modul-modul dan pelatihan-pelatihan yang sesuai.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK) adalah adalah unit pelaksana teknis Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan di bidang pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan yang mempunyai tugas melaksanakan pengembangan dan pemberdayaan pendidik dan tenaga kependidikan sesuai dengan bidangnya.

Atas dasar kebutuhan peningkatan kompetensi guru tersebut maka pada tahun anggaran 2015 ini PPPPTK Pertanian melaksanakan penyusunan 10 grade Modul Diklat PKB bagi Guru Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi.

Dalam modul ini difokuskan pada Modul Diklat PKB Biologi Bidang Keahlian Agribisnis dan Agroteknologi Grade 4 difokuskan pada Modul ini disusun sebagai sarana pendukung diklat bagi guru mata pelajaran Biologi bidang Agribisnis dan agroteknologi. Modul ini berisikan materi tentang proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dan mengaitkan faktor – faktor yang mempengaruhinya.





Modul ini diharapkan dapat mengobati kompetensi guru yang masih lemah dalam bidang tersebut sehingga jika pada kesempatan yang akan datang dilakukan uji kompetensi lagi diharapkan hasil nilai uji kompetensi guru dalam bidang proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup dan mengaitkan faktor – faktor yang mempengaruhinya bisa meningkat dan mampu memenuhi standart

B. Tujuan

Setelah menyelesaikan diklat ini peserta mampu memahami pertumbuhan dan perkembangan makluk hidup dan mengaitkan faktor-faktor yang mempengaruhinya.

C. Peta Kompetensi

	Grade	Deskripsi
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI	GRADE 1	Ruang lingkup Biologi
		Keselamatan Kerja
	GRADE 2	Proses dan Gejala Permasalahan Biologi
		Keanekaragaman Hayati
	GRADE 3	Sel, Jaringan, dan Organ pada makhluk Hidup
	GRADE 4	Pertumbuhan dan Perkembangan tumbuhan dan Hewan
	GRADE 5	Enzim dan Peranannya dalam Proses Metabolisme
		Reproduksi pada Tumbuhan dan Hewan
	GRADE 6	Ekosistem, Komponen dan Interaksinya dalam Kehidupan





	Grade	Deskripsi
	GRADE 7	Virus
		Bakteri
		Jamur
		Plantae
		Animalia
	GRADE 8	Pencemaran
		Pengelolaan Limbah
	GRADE 9	Genetika
		Evolusi
	GRADE 10	Aplikasi Bioteknologi dalam Berbagai Bidang

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi ini meliputi:

1. Kegiatan Pembelajaran 1. Pertumbuhan dan Perkembangan Pada Tumbuhan.
2. Kegiatan Pembelajaran 2. Faktor-faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan.
3. Kegiatan Pembelajaran 3. Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan.
4. Kegiatan Pembelajaran 4. Faktor-faktor Yang Pengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Pada Hewan.





E. Saran Cara penggunaan modul

1. Penjelasan bagi Peserta

- a. Bacalah modul ini secara berurutan dari Kata Pengantar sampai Daftar Cek Kemampuan pahami dengan benar isi dari setiap babnya.
- b. Setelah Anda mengisi Cek Kemampuan, apakah Anda termasuk kategori orang yang perlu mempelajari modul ini? Apabila Anda menjawab **YA**, maka pelajari modul ini.
- c.. Laksanakan semua tugas-tugas yang ada dalam modul ini agar kompetensi Anda berkembang sesuai standar.
- d. Lakukan kegiatan belajar untuk mendapatkan kompetensi sesuai dengan yang disetujui oleh Fasilitator.
- e. Setiap mempelajari satu sub kompetensi, Anda harus mulai dari memahami tujuan kegiatan pembelajarannya, menguasai pengetahuan pendukung (Uraian Materi), melaksanakan Tugas-tugas, dan mengerjakan soal latihan.
- f. Dalam mengerjakan soal latihan, Anda jangan melihat Kunci Jawaban soal terlebih dahulu, sebelum Anda menyelesaikan soal latihan.
- g. Laksanakan Lembar Kerja untuk pembentukan psikomotorik skills sampai Anda benar-benar terampil sesuai standar. Apabila Anda mengalami kesulitan dalam melaksanakan tugas ini, konsultasikan dengan fasilitator.
- h. Setelah Anda merasa benar-benar menguasai seluruh kegiatan belajar dalam modul ini, mintalah evaluasi dari fasilitator. Anda untuk dapat dinyatakan telah benar-benar menguasai kompetensi tersebut sehingga Anda mendapatkan sertifikat kompetensi.





2. Peran Fasilitator/ mentor

- a. Membantu peserta dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta dalam memahami konsep dan praktek baru serta menjawab pertanyaan peserta mengenai proses pembelajaran.
- d. Membantu peserta untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.
- f. Merencanakan seorang ahli/pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g. Melaksanakan penilaian.
- h. Menjelaskan kepada peserta mengenai bagian yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
- i. Mencatat pencapaian kemajuan peserta.





Kegiatan Pembelajaran 1.

Mengidentifikasi Pertumbuhan dan Perkembangan Pada Tumbuhan

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses pertumbuhan, perkembangan, memberikan contoh proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dengan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses pertumbuhan pada tumbuhan dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses perkembangan pada tumbuhan dengan benar
3. Peserta diklat mampu memberikan contoh proses pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dengan benar
4. Peserta mampu Menerapkan proses pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan pada kegiatan pertanian

C. Uraian Materi

1. Pertumbuhan Primer pada Tumbuhan

Pertumbuhan adalah peristiwa penambahan jumlah sel dan volume sel pada tingkat individu yang, bersifat *irreversible* (tak dapat kembali). Ciri-ciri pertumbuhan antara lain sebagai berikut:





- a. Terjadi perubahan fisik dan perubahan ukuran.
- b. Terjadi peningkatan jumlah sel.
- c. Dapat dinyatakan dalam ukuran panjang maupun berat.
- d. Dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal
- e. Bersifat terbatas, pada usia tertentu makhluk hidup sudah tidak tumbuh lagi.

Pada tumbuhan pertumbuhan terbatas pada jaringan meristem. Jaringan meristem pada tumbuhan ditemukan pada:

a. Titik tumbuh :

Terjadinya pada ujung akar dan ujung batang, menyebabkan tumbuhan meninggi atau memanjang, disebut pertumbuhan primer. Ada dua Teori titik tumbuh yaitu:

- 1) Teori Histogen dikemukakan oleh **Hanstein**. Titik tumbuh terdiri dari :
 - a) *Dermatogen*, yang akan menjadi epidermis
 - b) *Periblem*, yang akan menjadi korteks
 - c) *Plerom*, yang akan menjadi silinder pusat.
- 2) Teori Tunika Korpus dikemukakan oleh **Schmidt**. Titik tumbuh terdiri dari:
 - a) *Tunika*, yang memperluas titik tumbuh.
 - b) *Korpus*, yang menjadi jaringan-jaringan.

b. Kambium Pembuluh (Antara Xilem Dan Floem).

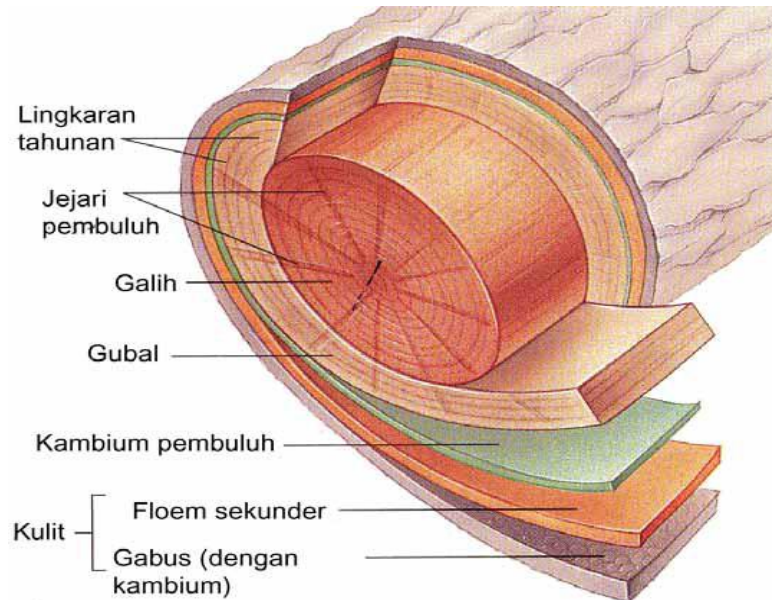
Pada akar dan batang Dikotil dan Gymnos (setara?) Agave dan Peomele. Kambium pembuluh ke arah luar membentuk floem sekunder, ke arah dalam membentuk xilem sekunder dan ke arah samping tumbuh membentuk jaringan meristematis baru sehingga memperluas kambium. Kambium pembuluh menyebabkan pertumbuhan melebar. Proses ini disebut pertumbuhan sekunder.

Aktivitas kambium pembuluh menyebabkan terbentuknya lingkaran tahun, yaitu struktur xilem yang dibentuk oleh kambium dari satu musim ke musim yang sama pada tahun berikutnya. Xylem yang dibentuk selama musim hujan mempunyai pembuluh yang lebar sedangkan yang dibentuk selama musim kemarau berpembuluh banyak tetapi diameter pembuluhnya sempit.





Hal inilah yang menyebabkan terbentuknya lingkaran-lingkaran konsentris pada batang yang disebut lingkaran tahun (Gambar 1).



Gambar 1. Anatomi Batang Pohon (Campbell, 1997).

Bila ada pohon yang telah ditebang, dapatkah anda menentukan umur pohon tersebut dengan mengamati penampang melintangnya?

c. Kambium Gabus (Felogen).

Kambium ini terbentuk pada permukaan luar organ tumbuhan yang epidermisnya pecah akibat pertumbuhan sekunder. Kambium ini ke arah luar membentuk sel gabus (felem) pengganti epidermis yang pecah untuk menutupi permukaan. Karena sel gabus tidak dapat di tembus udara, maka antar sel gabus terdapat celah/lubang untuk masuknya udara yang disebut *lenti sel*. Kambium gabus ke arah dalam membuat sel feloderm yang hidup, karena itu kambium gabus disebut kambium felogen.

d. Perisikel (Perikambium)

Jaringan yang membentuk cabang-cabang akar maupun batang. Pada akar terletak pada permukaan silinder pusat (eksogen) dan pada batang sebelah dalam silinder pusat (endogen).

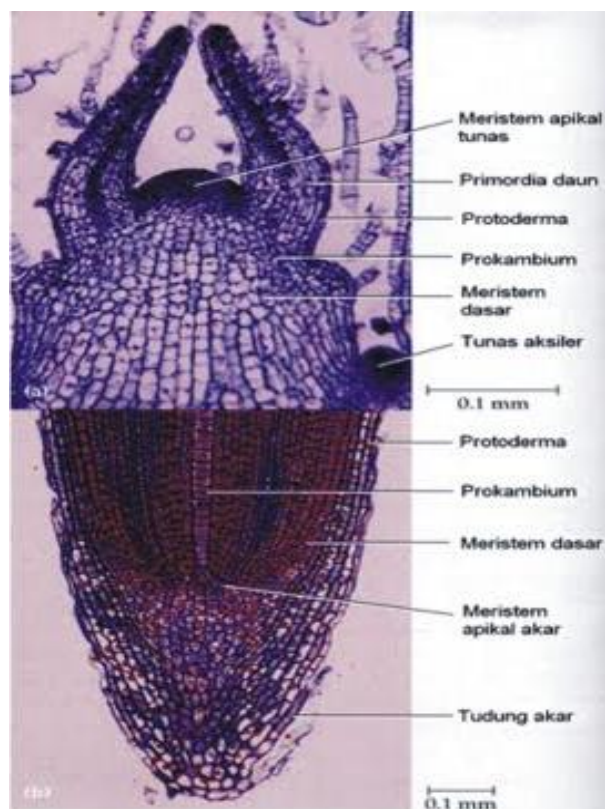




e. Parenkim Batang

Beberapa Monokotil ada yang bersifat meristematis, seperti parenkim batang pohon palem raja. Demikian pula halnya dengan tanaman mangga, rambutan, atau jeruk yang semula kecil dapat berubah menjadi pohon yang tinggi dan besar dengan buahnya yang lebat.

Pertumbuhan dan perkembangan merupakan suatu proses dimana keduanya berjalan berdampingan. Dengan demikian proses pertumbuhan dan perkembangan tidak dapat dipisahkan satu sama lainnya. Tetapi jika kita pahami dari kata pertumbuhan dan perkembangan ada perbedaan yang mendasar. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan berbeda dengan hewan. Pada hewan, pertumbuhan dan perkembangan terjadi di seluruh bagian tubuh, sedangkan pada tumbuhan, pertumbuhan dan perkembangan hanya pada bagian tertentu saja. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan berbiji diawali dengan pertemuan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina, menjadi biji, berkecambah, tumbuh menjadi tanaman kecil yang sempurna, dan berlanjut tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan dewasa akan



Gambar 2. Pertumbuhan Primer Pada Ujung Batang dan Akar, Campbell, 1997).

Pertumbuhan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder.





Pertumbuhan Primer, merupakan pertumbuhan yang disebabkan oleh kegiatan titik tumbuh primer. Titik tumbuh primer terdapat pada ujung akar atau ujung batang. Titik tumbuh primer telah mulai terbentuk sejak tumbuhan masih berupa embrio. Ujung akar dan ujung batang tempat terjadinya pertumbuhan merupakan daerah meristem apikal. Pertumbuhan primer menyebabkan batang dan akar bertambah panjang. Berdasarkan titik tumbuh tumbuhan, terdapat dua teori titik tumbuh-pada-tumbuhan, yaitu:

1) Teori-Histogen

Teori ini dikemukakan oleh Hanstein. Teori ini menyatakan bahwa pertumbuhan organ tubuh tumbuhan dibentuk oleh tiga lapisan pembentuk jaringan, yaitu:

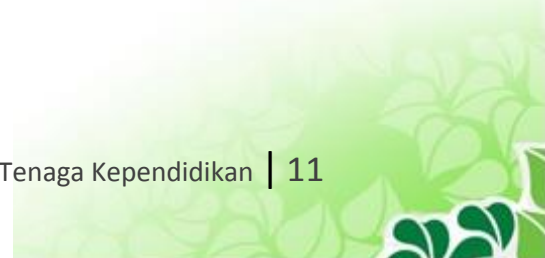
- a) Dermatogen, yakni lapisan luar yang membentuk epidermis.
- b) Periblem, yakni lapisan dalam yang membentuk korteks.
- c) Pleuron, yakni lapisan dalam yang membentuk stele.

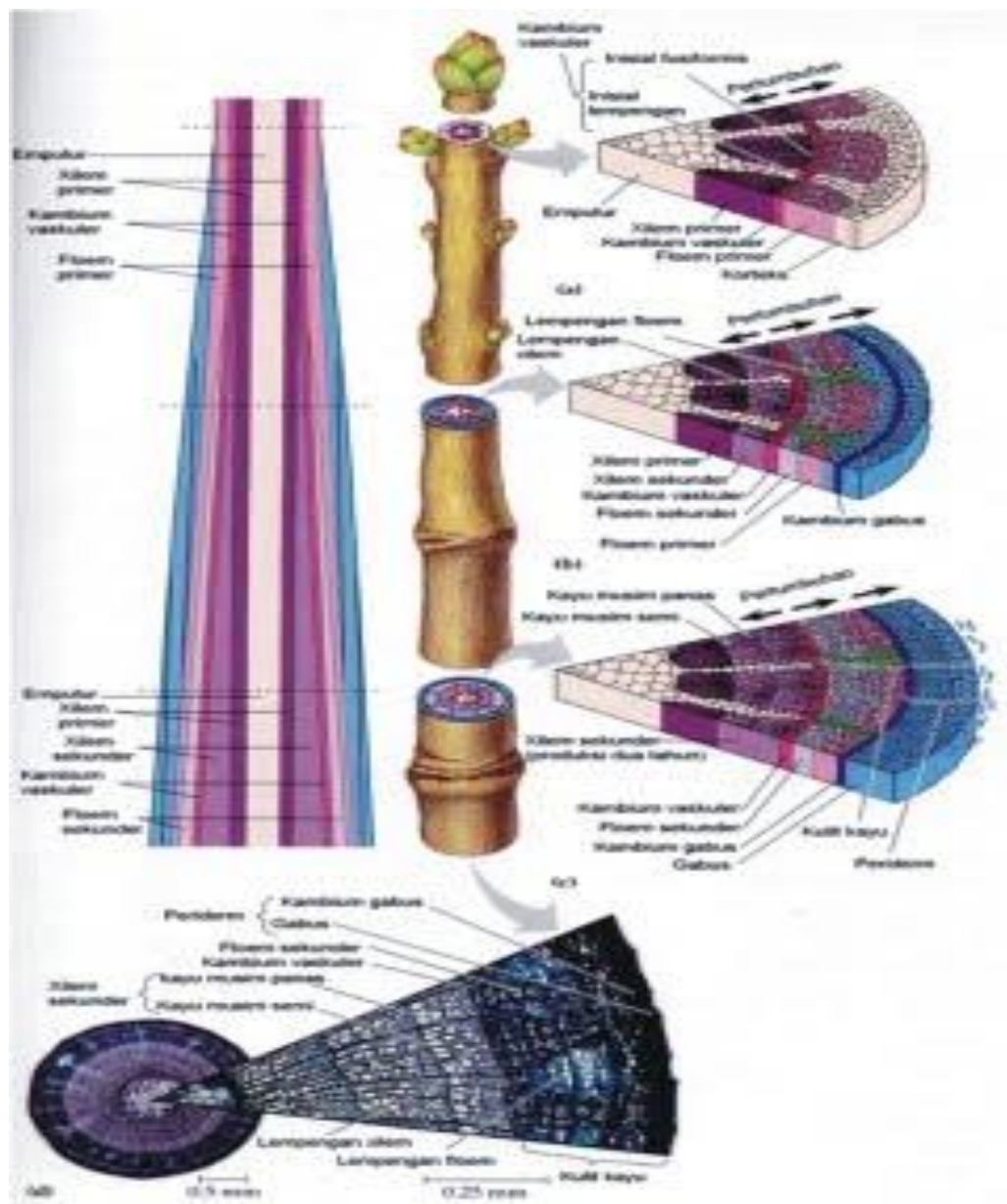
2) Teori-Tunika-Korpus

Teori ini dikemukakan oleh Schmidt yang menyatakan bahwa pertumbuhan organ tubuh tumbuhan yang dibentuk ada dua lapisan pembentuk jaringan, yaitu

- a) Tunika, yakni lapisan luar yang membentuk epidermis dan korteks.
- b) Corpus, yakni-lapisan-dalam-yang-membentuk-stele.

Pertumbuhan Sekunder, merupakan pertumbuhan yang disebabkan oleh kegiatan jaringan kambium. Jaringan kambium bersifat meristematik, yaitu sel-selnya selalu aktif membelah. Kambium hanya terdapat pada tumbuhan dikotil dan gymnospermae. Pertumbuhan sekunder menyebabkan diameter batang bertambah besar. Pada tumbuhan dikotil berkayu, pertumbuhan sekunder terjadi karena adanya aktivitas sel-sel meristem diantara xilem dan floem. Xilem dibentuk ke arah dalam dan floem dibentuk ke arah luar. Pertumbuhan di bagian dalam lebih cepat daripada pertumbuhan di bagian luar, sehingga mengakibatkan jaringan epidermis dan korteks pada kulit terluar akan rusak (pecah).





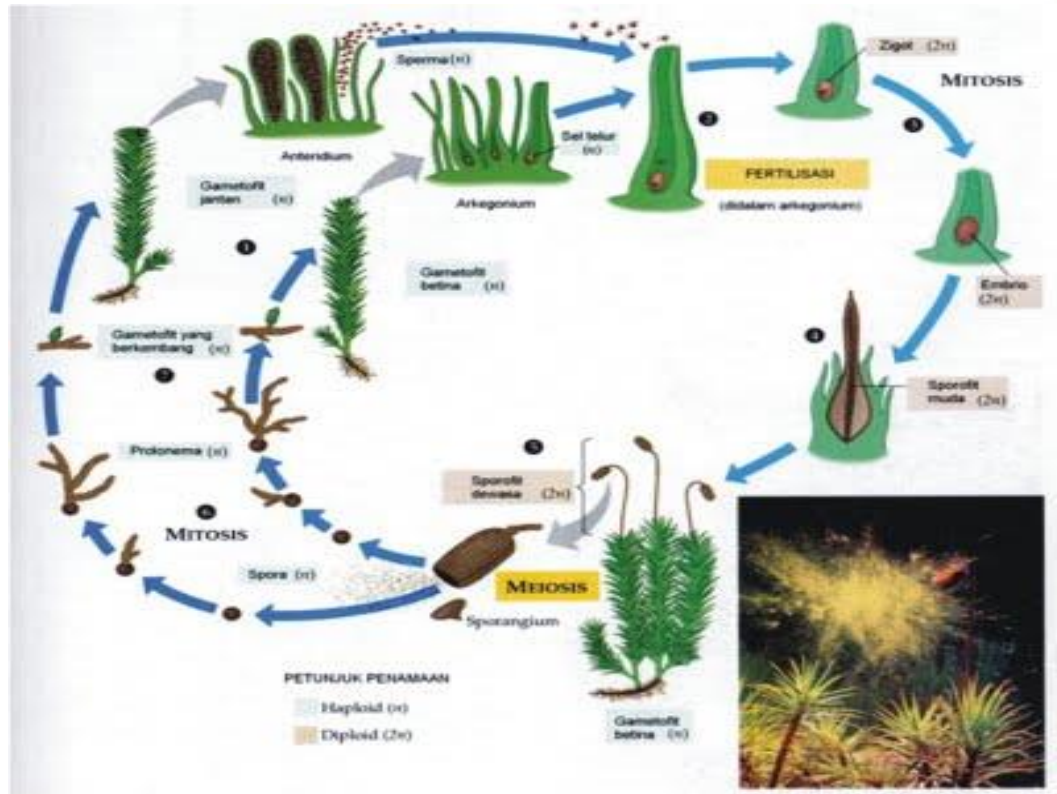
Gambar 3. Pertumbuhan Sekunder Pada Batang Dikotil. (Campbell, 1997).

2. Metagenesis Pada Tumbuhan

Metagenesis merupakan pergiliran daur hidup antara generasi generatif dan generasi vegetatif. Biasanya kedua generasi ini berbeda morfologinya. Metagenesis pada tumbuhan yang bisa kita lihat dengan jelas yaitu pada tumbuhan lumut dan paku. Lumut dan paku memiliki generasi generatif yang disebut gametofit dan generasi vegetatif yang disebut sporofit.



Tumbuhan lumut yang sering kita lihat merupakan generasi gametofit. Generasi sporofitnya tergantung pada gametofit untuk memperoleh nutrisi. Sedangkan tumbuhan paku yang sering kita lihat merupakan generasi sporofit. Generasi sporofitnya yaitu protalium.



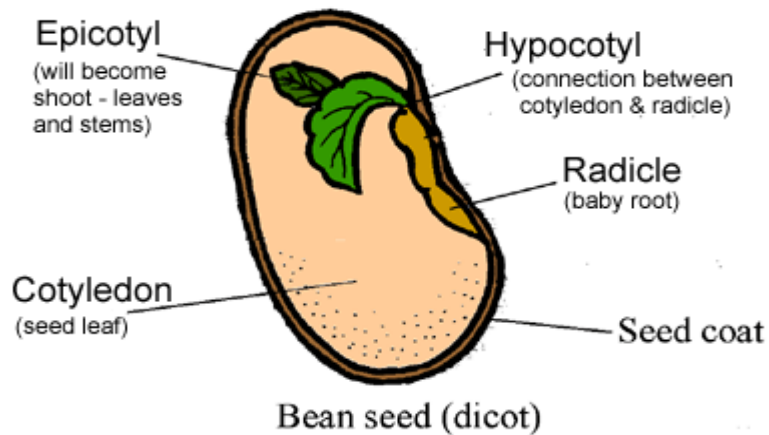
Gambar 4. Metagenesis Pada Tumbuhan Lumut. (Campbell, 1997).

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan biji diawali dengan perkecambahan biji, selanjutnya kecambah berkembang menjadi tumbuhan kecil yang sudah mempunyai akar, batang, dan daun, kemudian tumbuhan kecil tersebut mengalami pertumbuhan membesar. Selanjutnya pada masa tertentu di dalam pertumbuhan dan perkembangannya akan membentuk bunga dan menghasilkan biji.

a. Struktur Biji

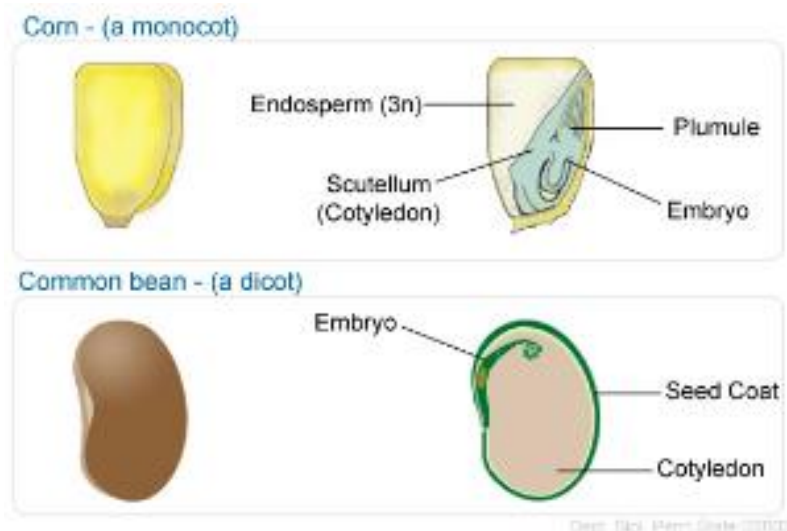
Biji adalah alat reproduksi, penyebaran, dan kelangsungan hidup suatu tumbuhan. Selain itu, bagi tumbuhan berbiji, biji merupakan awal dari kehidupan tumbuhan baru di luar induknya. Jika biji tanaman dikotil seperti kacang-kacangan, anda belah menjadi dua, anda akan mendapatkan struktur biji yang terdiri atas plumula, hipokotil, radikula, kotiledon dan embrio.





Gambar 5. Struktur Biji Kedelai

Sedangkan, struktur biji tanaman monokotil, misalnya jagung terdiri atas koleoptil, plumula, radikula, koleoriza, skutelum dan endosperma.



Gambar 6. Struktur Biji Monokotil Dan Dikotil

Bagian-bagian biji tersebut mempunyai fungsi masing-masing untuk pertumbuhan tanaman. Pada biji tanaman dikotil maupun monokotil, plumula merupakan poros embrio yang tumbuh ke atas yang selanjutnya akan tumbuh menjadi daun pertama, sedangkan radikula adalah poros embrio yang tumbuh ke bawah dan akan menjadi akar primer. Pada tanaman monokotil, misalnya jagung, kotiledon mengalami modifikasi menjadi *skutelum* dan *koleoptil*. Skutelum berfungsi sebagai alat penyerap makanan yang terdapat di dalam endosperma, sedangkan koleoptil berfungsi melindungi plumula. Selain itu, pada jagung juga terdapat koleoriza yang berfungsi melindungi radikula.

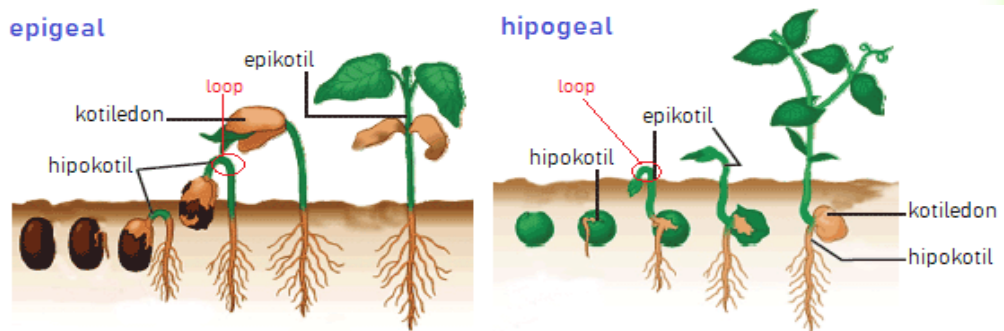


b. Perkecambahan

Perkecambahan adalah peristiwa tumbuhnya embrio di dalam biji menjadi tanaman baru. Biji akan berkecambah jika berada dalam lingkungan yang sesuai. Proses perkecambahan ini memerlukan suhu yang cocok, banyaknya air yang memadai, persediaan oksigen yang cukup, kelembapan, dan cahaya. Pada tumbuhan monokotil, struktur kecambah meliputi radikula, akar primer, plumula, koleoptil, dan daun pertama. Sedangkan, pada kecambah tumbuhan dikotil terdiri atas akar primer, hipokotil, kotiledon, epikotil, dan daun pertama.

Berdasarkan letak kotiledonnya, perkecambahan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu *epigeal* dan *hipogeal*.

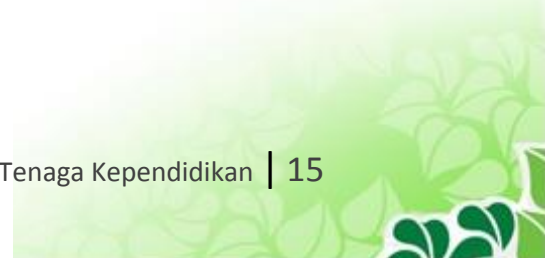
- 1) Pada perkecambahan *epigeal*, kotiledon terdapat di permukaan tanah karena terdorong oleh pertumbuhan hipokotil yang memanjang ke atas.
- 2) Pada perkecambahan *hipogeal*, kotiledon tetap berada di bawah tanah, sedangkan plumula keluar dari permukaan tanah disebabkan pertumbuhan epikotil yang memanjang ke arah atas.



Gambar 7. Contoh Epigeal Dan Hipogeal

c. Fisiologi Perkecambahan

Untuk memulai kehidupannya, biji harus berkecambah menjadi tanaman baru. Perkecambahan biji dimulai dengan imbibisi dan diakhiri ketika radikula memanjang atau muncul melewati kulit. Perkecambahan biji dapat dibagi menjadi 4 tahap, yaitu :



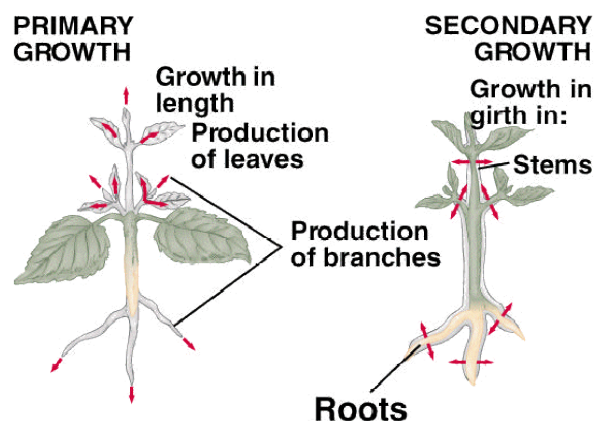
- 1) Hidrasi atau imbibisi; selama kedua periode tersebut, air masuk ke dalam embrio dan membasahi protein dan koloid lain.
- 2) Pembentukan atau pengaktifan enzim yang menyebabkan peningkatan aktivitas metabolik.
- 3) Pemanjangan sel radikula, diikuti munculnya radikula dari kulit biji.
- 4) Pertumbuhan kecambah selanjutnya adalah pertumbuhan primer.

d. Pertumbuhan Primer

Setelah proses perkecambahan, tumbuhan mengalami pertumbuhan dan perkembangan lebih lanjut. Tumbuhan akan membentuk akar, batang, dan daun. Ujung batang dan ujung akar akan tumbuh memanjang karena adanya aktivitas sel-sel meristematis. Proses ini disebut *pertumbuhan primer*. Sel-sel meristem dapat juga berdiferensiasi menjadi sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi yang khusus.

Daerah pertumbuhan pada ujung batang dan ujung akar dapat dibedakan menjadi 3 daerah, yaitu:

- 1) Daerah pembelahan terdapat pada ujung akar., Sel-sel meristem di daerah ini akan mengalami pertumbuhan dan perkembangan struktur akar pertama.
- 2) Daerah pemanjangan terletak setelah daerah pembelahan. Pada daerah ini, sel-sel mengalami pembesaran dan pemanjangan.
- 3) Daerah diferensiasi merupakan daerah yang sel-selnya berdiferensiasi menjadi sel-sel yang memiliki struktur dan fungsi khusus.



Gambar 8. Pertumbuhan Primer Dan Sekunder



3. Perkembangan Pada Tumbuhan

Perkembangan adalah suatu proses yang berjalan sejajar dengan pertumbuhan. Perkembangan dapat diartikan sebagai suatu proses menuju tercapainya kedewasaan, tidak dapat dinyatakan dengan ukuran-ukuran, ciri kedewasaan adalah mengalami reproduksi.

Adapun ciri-ciri perkembangan adalah sebagai berikut:

- a. Terjadi peningkatan kualitatif individu.
- b. Adanya proses pematangan organ-organ reproduksi.
- c. Tidak dapat dinyatakan dalam ukuran jumlah, panjang, maupun berat / tidak dapat diukur.
- d. Bersifat sistematis, progresif, dan berkesinambungan. Artinya proses perkembangan terus terjadi sampai makhluk hidup tersebut mati.
- e. Terdapat pada alat perkembang biakan / reproduksi
- f. Reproduksi secara meiosis

Contoh dari perkembangan antara lain: terbentuknya bunga.

Perkembangan pada tumbuhan berbiji diawali dengan pertemuan antara sel kelamin jantan dan sel kelamin betina, menjadi biji, berkecambah, tumbuh menjadi tanaman kecil yang sempurna, dan berlanjut tumbuh dan berkembang menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan dewasa akan berbunga dan berbuah.

Perkembangan yang terjadi pada bentuk saja tidak memungkinkan suatu organ tumbuhan melaksanakan fungsinya. Masing- masing organ , misalnya daun, memiliki sel dengan fungsi tertentu dan ditempatkan di lokasi tertentu. Sebagai contoh , sel penyangga yang membatasi stomata sangat berbeda struktur dan fungsinya dengan sel- sel yang ada di sekitarnya pada epidermis . Contoh lain adalah perkembangan xilem dan floem dari kambium pembuluh selama pertumbuhan sekunder. Struktur dan fungsi sel yang spesifik ini merupakan suatu proses yang disebut *diferensiasi sel*.





a. Diferensiasi sel

Sel- sel yang sangat banyak jenisnya seperti sel pelindung , pembuluh xilem, semuanya berasal dari satu sel yang sama , yaitu zigot. Diferensiasi seperti itu akan terus berlangsung sepanjang hidup tumbuhan , begitu juga meristem yang akan mempertahankan pertumbuhan tak terbatas.

Pembuluh xilem berfungsi sebagai penyokong (dan juga dalam transpor) sehingga membutuhkan dinding sel yang keras. Sel pelindung , sebaliknya mengontrol ukuran stomata dengan cara mengubah bentuknya, suatu fungsi yang memerlukan dinding yang lentur. Dalam tahap akhir diferensiasi , suatu sel xilem akan melepaskan enzim hidrolitik yang merusak protoplasma, dan meninggalkan dinding sel nya. Sedangkan pada proses diferensiasi sel pelindung tidak terjadi tahapan seperti itu.

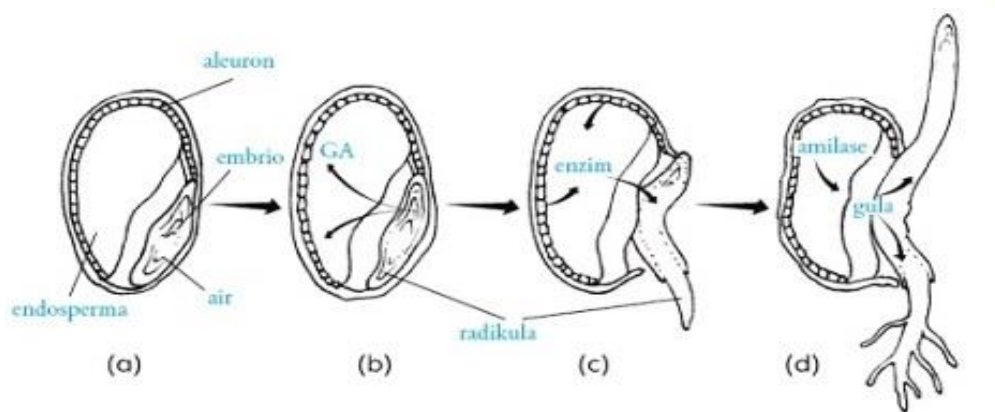
Hal yang membuat diferensiasi sedemikian menarik adalah sel- sel satu organisme yang sedang berkembang mensintesis protein yang berbeda dan memiliki struktur dan fungsi yang berlainan meskipun mereka memiliki kumpulan gen yang sama. Pengklonan keseluruhan tumbuhan secara utuh dari sel somatik mendukung kesimpulan bahwa gen- gen yang sedang berdiferensiasi tetap utuh. Jika suatu sel dewasa disayat atau diambil dari akar atau daun, kemudian dilakukan suatu proses sehingga sel tersebut dapat mengalami diferensiasi dalam biakan jaringan dan menjadi berbagai jenis sel tumbuhan, maka sel tersebut harus memiliki semua gen yang diperlukan untuk membuat berbagai jenis sel ini. Hal ini berarti bahwa diferensiasi sel dipengaruhi oleh ekspresi gen yang berperan penting dalam pengaturan transkripsi dan translasi yang mengarah pada produksi protein spesifik. Sel- sel yang memiliki gen- gen yang sama akan mengikuti jalur perkembangan yang berbeda karena mereka secara selektif mengekspresikan gen tertentu pada waktu tertentu selama diferensiasinya. Suatu sel pelindung yang memiliki gen yang memprogramkan penghancuran diri sendiri untuk suatu protoplasma xilem, akan tetapi ia tidak akan mengekspresikan gen tersebut. Suatu unsur pembuluh xilem memang mengekspresikannya, tetapi hanya pada waktu tertentu pada diferensiasinya, setelah sel itu memanjang dan menghasilkan dinding sekundernya.





b. Perkecambahan

Perkecambahan adalah proses terhentinya dormansi pada biji, diawali dengan imbibisi (proses penyerapan air) yang mengakibatkan aktifnya hormon- hormon dalam biji sehingga memicu pertumbuhan plumula (calon daun) dan radikula (calon akar). Perkecambahan hanya terjadi apabila syarat-syarat yang dibutuhkannya terpenuhi, seperti tersedianya air yang cukup, suhu yang sesuai (optimum), dan tersedianya cukup udara (oksigen) untuk respirasi aerobik.



Gambar 9. Perkecambahan Biji Campbell, 1997).

Apabila syarat- syarat tersebut tidak dipenuhi, maka biji akan tetap dalam keadaan dorman. Lamanya biji dorman bertahan hidup dan mampu berkecambah berbeda-beda, tergantung dari jenis tumbuhan dan kondisi lingkungannya.

Dalam keadaan luar biasa , daya hidup beberapa biji dapat bertahan hampir tanpa batas. Rekor umur panjang dipegang oleh Teratai Timur yang menurut penelitian yang dilakukan dengan menggunakan karbon-14 terbukti tetap hidup setelah dorman selama berabad- abad , yang paling tua adalah tiga biji teratai yang ditemukan pada tahun 1951 di dekat Tokyo.

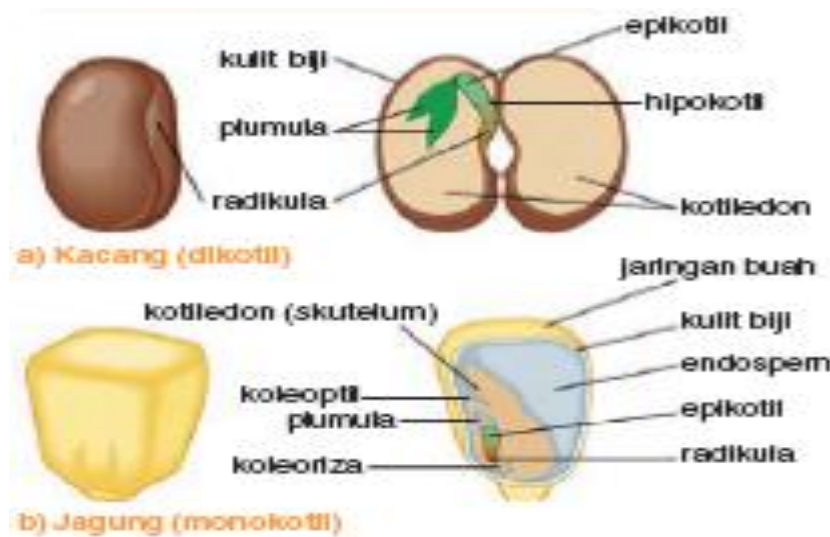
Setelah embrio tersebut dimasukkan ke dalam air, empat hari kemudian dapat bertunas dan dengan perawatan yang cermat dari para ahli, maka dua hari dari ketiga biji tersebut dapat berkecambah dan 14 bulan kemudian dapat mengembangkan bunganya yang khas.



Kotiledon merupakan bagian dari biji yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Artinya, sebelum terbentuknya daun yang berperan untuk membuat makanan sendiri, maka makanan tersebut disuplai oleh kotiledon sehingga pertumbuhan dan perkembangan biji tersebut tidak terganggu.

Tunas embrionik terdiri atas plumula (calon daun), epikotil (calon batang diatas kotiledon), dan hipikotil (calon batang bawah kotiledon).

Sedangkan akar embrionik tersusun atas radikula (calon akar).



Gambar 10. Struktur Biji.

Tahap pertama perkecambahan, yaitu penyerapan air oleh biji sampai setiap sel cukup terisi air sehingga komponen-komponen selnya dapat mulai bekerja. Tahap penyerapan air oleh biji disebut proses fisika. Proses ini terjadi akibat adanya perbedaan potensial air dari biji dengan lingkungan sekitarnya. Biji yang kering memiliki potensial air yang lebih rendah sehingga dapat menyerap air (imbibisi) dari lingkungan sekitarnya. Disamping proses fisika, perkecambahan melibatkan juga proses kimia. Air yang masuk ke dalam biji menyebabkan biji mengembang, kulit biji pecah dan embrio aktif untuk melepaskan hormon giberelin. Hormon ini kemudian akan mendorong lapisan tipis bagian luar endosperma (aleuro) untuk mensintesis dan mengeluarkan enzim. Kemudian enzim tersebut menghidrolisis cadangan makanan yang terdapat di dalam kotiledon dan endosperma sehingga menghasilkan molekul kecil.

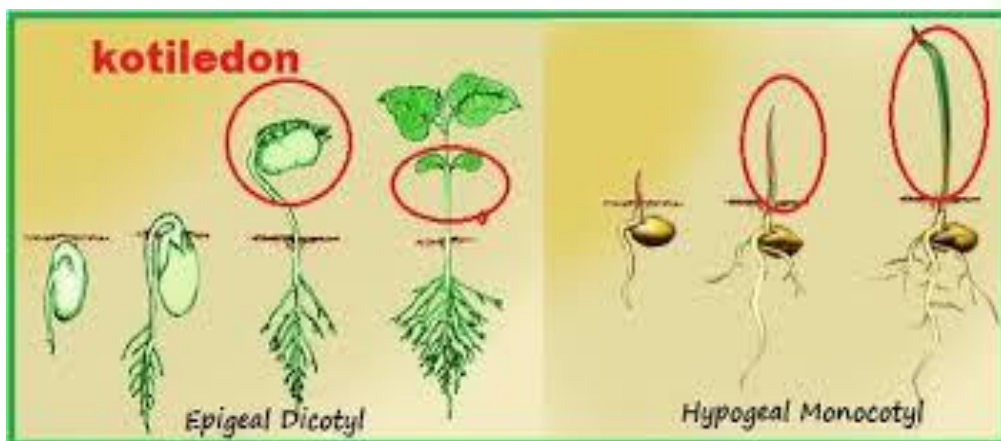


Molekul kecil tersebut diserap oleh kotiledon selama pertumbuhan embrio menjadi bibit tanaman. Contoh enzim yang berperan pada proses kimia perkecambahan biji adalah *enzim amilase* . Enzim ini menghidrolisis pati menjadi gula.

Apabila terjadi pembentangan ruas batang di bawah daun lembaga (hipokotil) sehingga daun lembaga dan kotiledon terangkat ke atas tanah, maka disebut *perkecambahan epigeal* . Contoh tumbuhan yang berkecambah secara epigeal adalah kacang hijau (*Phaseolus radiatus*)

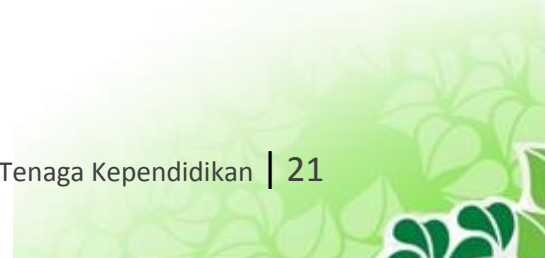
Apabila terjadi pembentangan ruas batang ke atas (epikotil) sehingga daun lembaga terangkat ke atas tanah , maka disebut *perkecambahan hipogeal* .

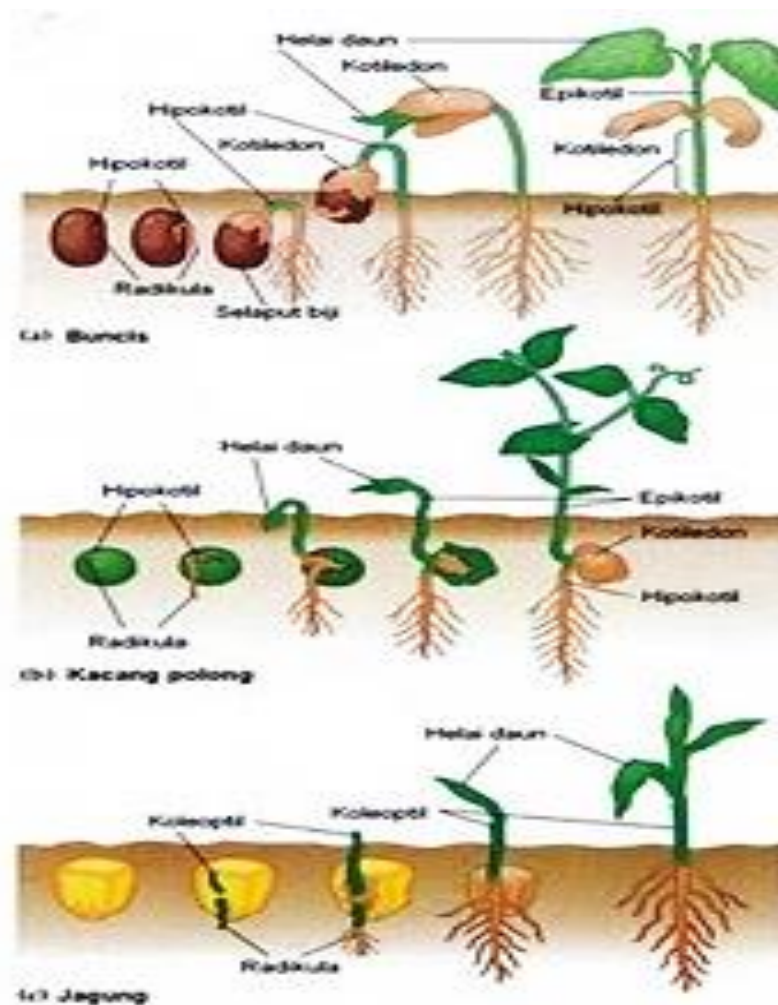
Contoh tumbuhan yang berkecambah secara hipogeal adalah kacang kapri (*Pisum sativum*)



Gambar 11. Perkecambahan Epigeal Dan Hipogeal, Campbell, 1997

Perbedaan antara perkecambahan epigeal dan hipogeal dapat anda lihat pada gambar berikut ini





Gambar 12. Akar Epigeal Dan Hipogeal, Campbell, 1997

4. Pertumbuhan Sekunder pada Organ Tumbuhan

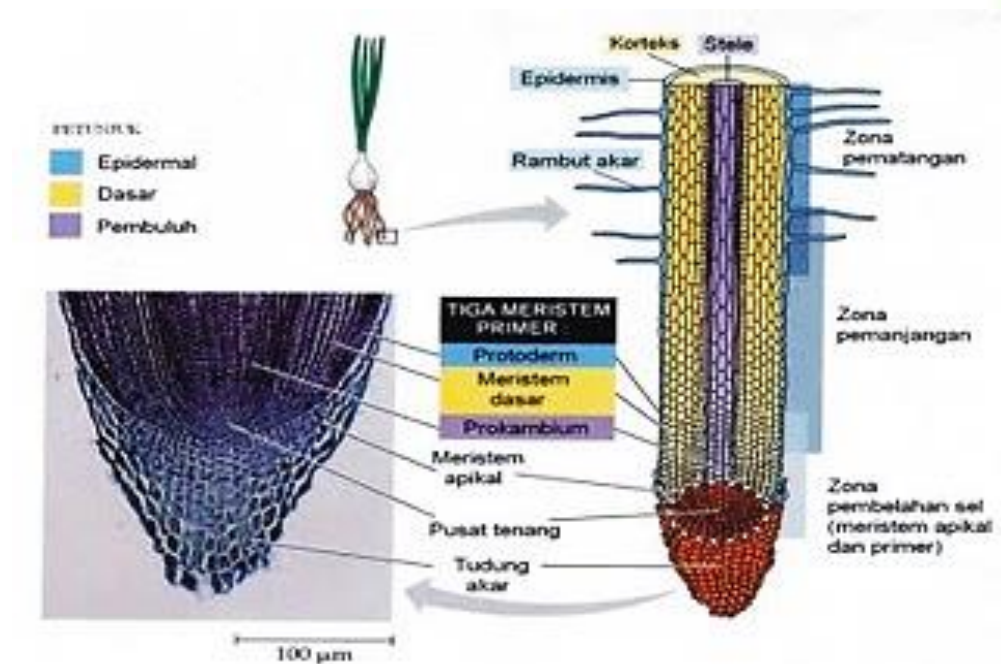
Pertumbuhan pada tumbuhan umumnya berlangsung lambat dan bagi orang yang mengamati sepiantas mungkin pohon dan bunga yang sedang tumbuh kelihatan sama, tidak berubah. Hal tersebut terjadi karena kita telah terbiasa melihat gerakan yang relatif cepat. Pertumbuhan pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua, yaitu pertumbuhan primer dan pertumbuhan sekunder. Pertumbuhan primer terjadi sebagai hasil pembelahan sel pada jaringan meristem primer yang terdapat diujung akar dan diujung batang. Adanya jaringan meristem primer pada ujung akar dan ujung batang ini memungkinkan tumbuhan tumbuh lebih tinggi atau lebih panjang.



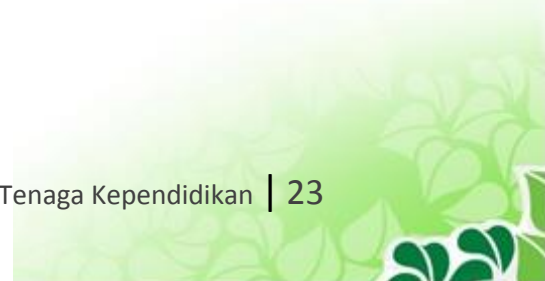
Pertumbuhan sekunder terjadi sebagai hasil aktivitas jaringan meristem sekunder yang terdapat pada tumbuhan dikotil berupa kambium dan kambium gabus. Adanya pertumbuhan sekunder ini memungkinkan bertambah besarnya organ-organ tumbuhan. Pertumbuhan pada organ tumbuhan yang akan dibahas adalah pertumbuhan akar dan pertumbuhan batang.

a. Pertumbuhan Akar

Bagian-bagian akar tumbuhan memiliki kecepatan pertumbuhan yang tidak merata. Bagian akar yang pertumbuhan paling cepat adalah bagian belakang ujung akar. Pada akar terdapat tiga daerah pertumbuhan berdasarkan kecepatan pertumbuhannya, yaitu daerah pembelahan sel, daerah pemanjangan sel, dan daerah diferensiasi sel. Pada ujung akar dan batang tumbuhan berbiji yang sedang aktif tumbuh, terdapat tiga daerah pertumbuhan dan perkembangan. Daerah tersebut adalah daerah pembelahan, daerah pemanjangan, dan daerah diferensiasi.



Gambar 13. Daerah Pembelahan, Daerah Pemanjangan, Dan Daerah Diferensiasi, Campbell, 1997).





1) Daerah-pembelahan-sel

Daerah Pembelahan, merupakan daerah yang paling cepat tumbuh. Daerah ini terletak bagian belakang ujung akar , meliputi tudung akar dan daerah meristem

Tudung akar merupakan daerah akar yang terdapat di bagian akar paling ujung. Tudung akar mempunyai beberapa fungsi , yaitu untuk mensekresikan cairan polisakarida dan melindungi daerah meristem akar. Cairan polisakarida berguna untuk melumasi tanah disekitar titik pertumbuhan akar sehingga menyebabkan tanah menjadi lunak dan mudah ditembus oleh akar. Daerah meristem meliputi meristem apikal dan derivatnya. Meristem apikal adalah daerah pusat pembelahan sel untuk menghasilkan sel- sel meristem primer. Sel – sel meristem primer tersebut berfungsi untuk menggantikan sel- sel yang tanggal pada tudung akar. Daerah meristem terletak di belakang tudung akar.

Pada daerah ini terutama terjadi pembentukan sel-sel baru melalui pembelahan sel. Sel-sel di daerah pembelahan memiliki inti sel yang relatif besar, berdinding sel tipis, dan aktif membelah diri. Daerah pembelahan disebut pula daerah meristematik.

2) Daerah Pemanjangan Sel

Sel-sel di daerah pemanjangan pembelahan lebih lambat dari pada sel meristem , akan tetapi memiliki kemampuan untuk memanjang lebih dari 9 kali panjang sel mula- mula . Pemanjangan sel ini – sel ini berfungsi penting untuk menekan ujung akar supaya akar memanjang. Sel – sel yang terdapat di daerah pemanjangan berfungsi untuk menyimpan makanan. Ciri- ciri sel yang terdapat di daerah ini adalah sel- selnya relatif lebih tahan terhadap kerusakan yang disebabkan oleh radiasi dan bahan kimia beracun dibandingkan dengan sel yang terdapat di daerah lainnya.





3) Daerah Diferensiasi sel

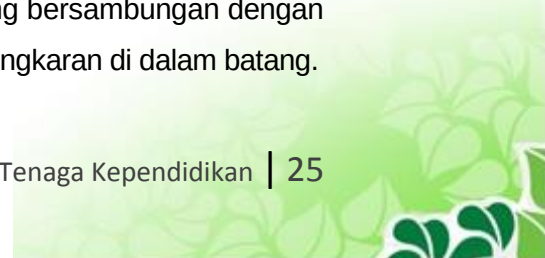
Daerah diferensiasi sel merupakan daerah tempat terjadinya pematangan sel. Daerah ini terletak di daerah paling akhir akar. Pada daerah diferensiasi, sel-sel daerah pemanjangan mulai terspesialisasi struktur dan fungsinya. Di daerah ini terdapat tiga sistem jaringan yang dihasilkan dari sel-sel meristem, yaitu *protoderma*, *meristem dasar*, dan *prokambium*.

Protoderma adalah lapisan terluar dari meristem primer yang akan berkembang menjadi epidermis. Meristem dasar adalah lapisan kedua yang akan berkembang menjadi sistem jaringan dasar. Jaringan dasar ini selanjutnya akan mengisi daerah lapisan korteks yang terdapat diantara stele dan epidermis. Sementara prokambium adalah lapisan pusat (dalam) yang akan berkembang menjadi stele yang terdiri atas xilem dan floem.

Daerah Diferensiasi, terletak di belakang daerah pemanjangan. Sel-sel di daerah ini telah mengalami diferensiasi. Artinya sel-sel telah berubah bentuk sesuai fungsinya. Sebagian sel mengalami diferensiasi menjadi epidermis, korteks, empulur, xilem dan floem. Sebagian sel lagi mengalami diferensiasi menjadi jaringan parenkim (jaringan dasar), jaringan penunjang seperti kolenkim dan sklerenkim. Dengan terjadinya diferensiasi sel maka terbentuklah berbagai jaringan tumbuhan.

b. Pertumbuhan Batang

Pertumbuhan batang meliputi pemanjangan dan diferensiasi. Daerah pertumbuhannya terletak di ujung batang dengan pembagian daerah yang berbeda-beda. Pada batang tumbuhan dikotil terjadi pertumbuhan sekunder, yaitu pada kambium. Kambium pada batang dibedakan menjadi dua yaitu kambium vaskuler (intravaskuler) dan kambium intervaskuler. Kambium vaskuler adalah kambium yang terdapat di dalam ikatan pembuluh (vasis), berfungsi membentuk xilem (ke arah dalam) dan ke arah floem (ke arah luar). Sedangkan kambium intervaskuler adalah kambium yang terletak diantara ikatan pembuluh, Adanya kambium intervaskuler yang bersambungan dengan kambium vaskuler akan menyebabkan terbentuknya lingkaran di dalam batang.





Sel – sel kambium membelah ke arah dalam membentuk xilem dan ke arah luar membentuk floem . Xilem yang terbentuk dari aktifitas kambium disebut xilem sekunder dan floem yang terbentuk dari aktivitas kambium di sebut floem sekunder. Pembentukan xilem sekunder dan floem sekunder dipengaruhi oleh musim dan menimbulkan adanya lingkaran tahun.

Kecepatan pertumbuhan antara xilem dan floem berbeda. Kecepatan pertumbuhan ke arah dalam jauh lebih cepat , oleh karena itu xilem yang dihasilkan lebih tebal. Adanya perbedaan kecepatan pertumbuhan ini mengakibatkan jaringan epidermis dan korteks pada kulit terluar akan rusak (pecah) . Rusaknya kulit terluar ini dapat membahayakan jaringan yang ada di dalamnya sehingga untuk mengatasi hal tersebut , disebelah dalam jaringan kulit terbentuk kambium gabus (felogen). Feloderm merupakan sel-sel hidup, sedangkan felem merupakan sel- sel mati.

Terbentuknya kambium (jaringan) gabus yang kedap air dan udara ini akan menyebabkan terganggunya pertukaran udara yang melalui epidermis. Oleh karena itu, pada beberapa tempat di epidermis batang terbentuk celah – celah gabus berbentuk lensa yang disebut lentisel.

Pada daerah pertumbuhan batang terdapat meristem apikal, yaitu daerah jaringan yang membelah secara aktif pada ujung tunas atau ujung akar yang menghasilkan jaringan baru , terutama untuk menambah panjang. Daun yang muncul sebagai tonjolan kecil di sisi- sisi meristem apikal disebut primordium. Tunas samping (tunas aksilar) tumbuh dari sel- sel meristem di kanan kiri meristem apikal di dasar primordium daun. Tunas aksilar ini mempunyai potensi untuk membentuk cabang batang.Di dalam kuncup , ruas batang dan primordium berdesakan karena jarak antar ruasnya (internodus) sangat pendek .Pertumbuhan , pembelahan, dan pemanjangan sel terjadi di dalam internodus. Pada umumnya pemanjangan batang dikotil terjadi melalui pertumbuhan antar ruas yang lebih tua di bawah ujung batang.





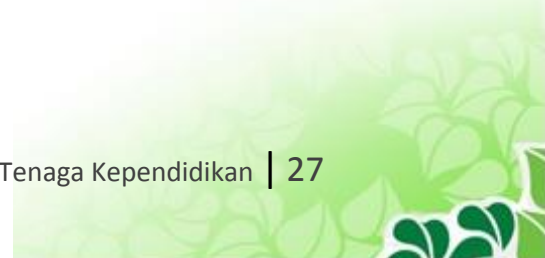
c. Aplikasi

Aplikasi: budidaya tanaman padi, kegiatan budidaya tanaman padi bertujuan untuk menghasilkan beras, adapun kegiatan dijelaskan sbb:

- 1) Pembibitan
Memilih Tempat Pesemaian, Mengerjakan Tanah Untuk Pesemaian, Penaburan Biji, Pemeliharaan Pesemaian
- 2) Pengolahan Tanah
Pembersihan, Pencangkulan, Pembajakan., Penggaruan
- 3) Penanaman
Pekerjaan penanaman didahului dengan pekerjaan pencabutan bibit di pesemaian. Bibit yang akan dicabut adalah bibit yang sudah berumur 25-40 hari (tergantung jenisnya), berdaun 5-7 helai. Sebelum pesemaian 2 atau 3 hari tanah digenangi air agar tanah menjadi lunak dan memudahkan pencabutan.
- 4) Pemeliharaan
Pengairan, Penyiangan dan Penyulaman, Pemupukan, Pemberantasan Hama / Penyakit
- 5) Pemanenan
Menyabit, Merontok, Mengeringkan, Menggiling, Menyimpan beras

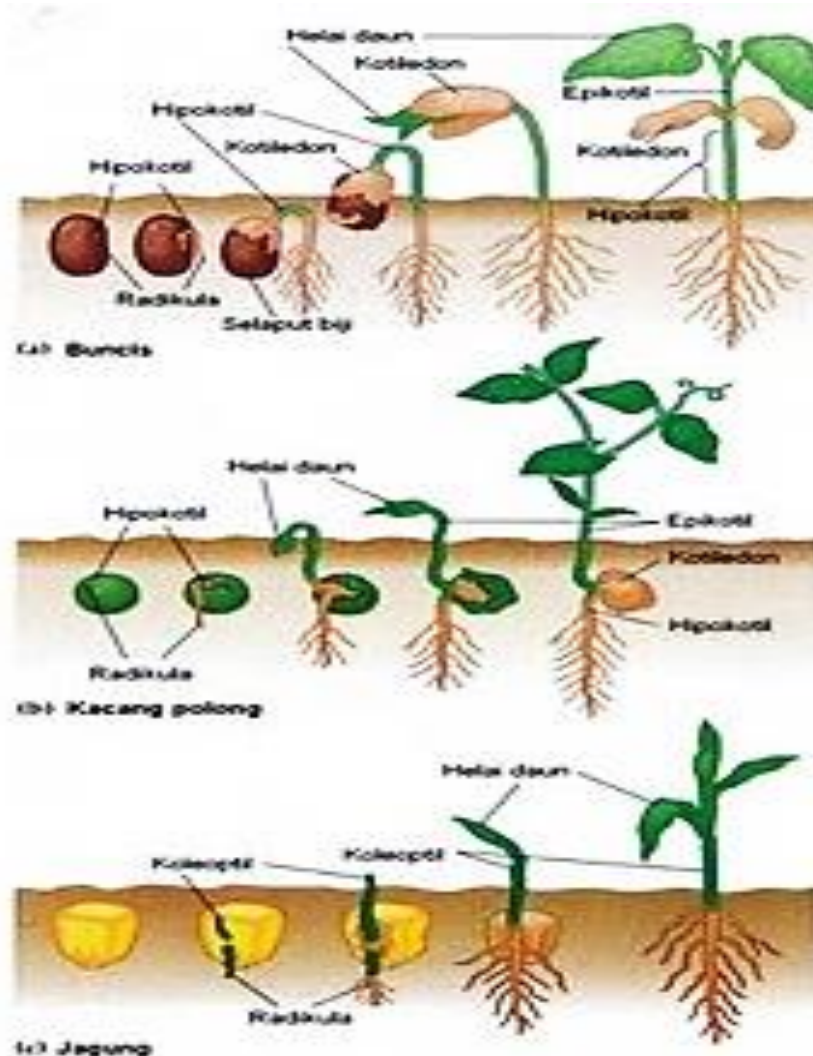


Gambar 14. Siklus Pertumbuhan Tanaman Padi



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tanya jawab tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, peserta diklat mengamati slide, gambar tentang perkecambahan



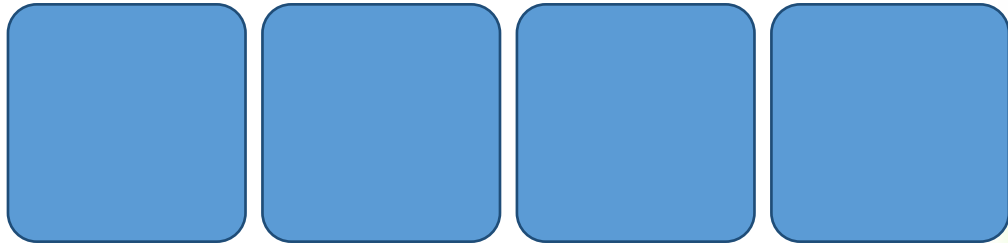
Gambar 15. Pertumbuhan Pada Tumbuhan.

2. Dilakukan tanya jawab tentang pertumbuhan pada tumbuhan kacang panjang dan tanaman jagung

Peserta diklat diminta mengukur panjang masing- masing kecambah yang tersedia.



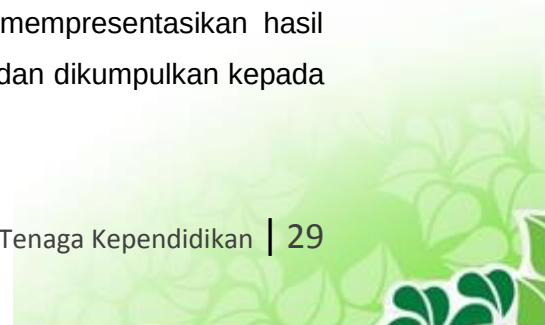
Peserta diklat diminta menggambar 4 fase yang berbeda dari perkecambahan kacang dan jagung



3. Selanjutnya diminta peserta diklat mengidentifikasi daerah pertumbuhan pada tanaman
4. peserta diklat melakukan praktikum , mengidentifikasi daerah pertumbuhan pada tanaman , dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. **Judul : Mengidentifikasi Daerah Pertumbuhan Pada Tanaman**
 - b. **Tujuan :** Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu mengidentifikasi daerah /jaringan yang aktif melakukan pertumbuhan pada tanaman
 - c. **Alat dan Bahan :**
 - Mikroskop
 - Kaca objek Kaca penutup
 - Spesimen ujung tanaman/ujung akar
 - Pisau preparat
 - d. **Langkah kerja :**
 - Sayatlah jaringan meristem pada ujung batang atau ujung akar
 - Letakkan dipermukaan glass obyek , tetesi air dengan pipet
 - Amati jaringan yang aktif mengalami pertumbuhan atau perpanjangan
 - Gambarlah pada lembar pengamatan anda
 - Buat laporan hasil kegiatan ini
5. Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang pertumbuhan pada tumbuhan , dan dikumpulkan kepada fasilitator





6. Selanjutnya disampaikan tanya jawab tentang perkembangan tumbuhan , peserta diklat mengamati slide / gambar tentang perkembangan pada tumbuhan
7. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
8. Peserta diklat menyimpulkan tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
9. Peserta diklat diminta untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
10. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan menyampaikan materi yang belum jelas
11. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , diberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
12. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

Praktek 2. : Mengecambahkan Biji Jagung Dan Kacang Hijau

Alat : 6 Gelas plastik, Sekop

Bahan : 15 Biji jagung, 15 Biji Kacang Hijau, Kapas secukupnya,
Tanah secukupnya, Air secukupnya

Cara Kerja :

- a) Susunlah 8 gelas plastic
- b) Masukkan tanah secukupnya ke dalam 3 gelas plastik.
- c) Kemudian taburkan masing-masing gelas 5 biji jagung.
- d) Masukkan kapas secukupnya ke dalam 3 gelas plastik. Kemudian taburkan masing-masing gelas 5 biji kacang hijau dan jagung.
- e) Letakkan 4 gelas-gelas tersebut di tempat yang gelap dan 4 gelas ditempat terang
- f) Siramlah air secukupnya pada semua gelas plastik yang telah berisi biji-bijian tersebut setiap hari.
- g) Amati pertumbuhan dan buatlah catatan
- h) Diskusikan dengan peserta lain, hasil percobaan tersebut





E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan.

Setelah anda mempelajari materi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan , selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada makhluk hidup berikut ini bukan merupakan proses pertumbuhan adalah....
 - a. Pertambahan jumlah sel
 - b. Pertambahan volume sel
 - c. Pertambahan jumlah deposisi (persediaan) zat antar sel
 - d. Pertambahan massa sel
 - e. Bersifat reversibel(dapat balik)
2. Pengertian perkembangan yang terjadi pada makhluk hidup adalah....
 - a. Peruban jumlah dan bentuk yang berlangsung terus menerus
 - b. Pertambahan yang dapat diukur secara kuantitatif
 - c. Proses menuju tercapainya kedewasaan
 - d. Tersebar nya populasi secara meluas
 - e. Kenaikan volume yang dapat diukur dengan auksanometer
3. Perhatikan tabel data pengukuran pertumbuhan pada kecambah berikut ini !

Tabel 1. Pengukuran Pertumbuhan Pada Kecambah

Tanaman	Tinggi kecambah pada minggu (cm)				
	Ke-1	Ke-2	Ke-3	Ke-4	Ke-5
1	0,4	1,6	2,8	4,0	5,6
2	0,3	1,5	2,0	3,5	5,2
3	0,6	2,0	2,8	4,1	5,7

jika data pada tabel tersebut dianalisis, dapat disimpulkan bahwa tanaman yang paling cepat tumbuh adalah tanaman....

- a. 1, minggu ke-3
- b. 1,minggu ke- 5
- c. 2, minggu ke-3
- d. 3, minggu ke 2
- e. 3, minggu ke 5





4. Perhatikan data hasil percobaan pertumbuhan tanaman kacang hijau berikut.

Tabel 2. Pertumbuhan Tanaman Kacang Hijau

No Perlakuan	Rataan pertumbuhan per hari (cm)					
	Hari 1	Hari 2	Hari 3	Hari 4	Hari 5	Rata-rata
Kacang hijau	0,07	0,5	1,3	3,5	5	2,07
Kacang hijau + hormon tumbuh	0,1	1,4	3,9	6,5	9,5	4,28

Dari data di atas , dapat disimpulkan bahwa pertumbuhan kacang hijau....

- Hanya dapat terjadi apabila ditambah hormon tumbuh
 - Tidak dipengaruhi oleh hormon tumbuh
 - Hanya sedikit dipengaruhi oleh penambahan hormon
 - Sangat tergantung pada penambahan hormon
 - Akan lebih cepat jika ditambah hormon
5. Dari percobaan pengamatan kecepatan tumbuh akar diperoleh data bahwa kecepatan tumbuh terbesar terjadi di daerah....
- Bagian paling ujung
 - Tengah- tengah akar
 - Tepat di daerah ujung akar
 - Sepanjang akar
 - Semua bagian akar sama
6. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan biji dimulai dari peristiwa....
- Penyerbukan
 - Pembuahan
 - Perkecambahan
 - Diferensiasi
 - Spesialisasi



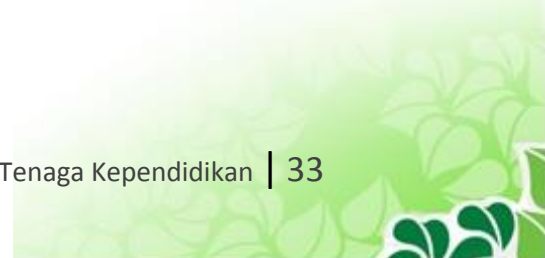


7. Lapisan tipis bagian luar endosperma yang menyintesis dan mengeluarkan enzim untuk proses perkecambahan adalah....
 - a. Testa
 - b. Kotiledon
 - c. Plumula
 - d. Radikula
 - e. Aleuron

8. Xilem sekunder dan floem sekunder terbentuk dari aktivitas
 - a. Kotiledon
 - b. Primordium
 - c. Meristem apikal
 - d. Kambium
 - e. Xilem dan floem primer

9. Contoh peristiwa penuaan pada tumbuhan adalah....
 - a. Imbibisi
 - b. Absisi
 - c. Gutasi
 - d. Transpirasi
 - e. Asimilasi

10. Tiga fase utama pertumbuhan tumbuhan biasanya mudah dikenali pada percobaan pertumbuhan kacang secara berurutan , yaitu
 - a. Fase logaritmik, fase linier, dan fase absisi
 - b. Fase logaritmik, fase konstan, dan fase penuaan
 - c. Fase logaritmik, fase linier, dan fase penuaan
 - d. Fase tumbuh, fase linier, dan fase penuaan
 - e. , fase linier, fase absisi, dan Fase logaritmik





F. Rangkuman

Pertumbuhan adalah bertambah besarnya suatu individu akibat pembelahan mitosis dan penambahan materi. (Perkembangan adalah diferensiasi sel membentuk struktur dan fungsi tertentu). Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dimulai dengan perkecambahan biji. Perkecambahan terjadi melalui proses fisika, yaitu penyerapan air, dan proses kimia, berupa aktivitas enzim. Perkecambahan disebut epigeal jika kotiledonnya tetap berada dibawah permukaan tanah, dan hipogeal jika kotiledonnya tetap berada dibawah permukaan tanah. (Perkembangan adalah terspesialisasinya sel-sel menjadi struktur dan fungsi tertentu). Perkembangan tidak dapat dinyatakan dengan ukuran, tetapi dapat dinyatakan dengan perubahan bentuk dan tingkat kedewasaan. Perkembangan awal suatu tumbuhan secara garis besar melalui tiga tahap, yaitu pembelahan sel, morfogenesis, dan diferensiasi seluler.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini, dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan		
2	Dapat mengidentifikasi tahapan pertumbuhan pada tumbuhan(perkecambahan, organ tumbuhan kurva sigmoid pertumbuhan).		
3	Dapat mengidentifikasi proses perkembangan pada tumbuhan		
4	Dapat membedakan proses perkecambahan epigeal dan hipogeal		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut.





Kegiatan Pembelajaran 2.

Faktor- faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dan memberi contoh dengan benar

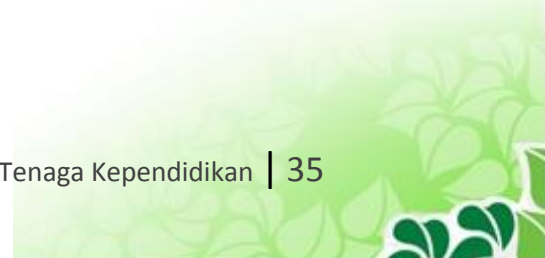
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor- faktor yang mempengaruhi perkembangan tumbuhan dengan benar
3. Peserta diklat mampu memberikan contoh proses perkembangan tumbuhan yang dipengaruhi faktor lingkungan dengan benar

C. Uraian Materi

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam (intern) dan faktor luar (ekstern). Faktor dalam adalah faktor-faktor yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan itu sendiri, sedangkan faktor luar adalah faktor-faktor yang berasal dari luar tubuh tumbuhan atau lingkungan. Pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh 2 faktor, yaitu faktor intraseluler (hereditas/gen) dan faktor interseluler yaitu makanan (nutrisi), gen, lingkungan, dan zat tubuh (hormon).





Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dibedakan atas faktor luar dan faktor dalam

1. Faktor Luar

Faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan adalah makanan, air, suhu, kelembaban , oksigen, dan cahaya.

a. Makanan

Makanan adalah sumber energi dan sumber materi untuk mensintesis berbagai komponen sel . Nutrien yang dibutuhkan tumbuhan bukan hanya karbon dioksida dan air, tetapi juga unsur – unsur lainya . Karbondioksida diabsorpsi oleh daun , sedangkan air dan mineral diserap oleh akar.

Tumbuhan yang diberi pupuk akan tumbuh lebih baik dan lebih cepat dibandingkan dengan tumbuhan yang tidak diberi pupuk. Hal itu membuktikan zat makanan (pupuk) mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan

Pengaruh pemberian nutrisi pada tumbuhan juga dapat dilihat pada penanaman dengan cara hidroponik. Metode kultur hidroponik berhasil mengungkapkan unsur mineral yang dibutuhkan tumbuhan .

Unsur mineral yang diperlukan tumbuhan dalam jumlah besar disebut *makro elemen* .Ada 9 makro elemen atau bahan organik , yaitu karbon, oksigen, hidrogen, nitrogen, sulfur, fosfor, kalsium, kalium dan magnesium .

Unsur mineral yang dibutuhkan dalam jumlah kecil disebut *mikroelemen*. Ada delapan mikroelemen, yaitu zat besi(Fe), klorin , tembaga, magnesium, seng, molibdenum, boron, dan nikel. Mikroelemen berfungsi sebagai kofaktor reaksi enzimatik dalam tumbuhan. Jika suatu tumbuhan kekurangan sebagian nutrisi, maka tumbuhan itu disebut mengalami *defisiensi*. Defisiensi mengakibatkan pertumbuhan terganggu dan jika berkelanjutan akan menyebabkan kematian. Misalnya, kekurangan nitrogen yang merupakan unsur pembentukan klorofil akan mengakibatkan daun menguning atau disebut *klorosis*.





Salah satu cara untuk memberikan nutrisi mineral yang optimal adalah dengan menumbuhkan tumbuhan secara hidroponik dalam cairan nutrisi yang komposisi mineralnya dapat diramu dengan tepat.

Pada umumnya tumbuhan mendapatkan mineral dari dalam tanah. Akan tetapi ada pula tumbuhan yang mendapatkan nutrisinya dari serangga yang terjat di perangkapnya . Tumbuhan yang mencukupi kebutuhan nutrisinya dengan cara itu disebut insektivora, misalnya kantong semar (*Nepenthes*)

Medium tanaman diberi larutan nutrisi yang sesuai dengan jenis tanaman yang ditanam, akan membuat tanaman tumbuh, berkembang, dan bertambah besar. Contoh nutrisi yang diperlukan tumbuhan dapat dilihat Tabel 3 berikut ini:

Mineral yang dibutuhkan oleh tumbuhan tidak banyak jumlahnya, ada yang diperlukan dalam jumlah yang relatif banyak disebut makronutrien ada juga yang dibutuhkan relatif sedikit disebut mikronutrien. Sedikitnya, ada 8 makronutrien dan 8 mikronutrien yang dibutuhkan oleh tumbuhan, yaitu :

Tabel 3. Nutrisi Yang Dibutuhkan Tumbuhan

Unsur	Bentuk Molekul	Kepentingan bagi Tubuh	Gejala Defisiensi
Unsur Makro			
Karbon	CO ₂	Pembentukan molekul-molekul organik dalam sel tumbuhan	Sangat jarang terjadi defisiensi
Oksigen	O ₂	Penyusun molekul organik dan anorganik dalam sel	Sangat jarang terjadi defisiensi
Nitrogen	NO ₃ , NO ₂	Pembentukan protein dan asam nukleat	Daun pucat, klorosis yang berubah menjadi merah dan ungu, pertumbuhan terhenti
Kalium	K ⁺	Kofaktor fungsional dalam sintesis protein, osmosis, keseimbangan ion dalam sel	Klorosis, pinggir daun cokelat, akar dan batang kerdil/lemah





Unsur	Bentuk Molekul	Kepentingan bagi Tubuh	Gejala Defisiensi
Kalsium	Ca^{2+}	Sintesis dinding sel, kofaktor enzim, perbaikan struktur membrane	Menghambat pertumbuhan pada daerah meristem
Magnesium	Mg^{2+}	Bagian dari molekul klorofil, berfungsi pada sintesis protein, berlaku sebagai kofaktor enzim	Klorosis pada daun tua, terdapat bercak merah dan ungu
Fosfat	HPO_4^{2-} HPO_4^-	Bagian dari asam nukleat dan fosfolipid, ATP dan beberapa koenzim	Menghambat pertumbuhan, daun tua berwarna hijau tua
Sulfur (belerang)	SO_4^{2-}	Bagian dari jenis-jenis protein, koenzim	Klorosis, daun kuning
Unsur Mikro			
Klorin	Cl^-	Keseimbangan tekanan osmotik sel, reaksi fotosintesis	Tanaman layu, menghambat pertumbuhan akar, produksi buah kurang, klorosis
Besi	Fe^{3+} Fe^{2+}	Bagian penting dari enzim (sitokrom), sintesis asam nukleat	Daun muda klorosis, batang pendek, dan ramping
Boron	H_2BO_3	Berguna bagi transportasi karbohidrat dan sintesis asam nukleat	Meristem apikal batang dan akar mati, daun menggulung
Mangan	Mn^{2+}	Enzim dalam siklus Krebs, pembebasan oksigen pada fotosintesis	Klorosis
Seng	Zn^{2+}	Aktif dalam pembentukan klorofil, mengaktifkan beberapa enzim	Ukuran daun mengecil, klorosis, pemendekan internodus
Tembaga	Cu^+ Cu^{2+}	Kofaktor enzim, diperlukan dalam transport electron fotosintesis	Daun hijau tua, ujungnya kering, menggulung
Molybdenum	Mo^{2+}	Fiksasi nitrogen	Klorosis, daun muda menggulung, daun muda mati

Sumber : Fisiologi Tumbuhan ,Dwijito Seputro, Tahun 2004





Pada kegiatan budidaya tanaman yang intensif diperlukan penambahan unsur terutama elemen makro agar tanaman menghasilkan produksi yang optimal. Penambahan tersebut melalui pemberian pupuk kimia kedalam tanah. Pupuk yang lazim digunakan adalah pupuk urea, pupuk trikalsium phosphate (TSP), pupuk Kalium Chlorida (KCl) dan pupuk gabungan NPK (Nitrogen, Phospor dan Kalium). Adapun tujuan penambahan pupuk sbb:

- Meningkatkan dan mempercepat pertumbuhan dan perkembangan
- Meningkatkan hasil produksi
- Meningkatkan kesuburan tanaman sehingga tanaman lebih tahan penyakit
- Menstabilkan kandungan unsur hara tanah
- Merangsang pertumbuhan akar, batang dan daun

Contoh-contoh pupuk terdapat pada gambar...



Tsp



Urea

Gambar 16. Pupuk TSP dan Urea



KCL



NPK

Gambar 17. Pupuk KCl dan NPK





b. Air

Tanpa air, tumbuhan tidak akan tumbuh . Air termasuk senyawa utama yang sangat dibutuhkan tumbuhan. Air berfungsi antara lain dalam fotosintesis, media terjadinya reaksi enzimatik, menjaga kelembaban , dan membantu perkecambahan biji. Tanpa air reaksi kimia dalam sel tidak dapat berlangsung sehingga mengakibatkan tumbuhan akan mati. Oleh karena itu, siramilah tanaman dipekarangan rumah anda secara teratur dengan air secukupnya untuk menjaga kelangsungan hidupnya .

Air sangat diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan. Contohnya: Jika ada dua tanaman dalam pot, yang satu disiram dengan air dan yang lainnya tidak maka tanaman yang sering disiram akan tumbuh dengan baik. Tetapi perlu diketahui bahwa tanaman memerlukan air hanya pada batas tertentu saja. Pada jenis tanaman tertentu kelebihan air dapat mengakibatkan kematiannya. Coba cari contoh tanaman tersebut!

Biji-bijian jika berkecambah (tumbuh) juga memerlukan air, bahkan ada beberapa tanaman menggunakan air sebagai media pertumbuhan seperti tanaman *Nymphaea* sp .

Tanaman ada yang memerlukan banyak air, sedang dan sedikit air. Contoh tanaman yang memerlukan banyak air adalah padi, rumput laut, sedangkan yang memerlukan air sedang, tanaman jagung, melon, kedelai, dan yang memerlukan air sedikit kelompok tanaman kaktus.

c. Suhu

Tumbuhan dapat tumbuh baik jika berada dalam suhu yang optimum. Tumbuhan di daerah tropis mempunyai suhu optimum antara 22-27 °C. Suhu terendah yang memungkinkan tumbuhan masih dapat hidup disebut *suhu minimum*, sedangkan *suhu maksimum* merupakan suhu tertinggi yang memungkinkan tumbuhan masih dapat hidup. Suhu minimum maupun suhu maksimum dari berbagai jenis tumbuhan berbeda-beda. Pada tumbuhan tropis, suhu minimumnya sekitar 10°C, sedangkan tumbuhan yang hidup di daerah dingin mempunyai suhu minimum sekitar 5°C.





Keberadaan suhu ini erat hubungannya dengan kerja enzim. Jika suhu terlalu tinggi atau terlalu rendah, enzim akan rusak. Suhu temperatur akan berpengaruh terhadap proses-proses metabolisme yang terjadi dalam tubuh organisme. Jika temperatur terlalu tinggi maka enzim akan rusak serta metabolisme terhambat. Tumbuhan pada umumnya tumbuh optimal pada kisaran suhu 10°C-38°C. Kisaran suhu dimana optimal disebut suhu optimum. Secara umum batang atau daun jarang memiliki suhu yang lebih panas atau lebih dingin daripada udara di sekelilingnya. Temperatur tumbuhan, khususnya batang dan daun berada ada kisaran 10°C-15°C lebih tinggi dibandingkan dengan udara di sekitarnya.

Contoh tanaman yang memerlukan suhu agak dingin dan kering adalah pohon apel, sedangkan contoh tanaman dataran rendah yang memerlukan suhu panas adalah tanaman mangga.



Gambar 18. Mangga, Tanaman Dataran Rendah

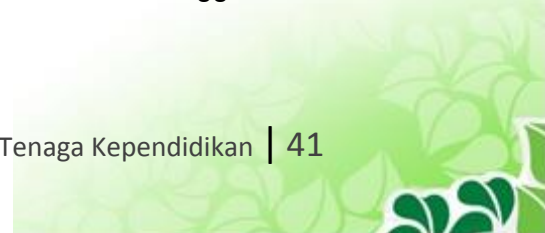


Gambar 19. Apel, Tanaman Dataran Tinggi

d. Kelembaban

Pengaruh kelembaban udara berbeda – beda terhadap berbagai tumbuhan. Tanah dan udara yang lembab berpengaruh baik bagi pertumbuhan. Kondisi lembab menyebabkan banyak air yang diserap tumbuhan dan lebih sedikit yang diuapkan. Kondisi tersebut mendukung aktivitas pemanjangan sel-sel. Dengan demikian, sel-sel lebih cepat mencapai ukuran maksimum sehingga tumbuhan bertambah besar.

Jenis tanaman yang hidup di daerah lembab antara lain lumut, paku pakauan suplir, dan azola pinata. Tanaman memerlukan kelembaban tinggi untuk hidupnya.



e. Cahaya

Sumber utama cahaya di bumi adalah matahari. Matahari memancarkan energi dalam bentuk gelombang yang dapat dilihat berkisar 400-750 nm (di bawah kisaran tersebut disebut ultraviolet sedangkan di atasnya disebut inframerah). Cahaya tampak, seperti merah, biru, nila dan violet berperan sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis.

Selain untuk fotosintesis cahaya juga berpengaruh dalam fotoperiodisme dan fototropisme pada tumbuhan. Fotoperiodisme adalah respons tumbuhan berupa pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi terhadap lamanya waktu terang dan waktu gelap. Responnya meliputi dormansi, perbungaan, perkecambahan, perkembangan batang dan akar. Respons ini dikendalikan oleh suatu pigmen yang dapat menangkap gelombang cahaya, yaitu fitokrom.

Tumbuhan hari pendek adalah tumbuhan yang akan berbunga jika waktu terang lebih pendek daripada waktu gelap. Contoh tumbuhan hari pendek adalah tembakau (*Nicotiana tabacum* L), stroberi (*Fragaria vesca* L), aster (*Callistephus chinensis*), dan dahlia (*Dahlia pinnata*). Tumbuhan hari panjang adalah tumbuhan yang akan berbunga jika waktu terang lebih panjang dari waktu gelap. Contoh tumbuhan hari panjang adalah gandum (*Triticum aestivum*), bayam (*Amaranthus hybridus*), dan kentang (*Solanum tuberosum*). Sedangkan, tumbuhan hari netral adalah tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh lamanya penyinaran matahari. Contohnya adalah mawar (*Rosa hybrida*), bunga matahari (*Helianthus annuus*), jagung (*Zea mays*).



Gambar 20. Tumbuhan Hari Pendek : (A)Tembakau, (B) Stroberi (C) Aster, (D) Dahlia



Gambar 21. Tumbuhan hari panjang : (a) Gandum, (b) Bayam, (c) Kentang



Gambar 22. Tumbuhan netral : (a) Mawar, (b) Matahari, (c) Jagung

Fototropisme merupakan respons tumbuhan berupa gerak sebagian tubuh terhadap cahaya. Contoh dari fototropisme adalah gerak batang kecambah ke arah datangnya cahaya atau gerak bunga matahari mengikuti matahari.

Pertumbuhan tumbuhan juga dipengaruhi oleh panjang gelombang cahaya. Hal ini terbukti dari percobaan Hendricks dan Borthwick pada tahun 1954. Hasilnya menunjukkan bahwa sinar merah dengan panjang gelombang 660 nm berpengaruh paling tinggi terhadap pertumbuhan. Percobaan pada spektrum infra merah 730 nm menunjukkan hasil sebaliknya.

Sebenarnya pada daerah pertumbuhan terdapat hormon yang disebut auksin. Auksin berfungsi merangsang pembelahan sel untuk memperpanjang tubuh tumbuhan. Jika terkena sinar matahari, auksin akan terurai atau berubah menjadi zat lain sehingga di daerah pertumbuhan tidak ada yang mempengaruhi untuk pembelahan selnya, akibatnya pertumbuhan terhambat.





Sebagai bukti adalah jika ada dua macam kecambah (tanaman muda), yang satu dibiarkan terkena sinar matahari dan yang lainnya ditutup rapat agar tidak terkena sinar matahari maka tanaman yang tidak terkena sinar matahari atau sedikit menyerap cahaya matahari tidak akan mati akan tetapi tanaman akan menderita *etiolasi*, batangnya lemas karena defisiensi sinar matahari.

Cahaya juga merangsang pembungaan tumbuhan tertentu . Ada tumbuhan yang dapat berbunga pada hari pendek (lamanya penyinaran matahari lebih pendek dari pada waktu gelapnya). Ada pula tumbuhan yang berbunga pada hari panjang (lamanya penyinaran lebih panjang daripada waktu gelapnya). Hal tersebut ada hubungannya dengan aktivitas *hormon fitokrom* dalam tumbuhan

f. Mengatur Kebutuhan Cahaya Tanaman

Manipulasi atau mengurangi cahaya pada tanaman bunga bertujuan agar tanaman mau berbunga. Pada tanaman anggrek memerlukan sedikit cahaya sekitar 30-60% dari cahaya matahari. Untuk mengurangi sinar tersebut digunakan paranet yang akan menahan sebagian cahaya matahari.



Gambar 23. Paranet Tanaman Anggrek

Beberapa tanaman memerlukan cahaya tambahan untuk berbunga, contoh tanaman krisan. Pemberian cahaya selama 4 jam pada malam hari untuk merangsang pertumbuhan bunga.





Gambar 24. Penambahan Tanaman Krisan

2. Faktor Dalam

a. Gen

Di dalam gen terkandung faktor-faktor sifat keturunan yang dapat diturunkan pada keturunannya. Selain itu, gen juga berfungsi untuk mengontrol reaksi kimia di dalam sel, misalnya sintesis protein. Pembentukan protein yang merupakan bagian dasar penyusun tubuh tumbuhan, dikendalikan oleh gen secara langsung. Dengan kata lain, gen dapat mengatur pola pertumbuhan melalui sifat yang diturunkan dan sintesis- sintesis yang dikendalikannya.

Kalau kita mengambil dua kelompok biji kacang, kelompok yang pertama bijinya sebesar, sedangkan kelompok yang ke dua bijinya kecil-kecil, keduanya lalu ditanam pada kondisi tanah yang sama maka biji kacang yang besar-besar diharapkan akan tumbuh lebih baik daripada biji kacang yang kecil-kecil. Hal ini disebabkan karena faktor pembawa sifat yang terkandung dalam biji kacang yang besar berbeda dengan yang dikandung oleh biji kacang yang kecil.



Gambar 25. Kacang Tanah Kecil



Gambar 26. Kacang Tanah Besar





b. Zat Tumbuh (hormon)

Hormon adalah regulator pertumbuhan yang sangat esensial yang dibuat pada satu bagian tumbuhan. Respons pertumbuhan terhadap hormon terjadi di bagian tumbuhan lainnya, misalnya di akar, batang atau daun. Hormon tumbuhan (fito hormon) yang telah dikenal antara lain auksin, sitokinin, giberelin, dan kalin.

1) **Auksin**

Auksin adalah hormon pertumbuhan yang pertama kali ditemukan . Salah satu jenis auksin yang telah dapat disekresikan dari tumbuhan adalah asam indol asetat atau IAA. Auksin ditemukan oleh **Frits Went**, ahli botani Belanda (1863-1935), pada tahun 1928. Dalilnya yang terkenal adalah “*tak mungkin terjadi pertumbuhan tanpa adanya zat tumbuh*”

Tempat sintesis auksin ialah meristem apikal, misalnya ujung batang (tunas), daun muda, dan kuncup bunga. Semula auksin diketahui terdapat pada ujung kecambah gandum *Avena sativa* . Akan tetapi , ternyata di ujung – ujung tumbuhan lain juga terdapat zat yang fungsinya sama dengan auksin.

Ada beberapa jenis auksin , antara lain auksin a dan auksin b. Auksin a serupa dengan auksin b , hanya berbeda dalam kandungan airnya. Auksin a memiliki satu mol air lebih banyak . Selain itu ada zat yang disebut *heteroauksin* yang kemudian diketahui sebagai asam indol asetat (IAA) . Semakin jauh dari ujung tumbuhan , konsentrasi auksin semakin menyusut.

a) **Pengaruh Auksin Terhadap Pembentukan Akar Pada Stek**

Ada tumbuhan yang mudah dibiakkan dengan stek , namun ada pula yang sama sekali tidak dapat dibiakkan dengan stek. Untuk menghasilkan akar , stek harus mempunyai tunas karena tunas dapat menghasilkan auksin yang diedarkan ke daerah dibawahnya, yaitu ke dasar pemotongan stek tersebut.

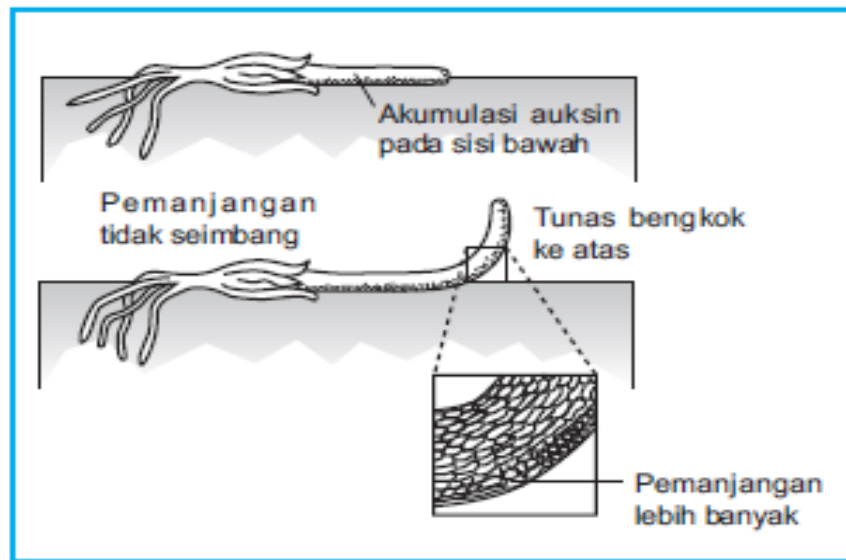




Stek tanpa tunas dapat membentuk akar , asalkan pada stek tersebut diberi auksin /IAA. Pada tahun 1930-an , **Thiman** dan **Went** dapat membuktikan bahwa pemberian auksin dengan dosis tertentu pada stek akan mendorong pembentukan akar.

b) Pengaruh Auksin Terhadap Batang

Kita telah mengerti bahwa tumbuhan yang terkena cahaya dari satu arah akan melengkung ke arah cahaya . Kejadian ini di sebut *phototropisme* .

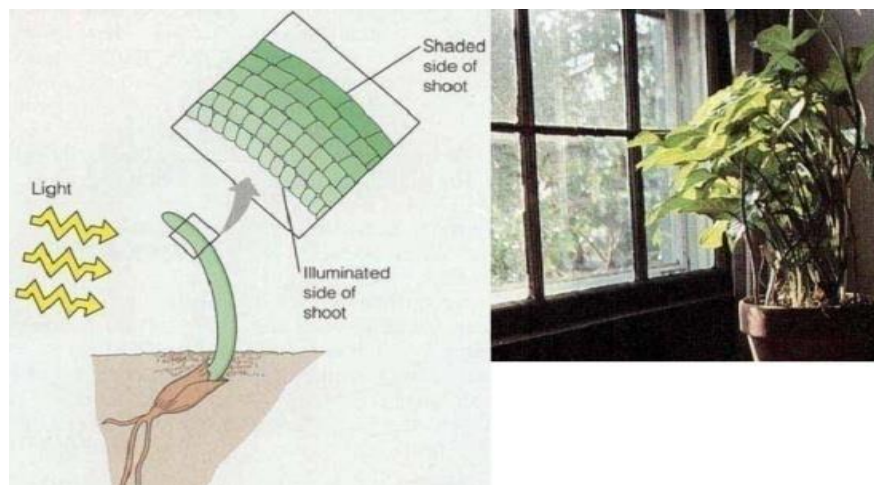


Sumber: Dokumentasi Penerbit

Gambar 27. Peranan Auxin Pada Perkembangan Organ Tumbuhan

Membengkoknya batang tumbuhan ke arah sumber cahaya disebabkan adanya perbedaan konsentrasi auksin . Pada daerah gelap, konsentrasi auksin lebih tinggi sehingga sel akan memanjang lebih cepat dibandingkan dengan kecepatan pemanjangan sel di daerah yang lebih terang . Oleh karena pemanjangan yang tidak seimbang dari kedua sisi batang ini, batang menjadi bengkok. Went dapat menunjukkan bahwa penyinaran dari satu sisi pada ujung koleoptil menyebabkan terjadinya tranpor auksin dari sisi yang terkena sinar ke sisi yang gelap





Gambar 28. Peranan Auksin Pada Fototropisme, Sumber Combpell, 2006

Auksin dengan konsentrasi tinggi merangsang pertumbuhan batang, tapi menghambat pertumbuhan akar. Auksin menjauhi sinarmatahari. Hormon auksin yang diisolasi dari tumbuhan adalah IndolAsam Asetat (IAA). Auksin sintetik adalah 2,4 D, dalam konsentrasitertentu tidak berpengaruh pada golongan Graminae tetapi dapatmematikan tumbuhan lain.Auksin juga dapat menyebabkan tumbuhan membentuk lapisanabsisi yang menyebabkan buah dapat tumbuh sampai masak dandapat merangsang perkembangan buah tanpa biji (tanpa fertilisasi)

d). Pengaruh Auksin Terhadap Pembentukan Buah

Beberapa spesies tumbuhan dapat membentuk buah tanpa mengalami penyerbukan, tetapi dengan diberi larutan IAA atau pasta yang berisi IAA pada kepala putik. IAA ini menyebabkan bakal buah yang tidak mengandung biji (partenokarpi). Penelitian ini dilakukan oleh Gustafson pada tahun 1936 terhadap buah tomat dan apel

2) Sitokinin

Sitokinin adalah hormon yang bersama dengan auksin memengaruhi pembelahan sel (sitokinesis). Sitokinin diperoleh dari ragi santan kelapa, ekstrak buah apel, dan jaringan tumbuhan yang aktif membelah. Sitokinin yang pertama kali ditemukan adalah *kinetin*.



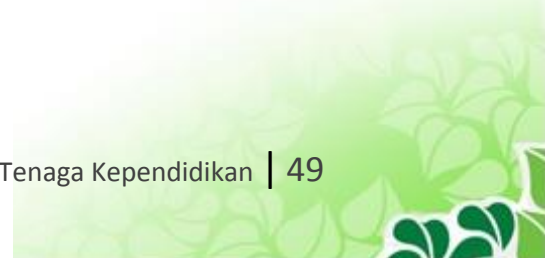
Eksperimen kultur jaringan dapat membuktikan bahwa IAA dan kinetin mempunyai efek yang berbeda- beda . Jika dalam medium tempat pemeliharaan jaringan tumbuhan diberikan IAA dan kinetin dengan perbandingan tertentu pula . Kinetin tanpa disertai IAA tidak dapat menggiatkan pembelahan sel

Sitokinin berfungsi untuk :

- a) Bersama dengan auksin dan giberelin merangsang pembelahan sel dengan cepat.
- b) Merangsang daerah pucuk untuk tumbuh ke samping.
- c) Merangsang pelebaran daun
- d) Memperkecil dominansi apikal.
- e) Mengatur pembentukan bunga dan buah.
- f) Menunda pengguguran daun, bunga, dan buah dengan meningkatkan transpor makanan ke organ tersebut
- g) Merangsang morfogenesis (inisiasi/ pembentukan tunas) pada kultur jaringan.
- h) Menghambat proses penuaan (senescence) daun
- i) Meningkatkan pembukaan stomata pada beberapa spesies
- j) Mendukung pengubahan etioplas menjadi kloroplas melalui perangsangan pada sintesis klorofil



Gambar 29. Pengaruh Sitokinin Terhadap Pelebaran Daun, Campbell 2006



3) Giberelin

Giberelin ditemukan oleh Eiichi Kurosawa pada tahun 1926. Giberelin merupakan suatu zat yang diperoleh dari suatu jenis jamur yang hidup sebagai parasit pada padi di Jepang, yaitu jamur *Gibberella fujikuroi*. Tumbuhan padi yang terserang jamur ini memperlihatkan gejala pemanjangan abnormal. Percobaan pemakaian hormon giberelin telah dilakukan terhadap jagung kerdil. Ternyata, giberelin dapat menambah tinggi tumbuhan jagung tersebut. Semakin tinggi konsentrasi giberelin, semakin tinggi pula respons pertumbuhannya. Giberelin memengaruhi pemanjangan sel maupun pembelahan pada jagung kerdil. Akan tetapi, pada tumbuhan jagung normal dan tumbuhan normal lainnya, pemakaian giberelin tidak memberikan respons.

Selain memengaruhi pemanjangan batang, giberelin juga memengaruhi perkecambahan, serta pertumbuhan dan perkembangan pada akar, daun, bunga, dan buah.

Fungsi giberelin adalah untuk :

- a) merangsang aktivitas kambium
- b) menyebabkan tanaman lebih cepat berbunga
- c) memperbesar ukuran buah dan tanaman
- d) mempengaruhi perkembangan embrio
- e) menghambat pembentukan biji
- f) merangsang pembentukan saluran serbuk sari dan pembentukan bunga
- g) mematahkan dormansi biji dan kuncup samping/ aksiler



Gambar 30. Pengaruh Giberelin Terhadap Pertumbuhan Buah, (Campbell, 2006)



4) Asam Traumalin (Hormon Luka)

Tanaman mampu memperbaiki kerusakan atau luka yang terjadi pada tubuhnya. Kemampuan tersebut dinamakan regenerasi (restitusi) yang dipengaruhi oleh hormon luka (**asam traumalin**). Hormon ini pertama kali dipelajari oleh **Haberland**. Pada percobaan yang dilakukan, jaringan tumbuhan dilukai lalu dicuci bersih , ternyata bekas bidang luka tidak membentuk jaringan baru. Pada jaringan luka yang dibiarkan akan terbentuk jaringan barudi dekat luka tersebut.

5) Kalin

Hormon yang memengaruhi pembentukan organ tumbuhan , misalnya:

- a) *kaulokalin*, fungsinya merangsang pertumbuhan batang.
- b) *rhizokalin*, fungsinya merangsang pertumbuhan akar (rhizokalin identik dengan vitamin B1).
- c) *fitokalin*, fungsinya merangsang pertumbuhan daun (folium).
- d) *anthokalin*, fungsinya merangsang pertumbuhan bunga.
- e) *asam absisat*, fungsinya menghambat pertumbuhan bila kondisi buruk sehingga tanaman berada dalam keadaan dorman.

6) Etilen

Etilen adalah hidrokarbon sederhana yang dihasilkan dalam jumlah sedikit oleh sebagian besar tumbuhan dan berfungsi sebagai hormon pertumbuhan. Hormon ini dihasilkan oleh buah yang sudah tua dan berfungsi dalam pematangan buah atau biji. Etilen juga menyebabkan pertumbuhan batang menjadi tebal dan kokoh. Etilen dirangsang oleh auksin sehingga dapat memicu pembungaan pohon mangga dan manggis , serta menyebabkan gugurnya daun. Sementara itu, jika bersama – sama dengan giberelin dapat mengatur perbandingan bunga betina pada tumbuhan berumah satu.

Etilen merupakan senyawa unik dan hanya dijumpai dalam bentuk gas (C_2H_4). Tanaman sering meningkatkan produksi etilen sebagai respons terhadap stress dan sebelum mati. Konsentrasi etilen fluktuasi terhadap musim untuk mengatur kapan mematangkan buah.





Selain memacu pematangan, etilen juga memacu perkecambahan biji, menebalkan batang, mendorong gugurnya daun, dan menghambat perpanjangan batang kecambah. Selain itu, etilen menunda pembungaan, menurunkan dominansi apikal dan inisiasi akar, serta menghambat pemanjangan batang kecambah.

7) Asam absisat

Asam absisat adalah hormon yang menghambat pertumbuhan. Hormon ini akan aktif ketika tumbuhan berada pada kondisi atau keadaan lingkungan yang kurang baik untuk tetap mempertahankan hidupnya. Oleh karena itu, asam absisat dapat membantu tumbuhan untuk mengatasi tekanan dari kondisi yang kurang baik. Terdapat pada berbagai organ tumbuhan, mulai dari tunas, daun, buah, biji, dan umbi. Contoh fungsi hormon ini adalah mengatur penuaan dan perenggangan daun, menyebabkan dormansi pada tunas dan biji

Berikut jenis-jenis hormon tumbuhan dan pengaruhnya pada tumbuhan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis- Jenis Hormon Tumbuhan Dan Pengaruhnya Pada Tumbuhan

Hormon	Pengaruh	Tempat produksi
Auksin , Misalnya IAA	Mendorong pemanjangan batang, pertumbuhan akar, diferensiasi sel dan percabangan, pertumbuhan buah , dominansi apikal, fototropisme, dan geotropisme	Dihasilkan pada embrio dalam biji, meristem batang , dan daun-daun muda
Sitokinin misalnya zeatin	Memengaruhi pertumbuhan akar, dan diferensiasi akar, mendorong pembelahan, pertumbuhan sel, perkecambahan dan pembungaan, penghambat penuaan	Disintesis pada akar dan diangkut ke organ lain
Giberelin misalnya GA	Mendorong perkecambahan biji dan tunas, pemanjangan batang, pertumbuhan daun, pembungaan, dan perkembangan buah, memengaruhi pertumbuhan dan diferensiasi akar	Diproduksi dalam meristem batan, meristem akar, daun muda dan embrio





Hormon	Pengaruh	Tempat produksi
Asam Absisat	Menghambat pertumbuhan, menutup stomata selama kekurangan air, menunda pertumbuhan (dormansi)	Disintesis pada daun, batang, buah, dan biji
Gas Etilen	Mendorong pemasakan buah, menyebabkan batang tumbuh menjadi tebal	Diproduksi di jaringan buah masak, di ruas batang, dan di daun tua

(sumber , Buku biologi SMA kelas XII , D.A Pratiwi dkk)

Pemanfaatan-zat-tumbuh (hormon) dalam bidang pertanian

Dalam bidang pertanian, zat tumbuh (hormon) dapat dimanfaatkan, misalnya untuk merangsang pertumbuhan batang dan akar, perkembangan tanaman, dan kecepatan pembentukan buah. Para ilmuwan telah menemukan bahwa penyemprotan auksin pada sisi tertentu tanaman apel dapat mencegah kerontokan buah sebelum waktunya. Penyemprotan zat anti auksin pada tanaman kapas dapat merontokkan daun sehingga mempermudah pemetikan kapas.

8) Jenis hormon sintetik

Hormon perangsang akar untuk merangsang pertumbuhan akar proses penyetekan, dan cangkok. Hormon Zat pengatur tumbuh tanaman (ZPT) berbentuk larutan dalam air, berwarna coklat tua bermanfaat untuk menurunkan kadar butir beras yang pecah, meningkatkan jumlah buah, bobot buah, rendaman biji serta menghambat dan menekan perkembangan penyakit pada tanaman. Hormon gibelerin dan auksin. Gibelerin berfungsi merangsang tanaman untuk berbuah, Merangsang biji cepat berkecambah, Menghambat bunga bakal buah untuk gugur. Auksin berfungsi untuk Membantu tanaman cepat berakar, Membantu penyerapan hara makanan secara maksimal ditanah, dan Membantu tegak kokohnya tanaman.





Gerak-pada-tumbuhan

Gerak pada tumbuhan tingkat tinggi bukan berarti pindah dari satu tempat ke tempat yang lain, akan tetapi sebenarnya berupa pembengkokan bagian tumbuhan akibat pertumbuhan yang tidak seimbang atau akibat turgor jaringan yang tidak sama. Macam gerak tersebut adalah *gerak higroskopis*, *gerak endonom*, dan *gerak esionom*.

a) Gerak higroskopis

Gerak higroskopis adalah gerak karena perbedaan kadar air yang tidak merata pada bagian tubuh tumbuhan. Gerak tersebut dijumpai pada pecahnya kulit buah polong, membuka dan menutupnya annulus pada sporangium paku, serta membuka dan menutupnya gigipersistom pada sporangium lumut. Jika buah polong, misalnya buah bunga merak (*Caesalpinia pulcherrima*) terkena sinar matahari, maka bagian yang kena sinar akan kehilangan air lebih banyak, mengakibatkan terjadi perbedaan kadar air pada kedua sisi buah polong-polongan tersebut. Perbedaan kadar air tersebut menyebabkan mengembang dan mengerutnya kulit buah menjadi tidak seimbang. Akibatnya, sisi yang ikatannya kurang kuat akan pecah mendadak. Biji yang ada didalamnya akan melenting.

b) Gerak endonom

Gerak endonom adalah gerak bagian tubuh tumbuhan yang disebabkan oleh rangsangan dari dalam. Jenis rangsangan jugabelum jelas sehingga ada pakar yang menyebutkan gerakan tersebut terjadi karena kemauan tumbuhan maka sering disebut *gerak otonom*. Contoh gerak endonom, antara lain gerak sitoplasma pada sel umbilapis bawang merah, gerak melingkar batang gadung (*Dioscorea* sp.), palmae, maupun batang kacang panjang. Ujung batang gadung akan selalu melilit batang rambatannya ke arah kiri, sedangkan ujung batang kacang panjang akan melilit ke arah kanan. Mengapa demikian?





c) Gerak esionom

Gerak esionom adalah gerak berupa reaksi terhadap rangsang dari luar. Rangsangan itu dapat berupa cahaya, gravitasi bumi, sentuhan, senyawa kimia, dan air. Gerak esionom dibedakan menjadi tiga, yaitu nasti, tropisme, dan taksis.

- **Nasti**

- **Niktinasti**

Niktinasti adalah gerak menutupnya daun pada banyak spesies Leguminosae ketika malam hari. Pada sebagian besar peristiwa niktinasti, permukaan daun ada pada posisi horizontal dan menghadap ke matahari sepanjang hari, tetapi melipat dalam posisi vertikal jika matahari terbenam. Jadi, terjadinya periode yang berselang antara terang dan gelap itulah yang mengatur gerakan tersebut. Pada pohon ki hujan (*Samanea saman*) anak-anak daunnya menggantung pada malam hari, gerakan ke atas anak daun padapagi hari disebabkan oleh peningkatan turgor pada sel motor ventral dan penurunan turgor pada sel motor dorsal. Perubahan yang sebaliknya terjadi ketika anak daun melipat dan menggantung pada waktu matahari terbenam. Jika ion K^+ dipompa keluar dari sel-sel pulvinus maka akan diikuti mengalirnya air keluar dari sel-sel itu. Hal itu menyebabkan turunnya tekanan turgor pada jaringan pulvinus di jaringan persendian daun sehingga tangkai daun menuju kebawah dan terjadilah gerak tidur.



Gambar 31. Contoh Niktinasi



- **Seismonasti**

Seismonasti adalah gerak menutupnya daun yang disebabkan oleh sentuhan (Gambar 16.) . Mekanisme dari gerak tersebut disebabkan oleh perubahan turgor pada pulvinus, sama seperti prinsip gerak tidur (niktinasti).

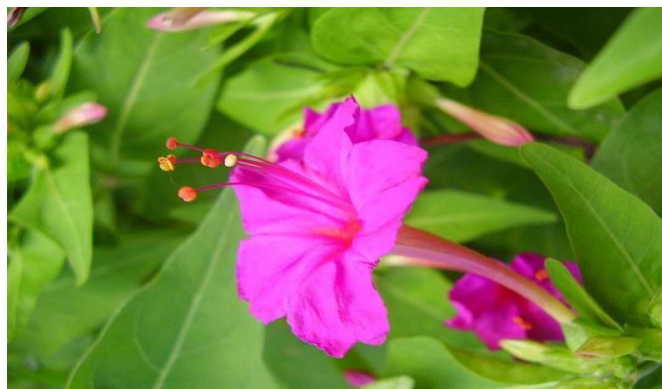
Untuk lebih jelasnya, lakukanlah pengamatan gerak seismonasti pada si kejut (*Mimosa pudica*). Bagaimanakah pola gerakannya?



Gambar 32. Seismonasti

- **Fotonasti**

Fotonasti adalah gerak nasti karena rangsangan cahaya, misalnya membukanya bunga pukul empat (*Mirabilis jalapa*) pada sore hari. Sebenarnya tidak semata-mata cahaya, tetapi ada factor lain yang ikut berpengaruh terhadap membuka dan menutupnya bunga tersebut, seperti suhu maupun kelembaban udara



Gambar 33. Termonasti dan Fotonasti



- **Termonasti**

Termonasti adalah gerak nasti karena rangsang suhu, misalnya bunga tulip (di daerah dingin) yang membuka karena pengaruh temperatur. Bunga tersebut akan mengembang jika mendadak mengalami kenaikan temperatur dan akan menutup-lagi-jika-temperatur-menurun.

- **Gerak-kompleks**

Gerak kompleks adalah gerak nasti yang terjadi karena berbagai

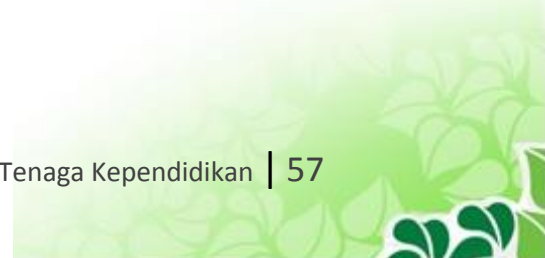
faktor rangsangan yang bekerja sama. Berbagai rangsangan tersebut, antara lain zat kimia, suhu, cahaya, dan air. Proses membukanya stomata daun pada siang hari dan menutup di malam hari merupakan contoh dari gerak tersebut.

• **Tropisme**

Tropisme ialah gerak tumbuh bagian tubuh tumbuhan dengan arah gerak yang ditentukan oleh arah datangnya rangsang. Jika arah gerak mendekati sumber rangsangan, disebut tropisme positif. Sebaliknya, jika menjauhi rangsangan disebut tropisme negatif. Berdasarkan cara perangsangannya, gerak tropisme dapat dibedakan menjadi gerak fototropi, geotropi, tigmotropi, dan hidrotropi.

- **Fototropisme**

Fototropisme adalah gerak tumbuh bagian tubuh tumbuhan karena rangsangan cahaya. Hal itu dapat kita lihat pada tanaman pot yang kita letakkan dekat jendela, dimana cahaya hanya datang dari satu sisi. Dapatkah kalian menduga apa yang akan terjadi pada pertumbuhan batang tersebut?



Fototropisme dapat dibedakan menjadi fototropisme positif dan fototropisme negatif. Gerak tumbuh ujung batang menuju ke arah datangnya cahaya adalah contoh gerak fototropisme positif, sedangkan gerak pertumbuhan akar menjauhi sumber cahaya disebut fototropisme negatif.

- **Geotropisme**

Geotropisme adalah gerak bagian tumbuhan menuju ke pusat bumi karena rangsangan gaya gravitasi bumi. Gerak tersebut juga dapat dibedakan menjadi gerak geotropisme positif dan geotropisme negatif. Contoh gerak geotropisme positif adalah gerak pertumbuhan akar menuju ke arah pusat bumi.



Gambar 34. Gerak Geotropisme Pada Akar
(Campbell , 2006)

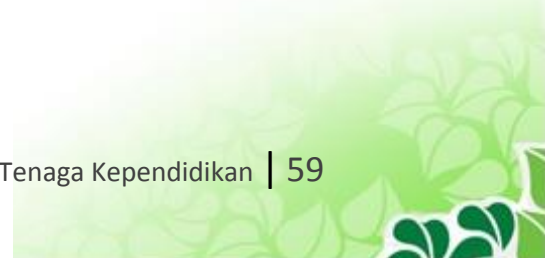
- **Tigmotropisme-(haptotropisme)**

Tigmotropisme atau haptotropisme adalah gerak membelok bagian tubuh tumbuhan sebagai akibat dari sentuhan atau persinggungan Contohnya adalah gerak ujung batang atau ujung sulur pada famili Cucurbitaceae, misalnya mentimun dan markisa (*Passiflora quadrangularis*). Jika ujung sulur menyentuh ranting atau batang tumbuhan lain pada sisi kirinya maka sulur akan membelok melilit ke arah kiri. Jika tidak tersentuh, ujung sulur akan tumbuh lurus. Jika tersentuh pada sisi kanannya maka ujung sulur akan melilit memutar ke kanan.



Gambar 35. Gerak Tigmotropisme (Campbell, 2006)

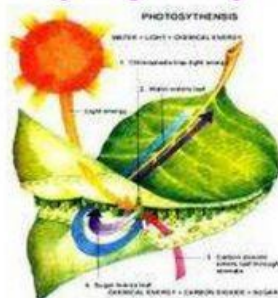
- **Hidrotropisme**
Hidrotropisme adalah gerak bagian tubuh tumbuhan menuju tempat yang lembab atau karena rangsang air. Arah gerak pertumbuhan akar menuju lapisan tanah yang cukup air juga merupakan contoh gerak tersebut.
- **Kemotropisme**
Kemotropisme adalah gerak bagian tubuh tumbuhan karena rangsangan zat kimia. Misalnya gerak tabung sari menuju tempat pembentukan sel telur, gerak ujung akar menuju ke lapisan tanah yang kaya unsur hara, dan gerak akar napas menuju ke tempat yang cukup O₂.
- **Taksis**
 - **Fototaksis**
Fototaksis adalah gerak yang disebabkan oleh cahaya. Contoh gerak tersebut adalah gerakan *Euglena* menuju ke tempat yang bercahaya dan gerakan pemencaran spora dari sporangium jamur *Pilobolus* sp.



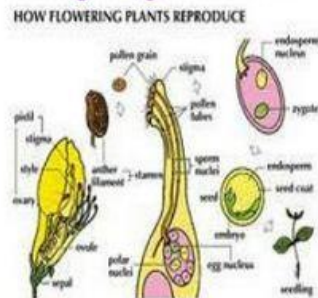
- **Kemotaksis**

Kemotaksis adalah gerak yang disebabkan oleh rangsangan zat kimia. Contoh gerak tersebut adalah gerakan spermatozoid ke arah sukrosa atau asam maleat pada arkegonium tumbuhan lumut atau paku dan gerakan bakteri aerob menuju ke tempat yang banyak O_2

1. Fototaksis
Rangsang: Cahaya



2. Kemotaksis
Rangsang: zat kimia



Gambar 36. Fototaksis Dan Kemotaksis

4) Aplikasi

Salah satu aplikasi getak tanaman adalah pada pemberian ajir tanaman mentimun, melon, kacang panjang dll. Pemberian ajir akan merangsang tanaman untuk melilit pada ajir tersebut. Manfaat Ajir bagi tanaman adalah diantaranya adalah :

- Sebagai penopang tanaman supaya tidak mudah rebah/robok. Pada tanaman yang masih dalam tahap pertumbuhan, pemberian tiang ajir sangat penting agar melatih tanaman tetap kokoh dan berada pada posisi yang ditentukan.
- Sebagai penopang tanaman agar tidak mudah rusak atau terkoyak akibat curah hujan tinggi, tiupan angin, atau karena adanya pengaruh senggolan dengan serangga, dan atau akibat dari aktivitas fisik lainnya.
- Agar tanaman tumbuh lurus ke arah langit/sejajar tumbuh ke arah atas, mencegah tanaman tidak tumbuh bengkok ke arah samping kanan, atau samping kiri;
- Memperbaiki fungsi tumbuhnya tanaman agar tetap maksimal;



- e) Agar penyampaian nutrisi tanaman dari akar ke atas organ tumbuh tanaman semakin optimal;
- f) Mempercepat proses fotosintesis pada tanaman, karena tanaman menghadap tepat di atas cahaya matahari.



Gambar 37. Pemasangan Ajir Timun



Gambar 38. Ajir Melon



Gambar 39. Ajir Kacang Panjang



Gambar 40. Ajir Labu (Kaboca)

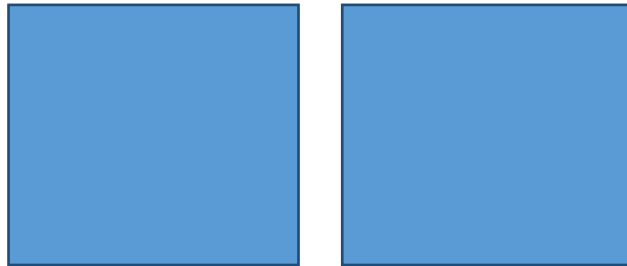
D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan mempelajari materi faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
2. Disampaikan uraian materi, tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
3. Peserta diklat diminta untuk mengamati tanaman / slide atau gambar pertumbuhan kecambah kacang panjang, pada tempat terang dan gelap.
4. Apa ada perbedaan antara ditempat gelap dan terang, berikan alasannya , dan peserta diklat diminta menggambar





5. Peserta diklat melakukan pengamatan kecambah kacang panjang yang salah satu tumbuh ditempat terang , terdapat cahaya dan salah satu yang tumbuh ditempat yang gelap atau tanpa cahaya, selanjutnya menggambar, dan menjelaskan perbedaan perkecambahan ditempat yang terang dan tempat yang gelap, dan menggambar hasil pengamatan



6. Berdasarkan gambar yang diamati , faktor apa saja yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman.
7. Peserta diklat diminta menjelaskan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan, baik faktor internal dan faktor eksternal.
8. Selanjutnya diminta peserta diklat melakukan praktik mengidentifikasi daerah pertumbuhan pada tanaman
9. Disampaikan informasi tentang gerak pada tanaman
10. Peserta diklat diminta untuk mengamati slide atau gambar tentang gerak tanaman. Seismonasti adalah gerak menutupnya daun yang disebabkan oleh sentuhan. Mekanisme dari gerak tersebut disebabkan oleh perubahan turgor pada pulvinus, sama seperti prinsip gerak tidur (niktinasti). Untuk lebih jelasnya, lakukanlah pengamatan gerak seismonasti pada si kejut (*Mimosa pudica*). Bagaimanakah pola gerakannya?
11. Peserta diklat mengamati gambar/ slide atau langsung ke lapangan tentang gerak seismonasti pada *Mimosa pudica*,



Gambar 41. Gerak Seismonasti Pada Putri Malu (*Mimosa pudica*)

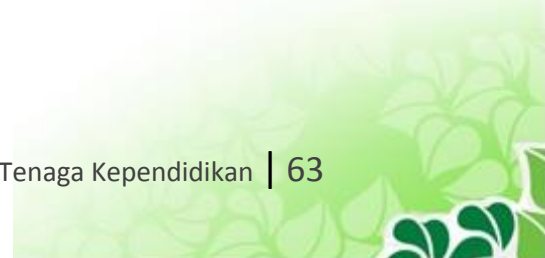


12. Peserta diklat melakukan praktikum , mengidentifikasi gerak seismonasti pada putri malu daerah pertumbuhan pada tanaman , dengan LK sebagai berikut :

Lembar Kerja

- a. **Judul** : Mengidentifikasi gerak seismonasti pada tumbuhan
 - b. **Tujuan** : Setelah menyelesaikan kegiatan ini peserta mampu mengidentifikasi gerak seismonasti akibat faktor pertumbuhan yang tidak merata pada tumbuhan
 - c. **Alat dan Bahan** :
 - Loupe
 - Alat tulis
 - Penggaris/ batang kayu kecil
 - tanaman putri malu (*Mimosa pudica*)
 - d. **Langkah kerja** :
 - Amati dan gambar tanaman putri malu (*Mimosa pudica*) sebelum dilakukan perlakuan
 - Sentuhlah tanaman putri malu (*Mimosa pudica*) dengan menggunakan penggaris/ batang kayu kecil
 - Amati apa yang terjadi pada tanaman tersebut, dan mengapa tanaman tersebut berubah ?
 - Gambarlah tanaman yang mengalami perubahan tersebut. Apa yang menyebabkan hal tersebut terjadi ?
 - Faktor apa yang menyebabkan tanaman tersebut mengalami perubahan tersebut !
 - Buatlah laporan dari hasil praktikum anda. Presentasikan laporan anda , agar mendapatkan masukan dari kelompok lain
- Selanjutnya peserta diklat mengkomunikasikan / mempresentasikan hasil praktikum tentang faktor yang mempengaruhi gerak seismonasti pada tumbuhan, dan dikumpulkan kepada fasilitator.

13. Disampaikan tanya jawab tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan





14. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan
15. Peserta diklat menyimpulkan tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan.
16. Diminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari.
17. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan dan menyampaikan materi yang belum jelas.
18. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , diberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat. 18. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes

Lembar kerja : Praktik 2

Penggunaan Hormon pertumbuhan

a. Alat bahan

Pisau, hormon akar (auksin), media tanam pasir, kompos, tanah, wadah, batang tanaman soka dan kembang sepatu.

b. Langkah kerja

- Siapkan media tanam, campur tanah, kompos dan pasir (1:1:1)
- isi polibag/nampan pembibitan dengan media tanam
- Potong batang bunga soka dan sepatu pada bagian atas, runcingkan ujungnya
- Beri hormon akar pada ujung batang bunga soka dan sepatu
- Tanam batang pada media tanam yang sudah disiapkan,
- Untuk kontrol tanam batang tanpa pemberian hormon akar
- Siram air setiap hari
- Setelah 7 hari, amati pertumbuhan akar batang yang diberi hormon dan yang tidak diberi hormon
- Diskusikan dengan peserta lainnya





E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Latihan

Setelah melakukan proses pembelajaran materi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan selanjutnya jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Pertumbuhan pada tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor luar dan faktor dalam. faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan adalah....
 - a. Karbon dioksida, air dan suhu
 - b. Air, suhu dan nutrisi
 - c. Cahaya, suhu dan karbon dioksida
 - d. Nutrisi, oksigen, dan karbon dioksida
 - e. Air, karbon dioksida dan cahaya matahari

2. Berikut ini beberapa fungsi hormon tumbuhan:

- (1) merangsang perpanjangan sel batang
- (2) merangsang pembelahan sel
- (3) menghambat perpanjangan sel akar
- (4) menghambat pembentukan biji

Fungsi auksin adalah....

- a. (1) dan (2)
 - b. (1) dan (3)
 - c. (2) dan (3)
 - d. (2) dan (4)
 - e. (3) dan (4)
3. Selama musim kemarau, pada pohon jati terjadi pengguguran daun yang disebabkan oleh adanya konsentrasi hormon yang tinggi pada kuncup ketiak, hormon tersebut adalah....
 - a. Gas etilen
 - b. Asam absisat
 - c. Giberelin
 - d. Asam traumalin
 - e. Auksin





4. Peristiwa etiolasi pada kecambah terjadi karena....
 - a. Pertumbuhan terhambat karena banyak cahaya
 - b. Pertumbuhan cepat akibat tidak ada cahaya
 - c. Menumpuknya auksin pada bagian batang
 - d. Terhambatnya auksin karena kurang cahaya
 - e. Dormansi biji- bijian karena faktor kelembaban
5. Penggunaan praktis hormon auksin dalam pertanian adalah....
 - a. Menghasilkan buah tanpa biji
 - b. Menghambat pertumbuhan rumput liar
 - c. Merangsang perkembangan buah secara polinasi
 - d. Merangsang perkembangan buah secara fertilisasi
 - e. Mempermudah buah jatuh dari pohon
6. Pemasakan buah dan penebalan batang terjadi karena aktivitas dari....
 - a. Auksin
 - b. Giberelin
 - c. Sitokinin
 - d. Etilen
 - e. Asam traumalin
7. Auksin adalah suatu hormon atau zat tumbuh yang banyak terdapat pada
 - a. Tumbuhan dikotil
 - b. Tumbuhan gimnospermae
 - c. Tumbuhan monokotil
 - d. Ujung koleoptil kecambah
 - e. Batang yang masih muda
8. Kemampuan membentuk jaringan penutup luka pada tumbuhan dipengaruhi oleh....
 - a. Auksin
 - b. Kalin
 - c. Vitamin
 - d. Filokalin
 - e. Asam traumalin





9. Regulator pertumbuhan yang sangat esensial yang disintesis di bagian tertentu pada tumbuhan adalah
 - a. Enzim
 - b. Gen
 - c. Hormon
 - d. Mineral
 - e. Zat hara

10. Hormon IBA (*Indol Butyric Acid*) adalah salah satu hormon yang dipakai untuk merangsang perakaran, menambah daya perkecambahan, merangsang perkembangan buah, dan mencegah kerontokan. Hormon ini termasuk kelompok hormon....
 - a. Sitokinin
 - b. Giberelin
 - c. Asam absisat
 - d. Auksin
 - e. Gas etilen

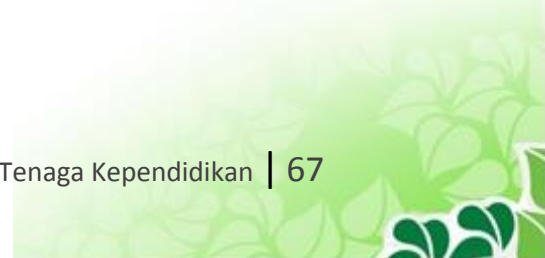
2. Studi Kasus Tanaman Apel

Kota Batu Malang dengan ketinggian 1100 meter dari permukaan laut (dpl) dan kelembaban 60%. Cipanas Cianjur ketinggian 1100 meter dpl kelembaban 80%. Apel dapat tumbuh dan berbuah di Batu, tetapi tidak tumbuh baik dan tidak berbuah di Cipanas Cianjur. Diskusikan dan buatlah analisis masalah tersebut. Buatlah laporan diskusi dan presentasikan di depan kelas, agar mendapat masukan dari kelompok lain (kolaboratif) dan hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio !

F. Rangkuman

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan

Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor dalam (intern) dan faktor luar (ekstern).





Faktor dalam adalah faktor-faktor yang berasal dari dalam tubuh tumbuhan itu sendiri, sedangkan faktor luar adalah faktor-faktor yang berasal dari luar tubuh tumbuhan atau lingkungan

Faktor luar meliputi air, cahaya, kelembaban, suhu, dan makanan. Faktor dalam meliputi gen, dan hormon. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan dipengaruhi oleh hal-hal berikut. Makanan berguna untuk sumber energi dan sintesis komponen sel. Air berguna untuk fotosintesis dan mengaktifkan reaksi enzimatik. Suhu yang optimum diperlukan untuk kerja enzim. Kondisi lembab diperlukan untuk mendukung aktivitas pemanjangan sel. Cahaya berpengaruh pada pertambahan tinggi dan pembungaan. Gen dibutuhkan untuk mengontrol sintesis protein. Hormon berfungsi untuk mengatur pertumbuhan, misalnya auksin, sitokinin, giberelin, asam traumalin, dan kalin.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini, dan mengerjakan tugas dan latihan, apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan		
2	Dapat mengidentifikasi faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan.		
3	Dapat menganalisis pengaruh hormon tumbuhan terhadap pertumbuhan tumbuhan		
4	Dapat menganalisis pengaruh hormon tumbuhan terhadap perkembangan tumbuhan		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul/pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut.





Kegiatan Pembelajaran 3.

Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan pembelajaran ini :

Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses pertumbuhan , perkembangan pada hewan dan memberikan contoh proses pertumbuhan daperkembangan dengan benar.

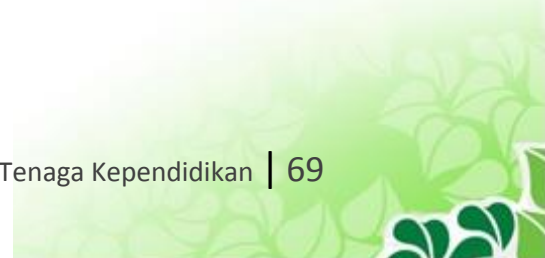
B. Indikator Pencapaian Kompetensi

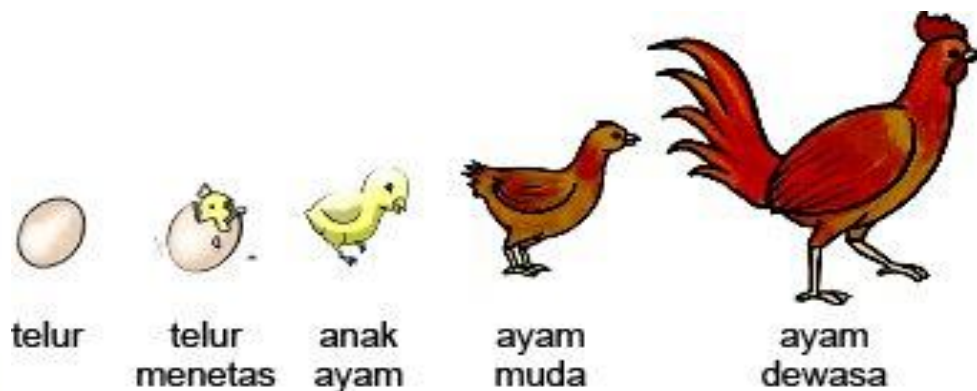
1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses pertumbuhan pada hewan dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses perkembangan pada hewan dengan benar
3. Peserta diklat mampu memberikan contoh proses pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dengan benar
4. Peserta diklat mampu menerapkan proses pertumbuhan dan perkembangan hewan pada bidang pertanian

C. Uraian Materi

Pada subbab sebelumnya, anda sudah mengetahui pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan, lengkap dengan faktor- faktor yang mempengaruhinya. Sama halnya dengan tumbuhan, hewan juga mengalami pertumbuhan dan perkembangan.

Apakah anda memelihara binatang piaraan, seperti ayam, kucing, atau bebek? Jika anda memelihara hewan-hewan tersebut atau ada tetanggamu yang memeliharanya, anda dapat mengamati pertumbuhan pada hewan-hewan tersebut. Misalnya, ayam atau bebek.





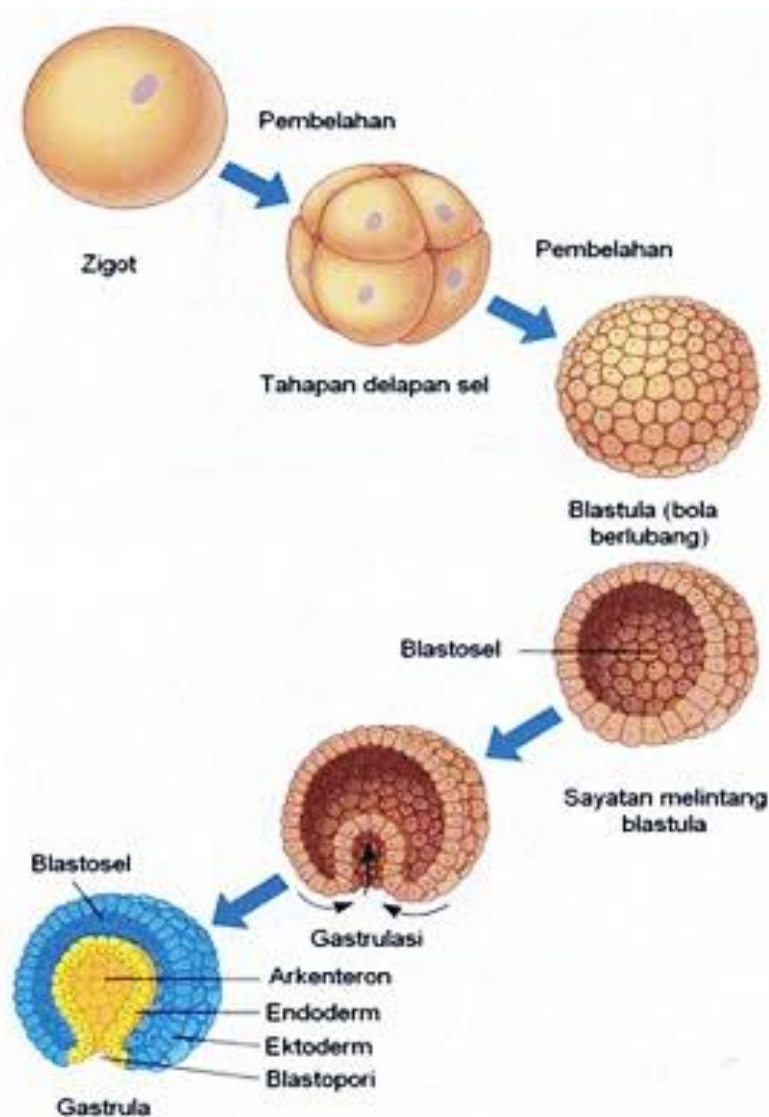
Gambar 42. Pertumbuhan Dan Perkembangan Ayam , Campbell 2006

Ayam berawal dari telur, kemudian menetas menjadi anak ayam, dan lama-kelamaan menjadi ayam dewasa. Hal itu menunjukkan bahwa anak ayam mengalami perubahan. Anak ayam yang baru keluar dari telur, tubuhnya kecil dan ringan. Lalu, anak ayam tersebut tumbuh. Tubuhnya bertambah berat dan bertambah tinggi. Selain perubahan ukuran tubuhnya, anak ayam pun mengalami perubahan pada warna bulunya. Sama halnya dengan manusia dan tumbuhan, hewan pun memerlukan makanan dan harus dirawat dengan baik, agar pertumbuhan hewan dapat berlangsung dengan baik.

Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan terjadi di seluruh bagian tubuhnya. Biasanya pertumbuhan dan perkembangan ini diawali dari proses fertilisasi. Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan termasuk manusia dapat dibedakan menjadi dua fase utama, yaitu pertumbuhan dan perkembangan embrionik serta pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik.

1. Pertumbuhan dan Perkembangan Embrionik

Pertumbuhan dan perkembangan embrionik adalah fase pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup selama masa embrio yang diawali dengan peristiwa fertilisasi sampai dengan terbentuknya janin di dalam tubuh induk betina. Fase fertilisasi adalah pertemuan antara sel sperma dengan sel ovum dan akan menghasilkan zygote. Zygote akan melakukan pembelahan sel (cleavage). Zigot selanjutnya mengalami pertumbuhan dan perkembangan melalui tahap-tahap yaitu pembelahan, gastrulasi, dan organogenesis.



Gambar 43. Pertumbuhan Dan Perkembangan Embrionik, Compbell 2006

Pembelahan (*cleavage*). Zigot akan mengalami pembelahan secara mitosis, yaitu dari satu sel menjadi dua sel, dua sel menjadi empat sel, empat sel menjadi delapan sel, dan seterusnya. Pembelahan sel tersebut berlangsung cepat dan akan menghasilkan sel-sel anak yang tetap terkumpul menjadi satu kesatuan yang menyerupai buah anggur yang disebut morula. Dalam pertumbuhan selanjutnya, morula akan menjadi blastula yang memiliki suatu rongga. Proses pembentukan morula menjadi blastula disebut blastulasi. Berikut adalah penjelasan tahap pembelahan, tahap blastula, tahap gastrula, tahap diferensiasi dan tahap organogenesis





a. Tahapan pembelahan Morula

Zigot membelah secara mitosis , dari 1 sel menjadi 2 sel, dari 2 sel menjadi 4 sel , 4 sel membelah lagi menjadi 8 sel , demikian seterusnya sampai sel-sel tersebut membentuk kumpulan sel yang menyerupai buah anggur, kumpulan sel yang menyerupai buah anggur. Kumpulan sel yang menyerupai buah anggur inilah yang disebut **morula**

b. Tahap Blastula

Tahapan ini merupakan lanjutan dari morula yang terus mengalami pembelahan. Bentuk blastula ditandai dengan mulai adanya perubahan sel dengan mengadakan pelekukan yang tidak beraturan. Di dalam blastula terdapat cairan sel yang disebut dengan Blastosoel. Blastulasi yaitu proses terbentuknya blastula.

Pada tahap blastula , zigot memiliki dua kutub yang berbeda , yaitu kutub animal (animal pole) dan kutub vegetal (vegetal pole) Kutub animal mempunyai ciri, yaitu sel- selnya berukuran kecil kemudian berkembang menjadi calon embrio. Selain itu sel- selnya membelah lebih cepat dibandingkan dengan sel- sel pada kutub vegetal .Kutub vegetal mempunyai ciri, yaitu sel- selnya besar , berfungsi untuk memberikan makanan pada calon anak. Selain itu , sel- selnya membelah lebih lambat dibandingkan sel-sel pada kutub animal .

c. Tahap Gastrula

Pada tahap ini terjadi pembelahan yang cepat pada kutub animal (animal pole), kemudian pembelahannya bermigrasi membentuk dua lapisan jaringan embrionik, yaitu ke sebelah luar membentuk lapisan endoderm. Gastrula adalah bentukan lanjutan dari blastula yang pelekukan tubuhnya sudah semakin nyata dan mempunyai lapisan dinding tubuh embrio serta rongga tubuh.





Gastrula pada beberapa hewan tertentu, seperti hewan tingkat rendah dan hewan tingkat tinggi, berbeda dalam hal jumlah lapisan dinding tubuh embrionya. Triploblastik yaitu hewan yang mempunyai 3 lapisan dinding tubuh embrio, berupa ektoderm, mesoderm dan endoderm. Hewan yang memiliki tiga lapisan, di mulai dari cacing pipih sampai mamalia, disebut hewan triploblastik. Hal ini dimiliki oleh hewan tingkat tinggi seperti Vermes, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata dan semua Vertebrata. Sedangkan untuk porifera dan colenterata, tubuhnya hanya disusun oleh dua lapisan (ektoderm dan endoderm) sehingga disebut hewan diploblastik. Diploblastik yaitu hewan yang mempunyai 2 lapisan dinding tubuh embrio, berupa ektoderm dan endoderm. Dimiliki oleh hewan tingkat rendah seperti Porifera dan Coelenterata. Gastrulasi yaitu proses pembentukan gastrula.

d. Tahap Diferensiasi

Pada tahapan ini, tiga lapisan jaringan embrional akan berubah menjadi organ-organ. Untuk mengetahui organ-organ apa saja yang terbentuk dari masing – masing lapisan embrional ini, dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 5. Perkembangan dari lapisan Germinal Embrio pada Vertebrata

Lapisan Germinal	Organ dan jaringan Hewan Dewasa
Ektoderm	Epidermis kulit dan turunannya (misalnya, kelenjar kulit, kuku, lapisan epitelium mulut dan rektum), reseptor indera pada epidermis, kornea dan lensa mata, sistem syaraf, medula adrenal, enamel gigi, epitelium kelenjar pineal, dan kelenjar pituitari
Endoderm	Epitelium yang melapisi saluran pencernaan (kecuali mulut dan rektum), epitelium yang melapisi sistem respirasi, hati, pancreas, tiroid, paratroid, timus, lapisan uretra, kandung kemih, dan sistem reproduksi
Mesoderm	Notokord : Sistem rangka, sistem perototan, sistem sirkulasi dan limfatik, sistem eksresi, sistem reproduksi (kecuali sel germinal, yang mulai berdeferensiasi selama pembelahan), dermis kulit, lapisan rongga tubuh, dan korteks adrenal

Sumber : Campbell, edisi 5





Ektoderm akan mengalami diferensiasi menjadi kulit, rambut, sistem saraf, dan alat-alat indera. Mesoderm akan mengalami diferensiasi menjadi otot, rangka, alat reproduksi (seperti testis dan ovarium), alat peredaran darah. Dan alat ekskresi. Endoderm akan mengalami diferensiasi menjadi alat pencernaan, kelenjar yang berhubungan dengan pencernaan, dan alat-alat pernapasan.

e. Tahap Organogenesis

Organogenesis merupakan proses pembentukan alat-alat tubuh atau organ seperti otak, jantung, paru-paru, ginjal, hati, dan sebagainya. Organ terbentuk dari dua atau lebih jaringan yang saling berinteraksi, berawal dari jaringan embrional yang mengalami pertumbuhan, pembelahan, migrasi dan kematian sel-sel tertentu.

Pada kelompok hewan yang melahirkan (vivipar), proses pertumbuhan diawali dari zigot berkembang menjadi embrio, akhirnya berkembang menjadi janin. Proses pertumbuhan dan perkembangan tersebut berlangsung di dalam rahim (uterus) induk betina. Selama masa pertumbuhan janin tersebut dinamakan dengan masa gestasi (masa kehamilan).

2. Pertumbuhan dan Perkembangan Pasca Embrionik

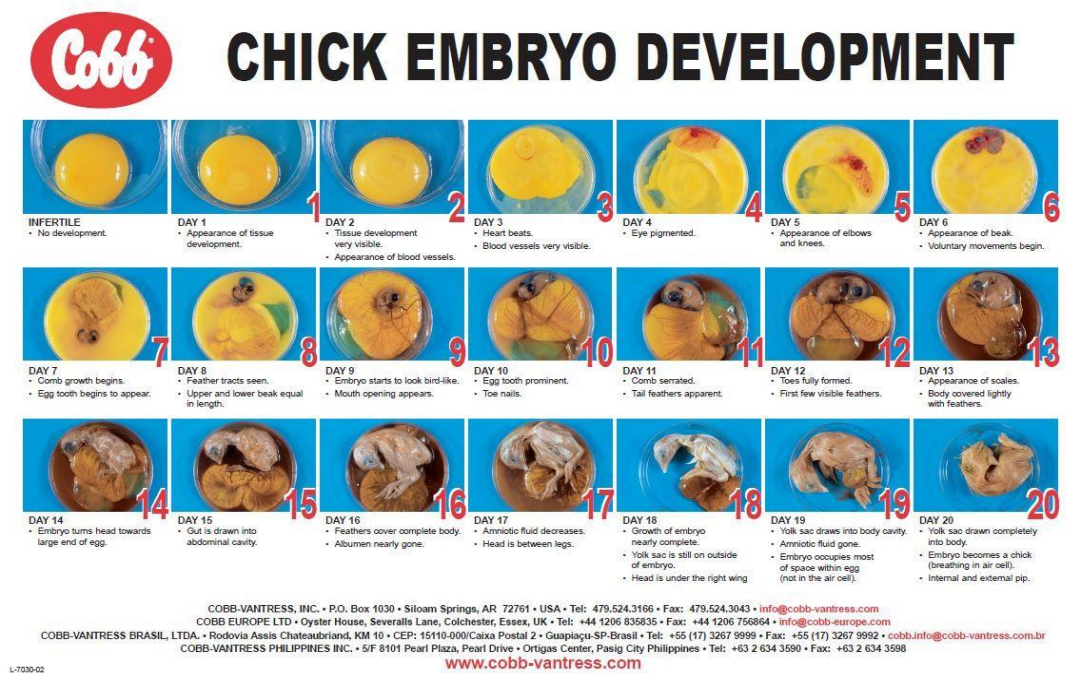
Pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik pada hewan meliputi dua tahap, yaitu regenerasi dan metamorfosis. Pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik adalah pertumbuhan dan perkembangan setelah masa embrio. Pada masa ini pertumbuhan dan perkembangan yang terjadi terutama penyempurnaan alat-alat reproduksi (alat-alat kelamin), dan biasanya pula hanya terjadi peningkatan ukuran bagian-bagian tubuh saja.

Pertumbuhan dan perkembangan embryo unggas berbeda beda umurnya. Misal untuk menetas ayam perlu waktu 21 hari, itik 27 hari, puyuh 17 hari dan itik manila 33 hari. Perbedaan ini harus diperhatikan pada saat kita menetas telur unggas.



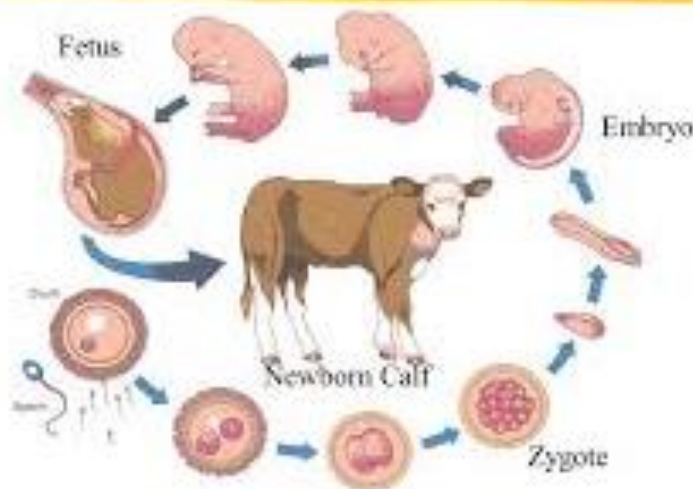


Kebutuhan temperatur penetasan antara 37,5 sd 38°C, dengan kelembaban bervariasi antara 70 sd 85%. Pada kegiatan penetasan, umur 3 hari pertama dan 3 hari sebelum menetas telur tidak perlu dibalik. Tiga hari pertama perkembangan embryo awal, jika dibalik justru embryo bisa mati, pada tiga hari terakhir embryo lagi berusaha mencari posisi untuk jalan keluar telur, pembalikan juga bisa mematikan embryo.



Gambar 44. Perkembangan Embryo Ayam, sumber Cobb manual 2018

Stages of Development



Gambar 45. Perkembangan Embryo Sapi

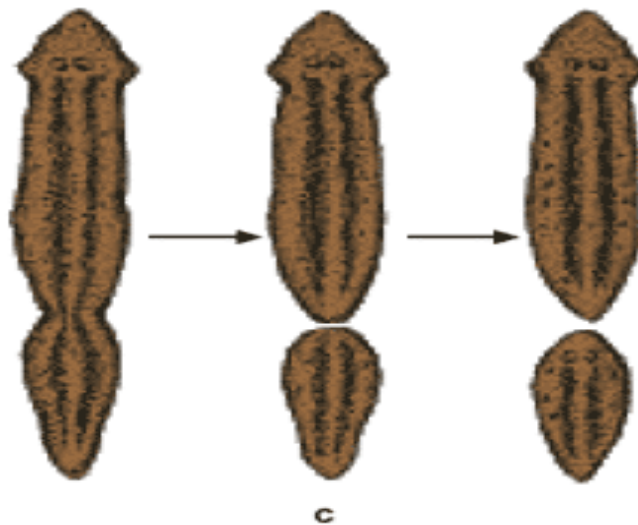


Pada golongan hewan tertentu sebelum tumbuh menjadi hewan dewasa, membentuk tahap larva terlebih dahulu. Pada golongan hewan tersebut pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik merupakan tahap pembentukan larva sebelum tumbuh dan berkembang menjadi hewan dewasa.

a. Regenerasi

Kemampuan hewan dan manusia untuk memperbaiki sel. Jaringan , atau bagian tubuh yang rusak disebut regenerasi. Hewan mampu berregenerasi karena memiliki sel- sel cadangan yang tidak mengalami diferensiasi. Proses regenerasi yang paling efektif adalah masa embrio.

Setelah mencapai masa dewasa , kemampuan regenerasi terbatas hanya pada sel atau jaringan tertentu saja. Akan tetapi ada beberapa hewan yang telah dewasa pun masih memiliki kemampuan regenerasi yang tinggi, misalnya Hydra, cacing pipih, cacing tanah, bintang laut, dan beberapa reptilia (misalnya cecak).



Gambar 46. Proses Regenerasi Pada Cacing Pipih, Compbell 2006

Hewan-hewan ini memiliki kemampuan regenerasi yang efektif sampai dewasa dan tidak terbatas hanya pada jaringan atau organ tertentu saja

**b. Metamorfosis**

Pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik yang melalui tahap larva ini dikenal dengan metamorfosis. Contoh hewan yang mengalami metamorfosis adalah serangga dan katak.

Metamorfosis dan Metagenesis pada Hewan

Metamorfosis adalah perubahan bentuk tubuh yang dialami oleh hewan dari tahap larva hingga mencapai bentuk dewasa.

1) Metamorfosis pada Serangga

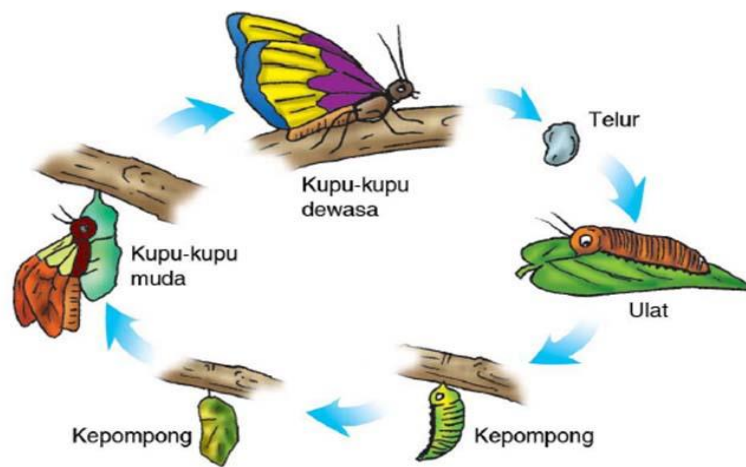
Pada beberapa serangga seperti kupu-kupu, lalat, nyamuk, lebah, dan kumbang, bentuk larva dan dewasa sering hampir tidak ada kemiripan. Sedangkan pada beberapa serangga lainnya seperti belalang, lipas (kecoa), dan jangkrik, bentuk larva (nimfa) mirip bentuk dewasa.

Pada proses metamorfosis terjadi proses perubahan fisik, yaitu pergantian kulit yang disebut molting. Serangga biasanya mengalami empat kali molting. Pada proses ini terjadi pembentukan kulit baru dan membentuk alat-alat tubuh yang diperlukan menjelang dewasa. Pada bentuk dewasa (imago) telah terjadi perkembangan organ reproduksi sehingga sudah mampu untuk bereproduksi.

a) Metamorfosis sempurna

Metamorfosis sempurna adalah metamorfosis yang melewati tahap-tahap perubahan bentuk yang jelas dapat dibedakan, misalnya mulai dari telur, larva, pupa, hingga hewan dewasa. Pada metamorfosis ini besarnya ukuran tubuh merupakan proses pertumbuhan, sedangkan berubahnya bentuk tubuh dari telur menjadi dewasa merupakan proses perkembangan. Contoh hewan yang mengalami metamorfosis sempurna adalah kupu-kupu.



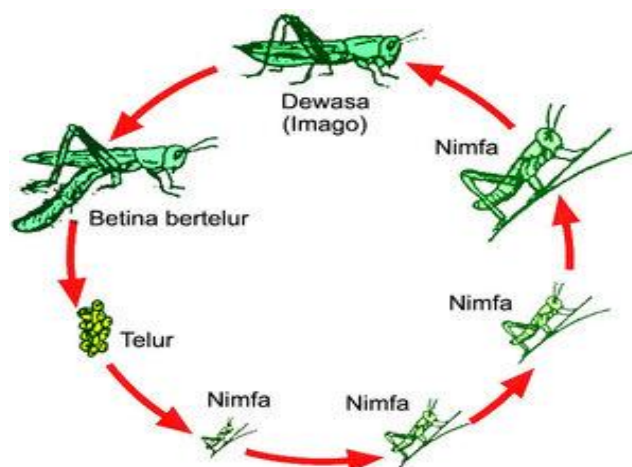


Gambar 47. Ilustrasi Metamorfosis Kupu- Kupu, Compbell 2006

Metamorfosis sempurna perubahannya adalah sebagai berikut : Telur larva pupa (kepompong) imago (dewasa) .Telur menetas menjadi larva. Larva umumnya mengalami molting empat kali sehingga terbentuk larva stadium satu hingga larva stadium empat. Contoh serangga yang mengalami metamorfosis sempurna antara lain : kupu-kupu, lalat, nyamuk, lebah dan kumbang.

b) Metamorfosis tak sempurna

Metamorfosis Tidak Sempurna (hemimetabola). Pada metamorfosis tidak sempurna, serangga mengalami perubahan bentuk dari telur hingga dewasa yang tidak mencolok dalam daur hidupnya. Contoh metamorfosis tidak sempurna pada serangga, belalang, nyamuk.



Gambar 48. Metamorfosis Pada Belalang , Compbell 2006



2) **Metamorfosis Katak**

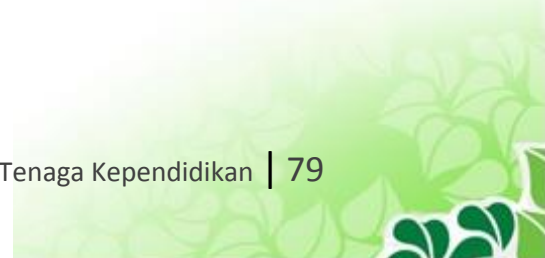
Pada awalnya, katak betina dewasa akan bertelur, kemudian telur tersebut akan menetas setelah 10 hari. Setelah menetas, telur katak tersebut menetas menjadi Berudu. Setelah berumur 2 hari, Berudu mempunyai insang luar yang berbulu untuk bernapas. Setelah berumur 3 minggu insang berudu akan tertutup oleh kulit. Menjelang umur 8 minggu, kaki belakang berudu akan terbentuk kemudian membesar ketika kaki depan mulai muncul. Umur 12 minggu, kaki depannya mulai berbentuk, ekornya menjadi pendek serta bernapas dengan paru-paru. Setelah pertumbuhan anggota badannya sempurna, katak tersebut akan berubah menjadi katak dewasa. Berikut ini gambar metamorfosis pada katak



Gambar 49. Metamorfosis Pada Katak, Compbell 2006

3) **Metagenesis**

Metagenesis pada hewan pada dasarnya sama dengan metagenesis pada tumbuhan. Hewan mengalami pergiliran generasi, yaitu fase generatif (seksual) dan fase vegetatif (aseksual) secara bergantian. Hewan yang mengalami metagenesis misalnya golongan Cnidaria. Contoh hewannya yaitu Hydra dan Ubur-ubur.





Proses Perkembangan pada Ikan

Proses perkembangan ikan mulai dari telur sampai dewasa telah banyak dibahas. Berbagai terminasi dimunculkan untuk membagi fase fase dalam perubahan siklus ikan.

Embrio Awal perkembangan dimulai saat pembuahan (fertilisasi) sebuah sel telur oleh sel sperma yang membentuk zygot (zygot). Gametogenesis merupakan fase akhir perkembangan individu dan persiapan untuk generasi berikutnya.

Proses perkembangan yang berlangsung dari gametogenesis sampai dengan membentuk zygot disebut progenesis. Proses selanjutnya disebut embriogenesis (blastogene) yang mencakup pembelahan sel zygot (cleavage), blastulasi, gastrulasi, dan neurulasi. Proses selanjutnya adalah organogenesis, yaitu pembentukan alat-alat (organ) tubuh. Embriologi mencakup proses perkembangan setelah fertilisasi sampai dengan organogenesis sebelum menetas atau lahir.

a) Perkembangan Embrio

Sesaat setelah terjadinya pembuahan, sel zigot akan melakukan pembelahan mitosis terus menerus secara cepat, sehingga terbentuk blastomer yang berbentuk morula. Pembelahan sel zigot pada ikan umumnya adalah tipe meroblastik (partial), walaupun ada juga holoblastik (total). Kedua tipe tersebut ditentukan oleh banyaknya kuning telur dan penyebarannya.

Pada pembelahan holoblastik ada dua tipe pembelahan yaitu pembelahan sempurna (equal) dan pembelahan yang tidak sempurna (unequal). Pada pembelahan sempurna sel-sel anak yang terbentuk relative sama besar, sedangkan pada pembelahan yang tidak sempurna, sel-sel anak yang dihasilkan pada kutub animal berukuran lebih kecil dari pada yang disekitar kutub vegetatif, dimana terdapat banyak kuning telur.



**b) Blastulasi**

Proses pembentukan blastula disebut blastulasi, dimana kelompok sel-sel anak hasil pembelahan benrbentuk benda yang relatif bulat dan ditengahnya terdapat rongga. Pada blastula sudah terdapat daerah yang akan berdiferensiasi membentuk organ-organ tertentu seperti sel-sel saluran pencernaan, notochorda, syaraf, epidem,ectoderm, mesoderm, dan endoderm.

c) Gastrulasi

Gastrulasi adalah proses pembentukan tiga daun kecambah yaitu ectoderm, mesoderm, dan endoderm. Proses ini umumnya sama bagi ikan yang pembelahan telurnya meroblastik. Gastrulasi ini erat hubungannya dengan pembentukan system sayaraf (neurolasi) sehingga merupakan periode kritis. Pada proses gastrulasi, terjadi pergerakan masssa sel, yakni epiboli dan emboli. Epiboli meliputi pergerakan sepanjang sumbu antero-posterior dan meluas ke tepi (divergensi). Sedangkan geraka epiboli disebelah luar, diikuti oleh gerakan disebelah dalam embrio (gerakan eksistensi).

Gastrulasi pada ikan teleostei akan berakhir pada saat masa kuning telur telah terbungkus seluruhnya. Selama proses ini beberapa jaringan mesoderm yang berada sepanjang kedua sisi notokorda disusun menjadi segmen-segmen yang disebut somit sampai akhirnya terbentuk badan hewan bertulang punggung yang primitif.

d) Organogenesis

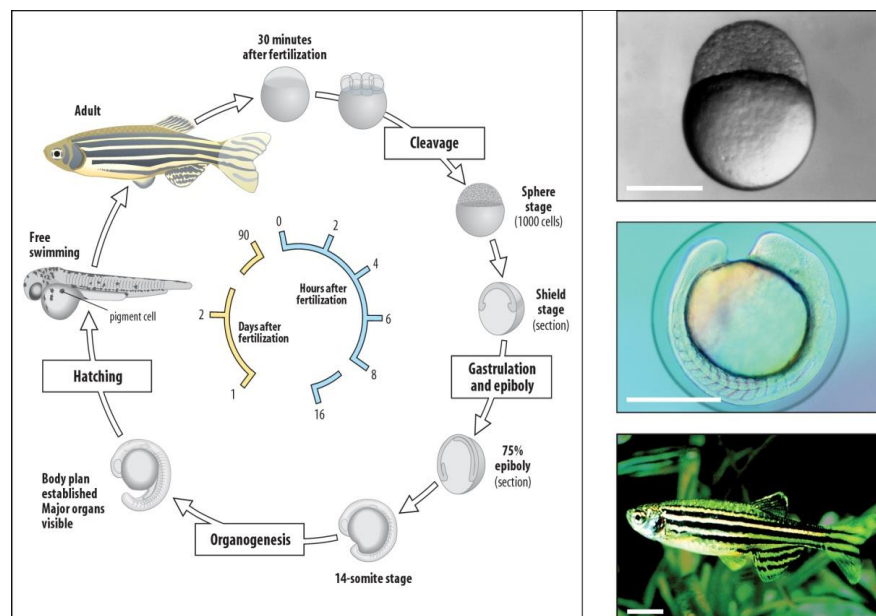
Organogenesis adalah proses pembentukan alat-alat tubuh mahluk yang sedang berkembang. System organ tubuh berasal dari 3 daun kecambah yakni ektoderm akan terbentuk system saraf dan epidermis kulit, entoderm akan terbentuk saluran pencernaan beserta kelenjar-kelenjar pencernaan dan alat pernafasan sedangka dari mesoderm akan terbentuk rangka, otot, system peredaran darah, ekskresi, alat reproduksi dan korium kulit.



Mesodermal badan segera terbagi menjadi dorsal, intermediate dan lateral. Mesoderm dorsal terbagi menjadi kelompok-kelompok somit. Tiap somit terbagi menjadi 3 bagian yaitu sklerotom, myotom, dan mermatom. Sklerotom membentuk rangka axial, myotom berkembang menjadi otot tubuh, rangka apendicular, sirip dan otot-ototnya. Dermatom berkembang menjadi jaringan-jaringan ikat dermis kulit dan derivat-derivat kulit.

e. Penetasan

Penetasan adalah suatu proses perubahan dalam siklus hidup suatu hewan dari bentuk intracapsular menjadi bentuk hidup yang bebas. Mekanisme penetasan ini secara umum terbagi dua tipe yaitu secara mekanik dan enzimatik. Pada hewan-hewan akuatik, selain melalui proses mekanik yaitu melalui gerakan ekor embrio, juga dibantu oleh adanya partisipasi enzim yang berfungsi melunakkan karion. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya penetasan yaitu keberadaan oksigen, temperatur dan cahaya.

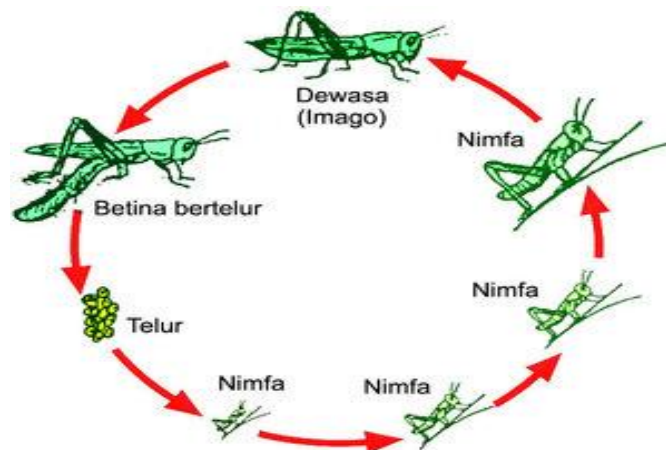


Gambar 50. Perkembangan Embryo Ikan



D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan pembelajaran materi pertumbuhan dan perkembangan hewan
2. Peserta diklat diminta mencermati proses daur hidup / metamorfosis serangga / belalang melalui slide, gambar atau bagan



Gambar 51. Metamorfosis Belalang

3. Selanjutnya peserta diklat membuat catatan berkaitan dengan pertumbuhan dan perkembangan hewan
4. Selanjutnya disampaikan pertanyaan, Anda sudah mengetahui bahwa hewan juga mengalami pertumbuhan dan perkembangan , apabila satu tahap pertumbuhan dan perkembangan terganggu maka akan mempengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia tersebut.
5. Selanjutnya disampaikan pertanyaan , bagaimanakah proses pertumbuhan dan perkembangan hewan ?
6. Peserta diklat membaca uraian materi tentang pertumbuhan dan perkembangan hewan
7. Disampaikan materi pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik pada hewan meliputi dua tahap , yaitu regenerasi dan metamorfosis. Pada awal subbab ini, anda sudah melakukan kegiatan mengamati gambar, salah satunya metamorfosis. Kemudian apakah yang dimaksud dengan metamorfosis ? Apakah semua hewan mengalami tahapan metamorfosis ? Apa yang dimaksud dengan regenerasi ? Untuk menjawab pertanyaan tersebut bacalah pada uraian materi tentang fase pasca embrionik





8. Selanjutnya diminta peserta diklat melakukan praktikum pengamatan proses pertumbuhan dan perkembangan pada ayam dengan lembar kerja sebagai berikut:

Judul LK : Mengidentifikasi proses pertumbuhan dan perkembangan pada ayam

Tujuan : Peserta diklat mampu mengidentifikasi proses pertumbuhan dan perkembangan pada ayam secara fakta / benar

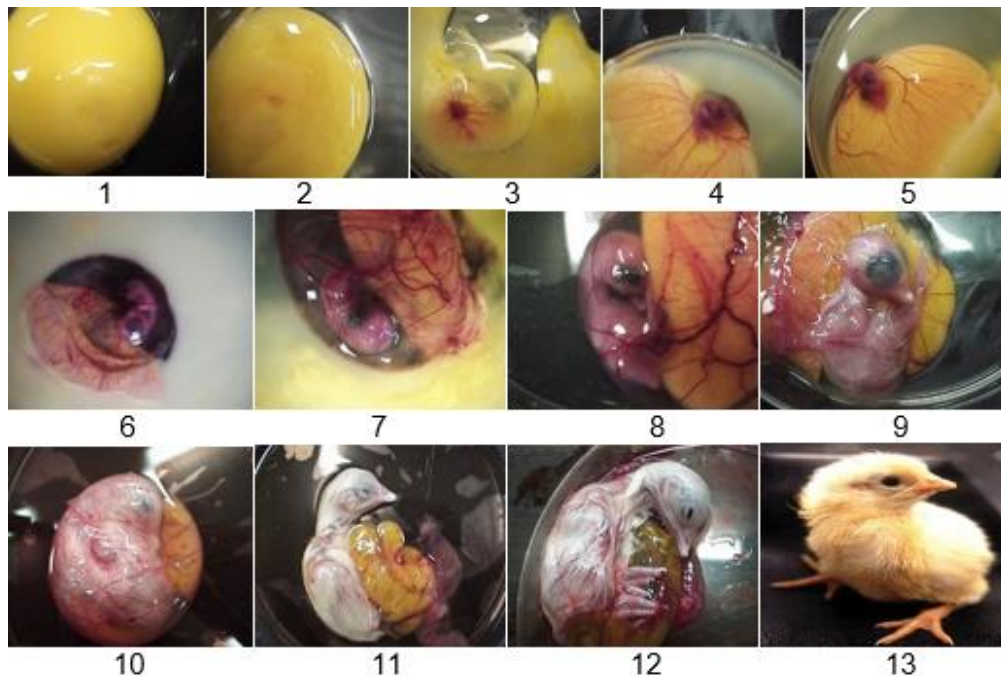
Alat dan Bahan :

- Telur ayam yang belum dierami
- Telur ayam yang telah dierami dengan berbagai waktu (1 hari, 3 hari, 5 hari, 7 hari, 9 hari, 11 hari, 13 hari, 15 hari, 17 hari, 19 hari, 21 hari)
- Cawan petri (12 buah)
- Loupe
- Pinset

Cara Kerja :

- a. Siapkan petridis 12 buah
- b. Bukalah cangkang telur dan letakkan di petridis
- c. Berilah tanda tiap tempat sesuai dengan identifikasi telur (umur telur dierami)
- d. Amati dan identifikasi bagian- bagian telur tersebut, organel- organel masing – masing
- e. Gambarkan hasil pengamatan anda pada laporan secara keseluruhan
- f. Jelaskan perbedaan tiap masing – masing hasil pengamatan
- g. Buatlah kesimpulan tentang pengamatan tersebut, dan kaitkan dengan materi pertumbuhan dan perkembangan hewan yang telah anda pelajari





Gambar 52. Proses Perkembangan Embrio Ayam

- h). Buatlah laporan dengan lengkap
 - i). Presentasikan hasil laporan anda agar mendapatkan masukan dari kelompok lain
 - j). Selanjutnya hasilnya dikumpulkan
9. Disampaikan tanya jawab tentang pertumbuhan dan perkembangan hewan
 10. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang i pertumbuhan dan perkembangan hewan
 11. Peserta diklat menyimpulkan tentang faktor- faktor yang mempengaruhi
 12. Selanjutnya diminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
 12. Peserta diklat diminta membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang pertumbuhan dan perkembangan hewan dan menyampaikan materi yang belum jelas
 13. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , diberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
 14. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes





E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Latihan

Jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Pada fase embrionik, tahapan berupa kumpulan sel- sel yang menyerupai buah anggur disebut....
 - a. Zigot
 - b. Morula
 - c. Blastula
 - d. Gastrula
 - e. Embrio

2. Pada tahap organogenesis , organ yang bukan terbentuk dari lapisan dari lapisan endoderm adalah....
 - a. Saluran pernafasan
 - b. Paru- paru
 - c. Kulit
 - d. Hati
 - e. Kelenjar

3. Setiap organisme mempunyai kemampuan untuk melakukan regenerasi. Ada organisme yang kemampuan regenerasinya terbatas, ada juga yang tidak terbatas. Organisme yang memiliki regenerasi tidak terbatas hingga dewasa adalah....
 - a. Serangga
 - b. Manusia
 - c. Katak
 - d. Amoeba
 - e. Cacing tanah





4. Metagenesis pada hewan pada dasarnya sama dengan metagenesis pada tumbuhan. Hewan mengalami pergiliran generasi....
 - a. fase generatif (seksual) dan fase vegetatif (aseksual) secara bergantian.
 - b. Fase generatif (seksual) saja
 - c. Fase vegetatif(aseksual)
 - d. Pembelahan mitosis dan miosis secara bergantian
 - e. Pembelahan mitosis dan meiosis
5. Hewan berikut ini yang mengalami metamorfosis sempurna adalah
 - a. Kupu- kupu, kumbang, dan belalang
 - b. Kupu- kupu, belalang,dan lalat
 - c. Kupu- kupu, lalat, dan kumbang
 - d. Kupu- kupu, belalang,dan nyamuk
 - e. kumbang, belalang,dan lalat
6. Hewan berikut ini yang mengalami metamorfosis tidak sempurna adalah
 - a. Kupu- kupu, dan belalang
 - b. Kupu- kupu, dan lalat
 - c. lalat, dan kumbang
 - d. Kupu- kupu, dan nyamuk
 - e. belalang,dan nyamuk
7. Berikut ini proses metamorfosis pada katak secara berurutan adalah....
 - a. Telur-berudu-katak muda- katak dewasa
 - b. Telur- kecebong- berudu katak dewasa
 - c. Telur- katak muda – katak dewasa
 - d. Beruda- Telur – kecebong- katak muda
 - e. Berudu- kecebong- katak dewasa





8. Hewan yang mempunyai 2 lapisan dinding tubuh embrio, berupa ektoderm dan endoderm dinamakan....
 - a. dipnoi
 - b. Diploblastik
 - c. Diploid
 - d. Dihibrid
 - e. Dipteri
9. Selama pertumbuhan larva mengalami beberapa perubahan yang cukup mendasar, yaitu pada saat larva umur 1 - 3 hari (D1 - D3) kuning telur dan butir minyak akan berkurang yang akhirnya terserap habis dalam tubuhnya yang kemudian terbentuk
 - a. mulut dan saluran anus.
 - b. Sirip dan ekor
 - c. Mulut dan insang
 - d. Insang dan saluran anus
 - e. Mulut dan ekor
10. Pigmen utama yang digunakan untuk identifikasi kantung kuning telur-larva adalah....
 - a. Melanophores
 - b. Melanin
 - c. santofil
 - d. karotin
 - e. melanopora

2. Studi Kasus

Telur ayam menetas pada 21 hari, telur itik menetas pada 27 hari, telur puyuh menetas pada 17 hari dan telur itik manila pada 33 hari. Diskusikan dengan sesama peserta, mengapa umur penetasan unggas berbeda-beda? Buat laporan tertulis hasil diskusi peserta

Presentasikan di depan kelas agar mendapat masukan dari kelompok lain (kolaboratif), dan hasil akhir dikumpulkan kepada fasilitator sebagai bahan penilaian portofolio !





F. Rangkuman

Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan terjadi di seluruh bagian tubuhnya. Biasanya pertumbuhan dan perkembangan ini diawali dari proses fertilisasi. Pertumbuhan dan perkembangan pada hewan termasuk manusia dapat dibedakan menjadi dua fase utama, yaitu pertumbuhan dan perkembangan embrionik serta pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik.

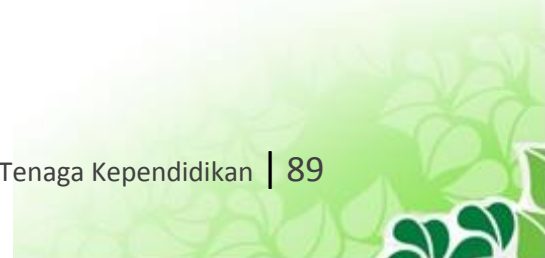
1. Pertumbuhan dan Perkembangan Embrionik

Fase embrionik meliputi beberapa tahap, yaitu pembelahan blastula, gastrula, diferensiasi, dan organogenesis.

2. Fase pasca embrionik

Fase pasca embrionik pada hewan meliputi dua tahap, yaitu regenerasi dan metamorfosis. Metamorfosis sempurna adalah metamorfosis yang melewati tahap-tahap perubahan bentuk yang jelas dapat dibedakan, misalnya mulai dari telur, larva, pupa, hingga hewan dewasa, contohnya pada kupu-kupu, lebah, lalat, dan kumbang. Metamorfosis Tidak Sempurna (hemimetabola). Metamorfosis pada katak, meliputi kegiatan pada awalnya, katak betina dewasa akan bertelur, kemudian telur tersebut akan menetas setelah 10 hari. Setelah menetas, telur katak tersebut menetas menjadi berudu. Setelah berumur 2 hari, berudu mempunyai insang luar yang berbulu untuk bernapas. Setelah berumur 3 minggu insang berudu akan tertutup oleh kulit. Menjelang umur 8 minggu, kaki belakang berudu akan terbentuk kemudian membesar ketika kaki depan mulai muncul. Umur 12 minggu, kaki depannya mulai berbentuk, ekornya menjadi pendek serta bernapas dengan paru-paru. Setelah pertumbuhan anggota badannya sempurna, katak tersebut akan berubah menjadi katak dewasa.

Metagenesis pada hewan pada dasarnya sama dengan metagenesis pada tumbuhan. Hewan mengalami pergiliran generasi, yaitu fase generatif (seksual) dan fase vegetatif (aseksual) secara bergantian.





Hewan yang mengalami metagenesis misalnya golongan Cnidaria. Contoh hewannya yaitu Hydra dan Ubur-ubur. Embrio Awal perkembangan dimulai saat pembuahan (fertilisasi) sebuah sel telur oleh sel sperma yang membentuk zygot (zygot). Gametogenesis merupakan fase akhir perkembangan individu dan persiapan untuk generasi berikutnya. Proses perkembangan yang berlangsung dari gametogenesis sampai dengan membentuk zygot disebut progenesis.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan pertumbuhan embrionik (fase embrio)		
2	Dapat mengidentifikasi pertumbuhan dan perkembangan pasca embrionik (fase- fasenya)		
3	Dapat menjelaskan metamorfosis sempurna pada hewan dan memberikan contohnya		
4	Dapat menjelaskan metamorfosis tidak sempurna dan memberikan contohnya		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut .





Kegiatan Pembelajaran 4.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan Hewan

A. Tujuan

Setelah menyelesaikan kegiatan ini :

Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan memberikan contoh proses perkembangan hewan yang dipengaruhi faktor lingkungan dengan benar

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

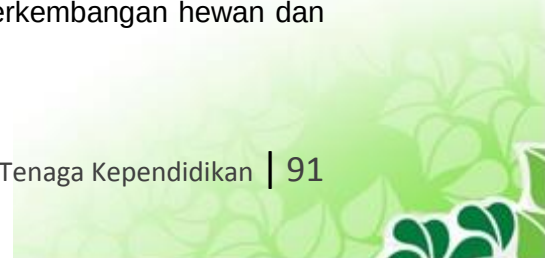
1. Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan pada hewan dengan benar
2. Peserta diklat mampu mengidentifikasi faktor- faktor yang mempengaruhi perkembangan hewan dengan benar
3. Peserta diklat mampu memberikan contoh proses perkembangan hewan yang dipengaruhi faktor lingkungan dengan benar
4. Peserta mampu menerapkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan pada kegiatan budidaya pertanian

C. Uraian Materi

Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan. Seperti halnya pada tumbuhan, faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dibedakan menjadi dua, yaitu faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal).

1. Faktor Dalam (Internal)

Faktor dalam yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia meliputi gen dan hormon:



a. Gen

Gen merupakan substansi/ materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk kepada anaknya. Gen memengaruhi ciri dan sifat pada hewan dan manusia, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna rambut, warna bulu dan sebagainya.

Peningkatan mutu gen dilakukan dengan berbagai cara antara lain melalui kawin silang antar bangsa, seleksi terhadap ketahanan penyakit, kecepatan produksi telur dan daging, efisiensi penggunaan pakan dll, peningkatan gen dimaksudkan untuk meningkatkan faktor ekonomi. Misal pada tahun 1980 peternak memelihara ayam broiler selama 3 bulan untuk mencapai berat 1,5 kg, pada tahun 2018 hanya diperlukan waktu 34 hari. Tahun 1980 ayam petelur mulai bertelur umur 6 bulan, pada saat ini hanya perlu 18 minggu, ayam sudah mulai bertelur.

Pada 20 tahun yang lalu seleksi jenis kelamin ayam dilakukan dengan melihat alat kelamin, pada saat ini cukup hanya melihat warna bulu (*autosexing*).



Gambar 53. Parent Stock (Tetua) Ayam Petelur Coklat



Gambar 54. Final Stok (Anak) Ayam Petelur Coklat

b. Hormon

Hormon adalah zat yang dihasilkan makhluk hidup, berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh.



Secara umum, **fungsi hormon** adalah sebagai berikut:

- Mengontrol pertumbuhan tubuh,
- Mengatur reproduksi, yang meliputi perkembangan sifat kelamin sekunder pada hewan jantan dan betina,
- Mempertahankan homeostasis (keseimbangan keadaan tubuh dengan lingkungan sekitar),
- Mengintegrasikan dan mengoordinasikan kegiatan antara sistem hormon dan saraf.

1) **Hormon Pada Hewan**

Beberapa hormon pertumbuhan dan perkembangan pada hewan adalah sebagai berikut:

a) Jenis hormone hewan berdasarkan fungsinya

- **Hormone ecdison** – Merupakan salah satu hormone yang memiliki fungsi untuk mengontrol dan membantu proses pergantian kulit atau ecdisis. Seperti ular yang mengalami pergantian kulit baru setelah mengalami beberapa episode. Maka hormone ini akan mengirimkan sinyal ke otak untuk melakukan proses pergantian kulit jika sudah pada waktunya.
- **Hormone juvenile** – Hormone ini merupakan hormone yang bekerja untuk menghambat proses metamorphosis tubuh. Hal ini terjadi jika lingkungan atau keadaan tidak memungkinkan untuk melakukan proses metamorphosis. Sebab apabila di biarkan bisa terjadi bahaya.
- **Hormone GH (growth hormone)** – Merupakan salah satu hormone yang mampu merangsang pertumbuhan tinggi hewan. Jika memiliki kelebihan, maka akan mengakibatkan pertumbuhan ya menjadi raksasa. Hal ini yang di sebut dengan gigantisme. Lawan dari gigantisme adalah kerdil.





- **Hormone neuropeptida** – Hormone ini bisa di temukan pada hewan hewan yang berada pada takson rendah. Biasanya mereka tidak memiliki vertebrae atau tulang belakang. Fungsinya adalah untuk membantu merangsang pertumbuhan dan regenerasi hewan. Tujuannya adalah untuk membentuk penerus baru.

b) Berikut Adalah Penjelasan Mengenai Jenis Hormon Pada Hewan Berdasarkan Lokasi Produksinya :

- **Hormone Steroid**

Hormon ini berasal dari kolestrol tubuh hewan. Beberapa sub golongan yang termasuk dalam hormone steroid adalah hormone seks dan beberapa hormone korteks adrenal. Selain itu, terdapat pula hormone glukokortikoid serta mineral kortikoid.

Segala bentuk hormone seks mampu di control dari hormone adenohipophysis.

- **Hormone testosteron**

Seperti hormone seks pada pria androgen misalnya testosterone, dan lainnya sebagainya di dihasilkan oleh sel sel Leydig. Hormone testosterone ini yang ikut membantu mengendalikan perkembangan karakteristik sekunder seksual laki laki. Biasanya di tandai dengan suara lebih dalam dan kuat, baik antara kumis jenggot serta rambut tubuh lebih lebat, tulang semakin kuat dan padat serta masa otot dalam masa pertumbuhan. Semua hal ini bisa terjadi selama hewan jantan dalam masa pubertas.

- **Hormone esterogen**

Berbeda lagi dengan hormone betina pada hewan. Sama seperti pada manusia, hormone ini di namakan dengan esterogen.





Fungsinya untuk membantu dan mengontrol perkembangan organ seks sekunder pada betina. Hewan juga sama-sama memiliki perubahan saat terjadi pada masa pubertas. Misalnya ditandai dengan suara yang semakin melengking feminine, muncul kelenjar susu, serta bulu mata hewan yang lebih lentik.

- **Hormone progesteron**

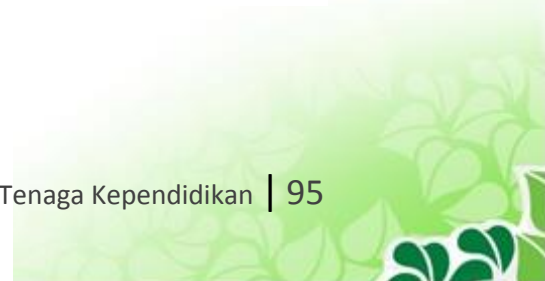
Hormone seks lainnya pada hewan betina adalah progesterone. Pengaruhnya sama seperti hormone wanita, yakni sebagai hormone yang ikut membantu dalam mengontrol kehamilan. Di mulai dari hewan betina yang sedang mengalami masa ovulasi. Kemudian mengalami masa kehamilan, hingga sampai melahirkan.

- **Glukokortikoid**

Kedua hormone ini dihasilkan oleh kelenjar adrenal. Fungsi dari hormone glukokortikoid ini adalah merangsang glukoneogenesis. Fungsi ini lebih di tujukan pada kortisol. Selain itu, hormone ini juga ikut merangsang gangguan lemak yang ada pada jaringan adipose. Keberadaan dari kortisol di sini akan menghasilkan sintesa protein.

- **Mineralkortikoid**

Selanjutnya ada hormone mineralkortikoid. Termasuk pula pada aldosteron yang berfungsi untuk merangsang reabsorpsi natrium yang ada di dalam ginjal. Selanjutnya proses reabsorpsi pada passive air dalam ginjal. Kemudian hormone ini juga mampu meningkatkan volume darah serta tekanan dalam tubuh.





- **Hormone Lipid**

Merupakan hormone yang berasal dari salah satu makro molekul tubuh, yakni lemak. Pada hormone ini mampu mengirimkan sinyal sinyal elektrik atau impuls pada organ organ dan sel yang ada di sekitarnya yang berpotensi membuat hormone lipid.

- **Hormon eikosanid**

Merupakan salah satu hormone yang di buat dan di produksi oleh lipid. Fungsi dari hormone ini adalah mampu mereproduksi beberapa fungsi tubuh. Kemudian juga mampu mengatasi rasa sakit seperti peradangan, demam tinggi, serta nyeri pada bagian tubuh. Selain itu juga berperan penting dalam proses pembekuan darah dan mengontrol seluruh tekanan yang ada di dalam darah. Hormone ini juga berpengaruh pada sekresi asam lambung, serta beberapa proses yang terkait lainnya.

- **Hormone Asam Amino**

Di namakan dengan hormone asam amino karena memang bahan dasar dari hormone ini adalah asam amino. Beberapa hormone asam amino yang ada di dalam tubuh dalam skala banyak di sebut dengan neurotransmitter. Beberapa jenis hormone yang masuk ke dalam golongan hormone asam amino adalah hormone tiroid dan hormone medulla adrenal

- **Hormone tiroid**

Di namakan pula dengan nama T3 atau Triiodothronine dan T4 atau di sebut pula tiroksin. Fungsi dari tiroksin ini adalah mampu merangsang oksigen atau O_2 di dalam tubuh yang di gunakan untuk pernapasan.





Selain itu, hormone ini juga berpengaruh pada konsumsi energi yang di gunakan untuk berbagai aktivitas oleh hewan. Selain itu, fungsi dari tiroksin ini mampu meningkatkan metabolisme basal atau metabolisme dasar. Keberadaanya juga berguna dalam hal mensistesa protein tubuh.

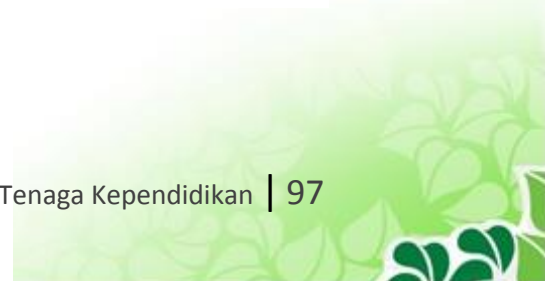
- **Hormon medulla adrenal**

Beberapa hormone yang termasuk dalam golongan medulla adrenal adalah epiinefrin dan norepinefrin. Hormone ini banyak di kenal sebagai hormone yang suka melawan sesuatu dan hormone yang memacu hewan untuk berlari. Untuk itulah, hormone ini di kenal sebagai hormone darurat. Untuk merealisasikan hormone ini keluar dari dalam tubuh, maka dengan cara meningkatkan pasokan oksigen ke dalam tubuh. Kemudian kadar glukosa yang ada di kirmkan sinyal ke otak serta otot.

• **Hormone Peptida**

Memang sedikit mirip dengan hormone asam amino yang merupakan bahan dasar dari protein. Namun hormone peptide ini berasal dari ikatan asam amino ikatan polimer. Hormone ini menjadi salah satu hormone yang bisa merangsang kelenjar lain untuk bisa memproduksi hormone tertentu. Fungsi dari hormone ini adalah sebagai pengontrol atau pengendali metabolisme.

Beberapa sub golongan yang termasuk dalam hormone peptide ini adalah :





- **Hormone insulin**

Hormone insulin ini merupakan salah satu jenis hormone pancreas yang di produksi oleh hormone peptide atau berasal dari asam amino polimer. Hormone ini di sekresikan oleh sel B pancreas. Fungsinya adalah untuk membantu meningkatkan asupan glukosa (gula), glikogenesis, serta glikolisis. Letaknya berada di wilayah hati dan otot otot yang ada di dalam darah. Hormone ini juga membantu dalam asupan lemak yang ada di dalam tubuh. (baca: fungsi hati manusia)

- **Hormone glucagon**

Hormone ini sama dengan hormone insulin yang di sekresikan oleh kelenjar pancreas. Fungsinya adalah untuk emmbawa glikogenolisis dan glukoneogenesis yang ada di dalam hati.

2) **Hormon pada ikan**

Kelenjar endokrin ikan mencakup suatu sistim yang mirip dengan vertebrae yang lebih tinggi tingkatannya. Namun, ikan memiliki beberapa jaringan endokrin yang tidak didapatkan pada vertebrata yang lebih tinggi, misalnya Badan Stanius yang memiliki fungsi sebagai kelenjar endokrin yang membantu dalam proses osmoregulasi.

a) **Kelenjar Pituitary**

Kelenjar ini disebut pula hypophysa terletak dibawah diencephalon. Suatu tangkai yang menghubungkan antara kelenjar ini dengan diencephalon disebut Infundibulum. Kelenjar ini walaupun kecil, fungsi dan strukturnya merupakan organ tubuh yang sangat rumit dan sulit.





Pada stadia embrionik, kelenjar ini berasal darigabungan elemen neural yang tumbuh kebawah dari diencephalon dan elemen epitel(kantung Rathke) yang tumbuh ke atas daribagian dorsal rongga mulut.

b) Kelenjar Thyroid

Semua vertebrata mempunyai kelenjar thyroid. Sebagian besar ikan bertulang sejati dan Cyclostomata terdiri dari folikel-folikel yangrelatif menyebar di dekat aorta ventral, arteri branchialis affarent, jantung, insang, kepala ginjal, limp, otak atau mata. Pada Elasmobranchii dan beberapa ikan bertulang sejati thyroid merupakan kelenjar tersendiri yang dikelilingi oleh jaringan pengikat.

Hormon thyroid mempunyai beberapa fungsi fisiologik dan beberapa fungsi lainnya yang belum diketahui, namun terbukti bahwa ia mampu mempengaruhi laju konsumsi oksigen, membantu pengendapan guanin dalam kulit, dan mengubah metabolisme nitrogen dan karbohidarat. Ia juga telah diketahui mempengaruhi sistem dan fungsi syaraf dan proses osmoregulasi.

c) Kelenjar Parathyroid

Bagian sekresi dari kelenjar parathyroid berdiferensiasi dari epitel kantong farings ketiga dan keempat. Ini berarti kantong-kantong farings mempunyai andil dalam pembentukan jaringan kelenjar. Hormon parathyroid adalah polipeptida yang dinamakan parathormon yang berfungsi mengatur kadar kalsium, dan sedikit-menentukan kadar fosfor di dalam darah. Kalsium akan menghilang jika dari darah dan terjadi kejang otot jika hormon ini tidak ada.

Jaringan kelenjar pada Cylostomata dan bangsaikan, yang homolog dengan parathyroid telahditemukan, namum fungsinya belum diketahui pasti. (Hildenbran, 1974).





d) Jaringan Interrenal (Adrenal Cortex)

Pada ikan Osteichthyes, jaringan yang ekuivalen atau homolog dengan adrenal cortex atau pada vertebrata tingkat tinggi. Strukturnya sama dengan gonad dalam hal produksi hormonnya yang mengandung steroid, dan asal-usul embriologinya. Bagian korteksnya merupakan derivat dari mesoderm yang membatasi rongga solom dekat tempat berasalnya pematang genital. Pada Elasmobranchia, jaringan ini bentuknya memanjang terletak pada bagian belakang ginjal. Sedangkan pada kelompok-kelompok sel yang tersebar di sepanjang vena cardinalis. Sel-sel yang menyerupai sel adrenocortical didapatkan pada dinding vena cardinalis ikan lamprey.

Jaringan interrenal mensekresikan hormone adrenocortico steroid yang mengontrol proses osmoregulasi dengan cara mempengaruhi ginjal, insang dan saluran gastro intestinal, dan mempengaruhi metabolisme protein dan karbohidrat. Jaringan interrenal pada Cyclostomata, tersebar sepanjang vena cardinalis posterior dan venalainnya. Pada Teleostei jaringan interrenal menyebar, tetapi selalu membentuk bintik-bintik nodal yang terdapat di dekat atau pada kepala ginjal.

e) Jaringan Chromaffin (Suprarenal)

Jaringan ini banyak tersebar di dalam badan beberapa vertebrata. Sel-sel chromaffin pada ikan bertulang sejati tersebar di sepanjang vena posterior cardinalis dan dimungkinkan perluasannya tercampur dengan sel interrenal.

Jaringan chromaffin pada Elasmobranchii menyatu dengan syaraf simpatetik dan aorta dorsalis, terletak di depan jaringan interrenal. Chromaffin dan jaringan medulla dimasuki serabut preganglion dari sistem syaraf otonom. Syaraf ini dan kelenjar endokrin Adrenal medulla, keduanya sebagai derivat endoderm dari neural crest embrio, dan semuanya menggetahkan adrenalin dan non adrenalin.





Jaringan ini mensekresikan adrenalin mengadakan respon terhadap hormon ini dalam berbagai cara, seperti menaikkan kadar guladalam darah dan menaikkan tekanan darah, konsentrasi melanin dalam melanophora, serta merintangi otot polos.

Kerja hormon ini menyerupai sistem kerja syaraf simpathetic,yang mana hormon ini sangat erat hubungannya.(ditambahkan penjelasan sehingga lebih komprehensif)

f) Kelenjar Ultimobranchial

Kelenjar ini homolog dengan kelenjar parathyroid pada mammalia. Pada ikan bertulang sejati kelenjar ini terletak di bawah esophagus dekat sinus venosus.

Pada Elasmobranchii kelenjar ini terletak pada sisi kiri bawah pharynx. Kelenjar ini mensekresikan hormon calcitonin, yang berperan dalam metabolisme kalsium. Ultimobranchial yaitu derivat dari sepasang kantong farings yang paling belakang, dan corpusculus stans terletak pada bagian posterior dari ginjal Teleostei.

g) Gonad

Dari struktur dan pertumbuhannya, gonad merupakan kelenjar ndokrin. Kelenjar seks ikut dalam sekresi steroid, hal ini sangat penting dalam pemijahan, pembuatan sarang, dan aspek aspek tingkah laku reproduksi lainnya.

Estrogen mengontrol pertumbuhan dan perkembangandari sistem genital betina, dan mengatur sifat sifat seksual sekunder.

h) Pulau-pulau Langerhans

Pada ikan bertulang sejati biasanya jaringan initerdapat di pyloric caeca, usus kecil, limpa danempedu. Jaringan ini menghasilkan insulin yang berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, pengubahan glukosa menjadi glycogen oksidasi glukosa dan pembuatan lemak.





i) Badan Pineal

Organ pineal pada puncak otak atau pada bagian atas diencephalon merupakan fotoreseptor. Sekresi yang dihasilkan oleh badan pineal adalah melatonin yang mengumpulkan melanin. Bila jaringan ini dihilangkan maka akan membawa perubahan dalam pertumbuhan.

j) Badan Stanius

Kelenjar ini memiliki fungsi sebagai kelenjar endokrin yang sekresi sekresinya diduga ikut dalam proses penyesuaian tekanan osmotik lingkungan dengan tekanan osmotik cairan tubuh pada ikan (osmo regulasi).

Hormon sintetis

Pada dunia peternakan digunakan beberapa hormon sintetis dengan tujuan yang bermacam-macam. Misal hormon prostaglandin 2alpha digunakan untuk menyeragamkan birahi pada sapi dan domba. Hormon gonadotropin untuk membantu pelepasan sel telur, hormon estrogen untuk membantu gejala birahi, hormon polipeptida untuk memacu pertumbuhan sapi.

Pada ayam penggunaan hormon tidak ada, hanya penggunaan antibiotik dosis rendah sebagai pemacu pertumbuhan (Growth Promoting Factor), namun sekarang sudah dilarang pemerintah.

2. Faktor Luar (Eksternal)

Faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan hewan berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan adalah nutrisi (makanan), suhu, cahaya, dan air.





a. Nutrisi (makanan)

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi yang digunakan untuk aktivitas, pertumbuhan, serta perkembangan hewan. Kualitas dan kuantitas makanan akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia. Zat gizi yang diperlukan hewan adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.

1) Peranan Karbohidrat Bagi Hewan Adalah :

Karbohidrat merupakan senyawa makromolekul yang tersusun atas unsur karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O). Karbohidrat merupakan senyawa organik. Memiliki rumus senyawa $C_nH_{2n}O_n$.

Di dalam tubuh karbohidrat dapat dibentuk dari beberapa gula sederhana dan sebagian dari gliserol lemak. Akan tetapi sebagian besar karbohidrat diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi sehari-hari, terutama sumber bahan makan yang berasal dari tumbuhan.

Sumber karbohidrat nabati dalam bentuk glikogen, hanya dijumpai pada otot dan hati dan karbohidrat dalam bentuk laktosa hanya dijumpai di dalam susu.

Karbohidrat merupakan suatu molekul yang tersusun dari unsure-unsur karbon, hydrogen, dan oksigen. Rumus umumnya adalah $C_nH_{2n}O_n$. Karbohidrat berfungsi sebagai penghasil energi. Karbohidrat merupakan sumber kalori bagi organisme heterotrof.

Setiap gramnya menghasilkan 4 kalori. Karbohidrat dikonsumsi sekitar 70-80% dari total kalori. Daerah miskin bisa mencapai 90%. Sedangkan pada negara maju hanya sekitar 40-60%. Karbohidrat banyak ditemukan pada sereal (beras, gandum, jagung, kentang dan sebagainya), serta pada biji-bijian yang tersebar luas di alam. (ini penjelasan untuk kasus manusia, bukan pada hewan yang diharapkan pada kompetensi)





a) Sumber Energi

Fungsi utama karbohidrat adalah menyediakan energi bagi tubuh. Karbohidrat merupakan sumber utama energi bagi penduduk di seluruh dunia, karena banyakdi dapat di alam dan harganya relatif murah. Satu gram karbohidrat menghasilkan 4 kalori. Sebagian karbohidrat di dalam tubuh berada dalam sirkulasi darah sebagai glukosa untuk keperluan energi segera, sebagian disimpan sebagai glikogen dalam hati dan jaringan otot, dan sebagian diubah menjadi lemak untuk kemudian disimpan sebagai cadangan energi di dalam jaringan lemak. Seseorang (manusia)? yang memakan karbohidrat dalam jumlah berlebihan akan menjadi gemuk.

b) Pemberi Rasa Manis pada Makanan

Karbohidrat memberi rasa manis pada makanan, khususnya mono dan disakarida. Gula tidak mempunyai rasa manis yang sama. Fruktosa adalag gula yang paling manis. Bila tingkat kemanisan sakarosa diberi nilai 1, maka tingkat kemanisan fruktosa adalah 1,7; glukosa 0,7; maltosa 0,4; laktosa 0,2.

c) Pengatur Metabolisme Lemak

Karbohidrat mencegah terjadinya oksidasi lemak yang tidak sempurna, sehingga menghasilkan bahan-bahan keton berupa asam asetoasetat, aseton, dan asam beta-hidroksi-butirat. Bahan-bahan ini dibentuk menyebabkan ketidak seimbangan natrium dan dehidrasi. pH cairan menurun. Keadaan ini menimbulkan ketosis atau asidosis yang dapat merugikan tubuh.

d) Membantu Pengeluaran Feses

Karbohidrat membantu pengeluaran feses dengan cara mengatur peristaltik usus dan memberi bentuk pada feses. Selulosa dalam serat makanan mengatur peristaltik usus. Serat makanan mencegah kegemukan, konstipasi, hemoroid, penyakit-penyakit divertikulus, kanker usus besar, penyakiut diabetes mellitus, dan





jantung koroner yang berkaitan dengan kadar kolesterol darah tinggi. Laktosa dalam susu membantu absorpsi kalsium. Laktosa lebih lama tinggal dalam saluran cerna, sehingga menyebabkan pertumbuhan bakteri yang menguntungkan.

- **Sumber Karbohidrat**

Berbagai jenis makanan yang mengandung karbohidrat: Nasi, Jagung, Sagu, Singkong, Ubi, Kentang, Oat, Pasta, Buah, Sayur. Sumber karbohidrat bagi ternak berupa jagung, dedak padi, gaplek, onggok, bngkil kedelai, dedak gandum (pollard), minyak goreng dll. Untuk pakan ternak sebagian besar berasal dari limbah pertanian.

- **Akibat Kelebihan Karbohidrat**

Akibat yang timbul karena berlebihan karbohidrat: Rasa mudah kantuk, Obesitas, Jantung, Stroke

- **Akibat Kekurangan Karbohidrat**

Jika manusia kekurangan karbohidrat dapat menimbulkan kekurangan gizi, tubuh lemah, lesu dan tidak berenergi. Akibat kekurangan karbohidrat yang lebih serius menyebabkan penyakit marasmus (gangguan gizi).

2) **Peranan Protein Bagi Hewan Adalah :**

Setelah dicerna, protein terurai menjadi asam amino penyusun mereka, yang diklasifikasikan ke dalam esensial atau non-esensial. Asam amino esensial tidak dapat disintesis oleh tubuh kita, maka mereka harus dilengkapi dengan sumber makanan. Yang non esensial dapat disintesis oleh tubuh kita. Protein memiliki fungsi sebagai berikut:

Asam amino esensial terdiri dari: Phenylalanine, valine, Leucine and Isoleucine, Lysine, Threonine, threonin, Tryptophan, Methionine dan Histidine. Asam amino nonesensial terdiri dari: arginine, cysteine, glycine, glutamine, proline, dan tyrosine. Dari asam amino tersebut yang jumlahnya paling sedikit dalam bahan makanan adalah methionin dan lysine.





a) Sumber energi

Protein adalah sumber energi seperti karbohidrat dan lemak. Bobot yang sama karbohidrat dan protein yang memberikan jumlah energi yang sama (kalori). Ketika kita makan makanan yang kaya protein, mereka dipecah menjadi asam amino penyusunnya oleh enzim. Tubuh kita tidak mampu menyimpan protein dalam bentuk yang sama. Asupan tambahan akan menghasilkan mengubah protein menjadi lemak (untuk penyimpanan) atau energi (untuk konsumsi). Ini kemudian digunakan oleh sel hidup sebagai bahan bakar untuk membangun otot-otot baru, tulang rawan, dan memperbaiki jaringan yang mengalami kerusakan atau sel.

Ada berbagai sumber tanaman (kacang-kacangan, kacang kedelai, dll) dan sumber hewani (daging, ikan, unggas) protein yang merupakan bagian dari diet kita. Kasein memasok tubuh dengan nutrisi yang dibutuhkan untuk mengembangkan tulang dan membungkus otot. Dukungan struktural untuk Sel hidup. Pada hewan, hal ini membantu dalam mengembangkan tanduk, bulu, dan skala, sedangkan pada burung berkembang paruh, bulu, dan cakar.

b) Transporter

Menurut model mosaik cair membran sel kita terdiri dari protein dan lipid. Protein globular dan protein yang transmembran membantu dalam mengatur aliran ion dan molekul kecil seperti ion natrium dan molekul glukosa melalui sel. Pengangkutan molekul tersebut terjadi melalui proses difusi. Protein transmembran memperluas di kedua sisi dari membran sel yang bertindak sebagai regulator dengan memungkinkan atau menolak masuknya ion dan molekul. Protein globular bertindak sebagai pembawa dengan mengikat molekul dan memfasilitasi transportasi ke dalam membran sel. Setelah diangkut, protein ini melepaskan diri dari molekul. Transferin adalah contoh dari protein transportasi. Ini membawa besi dalam sistem kekebalan tubuh.



**c) Katalis biokimia**

Enzim adalah protein di alam. Mereka membantu mengkatalisis (meningkatkan laju reaksi) berbagai proses biokimia penting seperti glikolisis. Mereka melakukannya dengan menurunkan energi minimum yang diperlukan untuk melaksanakan proses biokimia, yang disebut energi aktivasi. Setiap enzim mengikat hanya substrat tertentu dan meningkatkan tingkat konversi substrat menjadi produk lain. Produk ini kemudian siap digunakan oleh tubuh makhluk hidup untuk mempertahankan pertumbuhan dan perkembangan normal. Misalnya, enzim heksokinase bertindak pada glukosa (substrat) untuk memberikan serangkaian produk yang ditindaklanjuti oleh berbagai enzim melepaskan molekul ATP (energi) untuk metabolisme sel.

d) Sumber protein

Sumber protein dalam membuat pakan ternak adalah: tepung darah, bungkil kedelai, tepung daging, bungkil sawit, tepung ikan dll.

3) Peranan Lemak bagi hewan

Lemak merupakan sumber energy selain karbohidrat dan protein. Lemak merupakan satu dari sekian zat makro yang berfungsi sebagai penyimpanan energy yang berlebih dari makanan. Lemak memang berasal dari makanan yang setiap hari kita konsumsi, baik itu sumber lemak nabati atau sumber lemak hewani.

Fungsi lemak antara lain:

- Sebagai pelindung tubuh dari perubahan suhu, terutama suhu rendah
- Sebagai pelarut beberapa vitamin
- Sebagai sumber energi
- Sebagai alat pengangkut vitamin yang tidak larut di dalam lemak
- Sebagai pelindung organ vital seperti jantung dan lambung
- Sebagai penahan lapar





- Sebagai penghemat protein, sebab lemak merupakan sumber utama terbentuknya energi
- Sebagai pelumas yang berguna pada saluran cerna untuk membantu mengeluarkan sisa
- Sebagai penyusun membrane sel
- Sebagai bahan untuk menyusun hormone serta vitamin
- Sebagai bahan penyusun empedu, hormone seks, dan asam kholat

a) Sumber lemak nabati

Alpukat

Di dalam satu buah alpukat dengan ukuran sedang terdapat 22 gram lemak tak jenuh.

Kacang kenari

Di dalam kacang kenari yang nikmat terkandung lemak tak jenuh yang dapat berguna untuk kesehatan otak, mencegah kanker serta anti inflamasi

Tumbuhan laut

Krill dan alga merupakan tumbuhan laut yang memiliki kandungan asam lemak dalam omega 3. Kandungan tersebut dapat mengurangi kadar kolesterol jahat tanpa mengurangi kadar kolesterol baik

Minyak kelapa

Memiliki kandungan asam laurat. Yang selain terdapat pada minyak kelapa, asam laurat juga terdapat pada ASI. Berguna untuk menangkal virus jahat

Kacang kedelai

Kandungan protein, vitamin, serta lemak pada kacang kedelai mampu mencegah penyakit kolesterol





b) Sumber lemak hewani

Daging

Meski beresiko kanker karena kandungan lemak jenuhnya, namun daging sapi merupakan penyumbang lemak terbesar dari sumber hewani

Ikan laut

Beberapa jenis ikan seperti salmon, sarden dan tuna memiliki kandungan lemak jenuh dan omega 3 yang baik untuk perkembangan otak

Telur

Selain mengandung protein tinggi, telur juga mempunyai kandungan lemak pada bagian putihnya

Susu

Susu sapi mempunyai lemak dengan kadar 3.1% sedangkan susu kambing mempunyai 6.4%

4) Peranan Vitamin bagi tubuh hewan

Vitamin adalah Sekelompok senyawa organik (Zat organoleptik) yang sangat dibutuhkan tubuh dan memiliki peranan penting dalam mengatur proses metabolisme tubuh. Secara umum Vitamin tidak dapat di produksi oleh tubuh. Tiap-tiap vitamin mempunyai fungsi dan tugas-tugas yang spesifik termasuk dalam pengatur pertumbuhan dan pemeliharaan kesehatan. Sejarah Istilah vitamin pertama kali digunakan oleh Chesimir funk pada tahun 1912 dalam upaya penyembuhan penyakit Beri-beri ---> zat dalam makanan yang dibutuhkan tubuh (Vita) dan mengandung unsur nitrogen (Amine) seiring berjalan waktu Dari Vitamine menjadi Vitamin. secara umum vitamin dikelompokkan menjadi dua kelompok yaitu :

- a) Vitamin yang larut dalam Lemak = Vitamin A, D,E,K
- b) Vitamin yang Larut dalam air = Vitamin B dan C





Tubuh sangat memerlukan asupan Vitamin. kekurangan salah satu jenis vitamin dapat menyebabkan suatu penyakit. Tubuh hanya membutuhkan Vitamin dalam jumlah yang sedikit, tetapi jika kebutuhan vitamin ini diabaikan maka proses metabolisme tubuh akan terganggu karena kebutuhan vitamin ini tidak dapat di gantikan oleh senyawa lain. Apa saja jenis-jenis vitamin dan fungsi nya untuk kesehatan tubuh silakan simak pembahasan selengkapnya dibawah ini.

Macam- macam Vitamin serta Fungsi dan sumbernya

a) Vitamin A

Vitamin A adalah Vitamin larut dalam lemak pertama yang ditemukan secara luas. Vitamin A dikenal juga dengan Nama Retinol.

Fungsi Vitamin A : Berperan dalam Penglihatan, dan merupakan salah satu komponen penyusun pigmen mata. selain itu fungsi vitamin A juga ikut berperan penting menjaga kesehatan, kekebalan tubuh, pertumbuhan dan perkembangan dan sangat baik untuk menjaga kesehatan kulit.

Sumber-sumber Vitamin A

Hewani : Hati, Kuning telur, susu, mentega dan minyak ikan.

Nabati : Karoten--> sumber karoten adalah sayuran berwarna hijau, dan buah-buahan yang berwarna kuning seperti Wortel, pisang dan pepaya.

Penyakit Akibat Kekurangan Vitamin A

Kekurangan vitamin A dapat mengakibatkan gangguan penglihatan, rabun senja, katarak dan penurunan daya tahan tubuh.



**b) Vitamin B**

Ada beberapa kelompok golongan Vitamin B (B Komplek) dan secara umum manfaat vitamin B berperan penting dalam metabolisme tubuh, terutama dalam hal pelepasan energi saat kita melakukan aktivitas. Peranan Vitamin B di dalam tubuh sebagai senyawa koenzim yang dapat meningkatkan laju reaksi metabolisme tubuh terhadap berbagai jenis sumber energi. Selain itu beberapa jenis-jenis vitamin B ini juga berperan dalam pembentukan sel darah merah. Sumber vitamin B berasal dari susu, gandum, ikan, dan sayur-sayuran hijau. Adapun jenis dan kelompok golongan Vitamin B sebagai berikut

Vitamin B1

Nama lain dari Vitamin B1 adalah Tiamin Hidroklorida --> salah satu jenis vitamin yang memiliki peranan penting dalam menjaga kesehatan kulit dan membantu proses pembakaran karbohidrat menjadi energi, membantu proses metabolisme protein dan lemak dan masih banyak lagi fungsi Vitamin B1 lainnya.

Jenis penyakit akibat kekurangan vitamin B1

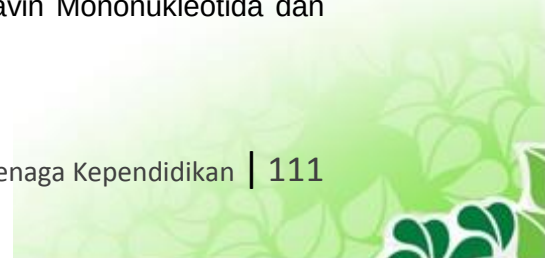
- Berbagai gangguan pada kulit, seperti kulit kering dan bersisik.
- Tubuh juga dapat mengalami penyakit beri-beri
- Gangguan fungsi saluran pencernaan, jantung, dan sistem saraf.

Sumber Vitamin B1

Jenis-jenis makanan yang banyak mengandung Vitamin B1 antara lain gandum, nasi, daging (hati), susu, telur, dan kacang-kacangan.

Vitamin B2

Nama lain dari Vitamin B2 adalah Riboflavin. Fungsi vitamin B2 di dalam tubuh berperan penting dalam metabolisme. Vitamin B2 berperan sebagai komponen Koenzim Flavin Mononukleotida dan Flavin Adenine Dinukleotida.





Kedua enzim ini berperan penting dalam regenerasi energi bagi tubuh, dan oksidasi asam lemak dan juga berperan dalam pembentukan sel darah merah serta menyokong pertumbuhan berbagai organ tubuh, seperti kulit, rambut, dan kuku.

Sumber Vitamin B2

makanan yang bisa menjadi sumber vitamin B2 antara lain sayur-sayuran segar, kacang kedelai, kuning telur, dan susu.

Kekurangan vitamin B2 dapat menyebabkan Daya tahan tubuh menurun, kulit kering dan bersisik, mulut kering, bibir pecah-pecah.

c) Vitamin B3

Nama lain Vitamin B3 adalah Niasin. Vitamin B3 berfungsi dan berperan penting dalam metabolisme karbohidrat, lemak dan protein untuk menghasilkan energi. vitamin B3 berperan besar dalam menjaga kadar gula darah, tekanan darah tinggi dan penyembuhan migrain. selain itu jenis vitamin ini juga ikut terlibat dalam menetralkan racun/ keracunan tubuh.

Sumber Vitamin B3

banyak ditemukan pada jenis makanan daging hewani seperti hati, ginjal, ikan dan daging unggas. sumber pangan lainnya yang juga mengandung vitamin ini antara lain gandum dan kentang manis.

Kekurangan vitamin B3

Dampak dari kekurangan vitamin B3 bisa menyebabkan kekejangan, kram otot, gangguan sistem pencernaan, muntah-muntah, dan mual.

Vitamin B5

Nama lain Vitamin B5 adalah asam pantotenat. Fungsi vitamin B5 antara lain yaitu berperan dalam reaksi Enzim di dalam tubuh dan reaksi pemecahan nutrisi makanan.





Selain itu fungsi lain dari vitamin ini adalah sebagai neurotransmitter antara sistem saraf pusat dan otak serta membantu memproduksi senyawa asam lemak dan hormon tubuh.

Sumber Vitamin B5

Makanan hewani, mulai dari daging, susu, ginjal, dan hati hingga makanan nabati, seperti sayuran hijau dan kacang hijau.

Vitamin B6

Nama lain Vitamin B6 yaitu Piridoksin -> merupakan vitamin yang esensial bagi pertumbuhan tubuh, selain itu fungsi vitamin B6 lainnya yaitu sintesis energi dan juga berperan dalam metabolisme nutrisi serta memproduksi antibodi sebagai sistem pertahanan tubuh (imun).

Sumber Vitamin B6

Banyak ditemukan di beras, jagung, kacang-kacangan, daging, dan ikan. Kekurangan vitamin B6 dalam jumlah banyak dapat menyebabkan kulit pecah-pecah, insomnia, dan kram otot.

Vitamin B12

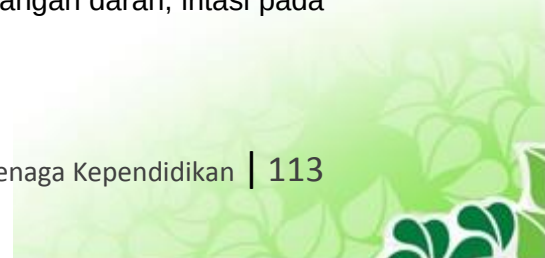
Nama lain dari Vitamin B12 yaitu Kobalamin --> Vitamin jenis ini Khusus hanya diproduksi oleh hewan dan tidak ditemukan pada tanaman atau tumbuh-tumbuhan.

Fungsi Vitamin B12

Ikut berperan dalam metabolisme energi tubuh, ikut menjaga dan memelihara kesehatan sel saraf, serta ikut berperan dalam pembentukan molekul DNA dan RNA.

Sumber Vitamin B12

Telur, hati, dan daging merupakan sumber makanan yang baik untuk memenuhi kebutuhan vitamin B12. Kekurangan vitamin B12 menyebabkan Penyakit Anemia atau kekurangan darah, iritasi pada kulit dan mudah lelah.





c) Vitamin C

Nama lain Vitamin C yaitu asam askorbat. --> banyak sekali manfaat vitamin C bagi kesehatan tubuh kita. Diantara yaitu berperan sebagai senyawa pembentuk kolagen yang merupakan protein penting penyusun jaringan kulit, sendi, tulang, dan jaringan penyangga organ lain. Selain itu Vitamin C merupakan antioksidan alami yang bisa menangkal berbagai radikal bebas yang masuk ke dalam tubuh kita sehingga meminimalisir risiko terjadinya berbagai penyakit degeneratif, seperti kanker Serviks, kanker payudara dan berbagai jenis penyakit degeneratif lain.

Sumber Vitamin C

Jeruk banyak terdapat pada buah-buahan seperti jeruk, tomat, semangka dan sayur-sayuran lainnya

Kekurangan vitamin C bisa menyebabkan Gusi berdarah dan nyeri pada persendian, kurangnya imunitas tubuh. namun kelebihan konsumsi vitamin C berdampak buruk terhadap ginjal dan gangguan saluran pencernaan.

d) Vitamin D

Vitamin D adalah jenis vitamin yang paling mempengaruhi bagian tulang.

Sumber Vitamin D banyak di temukan pada jenis makanan seperti ikan, telur, susu, dan keju. sel kulit akan memproduksi Vitamin ini disaat terkena cahaya matahari.

Manfaat dan fungsi Vitamin D adalah mempengaruhi pertumbuhan tulang, membantu metabolisme kalsium dan mineral penting untuk tulang.





Kekurangan Vitamin D bisa menyebabkan pertumbuhan tubuh dan kaki yang tidak normal, seperti betis kaki akan membentuk huruf O dan X. selain itu kurangnya vitamin D menyebabkan gigi mudah mengalami kerusakan, dan hilangnya unsur kalsium dan fosfor secara berlebihan di dalam tulang yang berakibat rapuhnya kekuatan tulang.

e) Vitamin E

Fungsi Vitamin E berperan sebagai anti oksidan alami dan untuk menjaga kesehatan berbagai jaringan di dalam tubuh, mulai dari mata, sel darah merah, hati dan jaringan kulit,. karena itu Vitamin E bisa menghambat dan mencegah penuaan dini.

Sumber Vitamin E banyak terdapat pada ikan, ayam, kuning telur, ragi, dan minyak tumbuh-tumbuhan.

Kekurangan vitamin E menyebabkan gangguan kesehatan yang fatal bagi tubuh seperti kemandulan dan keguguran, Konsumsi vitamin E sangat penting untuk tubuh baik bagi pria maupun wanita dan vitamin ini mempengaruhi kehamilan

f) Vitamin K

Salah satu Vitamin yang larut dalam Lemak, fungsi Vitamin K yaitu berperan dalam pembekuan darah dan berpengaruh terhadap penutupan luka.

Makanan sumber vitamin k : Sayur-sayuran hijau, brokoli, kol, hati, kacang polong dan buncis.

Kekurangan vitamin k akan berakibat pada kesulitan pembekuan darah saat terjadi luka atau pendarahan.





5) Peranan mineral bagi tubuh hewan

Berdasarkan jumlah kebutuhan dalam tubuh, mineral dapat dibedakan menjadi dua, yaitu makroelemen dan mikroelemen.

- a) Makroelemen adalah mineral yang diperlukan tubuh dalam jumlah besar. Makroelemen meliputi kalium (K), kalsium (Ca), natrium (Na), fosfor (P), magnesium (Mg), belerang (S), dan klor (Cl).
- b) Mikroelemen yaitu mineral yang diperlukan tubuh dalam jumlah sedikit. Misalnya besi (Fe), mangan (Mn), kobalt (Co), molibdenum (Mo), dan selenium (Se).
- c) Mineral terdapat dalam berbagai bahan makanan dari hewan dan tumbuhan. Apa sajakah fungsi mineral bagi tubuh dan akibatnya jika kekurangan salah satu mineral? Coba cermati penjelasan dalam uraian berikut.

Macam-Macam Mineral yang Dibutuhkan Tubuh (hewan)

a) Kalsium (Ca)

Sumber Kalsium : Susu, sayuran hijau, kacang-kacangan, dan daging

Fungsi Kalsium :

- Pembentukan tulang dan gigi yang dipengaruhi oleh vitamin D
- Pembekuan darah
- Aktivitas saraf dan otak
- Aktivator enzim
- Aktivitas otot jantung
- Melindungi tubuh terhadap absorpsi zat radioaktif

Akibat Kekurangan Kalsium :

- Riketsia
- Osteoporosis
- Darah sukar membeku
- Rakitis
- Hipokalsemia
- Pertumbuhan terhambat





Akibat kelebihan Kalsium :

- Hiperkalsemia
- Kalsifikasi jaringan dan tulang rawan

b) Fosfor (P)

Sumber Fosfor : Susu, kacang-kacangan, daging, dan sayuran

Fungsi Fosfor :

- Pembentukan tulang dan gigi
- Metabolisme
- Kontraksi otot
- Aktivitas saraf
- Komponen enzim, DNA, RNA, dan ATP
- Membentuk fosfatid, bagian dari plasma
- Menjaga keseimbangan asam basa
- Pengaturan aktivitas hormon
- Efektivitas beberapa vitamin

Akibat Kekurangan Fosfor :

- Kerapuhan tulang dan gigi
- Sakit pada tulang
- Pada anak-anak : Rakhitis
- Pada orang Dewasa : Osteomalasia

Tambahan Mengenai Fosfor :

Fosfor sebagai fosfat memainkan peranan penting dalam struktur dan fungsi semua sel hidup

c) Natrium (Na)

Sumber Natrium : Daging, garam, mentega, dan produk peternakan





Fungsi Natrium :

- Transmisi saraf
- Kontraksi otot
- Menjaga tekanan osmotik darah
- Sebagai buffer (dalam bentuk Natrium bikarbonat)
- Mempertahankan iritabilitas sel otot
- Komponen anorganik cairan ekstra sel

Akibat Kekurangan Natrium :

- Dehidrasi
- Shock
- Gangguan pada jantung
- Kejang otot
- Kelelahan
- Suhu tubuh meningkat

d) Klor (Cl)

Sumber Klor : Garam, susu, daging, dan telur

Fungsi Klor :

- Pembentukan HCl dalam lambung yang berperan dalam penyerapan Fe dan emulsi lemak
- Aktivator enzim
- Bahan ion klorit yang penting untuk transfer CO₂ dari darah ke paru-paru
- Memelihara keseimbangan asam basa, elektrolit, dan tekanan osmosis

Akibat Kekurangan Klor :

- Kontraksi otot abnormal
- Hilangnya rambut dan gigi
- Pencernaan terganggu

Tambahan Mengenai Klor :

- Jumlah kebutuhan tubuh/hari = 15–20 g





e) Magnesium (Mg)

Sumber Magnesium : Kacang-kacangan, sayuran hijau, makanan hasil laut, dan sereal

Fungsi Magnesium :

- Pembentukan tulang, darah, dan otot
- Aktivator enzim
- Kontraksi otot
- Aktivitas saraf
- Respirasi intrasel
- Sintesis protein

Akibat Kekurangan Magnesium :

- Gangguan mental dan emosi
- Kontraksi otot terganggu
- Fungsi ginjal terganggu
- Peredaran darah terganggu

Tambahan Mengenai Magnesium :

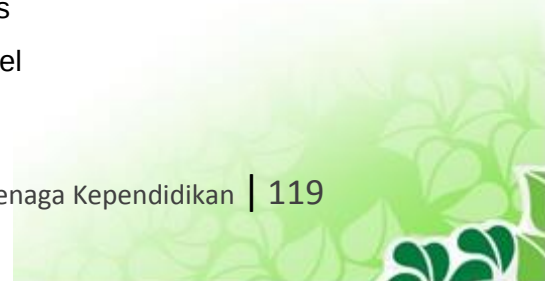
- Kelebihan Magnesium dapat berakibat gangguan fungsi saraf

e) Kalium (K)

Sumber Kalium : Sayuran, buah-buahan, dan kecap

Fungsi Kalium :

- Mengatur detak jantung
- Memelihara keseimbangan air
- Transmisi saraf
- Memelihara keseimbangan asam basa
- Katalisator
- Kontraksi otot
- Mengatur sekresi insulin dari pankreas
- Memelihara permeabilitas membran sel





Akibat Kekurangan Kalium :

- Gangguan jantung
- Kontraksi otot terganggu
- Pernapasan terganggu

f) Sulfur (S)

Sumber Sulfur : Sayuran, telur, daging, susu, dan buah-buahan

Fungsi Sulfur :

- Aktivator enzim
- Berperan dalam penyimpanan dan pembebasan energi
- Komponen vitamin (thiamin, biotin, dan asam pantotenat)
- Komponen dalam proses detoksikasi

Akibat Kekurangan Sulfur :

- Belum diketahui
- Anemia
- Gondok
- Pendengaran berkurang

Tambahan Mengenai Sulfur :

- Kebutuhan tubuh / hari = 15–30 mg
- Penyebaran di usus lebih mudah karena adanya HCl lambung

g) Zat besi (Fe)

Sumber Zat besi : Daging, sayuran hijau, dan biji - bijian

Fungsi Zat besi :

- Pembentukan hemoglobin
- Komponen enzim sitokrom (enzim dalam respirasi)

Akibat Kekurangan Zat besi :

- Anemia





Tambahan Mengenai Zat besi :

- Ditranspor sebagai transferin dan disimpan sebagai feritin

h) Yodium (I)

Sumber Yodium : Makanan hasil laut, telur, susu, garam beryodium, tiram, dan rumput laut

Fungsi Yodium :

- Aktivitas kelenjar tiroid
- Komponen hormon tiroksin
- Komponen hormon triyodotironin

Akibat Kekurangan Yodium :

- Gondok
- Pendengaran berkurang

Tambahan Mengenai Yodium :

- Disimpan dalam kelenjar tiroid sebagai tiroglobulin

i) Fluorin (F)

Sumber Fluorin : Kuning telur, susu, otak, dan air minum

Fungsi Fluorin :

- Memelihara gigi
- Mencegah kekurangan Mg, osteoporosis, dan penyakit periodental

Akibat Kekurangan Fluorin :

- Kerusakan karang gigi (caries dentis)

Tambahan Mengenai Fluorin :

- Tidak terbukti secara esensial untuk nutrisi manusia, tapi esensial untuk pertumbuhan tikus





j) Seng (Zn)

Sumber Seng (Zn) : Ikan laut, hati, daging, telur, dan susu

Fungsi Seng (Zn) :

- Membantu penyembuhan luka dan kesehatan kulit
- Metabolisme karbohidrat, protein, dan lemak
- Pertumbuhan dan reproduksi
- Kepekaan terhadap rasa dan bau
- Pembentukan enzim

Akibat Kekurangan Seng (Zn) :

- Pertumbuhan terhambat
- Penyembuhan luka terhambat

Tambahan Mengenai Seng (Zn) :

- Menjadi kofaktor enzim laktat dehidrogenase, fosfatase alkali, karbonik anhidrase, dan sebagainya

k) Tembaga (Cu)

Sumber Tembaga (Cu) : Padi-padian, polong-polongan, kerang, ginjal, dan hati

Fungsi Tembaga (Cu) :

- Pembentukan eritrosit dan hemoglobin
- Komponen enzim dan protein
- Aktivitas saraf
- Sintesis substansi seperti hormon

Akibat Kekurangan Tembaga (Cu) :

- Anemia
- Gangguan saraf dan tulang

Tambahan Mengenai Tembaga (Cu) :

- Ditranspor oleh albumin dan terikat pada seruloplasmin





Dalam bidang peternakan sumber mineral yang digunakan adalah tepung tulang, tepung kerang, dan kapur. Sumber mineral yang penting bagi ternak adalah Kalsium (Ca) dan Phospor (P), mineral yang lain sudah tercukupi dari bahan pakan yang tersedia.

Pada penyusunan pakan ayam kandungan nutrisi yang perlu diseimbangkan adalah: kadar air, energi, protein, serat kasar, lemak, kalsium, phospor, asam amino lisine dan methionne. Sebagai contoh kebutuhan nutrisi pakan ayam petelur sbb:

Tabel 6. Kebutuhan Nutrisi Pakan Ayam Petelur

No	Nutrisi	0-5 Minggu Starter	5-10 Minggu Grower	10-16 Minggu Pullet
1	Energi Kkal/kg	2.950	2.850	2.750
2	Protein kasar(%)	20,50	20,00	16,80
	Lysine (%)	1,16	1,03	0,78
	Methionine (%)	0,52	0,47	0,35
	M+C (%)	0,86	0,80	0,63
3	Lemak (%)	3,00	3,00	3,00
4	Mineral makro			
	Ca (%)	1,05	1,00	1,00
	P (%)	0,15	0,16	0,16
5	Serat kasar (%)	5,00	6,00	8,00

b. Suhu

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya . Begitu pula dengan hewan dan manusia. Suhu yang paling sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia disebut suhu optimum.

Misalnya, suhu tubuh manusia yang normal adalah sekitar 37°C. Jenis hewan yang hidup di daerah dingin, ketika dipindahkan ke daerah yang panas, pertumbuhannya menjadi lambat, bahkan dapat menimbulkan kematian pada hewan tersebut.



Contoh binatang yang perlu suhu sejuk adalah sapi perah, jika dipelihara didaerah yang panas maka pertumbuhan dan produksi susunya tidak optimal. Sebaliknya ayam broiler yang memerlukan temperatur 28 sd 30° C, jika dipelihara didaerah dingin maka konsumsi pakannya menjadi lebih banyak, dan tidak efisien. Sebaliknya ayam yang dipelihara didaerah panas maka akan menaikkan air minum dan menurunkan pakan.



Gambar 55. Sapi Perah Friesian Holstein (FH)



Gambar 56. Ayam Broiler

c. Cahaya

Cahaya berpengaruh terhadap pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia. Tidak seperti tumbuhan yang menggunakan cahaya matahari secara langsung pada proses fotosintesis, hewan dan manusia tidak memanfaatkan secara langsung sinar matahari.

Cahaya yang diperlukan ayam antara 20 sd 40 lux, dengan ketinggian sumber cahaya 2 meter dari lantai kandang. Jika cahaya <20 lux ayam akan banyak tidur sehingga produksi tidak optimal, jika cahaya >40 lux maka ayam akan banyak bergerak dan kurang tidur sehingga produksi ayam juga kurang optimal. Sebagai gambaran kebutuhan cahaya tersebut antara 1 -2 watt per meter persegi luas kandang untuk jenis bohlam flouresence lamp. Sebagai contoh jika luas kandang 200 m² maka lampu yang dibutuhkan sebanyak 200 sd 400 watt.

**d. Air**

Air merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup. Air merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia di dalam tubuh. Tanpa air, reaksi kimia dalam sel-sel tubuh tidak akan terjadi sehingga makhluk hidup tersebut akan mati.

Secara fisiologis, air berperan untuk keberlangsungan proses biologis dan kimiawi dalam tubuh. Selain itu, air juga berperan untuk mengangkut nutrisi maupun sisa-sisa metabolisme yang bersifat racun bagi tubuh. Fungsi lainnya dari air adalah berperan pada proses pernapasan pengaturan suhu tubuh, jalannya sistem syaraf.

Ayam yang tidak diberi ransum akan mampu bertahan kurang lebih selama 15-20 hari. Namun jika tidak diberi air minum sama sekali, hanya mampu bertahan selama 2-3 hari saja. Ayam masih mampu bertahan walaupun kehilangan sebagian besar lemak di dalam tubuhnya, maupun jika kehilangan 50 persen dari jumlah protein di dalam tubuhnya.

Sedangkan jika ayam kehilangan 20 persen saja cairan tubuh, dampaknya bisa berujung kematian. Oleh karena itu, penyediaan air untuk ayam di kandang, menjadi titik sentral bagi kesuksesan manajemen budi daya ayam, baik untuk petelur maupun pedaging. Perlu juga diketahui, bahwa ayam memperoleh air dari beberapa sumber yaitu air minum, air dari bahan makanan, air dari hasil oksidasi karbohidrat, lemak, dan protein. Pakan komersial unggas yang beredar di pasaran saat ini hanya mengandung kadar air sebesar 10%. Oleh karena itu, air minum bagi ayam sangatlah penting.

Pada ternak ruminansia jika prosentase air dalam tubuh berkurang, misalnya 20 % saja, akan berakibat cukup fatal pada tubuh ternak. Lebih parahnya lagi, kekurangan air sebanyak itu menyebabkan kematian. Sapi dan kerbau memerlukan 25 sampai 40 liter air per ekor per hari. Kambing dan domba memerlukan 1 sampai 3 liter.





Berikut contoh faktor yang mempengaruhi pertumbuhan ikan

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Ikan, Pertumbuhan ikan dipengaruhi oleh dua factor, yaitu factor internal yang meliputi genetic dan kondisi fisiologis ikan serta factor eksternal yang berhubungan dengan lingkungan. factor eksternal tersebut yaitu komposisi kualitas kimia dan fisika air, bahan buangan metabolic, ketersediaan pakan, dan penyakit (Hepper dan Prugin, 1984).

1) Kualitas Air Untuk Pembesaran Ikan

Kualitas air ditentukan oleh indikator keasaman, suhu, kekerasan, salinitas ph, CO₂, dan O₂. Masing-masing dijelaskan sbb:

a) Keasaman (pH)

Nilai keasaman (pH) merupakan indikasi atau tanda kalau air bersifat asam, basa (alkali) atau netral. Keasaman sangat menentukan kualitas air karena juga sangat menentukan proses kimiawi dalam air. Hubungan keasaman air dengan kehidupan ikan sangat besar. Titik kematian ikan pada pH asam adalah 4 dan pada pH basa adalah 11. Ikan air tawar kebanyakan akan hidup baik pada kisaran pH sedikit asam sampai netral, yaitu 6,5 – 7,5. Sementara keasaman air untuk reproduksi atau perkembangbiakan biasanya akan baik pada pH 6,4-7,0 sesuai jenis ikan. Oleh karena itu, dalam pemeliharaan ikan sebaiknya kondisi air dijaga agar berada pada kisaran nilai tersebut.

b) Suhu

Ikan merupakan hewan berdarah dingin (poikilothermal) sehingga metabolisme dalam tubuh tergantung pada suhu lingkungannya, termasuk kekebalan tubuhnya. Suhu luar atau eksternal yang berfluktuasi besar akan berpengaruh pada sistem metabolisme. Konsumsi oksigen dan fisiologi tubuh ikan akan mengalami kerusakan sehingga ikan akan sakit. Suhu yang terlalu rendah akan mengurangi imunitas (kekebalan tubuh) ikan, sedangkan suhu yang terlalu tinggi akan mempercepat ikan terkena infeksi bakteri. Suhu yang optimal untuk usaha budidaya ikan adalah 22°C – 27°C.



**c) Kekerasan (dH)**

Kekerasan (hardness) disebabkan oleh banyaknya mineral dalam air yang berasal dari batuan dalam tanah, baik dalam bentuk ion maupun ikatan molekul. Derajat kekerasan air biasanya dinyatakan dalam °dH. Derajat keasaman menggunakan nilai standar yang dinyatakan oleh kadar Ca^{++} dan Mg^{++} dalam bentuk CaCO_3 atau CaO dan MgO dalam satuan mg/liter. Secara umum pertumbuhan dan perkembangan ikan akan baik pada kekerasan 3°-10°dH.

d) Salinitas

Salinitas atau kadar garam merupakan jumlah total material terlarut dalam air. Umumnya salinitas dihitung dengan satuan ppt (part per thousand), yaitu gram material terlarut per liter air.

Berdasarkan salinitas, badan air dapat dibedakan dalam tiga kategori, yaitu air tawar (0-3 ppt), air laut (lebih dari 20 ppt) dan air payau (4-20 ppt). Pengukuran salinitas dapat dilakukan dengan menggunakan alat salinometer atau refraktometer. Dengan cara meneteskan air ke dalam alat tersebut maka nilai salinitas air yang diteteskan sudah bisa terbaca pada skal alat.

Pengaruh salinitas pada ikan terjadi dalam proses osmoregulasi. Ikan air tawar tidak toleran dengan salinitas. Akibat perubahan fisiologi osmose sel-sel tubuh maka ikan akan mengalami stress. Toleransi terhadap salinitas oleh ikan dari daerah air payau umumnya tinggi atau lebih lebar dibanding ikan air tawar atau ikan air laut.

e) CO_2 terlarut

Gas karbondioksida/asam arang merupakan hasil buangan oleh semua makhluk hidup melalui proses pernafasan. Karbondioksida ini di dalam air dapat berada dalam bentuk CO_2 bebas terlarut dan karbonat terikat. CO_2 dari udara masuk ke dalam air melalui difusi, hasil fotosintesis tanaman air dan senyawa yang masuk bersama air hujan.





Karbon-dioksida sangat mudah larut dalam pelarut, termasuk air. Dalam jumlah atau kadar tertentu, karbon-dioksida ini dapat merupakan racun. Ikan mempunyai naluri yang kuat dalam mendeteksi kadar karbon-dioksida dan akan berusaha menghindari daerah atau area yang kadar CO_2 nya tinggi. Dengan kadar CO_2 mencapai lebih dari 10 mg/l sudah bersifat racun bagi ikan karena ikatan atau kelarutan oksigen dalam darah terhambat. Tanda visual pada ikan budidaya yang kadar CO_2 nya tinggi adalah berkumpulnya ikan dengan kondisi susah bernafas.

f) O_2 terlarut

Gas oksigen larut dalam air, tetapi tidak bereaksi dengan air. Keberadaan oksigen dalam air dibanding di udara sangat berbeda, yaitu jauh lebih banyak di udara karena mencapai hampir dua puluh kali. Oleh karena itu, kehidupan di air, termasuk ikan sangat membutuhkan cara atau kreativitas agar kebutuhan oksigen terpenuhi.

Kebutuhan oksigen untuk setiap jenis ikan sangat berbeda karena perbedaan sel darahnya. Ikan yang gesit umumnya lebih banyak membutuhkan oksigen. Sementara ikan labirin seperti lele, catfish dan gurame yang dapat mengambil oksigen langsung dari udara tentunya kadar oksigen dalam air tidak terlalu berpengaruh pada kehidupannya. Secara teori, kadar oksigen terendah agar ikan bisa hidup dengan baik adalah lebih dari 5 mg/l.

2) Ketersediaan Pakan

Kualitas dan kuantitas pakan sangat penting dalam budidaya ikan, karena hanya dengan pakan yang baik ikan dapat tumbuh dan berkembang sesuai dengan yang kita inginkan. Kualitas pakan yang baik adalah akan mempunyai gizi yang seimbang baik protein, karbohidrat maupun lemak serta vitamin dan mineral.





Pemupukan kolam telah merangsang tumbuhnya fitoplankton, zooplankton, maupun binatang yang hidup di dasar, seperti cacing, siput, jentik-jentik nyamuk dan chironomus (cuk). Semua itu dapat menjadi makanan ikan. Namun, ikan juga masih perlu pakan tambahan berupa pelet yang mengandung protein 30-40% dengan kandungan lemak tidak lebih dan 3%. Perlu pula ditambahkan vitamin E dan C yang berasal dari taoge dan daun-daunan/sayuran yang duris-iris. Boleh juga diberi makan tumbuhan air seperti ganggang (*Hydrilla*).

Banyaknya pelet sebagai pakan induk kira-kira 3% berat biomassa per hari.

Komposisi makanan yang diberikan harus disesuaikan dengan jenis ikan contohnya untuk Ikan Nila selain makanan alami dapat diberikan makanan tambahan. yang diusahakan secara intensif, yaitu berupa dedak, ampas kelapa, pellet atau sisa-sisa makanan dapur. Pada dasarnya pemberian pakan terdiri dari: Protein 20-30%; Lemak 70% (maksimal.); Karbohidrat 63 - 73%. Pakannya berupa hijau-hijauan diantaranya adalah Kaliandra; Kalikina atau kecubung; Kipat, dan Kihujan

Kandungan nutrisi pakan pellet ikan komersial; protein minimal 30%, lemak minimal 5%, serat kasar minimal 6%, abu maksimal 12% dan kadar air maksimal 12%. NPN (non protein Nitrogen) 0,2%.

3) Serangan Penyakit

Penyakit adalah terganggunya kesehatan ikan yang diakibatkan oleh berbagai sebab yang dapat mematikan ikan. Secara garis besar penyakit yang menyerang ikan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyakit infeksi (penyakit menular) dan non infeksi (penyakit tidak menular). Penyakit menular adalah penyakit yang timbul disebabkan oleh masuknya makhluk lain kedalam tubuh ikan, baik pada bagian tubuh dalam maupun bagian tubuh luar. Makhluk tersebut antara lain adalah virus, bakteri, jamur dan parasit. Penyakit tidak menular adalah penyakit yang disebabkan antar lain oleh keracunan makanan, kekurangan makanan atau kelebihan makanan dan mutu air yang buruk.





Penyakit yang muncul pada ikan selain di pengaruhi kondisi ikan yang lemah juga cara penyerangan dari organisme yang menyebabkan penyakit tersebut. Faktor-faktor yang menyebabkan penyakit pada ikan antara lain :

- a) Adanya serangan organisme parasit, virus, bakteri dan jamur.
- b) Lingkungan yang tercemar (amonia, sulfida atau bahanbahan kimia beracun).
- c) Lingkungan dengan fluktuasi ; suhu, pH, salinitas, dan kekeruhan yang besar.
- d) Pakan yang tidak sesuai atau gizi yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan.
- e) Kondisi tubuh ikan sendiri yang lemah, karena faktor genetik (kurang kuat menghadapi perubahan lingkungan).

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Disampaikan tujuan pembelajaran , dan menanyakan faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia
2. Diminta peserta diklat untuk mengamati proser pertumbuhan dan perkembangan pada ayam yang diberi pakan secara tidak terbatas (adlibitum) dengan ayam lain yang diberi pakan dengan takaran terbatas , Selanjutnya menanyakan mengapa terjadi perbedaan kondisi ayam pada 2 perlakuan tersebut.
3. Peserta mengamati kandungan nutrisi pakan yang diberikan dengan membaca label yang tertera pada kemasan pakan ayam
4. Selanjutnya peserta diklat memeiksa kondisi dan menimbang ayam yang diberi makan terbatas dan tidak terbatas.





Lembar Pengamatan

Tabel 7. pengamatan pertumbuhan dan perkembangan ayam

Ayam	Tampak bulu	Berat badan	Kondisi tembolok	Kesimpulan
Ayam Diberikan dosis pakan adlibitum				
Ayam Diberikan dosis pakan terbatas				

5. Selanjutnya peserta diklat diminta menyimpulkan keterkaitan antara nutrisi/ makanan pada ayam tersebut dengan pertumbuhan dan perkembangan ayam tersebut dengan bahasanya sendiri
6. Peserta diklat menyimpulkan dengan bahasanya sendiri tentang faktor nutrisi/ makanan dengan pertumbuhan dan perkembangan ayam
7. Disampaikan pertanyaan tentang faktor- faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan. dan peserta diklat diminta membuat laporan lengkap , untuk dipresentasikan untuk mendapat masukan dari kelompok lain dan mempresentasikan, dan laporan dikumpulkan
8. Peserta diklat membuat laporan dan mempresentasikan dan mengumpulkan laporan
9. Disampaikan tanya jawab tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan
10. Peserta diklat diminta untuk menyimpulkan tentang faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan
11. Peserta diklat menyimpulkan tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan
12. Diminta peserta diklat untuk membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari
13. Peserta diklat membuat refleksi dari materi yang telah dipelajari , tentang faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan menanyakan materi yang belum jelas
14. Selanjutnya sebelum mengakhiri pertemuan , diberikan tugas dan latihan / tes kepada peserta diklat
15. Peserta diklat melaksanakan tugas dan tes





E. Latihan/Kasus/Tugas

Latihan

Jawablah pertanyaan berikut ini !

1. Apa saja jenis hormon pertumbuhan pada hewan dan manusia ! jelaskan
2. Mengapa hewan dan manusia membutuhkan nutrisi (makanan) ?
3. Apa maksud penjelasan bahwa hewan dan manusia tidak memanfaatkan cahaya matahari secara langsung ?
4. Mengapa hormon merupakan faktor penting untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia ?
5. Tuliskan faktor- faktor eksternal lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia selain yang telah dijelaskan di materi!

Studi kasus

Lokasi kandang PPPPTK Pertanian adalah 225 meter diatas permukaan laut, sehingga temperatur relatif panas. Hasil pemeliharaan ayam broiler berat badannya lebih kecil daripada standar. Diskusikan dalam kelompok mengapa hal ini bisa terjadi? Gunakan parameter pengaruh eksternal terhadap ayam.

Buatlah laporan dan presentasikan di depan kelas agar mendapat masukan kelompok lain (kolaboratif), dan hasil akhir dikumpulkan sebagai bahan penilaian portofolio !

F. Rangkuman

Faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan. Seperti halnya pada tumbuhan, faktor- faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan dan manusia dibedakan menjadi dua, yaitu faktor dalam (internal) dan faktor luar (eksternal).

Gen merupakan substansi/ materi pembawa sifat yang diturunkan dari induk kepada anaknya. Gen memengaruhi ciri dan sifat pada hewan dan manusia, misalnya bentuk tubuh, tinggi tubuh, warna kulit, warna rambut, warna bulu dan sebagainya.





Hormon adalah zat yang dihasilkan makhluk hidup, berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh.

Hormon pada hewan. Beberapa hormon pertumbuhan dan perkembangan pada hewan adalah sebagai berikut:

1. Tiroksin, berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan hewan. Pada katak, hormon ini berfungsi untuk merangsang dimulainya proses metamorfosis
2. Somatomedin, bekerja untuk memengaruhi pertumbuhan tulang
3. Ekdison dan juvenil, berperan untuk memengaruhi perkembangan pada fase larva dan fase dewasa, khususnya pada hewan invertebrata.

Faktor luar yang memengaruhi proses pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia berasal dari faktor lingkungan. Beberapa faktor lingkungan yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia adalah nutrisi (makanan), suhu, cahaya, dan air.

Makanan merupakan bahan baku dan sumber energi yang digunakan untuk aktivitas, pertumbuhan, serta perkembangan hewan dan manusia. Kualitas dan kuantitas makanan akan memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia. Zat gizi yang diperlukan hewan dan manusia adalah karbohidrat, protein, lemak, vitamin, dan mineral.

Semua makhluk hidup membutuhkan suhu yang sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangannya. Begitu pula dengan hewan dan manusia. Suhu yang paling sesuai untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan hewan dan manusia disebut suhu optimum. Misalnya, suhu tubuh manusia yang normal adalah sekitar 37°C . Jenis hewan yang hidup di daerah dingin, ketika dipindahkan ke daerah yang panas, pertumbuhannya menjadi lambat, bahkan dapat menimbulkan kematian pada hewan tersebut.

Air merupakan faktor penting untuk pertumbuhan dan perkembangan. Air sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup. Tanpa air, makhluk hidup tidak dapat bertahan hidup.





G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari materi ini , dan mengerjakan tugas dan latihan , apakah anda telah menguasai materi ini, untuk selanjutnya isilah kolom tabel berikut dengan tanda centang (v) sesuai dengan keadaan sebenarnya !

No	Kemampuan Yang Di harapkan	Ya	Tidak
1	Dapat menjelaskan Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan pada hewan		
2	Dapat mengidentifikasi faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan pada hewan.		
3	Dapat menganalisis pengaruh hormon terhadap pertumbuhan hewan		
4	Dapat menganalisis pengaruh hormon terhadap perkembangan hewan		

Apabila anda menjawab pada kolom Ya secara keseluruhan, maka lanjutkan mempelajari modul / pembelajaran berikutnya, tetapi apabila anda menjawab ada sebagian kolom tidak, maka silahkan anda mempelajari kembali materi yang pada kolom tidak tersebut.





Kunci Jawaban

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 1

1. E
2. C
3. C
4. E
5. C
6. C
7. A
8. D
9. B
10. C

Kunci Jawaban kegiatan pembelajaran 2

1. B
2. C
3. B
4. B
5. A
6. D
7. D
8. B
9. C
10. B





Kunci Jawaban Kegiatan pembelajaran 3

1. D
2. E
3. A
4. C
5. E
6. A
7. B
8. A
9. A
10. D

Kunci Jawaban Kegiatan Pembelajaran 4

1. Hormon pada hewan

Beberapa hormon pertumbuhan dan perkembangan pada hewan adalah sebagai berikut:

- a. Tiroksin, berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan hewan. Pada katak, hormon ini berfungsi untuk merangsang dimulainya proses metamorfosis
- b. Somatomedin, bekerja untuk memengaruhi pertumbuhan tulang
- c. Ekdison dan juvenil, berperan untuk memengaruhi perkembangan pada fase larva dan fase dewasa, khususnya pada hewan invertebrata.

Hormon pada ikan

- a. Kelenjar Pituitary
- b. Kelenjar-Thyroid
- c. Kelenjar-Parathyroid.
- d. Jaringan-Interrenal (Adrenal-Cortex).
- e. Jaringan Chromaffin (Suprarenal)
- f. Kelenjar-Ultimobranchial
- g. Gonad
- h. Pulau–pulau-Langerhans
- i. Badan-Pineal
- j. Badan-Stanius





Hormon adalah zat yang dihasilkan makhluk hidup, berfungsi untuk mengendalikan berbagai fungsi di dalam tubuh. Meskipun kadarnya sedikit, hormon memberikan pengaruh yang nyata dalam pengaturan berbagai proses dalam tubuh.

Faktor luar selain pada modul ini adalah, lingkungan yang diwujudkan dalam cuaca, iklim / kelembaban. yang mempengaruhi fisik dari hewan tersebut, apabila kelembaban / cuaca/ iklim yang tidak sesuai dengan pertumbuhan dan perkembangan hewan akan terganggu, bahkan hewan tersebut bisa sakit. Terkena penyakit, sampai dengan kematian





Evaluasi

Jawablah Pertanyaan berikut!

Pilihlah satu jawaban yang paling tepat !

1. Peristiwa perubahan biologis yang terjadi pada makhluk hidup berikut ini yang tidak menunjukkan proses pertumbuhan adalah....
 - a. Pertambahan jumlah sel
 - b. Pertambahan volume sel
 - c. Pertambahan jumlah deposisi (persediaan) zat antar sel
 - d. Pertambahan massa sel
 - e. Bersifat reversibel(dapat balik)
2. Pengertian perkembangan yang terjadi pada makhluk hidup adalah....
 - a. Peruban jumlah dan bentuk yang berlangsung terus menerus
 - b. Pertambahan yang dapat diukur secara kuantitatif
 - c. Proses menuju tercapainya kedewasaan
 - d. Tersebar nya populasi secara meluas
 - e. Kenaikan volume yang dapat diukur dengan auksanometer
3. Dari percobaan pengamatan kecepatan tumbuh akar diperoleh data bahwa kecepatan tumbuh terbesar terjadi di daerah....
 - a. Bagian paling ujung
 - b. Tengah- tengah akar
 - c. Tepat di daerah ujung akar
 - d. Sepanjang akar
 - e. Semua bagian akar sama
4. Pertumbuhan dan perkembangan pada tumbuhan biji dimulai dari peristiwa...
 - a. Penyerbukan
 - b. Pembuahan
 - c. Perkecambahan
 - d. Diferensiasi
 - e. Spesialisasi



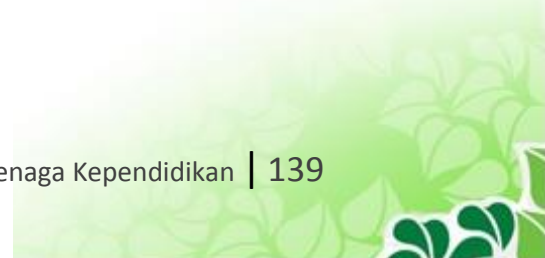


5. Lapisan tipis bagian luar endosperma yang menyintesis dan mengeluarkan enzim untuk proses perkecambahan adalah....
 - a. Testa
 - b. Kotiledon
 - c. Plumula
 - d. Radikula
 - e. Aleuron

6. Xilem sekunder dan floem sekunder terbentuk dari aktivitas
 - a. Kotiledon
 - b. Primordium
 - c. Meristem apikal
 - d. Kambium
 - e. Xilem dan floem primer

7. Contoh peristiwa penuaan pada tumbuhan adalah....
 - a. Imbibisi
 - b. Absisi
 - c. Gutasi
 - d. Transpirasi
 - e. Asimilasi

8. Tiga fase utama pertumbuhan tumbuhan biasanya mudah dikenali pada percobaan pertumbuhan kacang secara berurutan , yaitu
 - a. Fase logaritmik, fase linier, dan fase absisi
 - b. Fase logaritmik, fase konstan, dan fase penuaan
 - c. Fase logaritmik, fase linier, dan fase penuaan
 - d. Fase tumbuh, fase linier, dan fase penuaan
 - e. Fase linier, fase absisi, dan Fase logaritmik





9. Pertumbuhan pada tumbuhan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu faktor luar dan faktor dalam . faktor luar yang mempengaruhi pertumbuhan pada tumbuhan adalah....
- Karbon dioksida, air dan suhu
 - Air, suhu dan nutrisi
 - Cahaya, suhu dan karbon dioksida
 - Nutrisi, oksigen, dan karbon dioksida
 - Air, karbon dioksida dan cahaya matahari
10. Berikut ini beberapa fungsi hormon tumbuhan:
- (1) merangsang perpanjangan sel batang
 - (2) merangsang pembelahan sel
 - (3) menghambat perpanjangan sel akar
 - (4) menghambat pembentukan biji
- Fungsi auksin adalah....
- (1) dan (2)
 - (1) dan (3)
 - (2) dan (3)
 - (2) dan (4)
 - (3) dan (4)
11. Selama musim kemarau , pada pohon jati terjadi pengguguran daun yang disebabkan oleh adanya konsentrasi hormon yang tinggi pada kuncup ketiak, hormon tersebut adalah....
- Gas etilen
 - Asam absisat
 - Giberelin
 - Asam traumalin
 - Auksin





12. Peristiwa etiolasi pada kecambah terjadi karena....
 - a. Pertumbuhan terhambat karena banyak cahaya
 - b. Pertumbuhan cepat akibat tidak ada cahaya
 - c. Menumpuknya auksin pada bagian batang
 - d. Terhambatnya auksin karena kurang cahaya
 - e. dormansi biji- bijian karena faktor kelembaban

13. Penggunaan praktis hormon auksin dalam pertanian adalah....
 - a. Menghasilkan buah tanpa biji
 - b. Menghambat pertumbuhan rumput liar
 - c. Merangsang perkembangan buah secara polinasi
 - d. Merangsang perkembangan buah secara fertilisasi
 - e. Mempermudah buah jatuh dari pohon

14. Pemasakan buah dan penebalan batang terjadi karena aktivitas dari....
 - a. Auksin
 - b. Giberelin
 - c. Sitokinin
 - d. Etilen
 - e. Asam traumalin

15. Auksin adalah suatu hormon atau zat tumbuh yang banyak terdapat pada
 - a. Tumbuhan dikotil
 - b. Tumbuhan gimnospermae
 - c. Tumbuhan monokotil
 - d. Ujung koleoptil kecambah
 - e. Batang yang masih muda





Penutup

Demikian modul ini dibuat sebagai pendukung diklat guru mata pelajaran biologi bidang agrobisnis dan agroteknologi, semoga bermanfaat meningkatkan kompetensi guru yang menggunakan.

Modul ini masih jauh dari kesempurnaan untuk selanjutnya saran dan masukan yang bersifat membangun dari pengguna sangat diharapkan demi penyempurnaan modul ini.

Demikian kami sampaikan, atas kerjasamanya disampaikan terima kasih





Daftar Pustaka

Campbell, J.B. Reace,L.G, dan Mitchel.2000.Biologi, Edisi Ke lima , Jilid 3
Jakarta , Erlangga

Cleon W Ross, **Fisiologi Tumbuhan** , ITB Bandung. 1995

Drs. Bagod Sudjadi,M.Ed.Biologi, **Sains dalam Kehidupan**, Yudhistira, 2002

D.A Pratiwi, Srimaryati, Srikini dkk, Biologi SMA jilid 3 untuk kelas XII , penerbit
Erlangga ,2006

Estiti B Hidayat , **Anatomi Tumbuhan Berbiji** , ITB Bandung 1995

Nunung Nurhayati, dkk, Biologi SMA Kelas XII, Yrama Widya, 2015

Radiopoetro, **Zoologi**, Penerbit Erlangga,1990.





Glosarium

Abiogenesis	: teori asal usul kehidupan yang menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari benda mati
Adaptasi	: proses atau keadaan yang mengubah untuk menyesuaikan dengan lingkungan atau kondisi
Biogenesis	: teori asal usul kehidupan yang menyatakan bahwa makhluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya
Blastosol	: rongga blastula
Blastula	: tingkat dini perkembangan hewan dengan satu (biasanya) lapis sel yang mengelilingi rongga berisi cairan sehingga membentuk bola kosong.
Diferensiasi	: memodifikasi struktural dan fungsional suatu sel tidak khusus menjadi sel yang khusus.
Endosperma	: jaringan cadangan makanan yang terbentuk di dalam kantong embrio di dalam biji, pada angiospermae berasal dari peleburan inti kandung lembaga sekunder dengan salah satu inti sperma
Enzim	: suatu protein yang berfungsi sebagai katalis, agen kimiawi yang mengubah laju suatu reaksi tanpa bereaksi
Etiolasi	: tumbuhan yang tidak berklorofil sehingga berwarna kuning pucat karena tidak mendapat cahaya matahari.
Fitokrom	: pigmen pada tumbuhan yang mengendalikan respons absorpsi terhadap cahaya matahari.
Fotoperiodisme	: respon tumbuhan terhadap lamanya penyinaran. Responnya dapat berupa perkecambahan, dormansi dan pembungaan.
Gametofit	: tingkat haploid yang menghasilkan gamet dalam daur hidup tumbuhan.
Gastrula	: tingkat pertumbuhan embrio dengan tiga lapis benih berupa ektoderm, endoderm, dan mesoderm.
Gen	: bagian kromosom yang mengendalikan ciri suatu organisme dan bersifat menurun dari induk kepada keturunannya.
Imbibisi	: masuknya air secara pasif ke dalam biji sehingga biji mengembang.
Inhibitor	: zat penghambat pada suatu reaksi
Koleoptil	: bagian kotiledon yang mengelilingi meristem apikal dan primordium daun pada embrio tumbuhan
Kotiledon	: daun pertama pada embrio tumbuhan
Meristem	: pembelahan sel menjadi dua sel anakan pada pembelahan biner dan setiap sel anakan mempunyai kandungan kromosom yang sama persis dengan sel induknya.
Morfogenesis	: perkembangan bentuk tubuh.
Morula	: tingkat pertumbuhan awal embrio yang mirip setangkai anggur.
Plumula	: daun pertama kecambah.
Primordium	: sel-sel embrionik yang teratur pada awal diferensiasi dan akan berkembang menjadi jenis sel jaringan atau organ tertentu
Sporofit	: tingkat diploid yang menghasilkan biji atau spora dalam daur hidup suatu tumbuhan.
Sporangium	: struktur yang di dalamnya menghasilkan spora.



MODUL PENGEMBANGAN KEPROFESIAN BERKELANJUTAN



**KELOMPOK
KOMPETENSI**

**MATA PELAJARAN
BIOLOGI BIDANG KEAHLIAN
AGRIBISNIS DAN AGROTEKNOLOGI
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2018**

Jalan Jendral Sudirman, Gedung D Lantai 15, Senayan, Jakarta 10270
Telepon/Fax: (021) 5797 4130

www.gtk.kemdikbud.go.id