

MODUL BIOLOGI UMUM BERBASIS CTL & KKNI

**Indayana Febriani Tanjung, M.Pd
Rosnita, M.A**

**Editor:
Roni Afriadi, M.Pd**

Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang - Undang Nomor 28 Tahun 2014 Tentang Hak Cipta Sebagaimana Yang Diatur Dan Diubah Dari Undang - Undang Nomor 19 Tahun 2002 Bahwa: Kutipan Pasal 113

1. Setiap orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak **Rp. 100.000.000 (Seratus Juta Rupiah)**.
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak **Rp. 500.000.000,00 (Lima Ratus Juta Rupiah)**.
3. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf a, huruf b, huruf e, dan/atau huruf g untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 4 (empat) tahun dan/atau pidana denda paling banyak **Rp. 1.000.000.000,00 (Satu Miliar Rupiah)**.
4. Setiap Orang yang memenuhi unsur sebagaimana dimaksud pada ayat (3) yang dilakukan dalam bentuk pembajakan, dipidana dengan pidana penjara paling lama 10 (sepuluh) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 4.000.000.000,00 (Empat Miliar Rupiah).

MODUL BIOLOGI UMUM BERBASIS CTL & KKNI

**Indayana Febriani Tanjung, M.Pd
Rosnita, M.A**

**Editor:
Roni Afriadi, M.Pd**



CV. Puskra Mitra Jaya

Jln. Williem Iskandar Muda No – 2K/22 Medan
Tlpn. (021) 8008-8209 (0813-6106-0465)
Email: cvpusdikramitrajaya@gmail.com

Ed.1 – Cet. 1. – Medan. Cv. Pusdikra Mitra Jaya, 2019

xi. 81 hlm, 25 Cm, Bibliografi: hlm. 82
Hak Cipta Pada, Penulis Dan Penerbit

November 2019

Modul Biologi Umum Berbasis CTL & KKNI

Karya

Indayana Febriani Tanjung, M.Pd dan Rosnita, M.A

Editor

Roni Afriadi, M.Pd

Desain Sampul:

Pusdikra Advertising

Diterbitkan Oleh:

CV. Pusdikra Mitra Jaya

Jln. Williem Iskandar Muda No – 2K/22 Medan

Tlpn. (021) 8008 - 8209 (0813-6106-0465)

Email: cvpusdikramitrajaya@gmail.com

Copyright © 2019 - CV. Pusdikra Mitra Jaya



Cetakan Pertama November 2019

Hak Cipta Dilindungi Undang - Undang Sepenuhnya

Dilarang Mengutip Sebagian Atau Seluruh Atau Seluruh Isi Buku Ini Dengan Cara Apapun,
Termasuk Dengan Cara Penggunaan Mesin Foto Copi, Tanpa Izin Sah Dari Penerbit.

ISBN: 978-623-91289-5-1

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan modul Biologi Umum ini. Syalawat dan salam selalu diucapkan kepada Rasulullah SAW sebagai rahmat bagi alam semesta.

Modul ini disusun berdasarkan analisis mahasiswa dan analisis kebutuhan dalam penelitian pengembangan modul berbasis CTL dan KKNi yang dilakukan uji coba terbatas di lingkungan Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan program studi Tadris Biologi. Penyusunan buku ini merupakan implementasi dari kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi diantaranya adalah pengajaran, penelitian dan juga pengabdian.

Penulis menyadari bahwa dalam modul ini masih memerlukan penyempurnaan. Oleh sebab itu, sangat diperlukan masukan dan saran pembaca maupun ahli dibidang terkait. Semoga modul ini bermanfaat dan menambah khasanah ilmu bagi pembaca dan pengembangan berikutnya. Dan juga menjadi karya yang diridhoi Allah SWT.

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 1	2
MATERI I ASAL MULA KEHIDUPAN	3
A. Kondisi di Bumi Awal Memungkinkan Munculnya Kehidupan 4	
B. Teori Asak Mula Kehidupan di Bumi	4
LEMBAR KERJA	7
TES	8
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 2	10
MATERI II JARINGAN	11
A. Jaringan Tumbuhan 12	
B. Jaringan Hewan	20
LEMBAR KERJA	27
TES	28
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 3	32
MATERI III FOTOSINTESIS	33
A. Penemuan Proses Fotosintesis	34
B. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Fotosintesis	35
C. Proses Fotosintesis	37
D. Bagian Tumbuhan Yang Berperan dalam Proses Fotosintesis	38
E. Tahapan reaksi fotosintesis 39	
F. Komponen seluler Pentingn dalam proses fotosintesis	42
LEMBAR KERJA	44
TES	45
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 4	48
MATERI IV TRANSPIRASI	49
A. Pengertian Transpirasi	50
B. Macam-macam Transpirasi.....	51

C. Mekanisme Transpirasi Tumbuhan-----	52
D. Cara Pengukuran Transpirasi -----	55
E. Kegunaan dan Kerugian Transpirasi -----	56
F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Transpirasi-----	57
G. Kebutuhan Pengambilan CO ₂ dan Retensi Air -----	58
H. Afek-efek Transpirasi Pada Kelayuan dan Suhu Daun-----	59
I. Adaptasi Tanaman Pada Kekurangan Air ----	60
LEMBAR KERJA -----	61
TES-----	62
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 5-----	65
MATERI V RESPIRASI-----	66
A. Pengertian Respirasi -----	67
B. Sistem Respirasi Manusia-----	67
C. Sistem Respirasi Hewan -----	79
LEMBAR KERJA -----	81
TES-----	82
POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 6-----	85
MATERI VI REPRODUKSI TUMBUHNA DAN HEWAN -----	86
A. Reproduksi Tumbuhan -----	87
B. Reproduksi Pada Hewan -----	107
LEMBAR KERJA -----	113
TES -----	114
TUGAS AKHIR -----	117
DAFTAR PUSTAKA -----	118

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

- 1) Berdoalah sebelum mulai belajar
- 2) Perhatikan kegiatan pojok diskusi sebelum memulai perkuliahan dan jawab semua pertanyaan yang terdapat dalam pojok diskusi.
- 3) Baca dan pahami **Kemampuan Akhir yang Diharapkan** dari materi perkuliahan.
- 4) Bacalah dan pahami konsep atau materi yang terdapat pada modul dan buku penunjang lainnya.
- 5) Pahami dan kembangkan masalah *Contextual Teaching And Learning* (CTL) disertai materi
- 6) Kerjakanlah lembar kerja, lembar tes dan pahami konsep tentang materi.
- 7) Apabila anda mengalami kesulitan dalam memahami konsep dan dalam mengerjakan lembar kerja, mintalah petunjuk kepada dosen.

POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 1

Tujuan: Mahasiswa Mampu menjelaskan asal mula kehidupan

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang membahas asal usul kehidupan selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi asal usul kehidupan, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Dalam teori penciptaan makhluk hidup telur dan ayam selalu sejalan! Ayam sekarang berasal dari telur. Mana yang lebih dulu diciptakan antara ayam dengan telur?
4. Biogenesis dan abiogenesis menurut pendapat anda teori mana yang dipakai sampai saat ini? Nama Adam as diciptakan Allah SWT dai apa? Dan termasuk teori yang mana?

Silahkan Telaah Dan Kembangkan!

Hasil kegiatan:

MATERI 1

ASAL MULA KEHIDUPAN

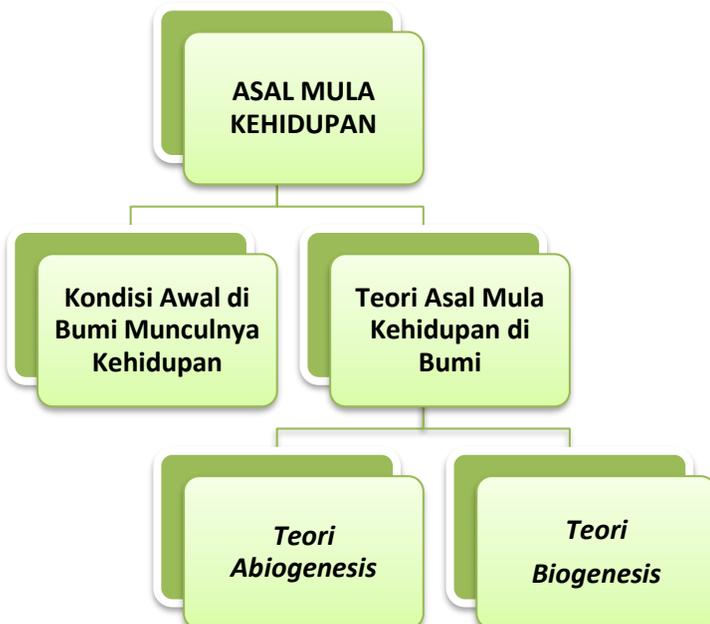
Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Mampu menjelaskan asal mula kehidupan

Bahan Kajian:

Asal alam semesta dan sistem tata surya : Teori Big Bag
Teori asal mula kehidupan: teori abiogenesis, biogenesis, teori penciptaan, teori evolusi biokimia, dan evolusi biologi



Peta Konsep



A. Kondisi di Bumi Awal Memungkinkan Munculnya Kehidupan

Para ahli berhipotesis bahwa proses-proses kimia dan fisika di Bumi awalnya di bantu oleh kekuatan seleksi alam dan menghasilkan sel-sel yang sangat sederhana melalui serangkaian 3 tahap yaitu:

1. Sintesis abiotik (tak-hidup) dari molekul-molekul organik yang kecil, seperti asam amino dan nukleotida.
2. Penggabungan molekul-molekul kecil ini menjadi makromolekul, termasuk protein dan asam amino.
3. Pengemasan molekul-molekul ini menjadi 'protobion' tetesan dengan membran-membran yang menjaga kimia internal yang berbeda dari lingkungannya.

Asal usul molekul yang bereplikasi sendiri, yang akhirnya memungkinkan terjadinya pewarisan sifat. Sedangkan ahli agama menentang adanya proses evolusi manusia. Hal ini didasarkan pada informasi yang terdapat pada kitab suci masing-masing agama, yang mengatakan bahwa Adam adalah manusia pertama.

B. Teori Asal Mula Kehidupan di Bumi

Asal mula kehidupan dari beberapa sudut pandang, yaitu sebagai berikut;

a. Teori Abiogenesis

Teori ini dicetuskan oleh Aristoteles (384-322 SM) menyatakan makhluk hidup berasal dari benda tak hidup atau benda mati. Pada zamannya, orang-orang percaya bahwa terjadinya makhluk hidup secara spontan atau terbentuk dengan sendirinya. Teori ini didukung oleh John T. Needham dengan percobaan rebusan air kaldu dengan wadah terbuka

dan Antonie van Leeuwenhoek dengan pengamatan air rendaman jerami.

b. Teori Biogenesis

Teori ini muncul, dari bantahan para ahli dengan teori abiogenesis aristoteles

❖ Ekperimen Francesco Redi (1626-1697)

Ilmuan berkebangsaan Italia yang menentang teori abiogenesis Aristoteles. Eksperiment menggunakan 8 tabung yang di bagi menjadi 2 bagian. Tabung-tabung tersebut di isi dengan daging ular, ikan, roti diisi dengan daging. 4 tabung pertama di biarkan terbuka sedangkan 4 tabung lainnya di tutup rapat. Setelah beberapa hari, pada tabung yang terbuka terdapat larva.



Nabi Adam dr tanah dan lumpur!
Tanah benda mati!
Biogenesis atau Abiogenesis??

Berdasarkan eksperimen Redi menyimpulkan bahwa ulat bukan berasal dari daging tapi berasal dari telur lalat yang terdapat pada daging dan menetas menjadi larva lalat atau ulat.

❖ Ekperimen Lazzaro Spallanzani (1729-1799)

Spallanzani melakukan ekperimen dengan memanaskan 2 tabung kaldu sehingga semua mikroorganisme di kaldu tersebut mati. Setelah dingin, wadah pertama berisi kaldu dan di tempatkan pada kondisi terbuka. Sedangkan pada wadah ke 2 kaldu tersebut tertutup rapat. Ternyata pada wadah pertama yang dalam kondisi terbuka terdapat adanya mikroorganisme, sedangkan pada wadah kedua yang tertutup tidak ada

mikroorganisme.

❖ Louis Pasteur (1822-1895)

Ekperimen Louis Pasteur menggunakan air kaldu yang ditempatkan pada tabung labu yang berhubungan dengan udara luar (udara yang berdebu). Setelah beberapa hari, ditemukan adanya pertumbuhan mikroorganisme pada labu tersebut dalam jumlah yang banyak. Louis Pasteur menyimpulkan bahwa mikroorganisme yang terdapat pada air kaldu tersebut berasal dari udara yang berdebu.

Ekperimen selanjutnya menggunakan air kaldu menggunakan labu yang dilengkapi dengan tabung leher angsa yang dipanaskan. Pasteur menyimpulkan bahwa mikroorganisme yang tumbuh didalam labu berasal dari udara dan tidak berasal dari air kaldu. Percobaan ini berhasil menumbangkan teori abiogenesis.

Berdasarkan hasil percobaan, berkembanglah teori biogenesis yang menyatakan bahwa:

- omne vivum e vivo, semua makhluk hidup berasal dari makhluk hidup sebelumnya
- omne ovum e vivo, semua telur berasal dari makhluk hidup
- omne ovum e ovo, semua makhluk hidup dari telur.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Mahasiswa Mampu menjelaskan asal mula kehidupan

1. Jelaskan pendapat anda dari berbagai sumber tentang kondisi bumi sebelum adanya kehidupan di bumi!
2. Jelaskan perbedaan antara teori Abiogenesis dengan Biogenesis beserta contohnya!
3. Berdasarkan jawaban no 2! Pada prinsipnya Nabi Adam as termasuk Abiogenesis atau Biogenesis jika dibandingkan dengan makhluk hidup yang sekarang ini!

Tes

1. Teori asal usul kehidupan disusun berdasarkan....
 - a. Pengamatan peristiwa yang sedang terjadi
 - b. Hipotesis terhadap kemungkinan yang akan terjadi
 - c. Hasil analisis data peristiwa masa lampau
 - d. Kenyataan kehidupan yang ada sekarang
 - e. Hipotesis terhadap keadaan bumi saat ini
2. Berikut ini salah satu teori yang membahas tentang asal mula kehidupan, kecuali..
 - a. Teori Ketuhanan
 - b. Teori Biogenesis
 - c. Teori Abiogenesis
 - d. Teori Moore
 - e. Teori Allen
3. Teori Abiogenesis runtuh karena percobaan yang dilakukan oleh...
 - a. Aristoteles
 - b. Harold Urey
 - c. Louis Pasteur
 - d. Alexander Oparin
 - e. Anthoni van Leeuwenhoek
7. Menurut teori Urey terbentuknya zat hidup dari unsur-unsur C.H.N.O dalam atmosfer terjadi oleh pengaruh
 - a. Radiasi sinar kosmis
 - b. Energi matahari
 - c. Lecutan listrik alami
 - d. Reaksi katalitis
8. Percobaan Stenley Miller membuktikan bahwa
 - a. Unsur yang paling banyak dibutuhkan makhluk hidup ialah oksigen
 - b. Makhluk hidup di bumi pertama kali muncul di dasar laut
 - c. Senyawa terbanyak di dalam tubuh makhluk hidup adalah air
 - d. Asam amino dapat dibentuk di luar tubuh makhluk hidup
9. Orang yang mengemukakan teori bahwa zat hidup yang pertama terjadi berasal dari reaksi kimia antara metana, amonia, hidrogen dan uap adalah....
 - a. Harold Urey
 - b. Stanley Miller
 - c. Louis Pasteur
 - d. Lazzaro Spallanzani
 - e. Francesco Redi

-
4. Berikut ini tokoh yang membahas tentang teori abiogenesis, yaitu...
- Francisco Redi, Lazaro Spalanzani, Aristoteles
 - John Nedham, Louis Pasteur, Francisco Redi
 - Aristoteles, John Nedham, Antonie Van Leuwenhook
 - Francisco Redi, Lazaro Spalanzani, John nedham
 - Aristoteles, Francisco Redi, Louis Pasteur
5. Semua makhluk hidup berasal dari telur, merupakan salah satu teori biogenesis yang disebut..
- Omne ovum e vivo
 - Omne vivo e ovum
 - Omne ovum e ovo
 - Omne vivo e ovo
 - Omne ovum e ovum
6. Berikut ini ayat Al-Quran yang membahas tentang Teori Penciptaan makhluk hidup yaitu..
- QS. Al Baqarah: 112
 - QS. Ali Imran: 21
 - QS. Al Mulk: 3-4
 - QS. Al Baqarah: 46
 - QS. Al Kahfi: 54
10. Pernyataan tentang asal usul kehidupan yang berkaitan dengan evolusi biologi adalah...
- Makhluk hidup penghuni bumi berasal dari zarah yang menyerupai telur
 - Molekul CH_2 , NH_2 , H_2 dan H_2O yang ada di atmosfer bumi merupakan komponen penting dalam tubuh
 - Makhluk hidup dan materi pembentukannya merupakan bagian integral dari alam semesta
 - Proses perkembangan makhluk hidup ditentukan semata-mata oleh persenyawaan CH_2 , NH_2 , H_2O , dan H_2
 - Makhluk hidup penghuni bumi berasal dari spora kehidupan

POJOK DISKUSI CTL dan KKNI 2

Tujuan: Mahasiswa mampu menjelaskan bagian jaringan tumbuhan dan jaringan hewan

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang membahas jaringan makhluk hidup selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi Jaringan, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Kenapa kulit hewan elastic sedangkan kulit tumbuhan keras dan kaku?
4. Dalam kehidupan tumbuhan tumbuh tanpa batas sedangkan hewan terdapat batas

Silahkan Telaah dan Kembangkan!

Hasil kegiatan:

MATERI 2

JARINGAN

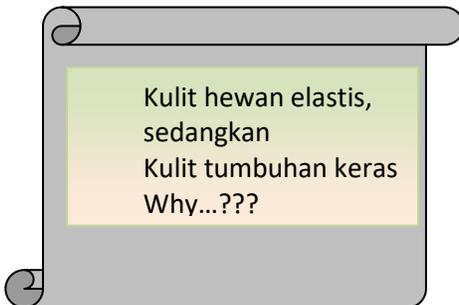
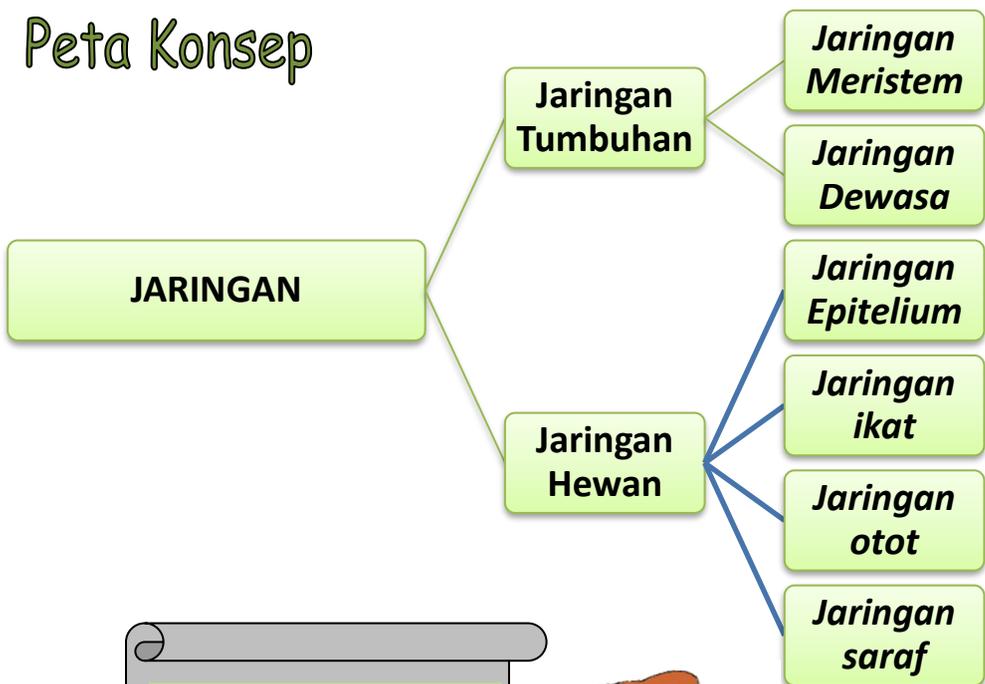
Kemampuan Akhir yang Diharapkan:

Mampu menjelaskan bagian jaringan tumbuhan dan jaringan hewan

Bahan Kajian:

Jaringan tumbuhan : jaringan Meristem, jaringan dewasa, dan jaringan pengangkut. Jaringan Hewan: jaringan embrional, jaringan epitelium, jaringan ikat, jaringan otot dan jaringan saraf

Peta Konsep



A. Jaringan Pada Tumbuhan

Jaringan ialah kumpulan sel yang mempunyai bentuk, asal, fungsi, dan struktur sama. Secara garis besar, jaringan penyusun pada tumbuh-tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua macam, yakni jaringan meristem dan jaringan dewasa.

1. Jaringan Meristem

Jaringan meristem adalah jaringan muda sekelompok sel-sel tumbuhan aktif membelah.

Ciri - Ciri Jaringan Meristem

- Ukuran sel yang kecil
- Terdiri dari sel-sel muda dalam fase pembelahan dan pertumbuhan
- Sel berdinding tipis
- Memiliki nukleus yang relatif besar
- Vakuola berukuran kecil
- Banyak mengandung sitoplasma
- Selnya berbentuk kubus

Jaringan meristem dikelompokkan dalam beberapa macam antara lain sebagai berikut;

1) Jaringan Meristem Menurut Tempatnya

- *Meristem apikal* : terdapat di ujung puncak utama dan pucuk lateral serta ujung akar
- *Meristem interkalar* : terdapat di antara jaringan dewasa, contohnya pada meristem pangkal ruas tumbuhan anggota suku rumput-rumputan
- *Meristem lateral* : terletak sejajar dengan permukaan organ ditemukannya, contohnya pada kambium dan kambium gabus (felogen).

2) Jaringan Meristem Menurut Asalnya

- Meristem primer

Meristem primer adalah meristem yang berkembang langsung dari meristem embrionik. Meristem primer terdapat misalnya pada kuncup ujung batang dan ujung akar. Meristem primer menyebabkan pertumbuhan primer pada tumbuhan. Pertumbuhan primer memungkinkan akar dan batang bertambah panjang. Dengan demikian tumbuhan bertambah tinggi.

- Meristem sekunder

Meristem sekunder adalah meristem yang berkembang dari jaringan yang telah mengalami diferensiasi dan spesialisasi (sudah terhenti pertumbuhannya) tetapi kembali bersifat embrional.

2. Jaringan Dewasa

Jaringan meristem dewasa adalah jaringan yang telah mengalami diferensiasi. Jaringan ini sudah tidak mengalami pembelahan lagi atau tidak aktif.

Ciri - Ciri Jaringan Dewasa (Permanen)

- Tidak aktif membelah diri
- Berukuran lebih besar dari pada jaringan meristem
- Mempunyai vakuola yang berukuran besar, sehingga memiliki plasma sel yang sedikit dan merupakan selaput yang menempel pada dinding sel
- Di sela-sela selnya memiliki ruang antarsel
- Sel telah mengalami penebalan dinding sesuai dengan fungsinya

Macam-Macam Jaringan Dewasa (Permanen) :

Jaringan dewasa dapat terdiri dari beberapa macam yang dibedakan berdasarkan dari bentuk dan fungsinya. Macam-macam jaringan dewasa (permanen) adalah sebagai berikut:

1) Jaringan Epidermis (Pelindung)

Jaringan epidermis adalah lapisan paling luar pada setiap organ tumbuhan seperti akar, batang, daun, buah, bunga, biji). Jaringan epidermis berfungsi sebagai pelindung yang menutupi seluruh organ tumbuhan. Jaringan epidermis berasal dari protoderm. Setelah tua bisa tetap ada atau rusak, dan jika sampai rusak maka jaringan epidermis akan digantikan oleh gabus. Umumnya lapisan epidermis hanya terdiri dari selapisan namun ada juga yang lebih dengan bentuk dan ukuran yang beragam.

Ciri - Ciri Jaringan Epidermis :

- Memiliki susunan sel rapat tanpa disertai ruang antarsel
- Terdiri dari sel-sel hidup
- Dinding sel yang beragam dengan bergantung posisi dan jenis tumbuhan
- Memiliki protoplasma hidup yang mengandung kristal garam, getah, kristal silikat, dan minyak.
- Memiliki vakuola yang berukuran besar yang dapat berisi antosianin
- Tidak berkloroplas, kecuali pada sel penutup, pada hidrofita, dan tumbuhan dibawah naungan
- Mengalami modifikasi dengan membentuk derivat jaringan epidermis seperti stomata, vilamen, trikomata (rambut-rambut), sel kersik (sel silika), spina (duri), sel kipas.

Fungsi - Fungsi Jaringan Epidermis:

Selain sebagai fungsi pelindung, jaringan epidermis juga memiliki fungsi lain. Macam-macam fungsi epidermis adalah sebagai berikut:

- Membatasi penguapan
- Penyerapan dan penyimpanan air
- Penyokong mekanik

2) Jaringan parenkim (dasar)

Jaringan parenkim (dasar) adalah jaringan yang terdapat diseluruh organ tumbuhan. Jaringan parenkim terbentuk dari sel-sel yang hidup dengan struktur morfologis dan siologis yang beragam. Dapat disebut sebagai jaringan dasar karena memiliki peranan sebagai penyusun sebagian besar jaringan pada akar, batang, daun, buah, dan biji.

Ciri - Ciri Jaringan Parenkim (Dasar):

- Terdiri atas sel-sel yang berukuran besar dan berdinding tipis
- Memiliki bentuk sel segi enam
- Letak inti sel mendekati dasar sel
- Mempunyai banyak vakuola
- Dapat bersifat embrional dan meristematik
- Mempunyai ruang antarsel

Fungsi - Fungsi Jaringan Parenkim (Dasar):

- Sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan
- Tempat berlangsungnya fotosintetis
- Sebagai jaringan penyokong

Macam - Macam Jaringan Parenkim (Dasar) berdasarkan fungsinya:

- Parenkim asimilasi (klorenkim) : mengandung klorofil dan berfungsi untuk fotosintetis

-
- Parenkim air : jaringan yang terdapat pada tumbuhan xerofit atau epifit sebagai penimbun/menyimpan air untuk melewati musim kering.
 - Parenkim penimbun : Jaringan yang berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Jaringan ini biasa terdapat pada akar, buah, umbi, dan batang. Makanan tersebut dapat berbentuk zat-zat padat, tepung, lemak, protein, gula.
 - Parenkim udara (Aerenkim) : jaringan yang memiliki ruang antarsel yang berfungsi dalam mengapungkan tumbuhan di air, hal ini dapat ditemukan pada tangkai daun *Canna sp*
 - Parenkim pengangkut : Jaringan yang berfungsi sebagai pembuluh angkut baik itu makanan dan maupun air.

Macam - Macam Jaringan Parenkim

Berdasarkan Bentuknya:

- Parenkim palisade : parenkim penyusun mesofil pada daun. Jaringan ini terdapat pada biji dengan bentuk sel panjang, tegak, mengandung banyak kloroplas.
- Parenkim bunga karang : jaringan penyusun mesofil daun yang berukuran tidak tetap serta terdapat ruang antar sel lebar
- Parenkim bintang : jaringan yang dapat ditemukan pada tangkai daun *Canna Sp.* dengan bentuk seperti bintang yang bersambungan pada bagian ujungnya
- Parenkim lipatan : jaringan yang dapat dijumpai pada mesofil daun pinus dan padi. Terjadi perlipatan ke arah dalam pada bagian dinding sel dan mengandung banyak kloroplas

3) Jaringan Penyokong/Penguat (Mekanik) Tumbuhan

Jaringan penyokong/penguat adalah jaringan yang memberikan kekuatan bagi tumbuhan sehingga mampu berdiri tegak. Jaringan penyokong (penguat) tumbuhan di bagi berdasarkan sifat dan bentuknya antara lain sebagai berikut:

a. Jaringan Kolenkim

Jaringan kolenkim adalah jaringan penyokong atau penguat pada organ tumbuhan muda dan tanaman herba. Kolenkim merupakan sel hidup yang sifatnya mirip dengan parenkim. Sebagian kolenkim mengandung kloroplas berperan dalam proses fotosintesis.

Ciri - Ciri Jaringan Kolenkim:

- Memiliki struktur yang tebal dan juga kuat
- Dapat mengalami spesialisasi
- Terdapat pada batang, daun dan biji
- Selnya mengalami penebalan pada bagian sudutnya
- Penebalan berupa selulosa
- Pada umumnya berkelompok membentuk untaian atau silinder.

Fungsi - Fungsi Jaringan Kolenkim:

- Menunjang dan memperkokoh bentuk tumbuhan
- Melindungi berkas pengangkut
- Memperkuat jaringan parenkim

b. Jaringan Sklerenkim

Jaringan sklerenkim adalah jaringan penguat yang diri dari sel-sel mati. Sklerenkim memiliki dinding sel yang kuat, tebal dan mengandung lignin. Sklerenkim terbagi dari dua macam

berdasarkan bentuknya yaitu, serabut dan sklereid (sel batu). Serabut atau serat berasal dari jaringan meristem yang terdiri dari sel-sel panjang dan bergerombol membentuk anyaman atau pita. Contohnya pelepah daun pisang. Sedangkan pada sklereid (sel batu) adalah jaringan sklerenkim yang bentuk selnya membulat dengan dinding sel mengalami penebalan. Misalnya pada tempurung kelapa atau kulit biji beras.

Ciri - Ciri Jaringan Sklerenkim:

- Mengalami penebalan pada seluruh bagian dinding sel
- Penebalan yang berupa lignin
- Berupa sel mati
- Pada umumnya ditemukan pada organ tumbuhan yang tidak lagi mengalami pertumbuhan dan perkembangna
- Terletak pada perisikel, korteks dan diantara xilem dan floem

Fungsi Jaringan Sklerenkim:

- Sebagai alat untuk bertahan terhadap tekanan dari luar
- Melindungi dan menguatkan bagian dalam sel Sebagai alat penyokong

4) Jaringan Pengangkut

Jaringan ini dibagi menjadi dua antara lain sebagai berikut:

a) Xylem

Xilem adalah pengangkut zat makanan dengan menyalurkan air dan mineral dari akar menuju ke daun dan bagian tubuh lainnya. Xilem terdiri dari tiga macam antara lain:

-
- Unsur trakeal, terdiri dari trakea (sel-sel berbentuk tabung) dan trakeid (sel-sel yang panjang dengan lubang pada dinding selnya)
 - Serabut xilem, terdiri dari sel panjang dengan ujung yang meruncing
 - Parenkim xilem, berisi zat seperti cadangan makanan, tanin dan kristal

b) Floem

Floem adalah pengangkut zat makanan dari hasil fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh. Floem tersusun antara lain sebagai berikut:

- Bulu tapis, berbentuk tabung dengan ujung yang berlubang
- Sel pengiring, berbentuk silinder dengan plasma yang dekat
- Serabut floem, berbentuk panjang dengan ujung berimpit dan dindingnya tebal

5) Jaringan Gabus

Jaringan gabus adalah jaringan yang tersusun dari sel-sel gabus yang berbentuk memanjang. Jaringan gabus berfungsi melindungi jaringan lain yang terdapat dibawahnya agar tidak terlalu banyak kehilangan air. Sel gabus dapat ditemukan dipermukaan luar batang.

Ciri - Ciri Jaringan Gabus:

- Disusun dari sel-sel parenkim gabus
- Merupakan sel mati dan kosong
- Berbentuk memanjang dan berdinding gabus

Macam-Macam Jaringan Gabus:

- Felem : jaringan gabus yang dibentuk oleh kambium gabus berarah luar dan sel-sel matinya

-
- Feloderm : jaringan gabus yang dibentuk kambium gabus ke arah dalam dan sel-selnya hidup menyerupai parenkim



B. Jaringan pada Hewan

Jaringan penyusun tubuh hewan ada empat macam, yaitu:

1. Jaringan epitelium, merupakan jaringan yang melapisi permukaan tubuh dan membatasi rongga tubuh.
2. Jaringan ikat, merupakan jaringan yang mengikat dan menyokong bagian-bagian tubuh.
3. Jaringan otot, merupakan jaringan yang menggerakkan bagian-bagian tubuh.
4. Jaringan saraf, merupakan jaringan yang menanggapi rangsang dan meneruskan rangsang (impuls) dari bagian tubuh yang satu ke bagian tubuh yang lain.

1) *Jaringan Epitelium*

Jaringan epitelium adalah jaringan pembatas dan pelapis yang menyelubungi atau melapisi permukaan organ, rongga, dan saluran, baik diluar maupun didalam tubuh. Jaringan yang melapisi

permukaan dalam tubuh, disebut *endotelium*. Jaringan yang melapisi lapisan luar tubuh disebut *epidermis*. Jaringan yang membatasi rongga disebut *mesotelium*.

❖ Ciri - Ciri Jaringan Epitelium

- a) Lapisan epitelium semata-mata terdiri atas sel-sel yang satu sama lainnya memiliki hubungan yang sangat erat sehingga substansi interseleuler yang berbentuk praktis tidak ada. Dengan demikian kumpulan sel ini merupakan lapisan yang *continue*.
- b) Lapisan epitelium tidak mengandung pembuluh darah. Oleh karena itu zat-zat lain yang diperlukan oleh sel-selnya harus diberikan oleh jaringan didekatnya. Zat-zat tersebut masuk secara difusi.
- c) Jika jaringan epitelium mengalami kerusakan, dapat terjadi regenerasi. Kecepatan regenerasi tersebut bervariasi. Regenerasi ini sangat cepat pada usus (setiap 2-5 hari sekali) sedangkan pankreas regenerasi itu memerlukan waktu 50 hari.
- d) Sel-sel yang menghadapi permukaan mengalami spesialisasi sesuai dengan fungsinya.
- e) Jaringan epitelium tidak mengandung pembuluh darah, tetapi mengandung ujung saraf. Sel epitelium mendapat makanan dari kapiler darah yang terdapat pada jaringan ikat.
- f) Jaringan epitelium memiliki kemampuan regenerasi cukup tinggi.

Jaringan epitelium merupakan jaringan permukaan tubuh, melapisi permukaan tubuh

bagian luar maupun bagian dalam serta menyelimuti organ-organ.

- Jaringan epitel selapis pipih
Fungsi: Difusi, filtrasi zat.
Letak : alveolus, kapiler darah, kapsul bowman, limfa.
- Jaringan epitel selapis kubus.
Fungsi: sekresi, proteksi, absorpsi.
Letak: kelenjar tiroid, *tubulus* ginjal.
- Jaringan epitel selapis batang.
Fungsi: absorpsi, sekresi.
Letak: Tuba Falopi.
- Jaringan epitel berlapis pipih.
Fungsi: proteksi.
Letak: permukaan kulit, vagina, esofagus.
- Jaringan epitel berlapis kubus.
Fungsi: sekresi.
Letak: kelenjar keringat, kelenjar ludah, folikel ovarium.
- Jaringan epitel berlapis batang.
Fungsi: proteksi, sekresi.
Letak: uretra pria.
- Jaringan epitel transisional.
Fungsi: sekresi.
Letak: kandung kemih.

2) *Jaringan ikat*

Jaringan ikat berfungsi menghubungkan organ atau jaringan yang satu dengan yang lainnya. Komponen jaringan ikat yaitu, sel, serabut dan zat dasar. Berbeda dengan jaringan epitel, jaringan ikat terdiri atas serabut sebagai substansi

dasar, sel-sel dan beberapa cairan ekstraseluler (disebut matriks).

Matriks tersebut umumnya terdiri atas suatu anyaman serat yang tertanam dalam suatu dasar (fondasi) yang seragam dan berupa cairan, seperti agar, atau padatan. Bahan matriks itu disekresikan oleh sel-sel jaringan ikat. Serat jaringan ikat, terbuat dari protein, terdiri atas tiga jenis: serat berkolagen, serat elastis, serat retikuler. Serat berkolagen (*collageneus fiber*) terbuat dari kolagen, yang mungkin merupakan protein yang paling berlimpah dalam kingdom hewan. Serat kolagen tidak elastis, mudah robek jika ditarik mengikuti panjangnya.

Serat retikuler (*reticular fiber*) adalah serat yang sangat tipis dan bercabang. Tersusun atas kolagen dan tersambung dengan serat berkolagen, serat ini membentuk suatu anyaman yang ditunen dengan ketat yang menghubungkan jaringan ikat dengan jaringan di sebelahnya.

Jaringan ikat dibedakan menjadi dua yaitu:

a) Jaringan ikat sejati

- ✓ Jaringan ikat padat.
 - Jaringan ikat padat teratur, terdapat pada tendon.
 - Jaringan ikat padat tidak teratur, terdapat pada dermis.
- ✓ Jaringan ikat longgar, terdapat pada membran basah epitel.

b) Jaringan ikat khusus

- ✓ tulang, terdiri atas tulang kompak dan tulang bunga karang (spons).
- ✓ Rawan, terdiri atas rawan *hialin*, *elastin*, dan *fibrosa*.

-
- Rawan *hialin* terdapat pada persendian.
 - Rawan *elastin* terdapat pada daun telinga, *epiglottis*, dan *bronkiolus*.
 - Rawan *fibrosa* terdapat pada *simfisis pubis* (pertemuan tulang kemaluan).
 - ✓ Darah, terdiri atas plasma dan sel-sel darah.
 - ✓ Lemak, terdiri atas sel-sel lemak (sel adiposa).

3) Jaringan otot

Jaringan otot merupakan kumpulan kumpulan sel-sel otot yang tugasnya untuk menggerakkan berbagai bagian tubuh. Jaringan otot mempunyai kemampuan menggerakkan berbagai bagian tubuh karena mempunyai kemampuan untuk berkontraksi.

Jaringan otot dibedakan menjadi tiga jenis yaitu, jaringan otot polos, jaringan otot lurik (otot rangka), jaringan otot jantung.

1) Otot polos (smooth muscle)

Memiliki ciri: sel berbentuk gelendong, inti sel satu dan terletak ditengah, aktivitas tidak sadar. Dinamai demikian karena otot ini tidak memiliki penampakan berlurik, ditemukan dalam dinding saluran pencernaan, kandung kemih, arteri, dan organ internal lainnya, sel-sel itu berbentuk gelendong.

2) Otot lurik/rangka (skeletal muscle).

Memiliki ciri: sel berbentuk serabut, intinya banyak terletak ditepi, aktivitas sadar, yang dilekatkan oleh tendon, bertanggung jawab atas aktivitas pergerakan tubuh secara sadar. Orang dewasa memiliki jumlah sel-sel otot yang tetap.

Mengangkat beban dan metode lain untuk membentuk otot tidak meningkatkan jumlah sel, tetapi hanya memperbesar ukuran selyang sudah ada.

3) Otot jantung (cardiac muscle).

Memiliki ciri: sel berbentuk serabut dan bercabang, inti satu sampai dua di tengah, aktivitas tidak sadar. Membentuk dinding kontraktile jantung.

Otot ini terlihat lurik seperti otot rangka, akan tetapi sel otot jantung bercabang dan ujung sel-sel tersebut dihubungkan dengan cakram berintrekal, yakni suatu adaptasi yang terpasang ketat dari dua membran yang menawarkan resistensi relatif minimal terhadap lewatnya potensial aksi dari satu sel ke sel yang lainnya.

Pembedaan	Otot polos	Otot lurik/rangka	Otot jantung
Inti sel	Satu ditengah	Banyak dipinggir	Satu
Sifat kerjanya	Tidak sadar	Sadar	Tidak sadar
Reaksi terhadap rangsangan	Lambat	Cepat	Lambat
Letak	Dinding saluran tubuh, pembuluh darah, usus.	Pada rangka	Pada dinding jantung

4) Jaringan saraf

Jaringan saraf terdiri dari sel-sel saraf (neuron). Neuron mempunyai struktur yang bercabang-cabang. Cabang-cabang inilah yang menghubungkan sel saraf yang satu dengan sel saraf yang lainnya, sehingga terbentuk jaringan saraf. Neuron adalah satuan anatomis dan

fungsional, yang terdiri dari : badan sel (perikaryon), dendrit, dan akson (neurit).

Didalam badan sel terdapat nukleus dan sitoplasma. Sedangkan dalam sitoplasma terdapat organella seperti aparatus golgi, mitokondria, retikulum endoplasma granuler, neurofibril. Retikulum endoplasma granuler disebut juga benda-benda Nissl, yang berfungsi dalam sintesis protein. Dendrit merupakan proses yang panjang (tapi lebih pendek dari akson), banyak dan bercabang-cabang. Dendrit berfungsi menerima rangsangan dari luar. Secara struktural dendrit mirip dengan perikaryon, tetap tidak mengandung badan golgi.

Pada otak kecil terdapat sel purkinje yang dendritnya mempunyai percabangan yang sangat banyak dan terletak dalam satu bidang saja sehingga berbentuk kipas. Setiap neuron mempunyai satu akson yang fungsinya menghantarkan impuls saraf.

Berdasarkan fungsinya, neuron dibedakan menjadi :

1. *Neuron sensoris* (neuron aferen), yang mengantarkan impuls saraf menuju sistem saraf pusat.
2. *Neuron eferen*, yang berfungsi menghantarkan impuls saraf dari sistem pusat saraf menuju ke efektor. Neuron eferen yang membawa impuls saraf ke otot disebut neuron motoris sedangkan yang menuju kelenjar disebut neuron sekretoris.
3. *Neuron internusial*, interneuron, interkalatus, konektoryaitu neuron yang berfungsi untuk menghantarkan impuls saraf dari neuron aferen ke neuron neuron eferen didalam sistem saraf pusat.

Jaringan saraf ada di otak, urat saraf, sumsum tulang belakang dan saraf-saraf lainnya. Sel saraf dibedakan menjadi tiga macam, yaitu sel saraf motorik, sel saraf sensorik, dan sel saraf penghubung. Sel-sel saraf mempunyai kemampuan iritabilitas dan konduktivitas.

Iritabilitas adalah kemampuan sel saraf untuk merespon terhadap perubahan lingkungan. Sedangkan konduktivitas adalah kemampuan jaringan saraf untuk membawa impuls-impuls saraf atau pesan.

Komponen sel-sel saraf terdiri atas:

- Dendrit yang berfungsi menerima rangsangan.
- Badan sel yang berfungsi menerima rangsangan dari dendrit dan pengatur aktivitas sel karena pada badan sel terdapat nukleus.
- Selubung *myelin* merupakan sitoplasma sel pendukung sel saraf (neuroglia) berfungsi menyuplai nutrisi dan mempercepat jalannya rangsangan.
- Nodus ranvier merupakan akson yang tidak diselubungi oleh selubung *myelin* berfungsi mempercepat jalannya rangsangan.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Mampu menjelaskan bagian jaringan tumbuhan dan jaringan hewan

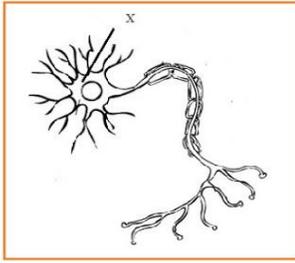
1.

2.
3.
4.
5.

Tes

1. Jaringan ikat merupakan jaringan yang paling banyak terdapat dalam tubuh hewan, berikut ini yang bukan termasuk jaringan ikat adalah:
 - a. Lemak
 - b. Tulang rawan
 - c. Tulang
 - d. Otot
 - e. Darah

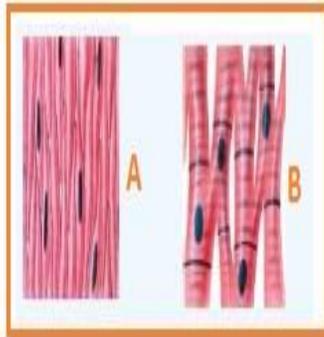
2. Perhatikan gambar jaringan saraf disamping.



Bagian yang ditunjuk dengan huruf X adalah:

- Dendrite
- Akson
- Sinapsis
- Badan sel
- Neurotransmitter

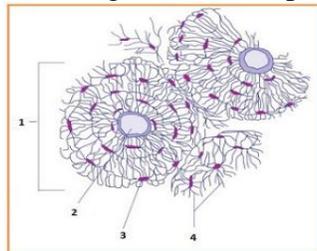
3. Perhatikan gambar skematis dua jaringan otot berikut ini.



Gambar A dan B berturut turut adalah:

- Otot polos dan otot jantung
- Otot polos dan otot lurik
- Otot lurik dan otot jantung
- Otot lurik dan otot polos
- Otot jantung dan otot lurik

4. Perhatikan gambar disamping.



Bagian yang ditunjuk oleh 4 adalah:

- Osteosit
- Kanalikuli
- Lamella
- Saluran Havers
- Lacuna

5. Bagian pada persendian tulang belakang memiliki cirri-ciri sebagai berikut:

- Gelap dan keruh
 - Sumber kolagen tersusun sejajar membentuk satu berkas
- Jaringan tersebut adalah:

- Tulang rawan hialin
- Tulang rawan elastis
- Tulang rawan fibroblast
- Tulang kompak
- Tulang spons

-
6. Jaringan yang membentuk bagian luar telinga (daun telinga) adalah:
- Epitel
 - Ikat
 - Otot
 - Saraf
 - Lemak

7. Perhatikan cirri jaringan hewan berikut ini:
- 1) Berbentuk silinder panjang
 - 2) Berbentuk gelendong
 - 3) Inti 1 terletak di tengah
 - 4) Inti banyak di tepi
 - 5) Bekerja di luar kesadaran
 - 6) Menyusun organ-organ pencernaan

Karakteristik yang dimiliki oleh otot polos adalah:

- 1, 2, 3, dan 4
 - 2, 3, 4, dan 5
 - 2, 3, 5, dan 6
 - 3, 4, 5, dan 6
 - 1, 4, 5, dan 6
8. Dalam tubuh hewan apabila dijumpai adanya rongga, maka di bagian permukaan luarnya akan dijumpai jaringan:
- Otot
 - Kulit
 - Lemak
 - Ikat
 - Epitel
9. Sel-sel neuron ada yang berfungsi mengantarkan rangsangan dari alat indera ke otak. Sel saraf dengan fungsi tersebut dinamakan:
- Konektor
 - Sensorik motoric
 - Konektor dan motoric
 - Sensorik dan motoric
 - Sensorik

-
10. Apabila kita makan paha ayam pada ujung tulang sering kita temukan bagian yang berwarna putih dan terasa agak keras ketika dimakan. Bagian tersebut merupakan jaringan..
- a. Otot lurik
 - b. Ikat
 - c. Tulang keras yang masih muda
 - d. Tulang rawan
 - e. Otot polos

POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 3

Tujuan: Menguasai konsep tentang fotosintesis dan tahapan rekasi fotosintesis

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang membahas fotositesis selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi fotositesis, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Hubungan antara fotosintesis dengan hujan asam sesuai dengan kondisi bumi sekarang ini?
4. Fakta yang dimiliki tumbuhan bakau dengan tumbuhan darat lainya tentang fotositesisi? Jelaskan!
5. Hubungan O_2 dan CO_2 dengan kondisi bumi saat ini!
6. Bagaimana proses fotosintesis jika tanpa sinar matahari?

silahkan telaah dan kembangkan!

Hasil kegiatan:

MATERI 3

FOTOSINTESIS



Kemampuan Akhir yang Diharapkan:

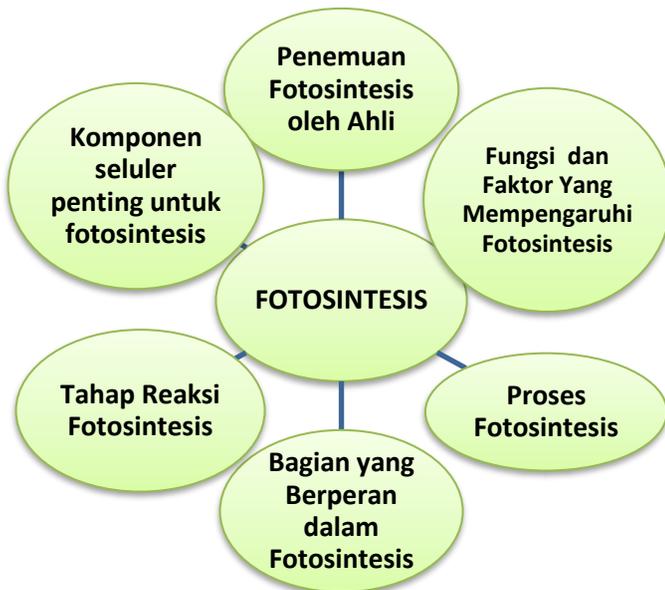
Menguasai konsep teoritis tentang fotosintesis dan tahapan reaksi fotosintesis

Bahan Kajian:

Reaksi terang dan reaksi gelap

*One man
One tree*

Peta Konsep



A. Penemuan Proses Fotosintesis

Fotosintesis merupakan gabungan dari kata *photo* yang artinya cahaya dan *synthesis* artinya proses pengolahan dengan menggunakan bahan tertentu. Jadi, fotosintesis adalah proses pembuatan energi yang diperlukan tumbuhan yang dibantu oleh cahaya matahari serta bahan-bahan pendukung seperti CO₂, air dan unsur hara yang berguna untuk kelangsungan hidup suatu tumbuhan. Proses fotosintesis ini hanya dapat dilakukan oleh tumbuhan yang memiliki klorofil, tanpa adanya klorofil suatu tumbuhan tidak akan dapat membuat makanannya.

Ahli yang menemukan proses fotosintesis adalah sebagai berikut:

1. Jan Baptista

Fotosintesis sebagian ditemukan di tahun 1600-an oleh Jan Baptista van Helmont, seorang ahli kimia Belgia, ahli fisiologi dan dokter. Helmont melakukan percobaan 5 tahun yang melibatkan pohon willow yang ia ditanam di pot dengan tanah dan ditempatkan dalam lingkungan yang terkendali. Pohon willow dengan hati-hati dan tepat disiram selama periode 5 tahun.

Pada akhir eksperimennya Helmont menyimpulkan bahwa pertumbuhan pohon adalah hasil dari nutrisi yang telah diterima dari air. Kesimpulan Helmont adalah akurat tapi eksperimennya membuktikan bahwa air memberikan kontribusi terhadap pertumbuhan tanaman.

2. Jan Ingenhousz

Jan Ingenhousz, ilmuwan lain yang berkontribusi pada penemuan fotosintesis. Dia adalah seorang ahli kimia Belanda, biologi dan

fisiologi yang melakukan eksperimen penting di akhir 1770-an yang membuktikan bahwa tanaman menghasilkan oksigen. Ingenhousz ditempatkan terendam tanaman di sinar matahari dan kemudian di tempat teduh. Ingenhousz kemudian menyimpulkan bahwa tanaman menggunakan cahaya dalam menghasilkan oksigen.

3. **Julius Robert Mayer**

Di tahun 1840-an Julius Robert Mayer, seorang dokter Jerman dan fisikawan, menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan atau dihancurkan. Hal ini dikenal sebagai hukum pertama termodinamika. Ia mengusulkan bahwa tanaman mengubah energi cahaya menjadi energi kimia.

4. **Julius Sachs**

Dari 1862-1864 Julius Sachs menyelidiki bagaimana pati diproduksi di bawah pengaruh cahaya dan dalam hubungannya dengan klorofil. Ini akhirnya menyebabkan dia menulis persamaan umum untuk fotosintesis ($6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} \rightarrow (\text{dengan energi cahaya}) \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2$).

B. Fungsi dan Faktor Yang Mempengaruhi Proses Fotosintesis

1. Fungsi Fotosintesis

Fungsi Fotosintesis sebagai berikut:

- 1) Fungsi utama fotosintesis untuk memproduksi zat makanan berupa glukosa. Glukosa menjadi bahan dasar pembangun zat makanan lainnya, yaitu lemak dan protein dalam tubuh tumbuhan. Zat-zat ini menjadi makanan bagi hewan maupun manusia.
- 2) Fotosintesis membantu membersihkan udara, yaitu mengurangi kadar CO_2 (karbon dioksida)

di udara. Karena CO₂ adalah bahan baku dalam proses fotosintesis. Sedangkan O₂ dan zat makanan merupakan hasil akhir dari proses fotosintesis.

- 3) Kemampuan tumbuhan berfotosintesis selama masa hidupnya menyebabkan sisa-sisa tumbuhan yang hidup masa lalu tertimbun di dalam tanah selama berjuta-juta tahun menjadi batubara sebagai salah satu sumber energi saat ini.

2. Faktor Yang Mempengaruhi Fotosintesis

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi proses fotosintesis adalah sebagai berikut:

Faktor Yang Mempengaruhi Fotosintesis:

- 1) Ketersediaan air

Kekurangan kadar air dapat menyebabkan daun layu dan stomata pada daun menutup, sehingga akan menyebabkan penyerapan karbondioksida berkurang.

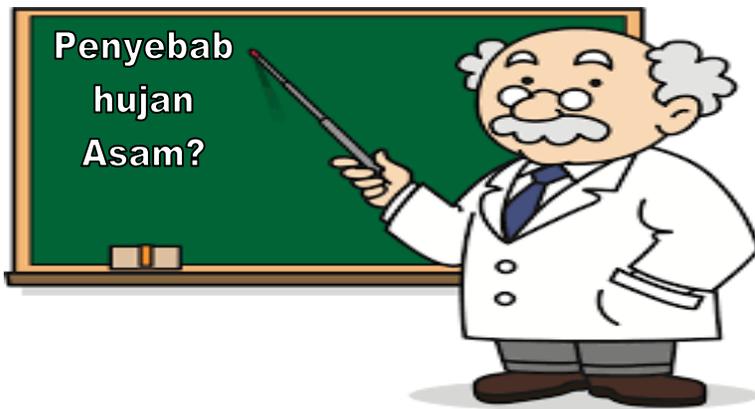
- 2) Konsentrasi karbondioksida

Konsentrasi karbondioksida-pun dapat mempengaruhi proses fotosintesis, karena semakin tinggi Konsentrasi karbondioksida maka akan semakin meningkatkan laju dari fotosintesis.

- 3) Intensitas cahaya matahari

Intensitas cahaya matahari dapat berpengaruh pada proses fotosintesis, karena energi cahaya matahari sangat dibutuhkan oleh tumbuhan dalam melakukan proses ini. Karena semakin tinggi intensitas cahaya matahari maka akan semakin banyak energi yang dibentuk sehingga dapat mempercepat proses fotosintesis. Tapi jika intensitas

cahaya terlalu tinggi dapat menyebabkan rusaknya klorofil pada tumbuhan.



C. Proses Fotosintesis

Fotosintesis merupakan proses dimana tanaman hijau dan beberapa ganggang (Kerajaan Protista), ganggang dan beberapa bentuk bakteri membuat karbohidrat dari karbondioksida, air dan garam anorganik, dengan adanya klorofil, menggunakan energi cahaya ditangkap dari matahari. Tanaman sendiri hanya perlu energi cahaya, CO₂, dan H₂O dalam membentuk gula. Proses fotosintesis terjadi di kloroplas, secara khusus menggunakan klorofil, klorofil merupakan pigmen hijau daun yang terlibat dalam proses fotosintesis tersebut.

Persamaan di atas menunjukkan bahwa air merupakan sebuah reaktan dan produk fotosintesis. Karena dua belas molekul air yang dikonsumsi dan enam molekul air yang dihasilkan, persamaan dapat disederhanakan seperti yang ditunjukkan di bawah ini yang merupakan rumus dari hasil fotosintesis.



Organisme memperoleh senyawa organik yang digunakannya untuk mendapat energi dan rangka

karbon melalui satu dari dua mode utama yaitu nutrisi autotrofik dan nutrisi heterotrofik. Proses fotosintesis itu sendiri melibatkan 2 cara, yaitu :

a. Autotrof (autotroph) berasal dari kata *auto* berarti *sendiri* sedang *trophos* berarti *memberi makan*. Jadi, autotrof adalah pemberi makan sendiri. Autotrof mempertahankan hidupnya sendiri tanpa memakan apa pun yang berasal dari makhluk hidup lainnya. Autotrof membuat molekul organiknya dari CO₂ dan bahan mentah anorganik lain dari lingkungan. Hampir semua tumbuhan merupakan autotrof, tumbuhan memerlukan nutrisi hanya berupa air dan mineral dari tanah serta CO₂ dari udara. Secara spesifik, tumbuhan juga dikatakan merupakan *fotoautotrof*, organisme yang menggunakan cahaya sebagai sumber energi untuk mensintesis zat-zat organik.

b. Heterotrof (heterotroph) adalah organisme yang membutuhkan senyawa organik dimana karbon diekstrak untuk pertumbuhannya. Heterotrof hidup dari senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh organisme lain. Heterotrof dikenal sebagai *konsumer* karena heterotrof tidak dapat membuat makanan sendiri dalam rantai makanan dan hanya bergantung pada makhluk hidup lainnya. Heterotrof adalah *konsumen* di biosfer.

D. Bagian Tumbuhan yang Berperan dalam Fotosintesis

Pada sebagian besar tumbuhan tinggi, daun merupakan organ utama untuk berfotosintesis. Fotosintesis tidak hanya terjadi pada daun, tetapi terjadi pada semua bagian tumbuhan yang hijau.

Di antara sel-sel epidermis daun terdapat mulut daun (stomata). Fungsi stomata sebagai pengatur penguapan, pengatur masuknya gas CO₂ dari udara dan keluar gas O₂ ke udara selama fotosintesis berlangsung dan arah sebaliknya pada waktu respirasi berlangsung.

Mesofil merupakan jaringan dasar yang terletak antara epidermis atas dan epidermis bawah. Pada tumbuhan monokotil, mesofilnya tersusun atas parenkima yang seragam. Pada daun dikotil, parenkima umumnya berkembang menjadi palisade (jaringan tiang) dan spons (jaringan bunga karang). Sesuai dengan fungsinya, mesofil merupakan daerah fotosintesis utama karena mengandung kloroplas. Kandungan kloroplas palisade lebih banyak dibandingkan dengan yang berada di spons.

Organel yang berperan dalam fotosintesis adalah kloroplas. Organel tersebut berisi pigmen klorofil yang menyebabkan warna hijau pada tumbuhan. Di setiap sel terdapat 40-50 kloroplas. Senyawa kimia yang penting dalam mengubah energi cahaya menjadi energi kimia pada tumbuhan tinggi adalah pigmen-pigmen klorofil tersebut. Melalui pigmen inilah cahaya mulai proses fotosintesis.

E. Tahap-Tahap Reaksi Fotosintesis

Sebenarnya, fotosintesis bukanlah suatu proses tunggal, melainkan dua proses, yang masing-masing terdiri dari banyak langkah. Kedua tahap itu dikenal sebagai *reaksi terang* (*bagian foto dari fotosintesis*) dan *reaksi gelap* (*bagian sintesis*).

1. Reaksi tergantung cahaya (terang)

Tahap pertama fotosintesis adalah reaksi tergantung cahaya. Reaksi ini berlangsung pada

membran tilakoid di dalam kloroplas. Selama ini energi cahaya panggung diubah menjadi ATP (energi kimia) dan NADPH (mengurangi daya).

Cahaya diserap oleh dua fotosistem yang disebut fotosistem I dan fotosistem II. Protein kompleks ini mengandung molekul cahaya klorofil dan pigmen aksesori yang disebut antena kompleks. Fotosistem juga dilengkapi dengan reaksi pusat. Ini adalah protein kompleks dan pigmen yang bertanggung jawab dalam konversi energi. Klorofil a pada molekul fotosistem I menyerap cahaya dengan panjang gelombang puncak 700 nm dan disebut molekul P700. Klorofil a molekul fotosistem II menyerap cahaya dengan panjang gelombang puncak 680 nm dan disebut molekul P680.

Reaksi tergantung cahaya dimulai pada fotosistem II. Ketika sebuah foton cahaya yang diserap oleh molekul klorofil a (P680) di pusat reaksi fotosistem II, sebuah elektron dalam molekul P680 menjadi lebih tinggi dari energi. Elektron menjadi tidak stabil dan dilepaskan lalu ditransfer dari satu molekul P680 ke yang lain dalam rantai pembawa elektron disebut rantai transpor elektron (ETC). Molekul P680 menjadi bermuatan positif pada kehilangan elektron.

Elektron yang hilang diganti dengan cara pemisahan air dengan cahaya dalam proses tersebut yang disebut fotolisis. Air digunakan sebagai donor elektron dalam fotosintesis oksigenik dan dibagi menjadi elektron (e), ion hidrogen (H⁺, proton) dan oksigen (O₂). Ion hidrogen dibawa ke ATP dan digunakan untuk menyediakan energi yang dibutuhkan untuk menggabungkan ADP untuk menghasilkan ATP. Oksigen dilepaskan ke udara sebagai produk sampingan dari fotosintesis.

Proses di mana ATP dibuat menggunakan energi matahari disebut Fotofosforilasi. Jenis fotofosforilasi digunakan oleh tanaman dan Cyanobacteria disebut fotofosforilasi nonsiklik. Ini tidak hanya fotosistem II, tetapi juga fotosistem I.

Elektron dari fotosistem II diteruskan ke sitokrom b6-f kompleks dan untuk fotosistem I. Lagi, menerima energi dari foton cahaya yang diserap oleh klorofil molekul (P700). Elektron dibawa oleh rantai transpor elektron (ETC) ke NADP reduktase, yang merupakan akseptor elektron terakhir. Pada titik ini energi yang digunakan untuk menghasilkan NADPH.

2. Reaksi tidak tergantung cahaya (gelap)

Nama lain yang sering diberikan untuk reaksi ini adalah Siklus Calvin-Benson. Hal ini terjadi di stroma dari kloroplas. Selama ini energi reaksi dari ATP dan NADPH digunakan untuk mengubah karbondioksida menjadi karbohidrat seperti glukosa.

Satu molekul karbon dioksida bereaksi dengan gula 5-karbon yang disebut ribulosa bifosfat (RuBP). Reaksi ini menghasilkan gula 6 karbon stabil yang segera dipecah untuk membentuk dua gula 3-karbon yang dikenal sebagai 3 phosphoglycerate (3PGA).

3 gula phosphoglycerate diubah menjadi gliseraldehida 3 fosfat (G3P) menggunakan energi dari ATP dan kekuatan mengurangi dari NADPH. Sebagian besar G3P yang dihasilkan digunakan untuk membuat RuBP yang kemudian digunakan untuk memulai siklus Calvin-Benson lagi. Beberapa G3P, bagaimanapun, digunakan untuk membuat glukosa pada tanaman yang digunakan sebagai sumber energi.

F. Komponen seluler penting untuk fotosintesis

1. Pigmen

Pigmen adalah molekul yang memberikan warna pada tanaman, alga dan bakteri, tetapi mereka juga bertanggung jawab untuk secara efektif untuk menjebak sinar matahari. Pigmen dengan warna yang berbeda menyerap panjang gelombang cahaya yang berbeda.

Berikut adalah tiga kelompok utama:

- **Klorofil**
Pigmen berwarna hijau mampu menjebak cahaya biru dan merah. Klorofil memiliki tiga sub-jenis, dijuluki klorofil a, klorofil b dan klorofil c. Menurut Eugene Rabinowitch dan Govindjee dalam buku mereka “Fotosintesis” (Wiley, 1969) klorofil ditemukan di semua tanaman photosynthesizing. Ada juga varian bakteri bernama bacteriochlorophyll, yang menyerap cahaya inframerah. Pigmen ini terutama terlihat dalam warna ungu dan hijau bakteri, yang melakukan fotosintesis anoxygenic.
- **Karotenoid**
Karotenoid ini merah, oranye, atau pigmen kuning berwarna menyerap cahaya hijau kebiruan. Contoh karotenoid yang xantofil (kuning) dan karoten (oranye) yang wortel mendapatkan warna mereka.
- **Phycobilins**
Pigmen merah atau biru menyerap panjang gelombang cahaya yang tidak juga diserap oleh klorofil dan karotenoid. Mereka terlihat di cyanobacteria dan ganggang merah.

2. *Plastida*

Organisme eukariotik fotosintetik mengandung organel yang disebut plastida dalam sitoplasma mereka. Menurut Cheong Xin Chan dan Debashish Bhattacharya dari Universitas Rutgers (Pendidikan Alam, 2010), membrane plastida ganda pada tanaman dan ganggang disebut sebagai plastida primer, sedangkan berbagai multi membran ditemukan di plankton disebut plastida sekunder. Organel ini umumnya mengandung pigmen atau dapat menyimpan nutrisi. (baca : fungsi plastida pada tumbuhan).

3. *Kloroplas*

Kloroplas merupakan bagian-bagian yang berada pada membran luar dan dalam, ruang antar membran, stromata, dan tilakoid ditumpuk. Klorofil dibangun ke dalam membran dari tilakoid. Klorofil terlihat hijau karena menyerap cahaya merah dan biru, membuat warna-warna ini tidak dapat dilihat oleh mata kita.

Cahaya hijau yang tidak diserap akhirnya mencapai mata kita, membuat klorofil tampak hijau. Namun, itu adalah energi dari cahaya merah dan biru yang diserap yaitu, sehingga dapat digunakan untuk melakukan fotosintesis. Kloroplas mirip dengan mitokondria bahwa mereka memiliki genom mereka sendiri, atau koleksi gen, yang terkandung dalam DNA. Gen ini mengkodekan protein penting untuk organel dan untuk fotosintesis. Seperti mitokondria, kloroplas juga diperkirakan berasal dari sel bakteri primitif melalui proses endosimbiosis.

4. *Antena*

Antena merupakan molekul pigmen yang berhubungan dengan protein, yang memiliki fleksibilitas untuk bergerak ke arah cahaya dan terhadap satu sama lain. Struktur ini secara efektif menangkap energi cahaya dari matahari, dalam bentuk foton. Pada akhirnya, energi cahaya harus ditransfer ke pigmen protein kompleks yang dapat mengubahnya menjadi energi kimia, dalam bentuk elektron.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Menguasai konsep tentang fotosintesis dan tahapan rekasi fotosintesis

1.

2.

3.

4.

5.

Tes

1. Reaksi gelap pada fotosintesis dinamakan demikian karena...
 - a. Tidak dapat berlangsung siang hari
 - b. berlangsung di tempat gelap
 - c. memerlukan energi cahaya
 - d. terjadi terutama malam hari
 - e. proses yang belum dapat dijelaskan

2. Yang tidak diperlukan untuk proses fotosintesis adalah...
 - a. Air
 - b. Oksigen
 - c. karbon dioksida
 - d. sinar matahari
 - e. klorofil

3. Faktor yang tidak berpengaruh dalam meningkatkan aktivitas fotosintesis yaitu...
 - a. penambahan intensitas sinar merah
 - b. penambahan konsentrasi CO₂
 - c. penambahan konsentrasi O₂ udara
 - d. suhu optimum fotosintesis
 - e. penambahan intensitas sinar violet

4. Pada fotosintesis, reaksi pengikatan CO₂ berlangsung di dalam...
 - a. klorofil
 - b. kloroplas

-
- c. amiloplas
 - d. sitoplasma
 - e. stomata
5. Tumbuhan yang sebagian bahan baku untuk berfotosintesis diambil dari tumbuhan inangnya disebut...
- a. parasit fakultatif
 - b. semiparasit
 - c. euparasit
 - d. saprofit
 - e. autotrof
6. Pada reaksi terang fotosintesis dihasilkan...
- a. NADPH₂, ATP, dan glukosa
 - b. NADPH₂, ATP dan O₂
 - c. ATP, O₂, RDP
 - d. NADPH₂, APG, H₂O
 - e. RDP, APG, NADP⁺
7. Pada foosintesis nonsiklik terjadi pemecahan molekul air yang membebaskan oksigen dan hidrogen yang diikat oleh molekul akseptor. Berikut ini manakah yang merupakan akseptor hidrogen?
- a. Flavin Adenin Dinukleotida (FAD)
 - b. Nikotinamin Adenin Dinukleotida (NAD)
 - c. Nikotinamin Adenin Dinukleotida Phosphat (NADP)
 - d. Asam phospoenolpiruvat (PEP)
 - e. Ribulose diphosphat (RDP)
8. Percobaan dengan oksigen radioaktif menunjukkan bahwa waktu fotosintesis...
- a. Semua molekul air digunakan untuk berfotosintesis
 - b. semua O₂ yang dikeluarkan berasal dari CO₂
 - c. semua O₂ yang dikeluarkan berasal dari H₂O
 - d. O₂ yang dikeluarkan berasal dari CO₂ dan H₂O
 - e. yang keluar, keluar melalui epidermis daun

-
9. Tempat energi cahaya berubah menjadi energi kimia dalam sel berlangsung dalam organel...
- mitokondria
 - nucleus
 - ribosom
 - kloroplas
 - stomata
10. Oksigen yang dihasilkan pada fotosintesis terbentuk pada...
- reaksi terang saat fotolisis berlangsung
 - reaksi terang saat sensibilitas
 - reaksi gelap saat berlangsung oksidasi CO₂
 - reaksi gelap saat berlangsung fiksasi oksidasi
 - reaksi gelap saat perubahan gliseraldehid 3-P menjadi glukosa

POJOK DISKUSI CTL dan KKN1 4

Tujuan: Memahami konsep teoritis tentang transpirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang membahas asal usul kehidupan selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi transpirasi, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Bagaimana laju transpirasi tumbuhan yang hidup di permukaan air, darat dan gurun pasir? Why?
4. Bagaimana pengaruhnya pada tumbuhan jika disiram siang hari?

silahkan telaah dan kembangkan!

Hasil kegiatan:

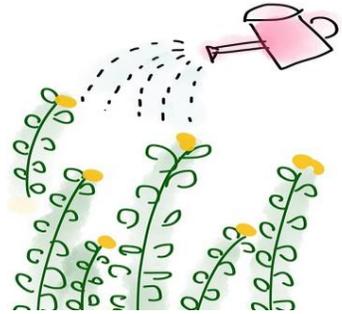
MATERI 4

TERANSPIRASI

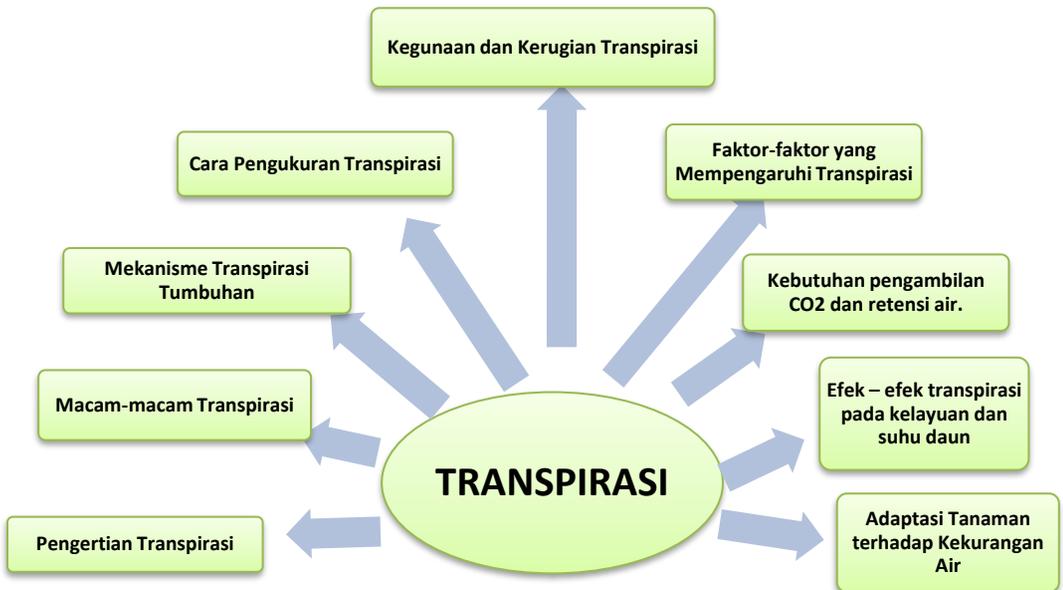
Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Menguasai konsep teoritis tentang transpirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

Bahan Kajian:
Pengertian transpirasi, macam-macam transpirasi, peranan transpirasi pada tumbuhan dan faktor yang mempegaruhi transpirasi

Yang perlu disiram akar atau daun ya...???!!!



Peta Konsep



A. Pengertian Transpirasi

Transpirasi ialah hilangnya uap air dari dedaunan dan bagian-bagian tumbuhan lain yang berhubungan dengan udara peristiwa perubahan air menjadi uap, yang naik ke udara melalui jaringan hidup tumbuh-tumbuhan, yaitu yang biasa melalui stomata daun, lentisel, dan kutikula.

Transpirasi merupakan penguapan berupa uap H₂O dan CO₂, terjadi siang hari saat panas, melalui stomata (mulut daun) dan lentisel (celah batang). Transpirasi berlangsung melalui bagian tumbuhan yang berhubungan dengan udara luar, yaitu melalui pori-pori daun seperti stomata, lubang kutikula, dan lentisel oleh proses fisiologi tanaman. Jadi semakin cepat laju transpirasi berarti semakin cepat pengangkutan air dan zat hara terlarut, demikian pula sebaliknya. Alat untuk mengukur besarnya laju transpirasi melalui daun disebut fotometer atau transpirometer.



Transpirasi dalam tanaman atau terlepasnya air melalui kutikula hanya 5-10% dari jumlah air yang ditranspirasikan. Air sebagian besar menguap melalui stomata, sekitar 80% air ditranspirasikan berjalan melewati stomata, sehingga jumlah dan bentuk stomata sangat mempengaruhi laju transpirasi. Selain itu transpirasi juga terjadi melalui luka dan jaringan epidermis pada daun, batang, cabang, ranting, bunga, buah dan akar.

Besarnya transpirasi tergantung dari jenis tumbuhan, suhu, kelembaban, kecepatan angin, tekanan udara dan sinar matahari. Proses kehilangan air dalam bentuk uap dari jaringan tumbuhan melalui stomata ini kemungkinan

kehilangan air dari jaringan tanaman melalui bagian tanaman yang lain dapat terjadi, tetapi porsi kehilangannya tersebut sangat kecil dibanding dengan yang hilang.

B. Macam-macam Transpirasi

Ada tiga tipe transpirasi yaitu :

1) Transpirasi Kutikula

Transpirasi kutikula adalah evaporasi(penguapan) air yang terjadi secara langsung melalui kutikula epidermis. Kutikula daun secara relatif tidak tembus air, dan pada sebagian besar jenis tumbuhan transpirasi kutikula hanya sebesar 10 persen atau kurang dari jumlah air yang hilang melalui daun-daun. Oleh karena itu, sebagian besar air yang hilang terjadi melalui stomata.

2) Transpirasi Stomata

Transpirasi stomata adalah Sel-sel mesofil daun tidak tersusun rapat, tetapi diantara sel-sel tersebut terdapat ruang-ruang udara yang dikelilingi oleh dinding-dinding sel mesofil yang jenuh air.

Air menguap dari dinding-dinding basah ini ke ruang-ruang antar sel, dan uap air kemudian berdifusi melalui stomata dari ruang-ruang antar sel ke atmosfer di luar. Sehingga dalam kondisi normal evaporasi membuat ruang-ruang itu selalu jenuh uap air. Asalkan stomata terbuka, difusi uap air ke atmosfer pasti terjadi kecuali bila atmosfer itu sendiri sama-sama lembab.

3) Transpirasi Lentikuler

Transpirasi lentisel adalah daerah pada kulit kayu yang berisi sel-sel yang tersusun lepas yang dikenal sebagai alat komplementer, uap air yang hilang melalui jaringan ini sebesar 0,1% dari total transpirasi.

C. Mekanisme Transpirasi Tumbuhan

Secara alamiah tumbuhan mengalami kehilangan air melalui penguapan. Proses kehilangannya air pada tumbuhan ini disebut transpirasi. Pada transpirasi, hal yang penting adalah difusi uap air dari udara yang lembab di dalam daun ke udara kering di luar daun.

Kehilangan air dari daun umumnya melibatkan kekuatan untuk menarik air kedalam daun dari berkas pembuluh yaitu pergerakan air dari sistem pembuluh dari akar ke pucuk, dan bahkan dari tanah ke akar. Ada banyak langkah dimana perpindahan air dan banyak faktor yang mempengaruhi pergerakannya.

1) Difusi dan transport aktif zat terlarut

Difusi melintasi membran disebut transpor pasif karena terjadi tanpa penggunaan energi metabolik secara langsung oleh sel. Transpor aktif adalah pemompaan zat terlarut melintasi membran melawan gradien elektrokimiawi zat tersebut. Proses ini disebut aktif karena sel harus menggunakan energi, biasanya dalam bentuk ATP, untuk mentranspor zat terlarut melawan arah difusi zat tersebut. Sebagian zat terlarut tidak bisa berdifusi melintasi lapisan ganda fosfolipid membran secara langsung. Sebagai gantinya, mereka harus melewati protein transpor yang tertanam didalam membran. Protein transpor yang

terlibat dalam transpor aktif memerlukan energi agar berfungsi, sementara yang terlibat dalam transpor aktif pasif tidak memerlukannya.

Pada beberapa kasus, protein transpor berkaitan secara selektif dengan suatu zat terlarut pada suatu sisi membran dan kemudian berubah bentuk, melepaskan zat terlarut pada sisi berlawanan protein transpor yang lain menyediakan saluran selektif melintasi membran. Misalnya, membran dari sebagian besar sel tumbuhan memiliki saluran kalium yang memungkinkan ion kalium untuk melintasi namun tidak untuk kation yang lain misalnya natrium.

2) Difusi air (osmosis)

Tumbuhan harus menyeimbangkan absorpsi dan kehilangan air. Absorpsi atau kehilangan air suatu sel melalui osmosis, difusi air melintasi suatu membran tekanan fisik dinding sel yang mendorong kembali melawan protoplas yang mengembang. Efek gabungan dari konsentrasi zat terlarut dan tekanan fisik disatukan kedalam suatu kuantitas yang disebut potensial air.

Potensial air menentukan arah pergerakan air. Gagasan utama yang harus diingat adalah air/bebas air yang tidak terikat pada zat terlarut atau permukaan/bergerak dari daerah yang memiliki potensial air lebih tinggi menuju ke daerah yang rendah jika tidak ada merintanginya.

Sebagai contoh, sel tumbuhan direndam dalam larutan yang memiliki potensial air lebih tinggi dari pada sel, air akan bergerak kedalam sel saat bergerak, air dapat melakukan kerja, misalnya ekspansi sel kata potensial dalam potensial air mengacu pada energi potensial air, kapasitas air untuk melakukan kerja ketika ia bergerak dari

daerah potensial air tinggi menuju daerah berpotensi air rendah.

3) Absorpsi air dan mineral oleh sel-sel akar

Sel-sel di dekat ujung akar adalah yang paling penting karena sebagian besar absorpsi air dan mineral terjadi di sana. Di wilayah ini, sel-sel epidermis permeable terhadap air dan terdiferensiasi menjadi rambut-rambut akar, yaitu sel-sel yang termodifikasi yang melakukan sebagian besar penyerapan air pada akar. Rambut-rambut akar menyerap larutan tanah, yang terdiri dari molekul-molekul air dan ion-ion mineral terlarut yang tidak terikat erat ke partikel-partikel tanah.

Larutan tanah mengalir ke dalam dinding hidrofili sel-sel epidermis dan lewat dengan bebas di sepanjang dinding-dinding sel dan ruang-ruang ekstrakulikuler menuju ke korteks akar. Aliran ini meningkatkan paparan sel-sel korteks terhadap larutan tanah. Sehingga menyediakan area permukaan membran yang lebih besar untuk absorpsi daripada area permukaan epidermis saja. Walaupun larutan tanah biasanya memiliki konsentrasi mineral yang rendah, transport aktif memungkinkan akar mengakumulasi mineral-mineral esensial seperti kalium, sehingga konsentrasi di akar mencapai ratusan kali lebih tinggi daripada dalam tanah.

4) Transpor Air dan Mineral ke dalam Xylem

Air dan mineral yang lewat dari tanah menuju ke korteks akar tidak dapat ditranspor ke seluruh bagian tumbuhan hingga memasuki xylem di stele, atau silinder vascular. Endodermis, lapisan sel-sel terdalam pada korteks akar, mengelilingi stele dan berfungsi sebagai pemeriksa terakhir bagi

perlintasan mineral selektif dari korteks ke dalam jaringan vascular.

D. Cara Pengukuran Transpirasi

Pengukuran laju transpirasi tidaklah terlalu mudah dilakukan. Kesulitan utamanya adalah karena semua cara pengukuran transpirasi mengharuskan penempatan suatu tumbuhan dalam berbagai kondisi yang mempengaruhi laju transpirasi. Ada empat cara laboratorium untuk menaksir laju transpirasi :

1. Kertas korbaklorida

Pada dasarnya cara ini adalah pengukuran uap air yang hilang ke udara yang diganti dengan pengukuran uap air yang hilang ke dalam kertas kobal klorida kering. Kertas ini berwarna biru cerah dan tetapi menjadi biru pucat dan kemudian berubah menjadi merah jambu bila menyerap air. Sehelai kecil kertas biru cerah ditempelkan pada permukaan daun dan ditutup dengan gelas preparat.

Demikian juga bagian bawah daun. Waktu yang diperlukan untuk mengubah warna biru kertas menjadi merah jambu dijadikan ukuran laju kehilangan air dari bagian daun yang ditutup kertas.

2. Potometer

Alat ini mengukur pengambilan air oleh sebuah potongan pucuk, dengan asumsi bahwa bila air tersedia dengan bebas untuk tumbuhan, jumlah air yang diambil sama dengan jumlah air yang dikeluarkan oleh transpirasi.

a) Pengumpulan uap air yang ditranspirasi

Cara ini mengharuskan tumbuhan atau bagian tumbuhan dikurung dalam sebuah

bejana tembus cahaya sehingga uap air yang ditranspirasikan dapat dipisahkan.

b) Penimbangan langsung

Pengukuran transpirasi yang paling memuaskan diperoleh dari tumbuhan yang tumbuh dalam pot yang telah diatur sedemikian rupa sehingga evaporasi dari pot dan permukaan tanah dapat dicegah. Kehilangan air dari tumbuhan ini dapat ditaksir untuk jangka waktu tertentu dengan penimbangan langsung.

E. Kegunaan dan Kerugian Transpirasi

1. Kegunaan Transpirasi pada tumbuhan antara lain :

- Pengangkutan air ke daun dan difusi air antar sel
- Penyerapan dan pengangkutan air, hara
- Pengangkutan asimilat
- Membuang kelebihan air
- Pengaturan bukaan stomata
- Mempertahankan suhu daun
- Pengangkutan mineral

2. Transpirasi yang merugikan

Tumbuhan biasanya menjadi segar kembali setelah laju transpirasi menurun. Daun yang layu pada siang hari akan segar kembali pada malam hari atau pagi berikutnya. Daun dapat juga meningkat turgornya pada siang hari jika transpirasi menurun akibat adanya awan, penurunan suhu atau hujan kecil walaupun air tersebut tidak sampai menembus ke akar. Sebaliknya, layu tetap diakibatkan oleh terjadinya kekurangan air yang berat dalam tanah. Akar tidak dapat mengabsorpsi air, maka tumbuhan akan mati kecuali jika

persediaan air dalam tanah dapat ditingkatkan kembali. Layu sementara yang terjadi berulang-ulang akan menimbulkan pengaruh yang merugikan pada metabolisme tumbuhan dan tumbuhan yang sering mengalami kelayuan akan tertekan pertumbuhannya.

Penyebab utamanya adalah kekurangan air akan menghambat laju pertumbuhan jaringan muda, khususnya proses pembelahan dan pembesaran sel. Penghambatan laju pertumbuhan ini menyebabkan menurunnya penggunaan makanan oleh jaringan yang sedang tumbuh, dan pada umumnya kekurangan air selalu diikuti oleh penimbunan karbohidrat. Tingkat karbohidrat yang tinggi yang berlanjut dapat menimbulkan perubahan struktural dan perubahan fisiologis permanen yang berkaitan dengan pertumbuhan yang tertekan.

F. Faktor - faktor yang Mempengaruhi Transpirasi

Kegiatan transpirasi terpengaruh oleh banyak faktor baik faktor-faktor dalam maupun faktor-faktor luar. Yang terhitung sebagai faktor-faktor dalam adalah:

- Besar kecilnya daun
- Tebal tipisnya daun
- Berlapiskan lilin atau tidaknya permukaan daun
- Banyak sedikitnya bulu di permukaan daun
- Banyak sedikitnya stomata
- Bentuk dan lokasi stomata

Faktor luar yang mempengaruhi kegiatan transpirasi

1) Bentuk serta distribusi stomata

Lubang stomata yang tidak bundar melainkan oval itu ada sangkut paut dengan intensitas pengeluaran air. Juga yang letaknya satu sama lain di perantaraan oleh suatu juga jarak yang tertentu itu pun mempengaruhi intensitas penguapan. Jika lubang-lubang itu terlalu berdekatan maka penguapan dari lubang yang satu malah menghambat penguapan dari lubang yang berdekatan.

2) Membuka dan menutupnya stomata

Mekanisme membuka dan menutupnya stomata berdasarkan suatu perubahan turgor itu adalah akibat dari perubahan nilai osmosis dari isi sel-sel penutup.

3) Banyaknya stomata

Pada tanaman darat umumnya stomata itu kepadatan pada permukaan daun bagian bawah. Pada beberapa tanaman permukaan atas dari daun pun mempunyai stomata juga. Temperatur berpengaruh pada membuka dan menutupnya stomata. Pada banyak tanaman stoma tidak bersedia membuka jika temperatur ada disekitar 0 derajat celcius.

G. Kebutuhan pengambilan CO₂ dan retensi air.

Faktor-faktor luar yang mempengaruhi transpirasi

❖ Sinar matahari

Sinar menyebabkan membukanya stoma dan gelap menyebabkan menutupnya stoma jadi banyak sinar mempercepat transpirasi

❖ Temperatur

Pengaruh temperatur terhadap transpirasi daun dapat pula ditinjau dari sudut lain yaitu didalam hubungannya dengan tekanan uap air didalam daun dan tekanan uap air diluar daun, kenaikan temperatur menambah tekanan uap didalam daun.

- ✓ Kelembaban udara
- ✓ Angin
- ✓ Keadaan air didalam tanah

Walaupun beberapa jenis tumbuhan dapat hidup tanpa melakukan transpirasi, tetapi jika transpirasi berlangsung pada tumbuhan agaknya dapat memberikan beberapa keuntungan bagi tumbuhan tersebut misalnya:

- Mempercepat laju pengangkutan unsur hara melalui pembuluh xylem
- Menjaga turgiditas sel tumbuhan agar tetap pada kondisi optimal
- Sebagian salah satu cara untuk menjaga stabilitas suhu.

H. Efek - efek transpirasi pada kelayuan dan suhu daun

Asalkan bagian besar stomata tetap terbuka, transpirasi paling banyak terjadi pada hari yang cerah, hangat, kering dan berangin karena faktor-faktor lingkungan ini meningkatkan evaporasi. Jika transpirasi tidak dapat menarik cukup air ke daun, tunas menjadi agak layu saat sel-sel kehilangan tekanan turgor.

Walaupun tumbuhan merespon tekanan kekeringan ringan semacam gurun menghindari kekeringan dengan menyelesaikan siklus hidupnya yang pendek selama musim hujan yang singkat.

Spesies-spesies yang hidup lebih lama memiliki berbagai adaptasi fisiologi atau morfologi yang tak lazim yang memungkinkan mereka bertahan menghadapi kondisi-kondisi gurun yang keras. Xerofita juga di temukan di lingkungan-lingkungan lain, tempat akses ke perairan tawar cair merupakan sebuah kendala, seperti wilayah-wilayah yang beku dan pesisir laut. Banyak xerofita seperti kaktus, memiliki daun yang sangat tereduksi yang melawan fotosintesis di batang.

Batang dari kebanyakan xerofita bersifat kenyal karena bagian tersebut menyimpan air untuk digunakan selama priode yang kering yang panjang. Adaptasi lain terhadap habitat adalah metabolisme asam krasulasea (crassulacean acid metabolism (CAM), suatu bentuk fotosintesis terspesialisasi yang ditemukan pada tumbuhan sukulen dari famili crassulaceae dan sejumlah famili yang lain. Karena daun dari tumbuhan CAM mengambil CO₂ pada malam hari, stomata tetap dapat tertutup pada siang hari, saat tekanan evaporatif lebih besar. Seperti yang telah kita lihat, tumbuhan menghadapi dilema dimana tumbuhan harus memperoleh air sebanyak mungkin. Stomata merupakan mediator terpenting dalam konflik.

I. Adaptasi Tanaman terhadap Kekurangan Air

Banyak sekali sifat-sifat yang membantu tumbuhan untuk meniadakan pengaruhkeadaan yang tidak menguntungkan dan sebagai akibatnya memperluas jangkauan kisaran tempat hidupnya.

1. Adaptasi Morfologi

Sebagai contoh dapat dilihat pada tumbuhan gurun atau setengah gurun yang mempunyai bentuk perakan yang dalam yang memungkinkan pengambilan cadangan air

dibawah tanah, dan pada rumpun-rumpun yang terancam rapar di daerah-daerah setengah kering yang membantu menahan air bila ada sumber-sumber dalam udara (mis. Embun), sifat morfologis lain yang dianggap menyokong kemampuan hidup tanaman di iklim kering, yaitu: rambut daun, berputarnya daun, dan lain - lain.

2. Adaptasi Anatomis

Sebagai contoh suatu tanaman rumput yang memiliki anatomi daun yang spesifik, dapat mengikat CO₂. Stomata tanaman menutup di siang hari untuk mengurangi kehilangan air akibat transpirasi.

3. Adaptasi Biokimia

Adaptasi biokimia bertujuan untuk melindungi sel-sel dan jaringan dari kerusakan dan kematian selama keadaan kering yang berat. Contohnya biji-biji tanaman spesies ephemeral mendukung (mengandung cukup air) untuk perkecambahannya.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Memahami konsep teoritis tentang transpirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

1.

2.

3.
4.
5.

TES

1. Ada 3 macam transpirasi pada tumbuhan yaitu ...
 - a. transpirasi kutikula, transpirasi stomata, transpirasi lentikuler
 - b. transpirasi kutikula, transpirasi osmosis, transpirasi lentisel
 - c. transpirasi osmosis, transpirasi difusi, transpirasi campuran
 - d. transpirasi campuran, transpirasi osmosis, transpirasi lentisel

-
- e. transpirasi difusi, transpirasi osmosis, transpirasi lentisel

2. Perhatikanlah jaringan tumbuhan berikut!

- 1) Jaringan plaisade
- 2) Jaringan spons
- 3) jaringan xilem
- 4) Jaringan floem
- 5) Jaringan epidermis

Jaringan penyusun sistem pengangkut pada tumbuhan ditunjukkan oleh nomor...

- a. 1 dan 2
 - b. 2 dan 3
 - c. 3 dan 4
 - d. 4 dan 5
 - e. 3 dan 5
3. Proses hilangnya uap air dari dedaunan dan bagian-bagian pada tumbuhan disebut dengan.....
- a. Respirasi
 - b. Ekspirasi
 - c. Transpirasi
 - d. Transportasi
 - e. Fotosintesis
4. Berikut yang bukan termasuk faktor yang memengaruhi proses difusi adalah
- a. konsentrasi zat
 - b. ukuran zat
 - c. suhu
 - d. tempat terjadinya difusi
 - e. wujud zat
5. Osmosis merupakan perpindahan zat pelarut berkonsentrasi tinggi menuju zat pelarut berkonsentrasi rendah, melalui membran yang bersifat
- a. selektif permeable
 - b. fertilisasi
 - c. tembus pandang
 - d. tipis
 - e. bisa dikontrol

-
6. Apabila sel dimasukan kedalam suatu larutan yang hipertonis akan terjadi peristiwa plasmolisis, yaitu...
- mengembangnya inti sel
 - rusaknya inti sel
 - mengecilnya sebuah sel
 - mengecilnya ribosom
 - membelahnya sel
7. Masuknya garam-garam mineral dan air dari tanah ke dalam sel-sel akar merupakan suatu contoh proses...
- imbibisi
 - osmosis
 - difusi
 - adsorpsi
 - plasmolisis
8. Transpor membran yang tergolong transport pasif adalah
- pinositosis
 - osmosis
 - fagositosis
 - eksositosis
 - endositosis
9. Transpor membran yang tergolong transport pasif adalah
- pinositosis
 - osmosis
 - fagositosis
 - eksositosis
 - Endositosis
10. Makhluk hidup bersel satu mengambil oksigen dan melepaskan karbondioksida dari tubuhnya melalui seluruh permukaan sel secara.....
- osmosis
 - difusi
 - adsorpsi
 - imbibisi
 - evaporasi

POJOK DISKUSI CTL dan KKN I 5

Tujuan: Memahami konsep respirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang respirasi selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi respirasi, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Fenomena yang terjadi pada gambar ?



silahkan telaah dan kembangkan!

Hasil kegiatan:

MATERI 5

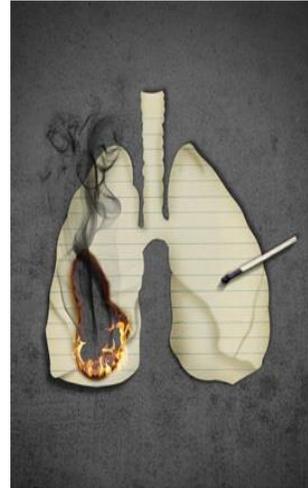
RESPIRASI

Kemampuan Akhir yang Diharapkan:

Menguasai konsep respirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

Bahan Kajian:

Pengertian respirasi, sistem respirasi pada tumbuhan dan hewan



Peta Konsep



A. Pengertian Respirasi

Bernafas merupakan salah satu ciri dan aktivitas makhluk hidup. Istilah pernapasan berbeda dengan respirasi. **Bernapas** adalah proses pengambilan O₂ dari lingkungan dan pengeluaran CO₂ dan uap air dari dalam tubuh ke lingkungan. **Respirasi** adalah proses pembakaran (oksidasi) senyawa organik di dalam sel guna memperoleh energi. Respirasi bertujuan menghasilkan energi. Energi hasil respirasi tersebut sangat diperlukan untuk aktivitas hidup seperti mengatur suhu tubuh, pergerakan, pertumbuhan, dan reproduksi.

Jadi kegiatan bernapas dengan respirasi saling berhubungan karena pada proses pernapasan dimasukkan oksigen dan oksigen tersebut digunakan untuk respirasi guna menghasilkan energi.

Beberapa fungsi bernafas yang penting adalah:

- 1) Mengambil O₂ yang kemudian dibawa oleh darah keseluruh tubuh untuk mengadakan pembakaran.
- 2) Mengeluarkan CO₂ yang terjadi sebagai sisa dari pembakaran kemudian dibawa oleh darah ke paru-paru untuk dibuang.

B. Sistem Respirasi Manusia

Pada manusia, organ pernapasan utamanya adalah paru-paru dan dibantu oleh alat-alat pernapasan lain. Sistem pernapasan manusia secara umum dapat dilihat pada Gambar:

Jalur udara pernapasan untuk menuju sel-sel tubuh adalah:

Rongga hidung → faring (rongga tekak) → laring
→ trakea (batang tenggorok) → bronkus →
paru-paru → alveolus → sel-sel tubuh.

Organ Pernafasan Manusia:

1) Rongga hidung

Rongga hidung merupakan tempat yang paling awal dimasuki udara pernapasan. Udara pernapasan masuk melalui lubang hidung menuju rongga hidung yang dilengkapi silia dan selaput lendir yang berguna untuk menyaring debu, melekatkan kotoran pada rambut hidung, mengatur suhu udara pernapasan, dan menyelidiki adanya bau udara. Rongga hidung berhubungan dengan tulang dahi, kelenjar air mata, telinga bagian tengah, serta rongga mulut.

Di dalam rongga hidung udara akan mengalami penyaringan dan penghangatan. *Penyaringan* diperuntukkan bagi benda-benda asing yang tidak berbentuk gas, misalnya debu. Benda-benda ini dihalangi oleh rambut-rambut rongga hidung. Adanya indera pembau memungkinkan tubuh untuk menghindari gas-gas yang berbau tidak enak masuk dalam saluran pernapasan.

Penghangatan yaitu mengubah suhu udara agar sesuai dengan suhu tubuh. Bila udara yang masuk suhunya lebih rendah dari suhu tubuh, darah kapiler akan melepaskan energinya ke rongga hidung sehingga suhu udara yang masuk menjadi hangat. Adanya lendir menyebabkan udara kering yang masuk ke rongga hidung menjadi lembab.

2) *Faring*

Faring merupakan rongga pertigaan ke arah saluran pencernaan (esofagus), saluran pernapasan (batang tenggorok), dan saluran ke rongga hidung.

3) *Laring*

Laring berperan untuk pembentukan suara dan untuk melindungi jalan napas terhadap masuknya makanan dan cairan. Dalam laring terdapat selaput suara yang ketegangannya diatur oleh serabut-serabut otot sehingga dapat mengatur tinggi rendah nada suara yang diperlukan. Keras lemahnya suara ditentukan oleh aliran udara yang melewati selaput suara.

Di bagian laring terdapat beberapa organ yaitu:

- Epiglotis, merupakan katup tulang rawan untuk menutup laring sewaktu orang menelan. Bila waktu makan kita bicara (epiglotis terbuka), makanan bisa masuk ke laring (keselek) dan terbatuk-batuk yang merupakan gerakan refleks untuk mengeluarkan benda atau makanan yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Pada saat bernapas epiglotis terbuka tapi pada saat menelan epiglotis menutup laring.
- Jika bernapas melalui mulut udara yang masuk ke paru-paru tak dapat disaring, dilembabkan atau dihangatkan yang menimbulkan gangguan tubuh dan sel bersilia akan rusak adanya gas beracun dan dehidrasi. Pita suara, terdapat dua pita suara yang dapat ditegangkan dan dikendurkan, sehingga lebar selah-selah antara pita-pita

tersebut berubah-ubah sewaktu berapas dan berbicara. Selama pernapasan pita suara sedikit terpisah sehingga udara dapat keluar masuk.

4) *Trakea*

Trakea terletak di daerah leher, di bagian depan kerongkongan. Trakea berbentuk pipa yang terdiri dari gelang-gelang tulang rawan. Lihat gambar 1.2. Dinding batang tenggorok (trakea) dan dinding bronkus (cabang batang tenggorok) terdiri atas tiga lapisan sel. Lapisan-lapisan itu berturut-turut dari dalam adalah lapisan epitelium (bersilia dan berlendir).

Lapisan tulang rawan dengan otot polos, dan lapisan terluar yang terdiri dari jaringan pengikat. Dinding dalamnya dilapisi selaput lendir yang sel-selnya berambut getar. Rambut-rambut getar berfungsi untuk menolak debu atau benda-benda asing. Jika kita tiba-tiba batuk atau bersin mungkin karena di saluran batang tenggorok ada lendir atau debu yang mengganggu jalannya pernapasan.

5) *Bronkus*

Bronkus merupakan cabang batang tenggorok yang jumlahnya sepasang, yang satu menuju ke paru-paru kanan dan yang satu lagi menuju ke paru-paru kiri. Dinding bronkus tersusun atas lapisan jaringan ikat, lapisan otot polos, dan cincing tulang rawan, serta lapisan jaringan epitel.

6) *Bronkiolus dan alveolus*

Dari bronkus, udara masuk ke cabang bronkus yang semakin halus lagi yang disebut bronkiolus. Bronkiolus berakhir sebagai gelembung-gelembung halus yang disebut alveolus.

Alveolus diselebungi oleh pembuluh darah kapiler tempat terjadinya difusi O₂ dan CO₂.

7) *Paru - paru*

Paru-paru terletak dalam rongga dada, dibatasi oleh tulang rusuk dan otot dada, bagian bawah dibatasi oleh otot diafragma yang kuat. paru-paru merupakan himpunan dari bronkiolus, saccus alveolaris dan alveolus. Paru-paru dan rongga dada berselaput tipis yang disebut pleura. Pleura mempunyai struktur rangkap dua yang merupakan kantong tertutup.

Pleura yang langsung melekat pada paru-paru disebut pleura viscelaris. Diantara selaput dan paru-paru terdapat cairan limfa yang berfungsi untuk melindungi paru-paru dari gesekan pada waktu mengembang dan mengempis. Mengembang dan mengempis paru-paru disebabkan oleh adanya perubahan tekanan dalam rongga dada.

Mekanisme Pernafasan

Bernapas adalah proses pengambilan udara pernapasan luar untuk dibawah masuk ke dalam paru-paru dan proses pengeluaran gas sisa ke udara bebas. Proses bernapas pada manusia dibedakan menjadi dua yaitu:



1. **Inspirasi** yaitu pemasukan oksigen dan udara atmosfer ke paru-paru.
2. **Ekspirasi** yaitu pengeluaran karbon dioksida dan uap air dari paru-paru keluar tubuh.

Setiap menit kita melakukan inspirasi dan ekspirasi sebanyak 15 sampai 18 kali. Proses inspirasi dan ekspirasi.

Aliran udara dari udara bebas ke paru-paru dan sebaliknya, ditentukan oleh perubahan tekanan udara dalam rongga paru-paru, rongga dada, dan rongga perut. Perubahan tekanan disebabkan oleh terjadinya perubahan volume setiap ruangan. Perubahan volume setiap ruangan ini diatur oleh otot-otot pernapasan yaitu otot antar tulang rusuk, otot diafragma, dan otot dinding perut.

Berdasarkan otot yang berperan aktif dalam proses pernapasan, pernapasan dibagi menjadi pernapasan dada dan pernapasan perut.

1) Pernafasan Dada

Pada pernapasan dada, otot yang berperan aktif adalah otot tulang antar rusuk. Otot ini dapat dibedakan menjadi dua yaitu otot antar tulang rusuk luar yang berperan mengangkat tulang-tulang rusuk dan otot antar tulang rusuk dalam yang berperan menurunkan tulang rusuk ke posisi semula.

Bila otot antar tulang rusuk luar berkonstraksi, tulang rusuk terangkat hingga volume udara rongga dada bertambah besar. Hal ini menyebabkan tekanan udara rongga dada menjadi kecil dari tekanan udara rongga paru-paru, sehingga mendorong paru-paru mengembang dan mengubah tekanannya menjadi lebih kecil dari pada tekanan udara bebas. Dari semua proses ini, selanjutnya akan terjadi aliran udara dari luar ke dalam rongga paru-paru melalui rongga hidung, batang tenggorok, bronkus dan alveolus. Proses ini disebut inspirasi.

Bila otot antar tulang rusuk dalam berkonstraksi dan otot-otot antar tulang rusuk bagian luar relaksasi, tulang rusuk tertarik ke posisinya semula sehingga mendesak dinding paru-paru. Akibatnya rongga paru-paru mengecil dan menyebabkan tekanan udara di dalamnya meningkat. Hal ini yang menyebabkan udara dalam rongga paru-paru terdorong ke luar. Proses ini disebut ekspirasi.

2) Pernapasan perut

Pada pernafasan perut, otot yang berperan aktif adalah otot diafragma dan otot dinding rongga perut. Bila otot diafragma berkontraksi, posisi diafragma akan mendatar. Hal ini menyebabkan volume rongga dada bertambah besar, sehingga tekanan udara di dalamnya mengecil. Penurunan tekanan udara akan diikuti mengembangnya paru-paru. Hal ini menyebabkan terjadinya aliran udara ke dalam paru-paru (inspirasi).

Bila otot diafragma berelaksasi dan otot dinding perut berkonstraksi, isi rongga perut akan terdesak ke arah diafragma, sehingga posisi diafragma akan cekung ke arah rongga dada. Hal ini menyebabkan volume rongga dada mengecil dan tekanannya meningkat, sehingga menyebabkan isi rongga paru-paru terdorong ke luar dan terjadilah ekspirasi.

Volume udara pernapasan dalam paru-paru

Dalam keadaan normal, volume udara inspirasi dan sekitar 500ml. volume udara dalam paru-paru dan kecepatan pertukaran saat inspirasi dan ekspirasi dapat diukur melalui spirometer. Secara garis besar volume udara pernapasan manusia adalah:

-
1. Volume tidal atau udara pernapasan yaitu volume udara yang masuk dan keluar paru-paru selama ventilasi normal biasa. Umumnya padapada laki-laki sekitar 500 ml dan pada perempuan 380 ml. Volume tidal dapat berubah, tergantung aktivitas tubuh. Dari 500 ml udara tersebut pada umumnya 350 ml sampai di paru-paru, sedangkan 150 ml hanya sampai di saluran pernapasan.
 2. Volume cadangan inspirasi atau udara komplementer yaitu volume udara extra yang masuk paru-paru dengan inspirasi maximum di atas inspirasi tidal. Umumnya pada laki-laki berkisar 3100 ml dan pada perempuan 1900 ml.
 3. Volume cadangan ekspirasi atau udara suplementer adalah volume extra udara yang dapat dengan kuat dikeluarkan pada akhir ekspirasi tidak normal. Umumnya pada laki-laki berkisar 1200 ml dan pada perempuan 800 ml.
 4. Volume residual yaitu volume udara sisa dalam paru-paru setelah melakukan ekspirasi kuat. Rata-rata pada laki-laki sekitar 1200 ml dan pada perempuan 1000 ml. volume residual penting untuk kelangsungan aerasi dalam darah saat jeda pernapasan.

Jumlah udara pernapasan kita adalah 500 ml-3500 ml yaitu 500 ml volume tidal ditambah 1500 ml udara suplementer dan 1500 udara komplementer. Jumlah udara pernapasan 3500 ml inilah yang disebut kapasitas vital paru-paru. Kapasitas vital seseorang tidak sama, ada yang mencapai 4000 ml karena dapat menambah udara cadangan ekspirasi (udara suplementer) hingga 2000 ml, tergantung dari kondisi tubuh dan latihan pernapasan.

Frekuensi pernapasan

Pada umumnya setiap menit manusia melakukan pernapasan antara 15-18 kali (inspirasi-ekspirasi). Cepat atau lambatnya manusia bernapas dipengaruhi oleh beberapa faktor, baik dari dalam maupun dari luar yaitu sebagai berikut:

1. Umur

Umunya makin bertambah umur seseorang, irama pernapasannya semakin lambat. Hal ini berkaitan dengan makin berkurangnya kebutuhan energi. Usia balita atau anak-anak remaja merupakan masa pertumbuhan fisik yang sangat membutuhkan banyak energi, yang berarti laju metabolisme dalam tubuh juga akan lebih cepat sehingga membutuhkan banyak oksigen dan juga mengeluarkan banyak karbon dioksida.

2. Jenis kelamin

Laki-laki umumnya beraktivitas lebih banyak dan lebih keras dari pada perempuan. Hal ini mengakibatkan semakin tingginya kebutuhan energi, sehingga membutuhkan banyak oksigen untuk meningkatkan laju metabolisme tubuh.

3. Suhu tubuh.

Manusia termasuk jenis makhluk hidup yang bersifat homoiterm, yang berarti suhu tubuhnya relatif konstan sekitar 36-37°C. Suhu tubuh konstan karena manusia mampu mengatur produksi panas tubuhnya dengan cara meningkatkan laju metabolisme tubuh. Semakin rendah suhu semakin cepat pernapasan, sebaliknya semakin tinggi suhu semakin lambat pernapasan.

Akan tetapi hal tersebut demikian tidak berlangsung secara linier. Apabila suhu tubuh terus meningkat, pada suhu tertentu laju irama pernapasan akan semakin cepat, misalnya pada saat tubuh demam.

4. Posisi tubuh

Posisi tubuh menentukan banyaknya otot dan organ tubuh yang bekerja. Hal ini berarti menentukan kebutuhan energi untuk mendukungnya. Sebagai contoh saat berdiri otot kaki banyak yang berkontraksi, juga otot tubuh juga ikut menjaga agar posisi tubuh tegak berdiri ikut berkontraksi. Di samping itu, agar tubuh dapat berdiri maka organ dan pusat saraf keseimbangan bekerja untuk mengendalikan posisi tubuh. Karena itu irama pernapasan pada posisi berdiri lebih cepat dari pada orang yang duduk atau orang yang berbaring.

5. Kegiatan atau aktivitas tubuh

Semakin banyak organ tubuh yang bekerja dan semakin berat kerja organ tersebut, semakin tinggi kebutuhan energi yang diperlukan, sehingga laju metabolisme dan irama pernapasan semakin cepat.

Irama pernapasan diatur oleh pusat pernapasan yang ada di medula oblongata, yang mengolah impuls saraf dari reseptor dalam pembuluh darah. Reseptor ini sangat peka terhadap kadar CO₂ di dalam darah. Jika seseorang ditutup mulut dan lubang hidungnya, maka tidak lama kemudian orang itu akan mengalami hiperventilasi (kenaikan frekuensi pernapasan). Respon ini merupakan perintah dari medulla oblongata.

Pada saat lubang pernapasan ditutup, proses pengeluaran CO₂ keluar tubuh akan terganggu sehingga CO₂ merangsang reseptor-reseptor yang ada di dalam pembuluh darah. Implus dari pembuluh darah yang sampai ke medulla oblongata mengakibatkan medulla oblongata memerintah kontraksi otot-otot pernapasan sehingga orang tersebut mengalami hiperventilasi.

Kelainan Sistem Respirasi

Sistem pernapasan dapat mengalami gangguan. Gangguan tersebut dapat disebabkan oleh kuman, polusi udara atau faktor keturunan (genetik).

1. Berkurangnya jumlah hemoglobin. Berkurangnya hemoglobin dalam darah akan menghambat proses penyampaian oksigen ke dalam sel tubuh. Berkurangnya hemoglobin dapat disebabkan oleh anemia atau pendarahan berat.
2. Keracunan gas CN (sianida) dan atau CO (karbon monoksida). Keracunan gas-gas ini mengganggu proses pengikatan O₂ oleh darah karena gas CO dan CN memiliki daya ikat jauh lebih kuat terhadap hemoglobin dari pada daya ikat oksigen. Jika 70%-80% hemoglobin dalam darah mengikat CO dan membentuk HbCO maka akan menyebabkan kematian. Gangguan pengangkutan oksigen ke sel tubuh/jaringan tubuh disebut asfiksi.
3. Kanker paru-paru. Penyakit ini dapat dipicu oleh polusi udara dan polusi asap rokok yang mengandung hidrokarbon termasuk



-
- benzopiren. Kanker paru-paru menyebabkan paru-paru rusak dan tidak berfungsi lagi.
4. Emfisema. Penyakit paru-paru degeneratif ini terjadi karena jaringan paru-paru kehilangan elastisitasnya akibatnya gangguan jaringan elastik dan kerusakan dinding di antara alveoli. Pada amfisema stadium lanjut, inspirasi dan ekspirasi terganggu dan beban pernapasan meningkat sehingga timbul komplikasi seperti hipertensi pulmonal atau pembesaran jantung yang diikuti gagal jantung. Emfisema umumnya disebabkan oleh kebiasaan merokok, polusi asap rokok dan polusi udara.
 5. Asma. Penyakit ini terjadi karena penyempitan saluran pernapasan. Asma ditandai dengan mengi (wheezing), batuk dan rasa sesak di dada secara berkala atau kronis. Penyempitan saluran pernapasan dapat disebabkan oleh hal berikut: (a) Sumbatan jalan napas yang sebagian reversible; (b) Radang jalan napas sehingga merusak sel epitel saluran napas; (c) Reaksi yang berlebihan pada jalan napas terhadap berbagai rangsang, misalnya reaksi alergi. Serangan asma biasanya lebih berat saat malam dan dini hari, karena pada saat itu terjadi penyempitan pada bronkus akibat udara dingin. Penderita asma biasanya diobati dengan obat-obatan yang disebut bronkodilator. Obat ini tidak diminum atau disuntikkan ke penderita tetapi digunakan sebagai inhaler (dihirup).
 6. TBC (tuberkulosis). TBC dapat mengganggu proses difusi oksigen karena timbulnya bintil-bintil kecil pada alveolus yang disebabkan bakteri *Myobacterium tunerculosis*. Penderita

biasanya batuk berat, yang dapat disertai batuk darah dan badan menjadi kurus.

7. Pneumonia. Infeksi bakteri *Diplococcus pneumoniae* menyebabkan penyakit pneumonia (radang paru-paru atau radang dinding alveolus).
8. Radang. Penyakit radang pada bronkus disebut bronchitis. Radang pada hidung disebut rinitis. Radang disebelah atas rongga hidung disebut sinusitis. Radang pada laring disebut laryngitis, dan pada pleura disebut pleuritis. Adanya penyumbatan di rongga faring dan laring karena difteri, laryngitis, atau tetanus (kejang otot) sering ditanggulangi dengan melakukan trakeostomi (melubangi trakea).
9. Tonsilitas. Tonsilitas adalah peradangan pada tonsil (amandel), tonsil adalah kelompok jaringan limfoid yang terdapat di rongga mulut. Jika terjadi infeksi melalui mulut atau saluran pernafasan, tonsil akan membengkak (radang). Pembengkakan tonsil dapat menyebabkan penyempitan saluran pernapasan.
10. Bronkitis. Terjadi karena peradangan bronkus.
11. Influenza. Disebabkan oleh virus yang menimbulkan radang pada selaput mukosa di saluran pernapasan.

C. Sistem Respirasi Hewan

Macam - macam alat pernapasan pada hewan yaitu : paru - paru, insang, kulit, dan trakea.

1) Alat Pernapasan pada Aves

Burung bernapas dengan paru - paru. Burung mempunyai alat pernapasan yaitu pundi - pundi (kantong) udara. Pundi - pundiudara berguna

untuk menyimpan udara pada waktu terbang. Proses pernapasan burung adalah sebagai berikut Hidung, tenggorokan, pundi - pundi udara, paru - paru. Ketika terbang pernapasan burung berasal dari udara yang dalam pundi - pundi udara, dan ketika tidak burung mengisi pundi - pundi udaranya.

2) Reptil

Reptil (ular, buaya, kadal, cecak dan buaya) bernapas dengan paru - paru. Udara masuk melalui hidung kemudian masuk ke batang tenggorokan lalu ke paru - paru.

3) Amfibi (Katak)

Metamorfosis katak meliputi : telur, berudu (cebong), katak muda dan katak dewasa. Berudu bernapas dengan insang. Katak muda dan katak dewasa bernapas dengan paru - paru dan kulit

4) Ikan

Ikan bernapas dengan insang yang berjumlah empat pasang. Ikan memiliki gelembung renang yang berguna sebagai penyimpan oksigen dan pengatur gerak naik turun. Bagi ikan yang hidup ditempat yang kurang air (lumpur) mempunyai lipatan - lipatan insang disebut labirin. Labirin dapat menyimpan cadangan oksigen.

5) Serangga

Serangga bernapas dengan trakea. Trakea adalah pembuluh - pembuluh halus yang bercabang yang memenuhi seluruh bagian tubuh serangga dan bermuara pada stigma. Stigma adalah lubang yang terletak di sisi tubuh bagian kiri-kanan. Stigma berfungsi sebagai tempat keluar masuknya udara.

6) Cacing

Cacing tidak mempunyai alat pernapasan khusus, cacing bernapas melalui permukaan kulit tubuhnya yang basah.

7) Mamalia

Semua hewan mamalia, baik mamalia darat maupun mamalia air bernapas dengan paru - paru. Seekor lumba - lumba dan paus mengeluarkan kepalanya ke permukaan air untuk menghirup udara dan setelah lama menyelam kembali ke permukaan air untuk menghembuskan udara lembab dan hangat dari paru - paru.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Memahami konsep respirasi dan menganalisis prinsip dasar sains dalam kehidupan

1.

2.

3.

4.

TES

1. Berikut ini yang bukan tergolong alat penapasan ialah...
 - a. rongga hidung
 - b. kerongkongan
 - c. tenggorokan
 - d. bronkus
 - e. saluran hidung

2. Trakea merupakan saluran pernapasan yang terletak memanjang dari leher menuju rongga dada, yakni terletak pada...
 - a. Bagian belakang tenggorokan
 - b. Bagian kanan kerongkongan
 - c. Bagian kiri kerongkongan
 - d. Bagian depan kerongkongan
 - e. Bagian dalam kerongkongan

3. Proses respirasi yang memproduksi karbondioksida dapat dibuktikan dengan cara...
 - a. Meniupkan angin ke arah cermin
 - b. Mengaduk air di dalam ember
 - c. Meniupkan angin ke arah api
 - d. Mengaduk air yang bercampur kapur
 - e. Meniupkan angin ke arah semen yang masih basah

-
4. Katup pangkal tenggorok memiliki fungsi sebagai...
 - a. Penutup tenggorokan pada saat bernapas
 - b. Penutup kerongkongan pada saat menelan makanan
 - c. Penutup saluran napas pada saat menelan makanan
 - d. Stimulan dalam proses menelan makanan
 - e. Semua jawaban salah

 5. Apabila otot antar tulang rusuk saling berkontraksi, maka akan terjadi hal-hal berikut ini, terkecuali...
 - a. Pembesaran rongga dada
 - b. Terangkatnya tulang-tulang rusuk
 - c. Masuknya udara dari luar menuju paru-paru
 - d. Meningkatnya tekanan udara di dalam paru-paru
 - e. Semua jawaban salah

 6. Pada saat ekspirasi berlangsung, akan terjadi hal-hal berikut, terkecuali...
 - a. Diafragma mendatar
 - b. Tekanan udara di dalam paru-paru meninggi
 - c. Volume udara di dalam paru-paru berkurang
 - d. Diafragma melengkung ke atas
 - e. Diafragma menurun

 7. Selaput pembungkus pada paru-paru disebut dengan...
 - a. pleura
 - b. alveolus
 - c. bronkiolus
 - d. diafragma
 - e. plumo

 8. Infeksi yang terjadi pada cabang tenggorok disebut dengan..
 - a. Pleuritis
 - b. Sinusitis
 - c. Rhinitis
 - d. Bronchitis
 - e. Rakitis

9. Jika makan dengan diselingi berbicara, maka dapat mengakibatkan tersedak makanan. Hal tersebut dikarenakan adanya makanan yang memasuki...

- a. rongga mulut
- b. usus
- c. kerongkongan
- d. rongga hidung
- e. tenggorokan

10. Ada beberapa faktor yaitu :

- 1) Umur
- 2) Jenis kelamin
- 3) Suhu
- 4) Tinggi badan

Faktor yang mempengaruhi frekuensi pernapasan manusia yaitu...

- a. 1 dan 2
- b. 1 dan 3
- c. 2 dan 3
- d. 1, 2 dan 3
- e. 2, 3 dan 4

POJOK DISKUSI CTL dan KKNi 6

Tujuan: Menguasai konsep teoritis tentang reproduksi hewan dan tumbuhan

1. Siapkan 2 buah jurnal penelitian yang membahas system reproduksi makhluk hidup selanjutnya, silahkan bandingkan 2 jurnal tersebut!
2. Siapkan 2 buah buku Biologi Umum dengan pengarang yang berbeda! Selanjutnya baca Materi makhluk hidup, silahkan bandingkan isi buku tersebut dalam buku tugas!
3. Fenomena jagung F1! Menurut anda mampukah jagung tersebut dikembangbiakan? Jelaskan
4. Fertilisasi in vitro (bayi tabung) sesuatu yang direncanakan dan keturunan hasil tanpa pernikahan (zina) tak direncanakan! Beberapa fakta yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari, jelaskan pandangan anda dari perspektif biologi, kesehatan dan agama!

silahkan telaah dan kembangkan!

Hasil kegiatan:

MATERI 6

REPRODUKSI TUMBUHAN DAN HEWAN

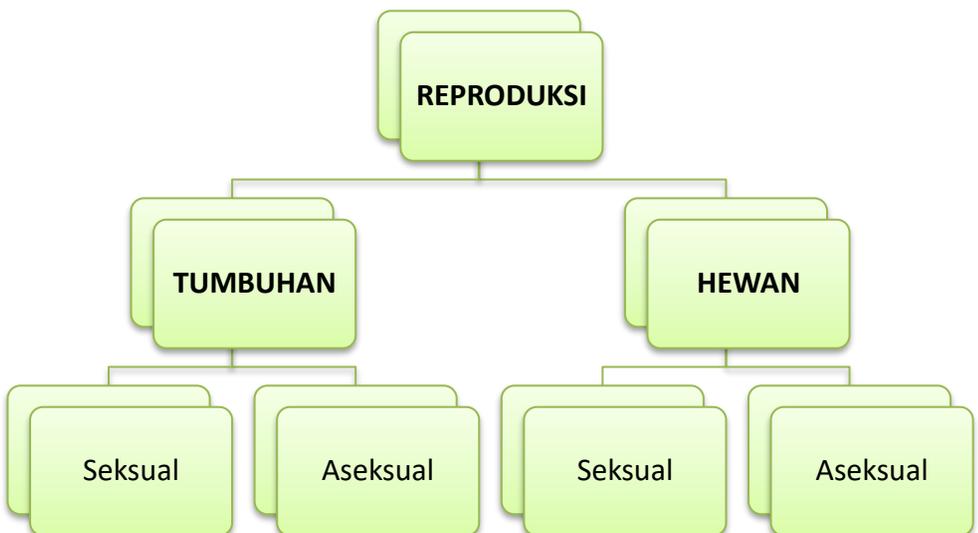
Kemampuan Akhir yang Diharapkan:
Menguasai konsep terorisitas tentang reproduksi hewan dan tumbuhan

Bahan Kajian:
Reproduksi tumbuhan dan hewan dilihat dari sekseual dan aseksual

Bagaimana Cara
Mahhluk Hidup
Mempertahankan



Peta Konsep



A. Reproduksi Tumbuhan

Makhluk hidup bereproduksi dengan dua cara. Cara pertama, reproduksi seksual atau reproduksi generatif, yaitu cara reproduksi di mana individu baru dibentuk melalui penggabungan materi genetik yang berasal dari dua sel berbeda yang berasal dari dua induk yang berbeda. Kedua sel yang berbeda ini disebut sel kelamin atau gamet. Cara kedua, reproduksi aseksual atau reproduksi vegetative di mana individu baru dibentuk tanpa melalui proses peleburan dua macam gamet, dan hanya melibatkan satu induk saja. Kedua cara reproduksi tersebut memiliki keuntungan dan kerugian masing-masing.

a. Reproduksi seksual pada tumbuhan

Tumbuhan bisa memanfaatkan kedua cara reproduksi, seksual dan aseksual, untuk menghasilkan individu yang baru. Reproduksi seksual memang memang sangat rumit karena menyangkut produksi dan penggabungan gamet yang berbeda jenis, yaitu gamet jantan (sperma) dan gamet betina (telur) yang sangat halus. Untuk kelompok tumbuhan tertentu, masalah mempertemukan gamet-gamet dan menyebarkan spesiesnya telah dapat diatasi dengan berbagai cara, salah satunya adalah pergiliran generasi.

1) Pergiliran generasi

Reproduksi seksual melibatkan proses pembuahan (fertilisasi) dan meiosis. Pada fertilisasi, nukleus dari dua gamet bersatu, sehingga jumlah kromosom kembali menjadi diploid. Pada meiosis, jumlah kromosom direduksi kembali dari diploid menjadi haploid. Pada tumbuhan, fertilisasi dan meiosis

membagi kehidupan organisme menjadi dua generasi berbeda, yaitu generasi gametofit dan generasi sporofit. Generasi gametofit (generasi penghasil gamet), dimulai dengan spora yang dihasilkan melalui meiosis.

Spora ini bersifat haploid maka semua sel yang diturunkannya juga haploid, salah satu jenisnya adalah gamet. Generasi sporofit (generasi penghasil spora) diawali dengan peleburan dua macam gamet dan menghasilkan zigot yang diploid dan semua sel yang dihasilkannya melalui mitosis juga diploid. Akhirnya sel tertentu akan bermeiosis menghasilkan spora dan generasi gametofit kembali dimulai.

2) Reproduksi seksual pada lumut

Sejumpit lumut terdiri atas banyak pucuk berdaun yang haploid karena tergolong generasi gametofit. Pada lumut *Plyttricum commune*, ada 3 macam pucuk daun, yaitu betina, jantan dan pucuk daun steril. Pucuk daun jantan mudah dibedakan dari kedua jenis lainnya karena pucuknya datar. Potongan melintang melalui ujung tumbuhan jantan menunjukkan adanya organ reproduksi jantan, yaitu anteridia yang berisi sperma, pada tumbuhan betina akan tampak arkegonia berbentuk botol, yaitu organ reproduksi betina, masing-masing berisikan satu telur dalam ruang dekat dasarnya.

Pada awal musim jika terdapat banyak air, sperma disebarkan dari anteridia oleh percikan air hujan ke tumbuhan terdekat. Pada tumbuhan betina, sperma itu berenang menuju arkegonia, bergerak ke bawah melalui saluran arkegonium menuju telur dan terjadilah pembuahan. Zigot hasil pembuahan merupakan sel pertama pada

generasi sporofit. Pembelahan mitosis pada zigot menghasilkan generasi sporofit dewasa yang menghasilkan struktur-struktur diploid berikut:

- a. Kaki, yang menyerap air dan mineral dari gametofit tetuanya. Walau sel-sel generasi sporofit berklorofil, mungkin pula beberapa bahan makanan diserap dari gametofit tetuanya.
- b. Tangkai, yang tumbuh beberapa sentimeter ke udara.
- c. Sporangium, yang terbentuk di ujung tangkai. Di dalamnya terdapat sel-sel induk spora. Operculum berfungsi sebagai penutup ujung sporangium. Seluruh sporangium tertutup oleh kaliptra, yang berasal dari dinding arkegonium tua.

Selama musim panas, setiap sel induk spora dalam sporangium bermeiosis, menghasilkan empat spora haploid. Menjelang akhir musim, kaliptra dan operculum terlepas dari sporangium akibat adanya perbedaan kelembaban. Penurunan kelembaban menyebabkan cincin geligi di dalam lubang ke dalam sporangium melengkung keluar sehingga spora-spora dikeluarkan. Ukuran spora yang kecil memungkinkan penyebaran oleh angin ke tempat jauh. Jika jatuh di tempat yang sesuai (lembab dan rindang) maka spora akan berkecambah membentuk benang sel-sel hijau yang disebut protonema. Segera pada protonema itu tumbuh pucuk berdaun yang jantan, betina dan steril.

Pada lumut, generasi gametofit berperan memproduksi gamet untuk keperluan reproduksi seksual sedangkan generasi sporofit memproduksi milyaran spora.

3) *Reproduksi Seksual pada Paku-pakuan*

Tumbuhan paku-pakuan yang kita lihat sehari-hari adalah generasi sporofit. Daun-daunnya merupakan satu-satunya bagian tumbuhan yang muncul di atas tanah, berasal dari batang bawah tanah (disebut rizoma) yang juga mengeluarkan akar-akar, seluruh struktur ini membentuk generasi sporofit dewasa. Pada awal musim panas, bercak-bercak kecoklatan tampak pada permukaan bawah anak daun, setiap bercak disebut *sorus* dan berisi sporangium. Dalam setiap sporangium sel-sel induk spora menjalani meiosis sehingga terbentuk 4 spora. Jika kelembaban menurun, sel-sel bibir berdinding tipis dari sporangium terpisah lalu annulus membuka hingga spora keluar.

Spora yang terbawa angin dan jatuh pada habitat yang sesuai (lembab dan teduh), akan berkecambah menjadi benang-benang sel dan tumbuh menjadi *protalus*, yaitu struktur berbentuk jantung kecil, hijau dan pipih dan tertambat ke tanah oleh filament tipis yang dinamakan *rizoid*. Sel-sel protalus bersifat haploid dan merupakan generasi gametofit yang dewasa. Di bagian bawahnya terdapat organ-organ seks, yaitu *anteridia* yang berfungsi untuk pembentukan sperma dan *arkegonia* untuk pembentukan telur. Bila terdapat banyak air, sperma terlepas dan berenang menuju arkegonium. Pembuahan berlangsung dalam arkegonium dan dimulailah generasi sporofit yang baru.

Sporofit embrio berkembang karena pembelahan berulang zigotnya. Satu struktur yang berkembang dalam embrio, namun tidak terdapat pada sporofit dewasa ialah kakinya. Organ ini

menembus jaringan protalus dan mengambil air dan makanan dari padanya sampai akar, rizoma dan daun-daunnya menjadi mandiri. Walau ukirannya sangat kecil dibanding sporofit dewasa, protalus merupakan tumbuhan autotrof mandiri dan bahkan menunjang sporofit embrio selama tahap awal perkembangan.

b. Reproduksi Seksual pada *Gymnospermae*
(Tumbuhan Berbiji Terbuka)

Generasi sporofit merupakan satu-satunya bagian yang bisa tampak, membentuk dua jenis spora, yaitu mikrospora dan megaspora (masing-masing diproduksi dalam mikrosporangium dan megasporangium). Mikrospora berkecambah dan tumbuh menjadi generasi gametofit jantan, sedangkan megaspore berkembang menjadi generasi gametofit betina. Pada pohon tusam, salah satu contoh *gymnospermae*, kedua macam sporangium dibentuk dalam kerucut. Kerucut jantan berumur lebih pendek, di dalamnya terbentuk mikrospora untuk memulai generasi gametofit jantan. Sebelum dilepas, mikrospora bermitosis untuk menghasilkan serbuk sari bersel empat. Di dalam kerucut betina megaspora mengalami perkembangan dan menghasilkan generasi gametofit betina. Struktur kecil ini tidak dibebaskan dari kerucut melainkan dipertahankan di dalam jaringan sporofit induk.

Serbuk sari terbawa angin menuju kerucut betina lalu berkecambah. Pada *gymnospermae* primitif, sperma motil dilepaskan dan berenang menuju telur dalam arkegonium dan bergerak dalam cairan yang terdapat pada jaringan sporofit induk. Akhirnya, cairan ini diambil dari sistem perakaran yang meluas ke dalam tanah. Tumbuhan ginkgo (biasa ditanam di taman kota),

merupakan gymnospermae yang masih menggunakan cara ini untuk pembuahan. Untuk alasan ini, ginkgo dianggap tipe gymnospermae primitive.

Pada gymnospermae modern, sperma berenang bebas tidak dibentuk oleh gametofit jantan melainkan serbuk sari berkecambah membentuk tabung tipis, yaitu tabung sari, yang tumbuh menuju jaringan kerucut betina sampai mendekati telurnya (pada pohon tusam hal ini berlangsung sampai satu tahun). Kemudian tabung ini hancur dan nukleus, yaitu nukleus sperma, melebur dengan telur untuk membentuk zigot.

Dengan dua macam gametofit itu, maka spora gymnospermae tidak lagi berfungsi dalam penyebaran sebagaimana pada lumut dan paku-pakuan. Spora tunggal dapat berkecambah dalam tanah dan membentuk gametofit dengan kedua macam organ seksnya yang memungkinkan reproduksi seksual dan penyebaran spesies baru dapat terlaksana.

Setelah pembuahan, zigot bermitosis secara berulang dan berkembang menjadi embrio sporofit. Di sekitar embrio berkembang endosperma, yaitu jaringan berisi makanan yang berasal dari sel-sel generasi gametofit betina yang bersifat haploid. Di sekitar embrio dan endosperma terbentuk selaput pelindung jaringan sporofit induk. Biasanya selaput ini membentuk sayap tipis pada satu sisi bijinya. Pada akhir masa ini, kerucut betina terbuka dan melepaskan isinya satu per satu, yaitu biji.

Sayap selaput biji itu berguna sebagai baling-baling sehingga jarak yang ditempuh biji menjadi jauh dengan bantuan angin. Selaput biji itu sendiri juga berguna untuk melindungi embrio dari kekeringan. Jika embrio sampai pada tempat yang

agak lembab, maka ia akan menyerap air kemudian memulai metabolismenya dan tumbuh dengan cepat dan inilah yang disebut perkecambahan. Mula-mula pertumbuhan itu menghabiskan makanan cadangan dalam endosperm tetapi jika bibit muda tersebut tumbuh ke arah cahaya, maka klorofil akan berkembang dan tumbuhan mulai membuat makanannya sendiri melalui fotosintesis.

Reproduksi Seksual pada Angiosperma (Tumbuhan Berbiji Tertutup)

A. Anatomi bunga

Pada angiosperma, mikrospora dan megaspore terbentuk di dalam bunga yaitu di dalam stamen (benang sari) dan pistil. Stamen dibagi menjadi struktur bercuping, anter dan mikrosporangium, yang ditunjang oleh filamen. Serbuk sari di bentuk dalam anter. Meiosis pada setiap sel induk spora menghasilkan empat mikrospora dan kemudian masing-masing berkembang menjadi serbuk sari bersel dua dengan dinding luar yang kasar. Satu sel serbuk sari disebut sel tabung, yang lain disebut sel generatif.

Meiosis pada sek induk megaspora menghasilkan empat sel haploid, yaitu megaspore besar dan tiga sel kecil yang melarut. Selanjutnya nukleus megaspore bermitosis tiga kali berturut-turut dan menghasilkan empat nukleus yang kemudian disebah dan dipisah-pisahkan oleh dinding sel.

Ini adalah generasi gametofit betina yang dewasa. Dua sel yang terpenting ialah sel telur dan sel tengah yang besar yang pada kebanyakan

angiosperma mengandung dua nukleus kutub. Dari sel inilah akan dibentuk endosperma bijinya.

Setelah sampai pada stigma, serbuk sari dari spesies yang sama akan berkecambah membentuk tabung sari. Sel generative kemudian bermitosis dan membentuk dua sel sperma. Kedua sel ini bersama nukleus tabung sari berpindah dan terus bergerak menuju ruang bakal biji. Tabung sari bersama bijinya generasi gametofit jantan matang. Tabung sari ini memasuki bakal biji melalui mikropil dan hancur. Satu sperma bergabung dengan telur dan membentuk zigot diploid ($2n$) kebanyakan angiosperma mempunyai dua nukleus kutub dan karena itu endospermanya bersifat triploid ($3n$).

a. Pengertian bunga

Bunga adalah tunas reproduktif terspesialisasi pada sporofit angiospermae. Spora yang terbentuk secara meiosis dalam bunga berkembang menjadi gametofit haploid atau struktur tempat gamet haploid terbentuk secara mitosis atau bunga adalah tunas terspesialisasi yang dapat memiliki lebih dari empat cincin daun yang termodifikasi (sporofil) yang disebut organ bunga: sepal, petal, stamen dan karpel.

b. Struktur dan fungsi bunga

Dimulai dari dasar bunga, terdapat sepal atau kelopak, yang biasanya berwarna hijau dan menyelubungi bunga sebelum mekar. Di sebelah dalam dari sepal terdapat petal atau mahkota, yang berwarna cerah pada kebanyakan bunga dan membantu memikat pollinator. Di dalam petal terdapat dua lingkaran organ bunga fertile yang menghasilkan spora, yakni stamen dan

karpel. Stamen merupakan bagian reproduksi jantan suatu bunga. Sedangkan karpel (daun buah) merupakan bagian reproduksi betina bunga). Stamen menghasilkan mikrospora yang berkembang menjadi serbuk polen yang mengandung gametofit jantan.

Stamen terdiri atas tangkai yang disebut filament atau tangkai sari dan kantong terminal yang disebut anter atau kepala sari, tempat polen dihasilkan. Karpel menghasilkan megaspora dan produknya, gametofit betina. Pada ujung karpel terdapat stigma atau kepala putik yang lengket yang menerima polen. Stilus atau tangkai putik menghubungkan stigma dengan ovarium di dasar karpel, ovarium mengandung satu ovul atau lebih. Bunga lengkap memiliki keempat organ dasar bunga. Beberapa spesies memiliki bunga tak lengkap yang tidak memiliki sepal, petal, stamen atau karpel. Misalnya, sebagian besar bunga rumput tidak memiliki petal. Beberapa bunga tak lengkap bersifat steril, tidak memiliki stamen dan karpel yang fungsional, bunga yang lain bersifat uniseksual, tidak memiliki stamen maupun karpel.

Bunga yang dilengkapi dengan serbuk sari maupun putik disebut bunga sempurna, meskipun bunga tersebut tidak memiliki kelopak atau mahkota bunga. Bunga tak sempurna adalah bunga tak lengkap yang tidak memiliki kepala sari atau putik. Spesies dengan bunga tak sempurna pada tumbuhan terpisah, contohnya pohon kurma, salak dan papaya disebut berumah dua (*dioecious*) sedangkan spesies dengan bunga tak sempurna pada satu tanaman dinamakan berumah satu (*monoecious*).

c. Perkembangan Gametofit Jantan dalam Serbuk Polen

Setiap anter mengandung empat mikrosporangium, dikenal juga sebagai kantong polen. Di dalam mikrosporangium terdapat banyak sel diploid yang disebut mikrosporosit, atau sel-sel induk mikrospora. Setiap mikrosporosit mengalami meiosis, membentuk empat mikrospora haploid, yang masing-masing akhirnya memunculkan satu gametofit haploid jantan. Setiap mikrospora kemudian mengalami mitosis, menghasilkan gametofit jantan yang terdiri dari dua sel saja: sel generatif dan sel tabung. Secara bersama-sama, kedua sel tersebut dan dinding spora menyusun serbuk polen.

Dinding spora yang terdiri dari material yang dihasilkan oleh mikrospora dan anter, biasanya menunjukkan pola rumit yang unik bagi setiap spesies. Selama pematangan gametofit jantan, sel generatif masuk ke dalam sel tabung dan dinding spora selesai dibuat. Sel tabung kini memiliki sebuah sel yang sepenuhnya berdiri bebas di dalamnya. Setelah mikrosporangium mekah dan melepaskan polen, serbuk polen dapat ditransfer ke permukaan stigma yang reseptif. Di situ, sel tabung menghasilkan tabung polen, penonjolan selular panjang yang menghantarkan sperma ke gametofit betina.

d. Perkembangan Gametofit Betina dalam Kantung Embrio

Di antara spesies-spesies angiospermae, terdapat lebih dari 15 variasi dalam perkembangan gametofit betina, dikenal juga sebagai kantong embrio. Kita akan berfokus pada satu saja. Keseluruhan proses berlangsung di

dalam ovarium karpel, dalam suatu jaringan yang di dalam setiap ovul disebut megasporangium. Dua integument (lapisan jaringan sporofit pelindung yang akan berkembang mejadi selaput biji) mengelilingi setiap megasporangium, kecuali disebuah celah yang disebut mikropil. Perkembangan gametofit betina dimulai ketika salah satu sel di dalam megasporangium pada setiap ovul, megasporosit (atau sel induk megaspora) membesar dan mengalami meiosis, menghasilkan empat megaspore haploid. Hanya ada satu megaspora yang sintas, yang lain hancur.

Megaspora yang sintas terus tumbuh dan nukleusnya membelah melalui mitosis sebanyak tiga kali tanpa sitokenesis, menghasilkan satu sel yang besar dengan delapan nukelus haploid. Membran kemudian membagi-bagi massa ini menjadi sebuah gametofit betina multiseluler (kantong embrio). Tiga sel di dalam kantong embrio terletak di dekat mikropil: sel telur dan dua sel disebut sinergid. Kedua sinergid mengapit sel telur dan membantu memikat serta memandu tabung polen ke kantong embrio. Di ujung kantong embrio yang berlawanan terdapat tiga sel antipodal yang belum diketahui fungsinya. Dua nukleus yang tersisa, disebut nukleus polar, tidak terbagi menjadi dua sel terpisah, melainkan berbagi sitoplasma dari sel tengah yang besar pada kantong embrio. Ovul, yang akhirnya menjadi biji, kini terdiri dari kantong embrio dan dua integumen yang mengelilingi.

e. Polinasi

Polinasi (pollination) adalah transfer polen dari anter ke stigma. Reproduksi seksual pada tumbuhan melibatkan transfer polen ini, umumnya dari satu tumbuhan ke tumbuhan lain. Tidak

seperti hewan, tumbuhan tidak dapat bergerak untuk menemukan pasangan sehingga tumbuhan bergantung pada faktor lingkungan yang dapat menggerakkan polen di sekitarnya. Polinasi dibantu oleh angin, air atau hewan.

Pada spesies-spesies yang diserbuki oleh angin, termasuk rerumputan dan kebanyakan jenis pohon, pelepasan polen dalam jumlah yang sangat banyak mengompensasi penyebaran yang acak oleh angin. Beberapa spesies tumbuhan akuatik mengandalkan air untuk menyebarkan polen. Beberapa spesies tumbuhan bergantung pada serangga, burung atau hewan penyerbuk-penyerbuk lainnya untuk mentransfer polen secara langsung dari satu bunga ke bunga yang lain.

f. Macam-macam polinasi

1. Polinasi oleh angin

Keberhasilan reproduktif tidak bergantung pada usaha memikat penterbuk, tidak ada tekanan selektif yang mengunggulkan bunga-bunga yang berwarna atau yang berbau harum. Dengan demikian, evolusi spesies-spesies yang diserbuki oleh angin menghasilkan bunga yang seringkali berukuran kecil, berwarna hijau dan tidak menarik, serta tidak menghasilkan nektar maupun bau wangi. Sebagian besar pepohonan dan rerumputan beriklim sedang diserbuki oleh angin, contohnya seperti bunga hazel (*Corylus avellana*).

2. Polinasi oleh serangga

Lebah adalah serangga penyerbuk yang paling penting. Lebah penyerbuk bergantung pada nektar dan polen sebagai makanan. Bunga yang

diserbuki oleh lebah biasanya memiliki wangi yang manis dan samar. Lebah terpicat oleh warna-warna yang cerah, terutama kuning dan biru. Banyak bunga yang diserbuki oleh lebah., misalnya dandelion biasa (*Taraxacum vulgare*), memiliki corak yang disebut pemandu nektar yang membantu serangga menemukan letak nektarium yang hanya terlihat oleh mata manusia jika diterangi sinar ultraviolet.

3. Polinasi oleh ngengat dan kupu-kupu

Ngengat dan kupu-kupu mendeteksi bau dan bunga-bunga yang diserbuki oleh kedua jenis hewan tersebut seringkali berbau manis. Kupu-kupu bisa melihat banyak warna yang cerah, namun bunga yang diserbuki oleh ngengat biasanya berwarna putih atau kuning, yang tampak mencolok dalam suasana remang-remang (seperti malam hari). Contohnya adalah tumbuhan *yucca*.

4. Polinasi oleh lalat

Bunga yang diserbuki lalat berwarna kemerahan dan berdagging, dengan bau seperti daging busuk. Lalat yang mengunjungi bunga bangkai (spesies *Stapelia*) salah mengira bunga tersebut sebagai bangkai yang membusuk dan ia pun bertelur di atasnya. Pada proses tersebut, tubuh lalat dipenuhi oleh polen yang terbawa ke bunga-bunga yang lain. Ketika telur lalat menetas, larva tidak menemukan bangkai untuk dimakan sehingga kemudian mati.

5. Polinasi oleh burung

Bunga-bunga yang diserbuki oleh burung, misalnya bunga poro, biasanya berukuran besar dan berwarna merah atau kuning cerah, namun

tidak terlalu berbau. Karena burung seringkali tidak memiliki indra penciuman yang berkembang dengan baik, tidak ada tekanan selektif yang mengunggulkan produksi wangi oleh bunga. Akan tetapi, bunga menghasilkan banyak sekali nektar yang membantu memenuhi kebutuhan burung penyerbuk terhadap energy dalam jumlah besar.

6. Polinasi oleh kelelawar

Bunga yang diserbuki oleh kelelawar, seperti bunga yang diserbuki ngengat, berwarna cerah dan wangi, untuk memikat penyerbuk nokturnalnya. Kelelawar kecil berhidung panjang (*Leptonycteris curasoae yerbabueane*) memakan nektar dan polen bunga agave dan kaktus di Amerika Serikat barat daya dan Meksiko. Saat makan, kelelawar mentransfer polen dari satu tumbuhan ke tumbuhan yang lain.

h. Fertilisasi ganda

Saat polinasi, serbuk polen yang hidup umunya hanya terdiri sari sel tabung dan sel generative. Setelah serbuk polen mendarat di atas stigma yang cocok, serbuk tersebut mengabsorpsi air dan bergerminasi dengan menghasilkan sebuah tabung polen, yang tumbuh di antara sel-sel stilus ke arah ovarium. Nukleus sel generatif membelah melalui mitosis dan membentuk dua sperma. Dengan diarahkan oleh zat kimia pematik yang dihasilkan oleh dua sinergid yang mengapit sel telur, ujung tabung polen memasuki ovul melalui mikropil dan melepaskan kedua sperma di dekat atau di dalam gametofit betina (kantong embrio). Gradien asam gama-aminobutirat (*gamma-aminobutyric acid*, GABA), suatu zat kimia yang berfungsi sebagai neurotransmitter pada

sel-sel hewan, mungkin merupakan sinyal yang sangat penting untuk memikat tabung polen.

Sewaktu mencapai gametofit betina, salah satu sperma memfertilisasi sel telur, membentuk zigot. Sperma yang lain bergabung dengan dua nukleus polar, membentuk nukleus triploid ($3n$) di bagian tengah dari sel tengah yang besar pada gametofit betina. sel yang besar ini akan menjadi endosperma, jaringan penyimpanan makanan pada biji. Penyatuan dua sel sperma dengan nukleus-nukleus yang berbeda pada gametofit betina disebut fertilisasi ganda. Fertilisasi ganda memastikan bahwa endosperma akan berkembang hanya di dalam ovul tempat sel telur telah dibuahi, sehingga mencegah angiosperma menyia-nyiakan nutrien.

i. Biji

Pembelahan mitosis pada zigot dan nukleus endosperma menghasilkan biji yang terdiri atas:

1. Plumula, terdiri atas daun embrionik, yang akan menjadi daun-daun sejati yang pertama tumbuhan bibit dan tumbuhan terminal (apikal). Tunas ini ialah meristem dan padanyalah akan terjadi pertumbuhan batang yang selanjutnya.
2. Hipokotil dan radikula, yang masing-masing akan tumbuh menjadi batang dan akar primer.
3. Satu atau dua kotiledon, yang menyimpan makanan untuk digunakan biji yang berkecambah. Angiospermae yang membentuk biji dengan dua kotiledon disebut dikot. Kacang merupakan contoh yang umum yang hanya membentuk satu kotiledon disebut monokot. Jagung dan rumput-rumputan adalah monokot.

Makanan dari kotiledon berasal dari endosperma yang pada gilirannya memperolehnya dari sporofit tetuanya. Pada banyak angiosperma, endosperma habis dimakan dan simpanan makanannya dipindahkan ke kotiledon pada saat perkembangan biji itu selesai. Pada yang lain-lain endosperma itu tetap di dalam biji matang. Hal itu didapati pada beberapa dikot dan semua monokot. Sel-sel endosperma biasanya triploid, berlawanan dengan endosperma haploid pada conifer dan gymnospermae lainnya. Sementara struktur di dalam biji itu berkembang, dinding bakal biji menebal untuk membentuk salut biji pelindung.

Jadi, biji sporofit embrio dorman dengan makanan cadangan dan salut pelindung. Kedua fungsinya ialah: (1) menyebarkan spesies ke tempat baru dan (2) mempertahankan spesies dalam keadaan iklim yang tidak menguntungkan. Tumbuhan semusim (seperti kacang, padi-padian dan banyak gulma) dapat bertahan sebagai spesies dengan membentuk biji-biji yang resisten saja. Dengan dimulainya cuaca yang amat dingin dalam musim gugur, tumbuhan dewasa itu mati. Akan tetapi, banyak di antara biji-bijinya akan tetap hidup, walau dorman sepanjang musim salju. Bila keadaan sekali lagi menguntungkan bagi kehidupan tumbuhan, maka perkecambahan biji terjadi dan berkembanglah generasi baru tumbuhan yang dewasa.

j. Penyebaran biji dan buah serta fungsi buah

Buah merupakan perkembangan dinding bakal buah dan terkadang juga bagian-bagian bunga yang lain. Buah mengandung biji. Bagi biologiwan,

istilah buah tidak hanya terbatas pada macam yang sekulen yang kita nikmati. Buah melindungi biji yang terselubung dan ketika matang, membantu penyebarannya oleh angin atau hewan. Fertilisasi memicu perubahan-perubahan hormon yang menyebabkan ovarium memulai transformasinya menjadi buah. Jika bunga belum diserbuki, buah biasanya tidak berkembang, dan keseluruhan bunga biasanya layu dan gugur.

Pada setiap macam buah-buah ini membantu menyebarkan biji-bijinya. Ada yang dibantu dengan struktur khusus sehingga disebarkan oleh angin, ada yang melekat pada pakaian kita atau bulu hewan, sehingga dapat terbawa ke tempat lain.

k. Penyebaran buah dan biji

1. Penyebaran oleh air

Biji dan buah yang bisa mengambang dapat sintas berbulan-bulan ataupun bertahun-tahun di laut. Pada kelapa, embrio biji dan daging putih kenyal (endosperma) terletak di dalam lapisan keras (endokarp) yang dikelilingi oleh sabut yang berserat, tebal, dan dapat mengambang.

2. Penyebaran oleh angin

Beberapa biji dan buah memiliki parasut dengan mahkota serupa payung yang tersusun atas rambut yang bercabang-cabang halus, seringkali membentuk gugus seperti kapas, misalnya biji dandelion. Hembusan angin sedikit saja sudah cukup untuk menerbangkan bebijian tersebut.

3. Penyebaran oleh hewan

Biji dalam buah yang bisa dimakan seringkali disebarkan dalam feses, misalnya feses beruang

hitam. Penyebaran semacam itu dapat mengangkut bebijian ke tempat yang jauh dari tumbuhan induk.

1. Reproduksi aseksual pada tumbuhan

Reproduksi aseksual pada tumbuhan umumnya merupakan perluasan kapasitas untuk pertumbuhan interminat. Tumbuhan memiliki jaringan meristem, yaitu jaringan-jaringan yang terdiri dari sel-sel yang membelah namun belum terdifrensiasi yang dapat melanjutkan atau memperbarui pertumbuhan tanpa batas. Selain itu, sel-sel parenkim di seluruh tubuh tumbuhan dapat membelah dan berdifrensiasi menjadi tipe-tipe sel yang lebih terspesialisasi, sehingga tumbuhan dapat meregenerasi bagian-bagian yang hilang. Fragmen-fragmen vegetatif yang terlepas dari beberapa jenis tumbuhan dapat berkembang menjadi keturunan yang utuh, batang yang dipotong, misalnya dapat mengembangkan akar adventisia dan menjadi tumbuhan utuh. Fragmentasi semacam itu, yaitu pemisahan tumbuhan induk menjadi bagian-bagian yang berkembang menjadi tumbuhan utuh adalah salah satu mode reproduksi aseksual yang paling umum.

Suatu mekanisme reproduksi aseksual yang sepenuhnya berbeda telah dievolusikan pada dandelion dan beberapa tumbuhan yang lain. Tumbuhan-tumbuhan ini terkadang menghasilkan biji tanpa polinasi atau fertilisasi. Produksi secara aseksual ini disebut apomiksis karena tidak ada penggabungan atau bahkan pembentukan sperma dan sel telur. Secara gantinya, sebuah sel diploid di dalam ovul memunculkan embrio dan ovul matang menjadi biji, yang pada dandelion disebarkan oleh buah-

buah yang terbawa angin. Dengan demikian, tumbuhan-tumbuhan ini mengklona diri sendiri melalui proses aseksual namun memiliki keuntungan berupa penyebaran biji, yang biasanya diasosiasikan dengan reproduksi seksual.

Kendati setiap organ tubuh tumbuhan ditentukan fungsinya untuk reproduksi aseksual, tetapi batang adalah yang paling umum dipakai. Pada beberapa spesies, batang melengkung dan menyentuh tanah akan berakar hingga terbentuk individu baru. Batang horizontal (disebut stolon) pada stroberi membentuk tanaman baru dan akhirnya menjadi tanaman terpisah.

Tumbuhan yang membentuk batang bawah tanah (rizom, umbi, kormus, dan tuber) menggunakannya untuk reproduksi dan juga untuk menyimpan makanan. Sebagai contoh, bunga iris dan lili dengan cepat menyebar karena pertumbuhan rizomnya.

Ada juga perbanyakan vegetatif dan pertanian, yaitu:

1. Pencangkokan

Dalam suatu modifikasi reproduksi vegetative dari stek, ranting atau kuncup dari satu tumbuhan dapat dicangkokkan ke suatu tumbuhan dari spesie yang berkerabat dekat atau varietas yang berbeda pada spesies yang sama. Pencangkokan memungkinkan kombinasi kualitas-kualitas terbaik dari spesies-spesies atau varietas-varietas yang berbeda menjadi tumbuhan tunggal. Pencangkokan biasanya dilakukan ketika tumbuhan masih muda. Tumbuhan yang menyediakan system akar disebut stok; ranting

yang dicangkokkan ke stok disebut sion. Sebagai contoh, sion dari varietas-varietas anggur Prancis yang menghasilkan wine unggul dicangkokkan ke stok akar dari anggur varietas Amerika, yang lebih resisten terhadap patogen-patogen tanah tertentu. Gen-gension menentukan kualitas buah, sehingga kulit tidak terpengaruh oleh susunan genetik dari stok.

2. Kultur jaringan

Seluruh tumbuhan dapat diklonakan dari sel tunggal dengan propagasi kultur jaringan saat sel somatis diinduksi untuk membelah dan membentuk embrio. Metode ini dapat menghasilkan jutaan tumbuhan identik secara genetik dari specimen tunggal. Teknik ini digunakan dalam penelitian yang bertujuan meningkatkan makanan dari tumbuhan perkebunan. Teknik ini juga digunakan untuk melakukan propagasi tumbuhan ornamen langka atau hibrida seperti anggrek.

3. Buah tanpa biji

Di samping keberadaannya yang umum di alam, tumbuhan poliploid jarang muncul secara spontan. Pembibitan tumbuhan sering menggunakan kolkisin racun mikrotubulus untuk meningkatkan frekuensi poliploid pada tumbuhan secara buatan. Keturunan tetraploid ($4n$) tumbuhan yang ditangani dengan kolkisin kemudian bersilangan dengan tumbuhan induk diploid. Keturunan triploid yang dihasilkan bersifat steril. Keturunan ini membentuk buah tanpa biji setelah polinasi (tapi bukan fertilisasi) dengan tumbuhan diploid atau polinasi sendiri. Semangka tanpa biji dihasilkan dengan cara ini.

B. Reproduksi pada Hewan

1) Reproduksi Aseksual

Sejumlah bentuk reproduksi aseksual yang khas ditemukan pada invertebrata. Kebanyakan invertebrata dapat bereproduksi secara aseksual melalui fisi, yaitu pemisahan organisme induk menjadi dua individu yang berukuran kira-kira sama. Reproduksi aseksual pada hewan lebih jarang terjadi daripada tumbuhan. Beberapa jenis cacing bereproduksi dengan cara fragmentasi, yaitu pematahan tubuh menjadi beberapa bagian yang diikuti oleh regenerasi, yaitu pertumbuhan kembali bagian-bagian tubuh yang hilang. Jika lebih dari satu potongan tumbuh dan berkembang menjadi hewan yang utuh, efek netonya adalah reproduksi: pada bintang laut dari genus *Linckia*, lengan yang putus dari tubuh dapat beregenerasi menjadi seekor bintang laut yang utuh. Setelah tumbuh mencapai ukuran normal, cacing tersebut secara spontan terbagi-bagi menjadi delapan atau sembilan bagian dan selanjutnya setiap bagian berkembang menjadi dewasa. Sejumlah hewan bereproduksi dengan cara pertunasan (*budding*). Keturunan berkembang sebagai tunas pada badan induk. Pada spesies tertentu, seperti ubur-ubur, tunas tersebut lepas dan hidup bebas tetapi pada spesies lain, misalnya koral, tunas tetap terikat pada induk hingga terbentuk koloni. Pertunasan juga lazim ditemukan pada hewan parasit, seperti cacing pita.

Beberapa spesies hewan tingkat tinggi bereproduksi secara partenogenesis. Hewan betina menghasilkan telur yang berkembang jadi anak tanpa dibuahi. Partenogenesis umum terjadi pada ikan-ikan tertentu, sejumlah serangga, dan beberapa jenis kadal. Pada beberapa kasus,

partenogenesis adalah satu-satunya cara reproduksi yang dapat dilakukan hewan tertentu, tetapi yang lebih lazim, hewan hanya melakukan partenogenesis pada waktu tertentu saja. Contohnya kutu daun (afid) hanya berpartenogenesis pada musim semi ketika di sekelilingnya banyak terdapat makanan. Reproduksi secara partenogenesis lebih cepat dari pada reproduksi seksual dan cara ini memungkinkan spesies itu mendapatkan sumber makanan yang tersedia dengan cepat. Mungkin semua bentuk reproduksi aseksual melancarkan kolonisasi dan eksploitasi yang efisien dari habitat khas hewan tersebut.

2) Reproduksi Seksual

a) Pembentukan gamet

Tidak seperti tumbuhan, pada hewan tidak terdapat pergiliran generasi haploid dan diploid. Fertilisasi tetap didahului oleh meiosis, sedang hasil meiosis adalah gamet itu sendiri. Produksi sel kelamin atau gamet, melibatkan meiosis, berlangsung di dalam gonad (testis atau ovarium) melalui proses gametogenesis. Pada semua hewan dihasilkan heterogamet. Untuk dapat melakukan fungsinya secara efektif, gamet harus motil dan mengandung cadangan makanan untuk energi dan bahan untuk perkembangan embrio. Kedua syarat ini tidak dapat disatukan sehingga diadakan penyesuaian (pembagian tugas), satu gamet yaitu sperma bersifat motil dan kecil dan gamet lainnya yaitu telur dibekali dengan persediaan makanan.

Sperma dihasilkan dalam testis oleh sel khusus yang disebut spermatogonia melalui proses yang disebut spermatogenesis.

Spermatogonia yang bersifat diploid ini dapat membelah diri secara mitosis membentuk spermatogonia baru atau dapat berubah langsung menjadi spermatosis. Spermatosis bermeiosis dan menghasilkan empat sel haploid yaitu spermatid.

Spermatid, melalui proses spermiogenesis (remodeling), kemudian kehilangan hampir semua sitoplasma dan berkembang menjadi sperma berflagelum. Sebuah sel sperma terdiri atas merupakan badan dari flagelum dan menyediakan energi untuk pergerakan.

Telur dihasilkan dalam ovarim oleh oogenia melalui proses oogenesis. Oogenia yang bersifat diploid membelah secara mitosis menghasilkan sel oogonia tambahan yang pada kebanyakan hewan akuatik dan amfibia proses tersebut terjadi sekali setahun. Akan tetapi pada reptilia burung dan mamalia, proses tersebut terhenti lama sebelum lahir. Sebenarnya pada fetus manusia (bayi yang sedang berkembang, umur 15 minggu) proses multiplikasi oogenia hampir selesai. Pembentukan telur mulai terjadi ketika oogonia tumbuh menjadi oosit primer, sel-sel diploid ini memasuki profase dan pembelahan meiosis pertama dan sejak itu perkembangannya terhenti sampai mencapai periode kegiatan reproduksi. Pada kodok, hal ini terjadi sekali setahun, biasanya pada musim semi setelah dewasa. Kemudian ribuan oosit primer melalui periode pertumbuhan yang menyolok dan masing-masing terselubung dalam seberkas sel yang disebut folikel. Bahan makanan ditransfer dari sel-sel folikel ke oosit yang sedang tumbuh sehingga volume telur kodok meningkat lebih dari sejuta kali dalam periode ini.

Ketika fase berkembang ini selesai, sel telur berupa suatu bulatan besar dengan sitoplasma yang mengandung banyak DNA, RNA, kuning telur, mitokondria dan tetesan minyak. Dalam telur kodok bahan ini tidak tersebar merata, tetapi meningkat dari kutub ke kutub. Bagian gelap dari telur ini, disebut kutub animal mengandung kuning telur, unsur pokok telur dan inti (nukleus). Konsentrasi kuning telur meningkat ke arah kebalikannya, ialah kutub vegetal yang berwarna muda. Ketika pertumbuhan oosit primer hampir sempurna, pembelahan meiosis pertama selesai pula. Sitoplasma tidak terbagi sama rata ke dalam kedua sel-sel anaknya, tetapi sebagian besar hanya ke salah satu sel anaknya. Sel anak lainnya disebut badan kutub.

Pada kebanyakan vertebrata, pembelahan meiosis kedua hanya sampai pada metafase kemudian berhenti. Pada waktu ini, telur siap lepas dari folikel, melalui proses ovulasi. Folikel dan dinding ovari robek, sehingga telur terlepas dan masuk ke dalam rongga tubuh dan selanjutnya memasuki oviduk, ditempat mana bahan pelengkap telur dapat ditambahkan, seperti cincin bersifat gelatin dari albumen pada telur katak.

Masa hidup sperma dan telur biasanya dinyatakan dalam hitungan jam. Selanjutnya sperma dapat berenang dalam jarak terbatas dan tertentu. Meskipun demikian, karena sebagian besar hewan mempunyai kemampuan untuk bergerak, sperma biasanya dapat dilepaskan dekat telur. Masih ada satu persyaratan yang penting untuk pergerakan sperma dan terjadinya fertilisasi dengan baik yaitu adanya lingkungan yang basah.

b) Mempertemukan Gamet

Pada hewan akuatik, persyaratan lingkungan basah untuk fertilisasi bukanlah suatu persoalan. Fertilisasi dapat terjadi langsung dalam air setelah setiap induk melepaskan gamet (fertilisasi eksternal). Untuk menambah peluang pertemuan, biasanya gamet-gamet dilepaskan cukup berdekatan. Fertilisasi eksternal ini menuntut adanya hewan jantan dan betina dewasa kelamin pada waktu dan tempat yang sama. Pada ikan grunion California, kedua jenis kelamin berenang ke perairan dangkal untuk berpijah (melepas gamet-gamet) pada waktu bulan purnama. Pada spesies lain, salah satu jenis kelamin (biasanya jantan) melakukan aktivitas ritual tertentu (peminangan) untuk memancing betina bertelur pada waktu yang tepat.

Kehidupan didarat menimbulkan persoalan tersendiri dalam upaya mempertemukan gamet dan melindunginya dari kekeringan. Tetapi persoalan tersebut dapat diatasi melalui fertilisasi internal. Melalui kopulasi, alat khusus reproduksi jantan, yaitu penis dimasukkan pada tubuh betina untuk memindahkan sperma. Pada serangga, sperma ditampung dalam penampungan sperma sampai betina siap meletakkan telur. Ketika melalui saluran genital, telur-telur dibuahi oleh sperma tadi, sehingga proses fertilisasi yang muskil ini diselesaikan seluruhnya di dalam tubuh betina yang basah.

Vertebrata darat yang pertama adalah amfibia. Seperti namanya mereka sesungguhnya bersifat setengah daratan sehingga kebanyakan katak dan kodok harus kembali ke air untuk melakukan reproduksi seksual, fertilisasi terjadi dalam air. Kodok bengala jantan misalnya,

merangkul punggung sambil memeras perut betina, disebut amplexus, agar betina mengeluarkan telur dalam air. Selanjutnya jantan langsung mengeluarkan sperma di atas telur tersebut, sehingga pada spesies ini kopulasi sebenarnya tidak pernah terjadi.

Reptilia adalah vertebrata pertama yang mampu hidup dalam lingkungan daratan sesungguhnya. Hewan-hewan ini mempunyai adaptasi struktur dan fisiologi penting yang memungkinkannya hidup meskipun dalam iklim panas dan kering. Seperti untuk reproduksi seksual, persoalan kelembaban untuk gamet dapat diatasi dengan fertilisasi internal. Pada kebanyakan spesies, jantan berkopulasi dengan betina, memasukkan sperma langsung ke dalam saluran genital. Burung dan mamalia juga mengatasi persoalan tersebut dengan kopulasi oleh fertilisasi internal.

c. Fertilisasi

Fertilisasi mulai ketika sperma benar-benar melekat pada telur, lalu sperma melepaskan enzim pencerna untuk melubangi lapisan protein lengkap dan pada beberapa spesies pada sel-sel folikel sisa, yang biasanya menyelubungi telur. Selanjutnya sel sperma memasuki telur. Telur juga memainkan peran penting pada fertilisasi, asuknya sperma diikuti oleh suatu perubahan cepat dan dramatik dalam telur itu sendiri. Unsur sitoplasmanya disusun kembali dengan cepat. Pada katak, granula-granula tertentu dalam sitoplasma terlihat pada permukaan telur dalam tali yang disebut bulan sabit kelabu (*gray crescent*).

Pada banyak telur, perubahan yang terjadi setelah masuknya sebuah sperma ialah

dibentuknya rintangan untuk mencegah masuknya sperma lainnya. Bagaimana ini terjadi belum sepenuhnya diketahui. Pada hewan dengan telur besar, seperti reptilia, burung, dan platipus, hal ini tak terjadi sama sekali. Pada hewan ini, meskipun banyak sperma bisa masuk menembus telur, tetapi hanya satu yang memberi nukleus (inti) pada bakal zigot. Pada setiap kasus, masuknya sebuah sel sperma juga merangsang penyelesaian eiosis kedua sampai terbentuk sebuah badan kutub kedua.

Peristiwa terakhir dalam fertilisasi ialah ketika sperma membentuk pronukleus dan gerak mendekati pronukleus telur. Kedua pronukleus kemudian berfusi membentuk sebuah inti zigot diploid, maka fertilisasi selesai. Dalam waktu yang singkat pembelahan mitosis yang pertama dari sel akan terjadi, dan perkembangan embrio akan mulai.

LEMBAR KERJA

Tujuan: Menguasai konsep teoritis tentang reproduksi hewan dan tumbuhan

1.

2.

3.
4.
5.

Tes

1. Berikut ini adalah kelompok tumbuh-tumbuhan yang berkembang biak dengan menggunakan akar tinggal ialah..
 - a. Jahe, temulawak, lengkuas
 - b. Pisang, starwberi, nanas
 - c. Jambu, melon, semangka
 - d. Bawang merah, bawang putih, kentang
 - e. Sawi, kubis, wortel
2. Sebuah lengkuas dipotong tegak lurus ruas-ruasnya kemudian ditanam. Hal yang terjadi kemudian adalah....

-
- a. lengkuas dapat tumbuh menjadi tanaman baru
 - b. lengkuas sulit tumbuh menjadi tanaman baru
 - c. lengkuas berubah ukuran dalam tanah
 - d. lengkuas menjadi tumbuhan baru
 - e. lengkuas menjadi berubah warna
3. Tumbuhan yang bereproduksi secara tak kawin dengan bantuan manusia disebut...
- a. Generatif
 - b. Vegetatif buatan
 - c. Vegetatif alami
 - d. Aseksual alami
 - e. Transgender
4. Perkembangbiakan tumbuhan yang dilakukan dengan cara menimbun bagian cabang yang tumbuh memanjang dalam permukaan tanah disebut...
- a. Merunduk
 - b. Okulasi
 - c. Stek
 - d. Mengenten
 - e. Stolon
5. Perhatikan ciri bunga berikut!
- 1) Kepala putik berperekat
 - 2) Kepala sari menggantung
 - 3) Serbuk sari ringan dan banyak
 - 4) Mahkota bunga berwarna putih
- Penyerbukan pada bunga yang memiliki ciri seperti di atas berlangsung secara
- a. hidrogami
 - b. anemogami
 - c. antropogami
 - d. entomogami
 - e. anogami
6. Penyerbukan yang terjadi apabila serbuk sari yang jatuh di atas kepala putik berasal dari tanaman yang berbeda, tetapi masih satu jenis dinamakan penyerbukan
- a. bastar
 - b. silang
 - c. sendiri
 - d. tetangga

-
- e. campuran
7. Jenis hewan di bawah ini yang cara berkembangbiaknya sama dengan tumbuhan pisang adalah
- a. ganggang merah
 - b. ganggang hijau
 - c. amoeba
 - d. hydra
 - e. plankton
8. Salah satu cara reproduksi lebah madu adalah telur tanpa dibuahi menjadi individu baru. Cara ini disebut
- a. metagenesis
 - b. paedogenesis
 - c. partenogenesis
 - d. spermatogenesis
 - e. gametogenesis
9. Perhatikan gambar berikut!



- Hewan pada gambar di atas berkembangbiak dengan cara...
- a. Vivipar
 - b. Ovovivipar
 - c. membelah diri
 - d. ovipar
 - e. beranak
10. Berikut ini hewan yang berkembangbiak dengan cara bertelur adalah..
- a. itik, angsa, dan bebek
 - b. hiu, ayam, dan cicak
 - c. kera, bebek, dan ayam
 - d. angsa, bebek, dan kelinci
 - e. lumba-lumba, monyet, kerbau

TUGAS AKHIR:

1. Silahkan anda amati permasalahan makhluk hidup dan lingkungan disekitar anda! lakukan penelitian dari permasalahan tersebut
2. Silahkan kemukan solusi secara ilmiah dari permasalahan tersebut.
3. Silahkan musyawarahkan dengan teman kelas anda untuk menghasilkan sebuah produk yang dapat digunakan oleh masyarakat luas sebagai solusi permasalahan yang dihadapi. (missal: semakin sempitnya lahan pertanian sedangkan kebutuhan pangan pangan semakin meningkat terutama kebutuhan sayur-sayuran, maka solusinya adalah pembuatan hidroponik. Dengan lahan yang sempit mampu menghasilkan yang banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Campbell Neil A & Jane B. Reece. 2008. *Biologi*, Edisi ke 8, jilid 2. Jakarta: Erlangga.
- Cecie Starr dan Ralph Taggart, 2013. *Biology*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Cecie starr, 2009. *Biologi: Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Daniel S.Wibowo, *Anatomi Tubuh Manusia*. Jakarta: Grasindo
- Edition Peter H. Raven and George B. Johnson. 2005. *Biology*. Washington: seventh.
- George H. Fried dan George J. Hademenos, 2006. *Biologi Edisi Kedua*, Erlangga: Jakarta.
- Hamid Syamsudin dkk. 2010. *Kamus Lengkap Biologi*. Jakarta: Gama Press.
- John W. Kimball, 2012. *Biologi Edisi 5 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Johnson Raven. 2002. *Biology*, edisi ke 6. New York. The McGraw-Hill Companies.
- Joko Waluyo, 2006. *Biologi Umum*, Yogyakarta: Graha Ilmu
- Juwono.& Achmad Zulfa Juniarto. 2010. *Biologi Sel*. Bandung: Kaifa.
- Manurung, Binaridkk., 2015. *Biologi Umum 1*. Medan:Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan.
- Nawang Sari Sugiri, 1993. *Biology Fith Edition*, Erlangga, Bogor.
- Nyoman Wijana, 2015. *Biologi Dasar*. Yogyakarta: Innosain.

-
- Phillip E. Pack. 2007. *Anatomi dan Fisiologi*. Bandung: Pakar Raya.
- Phillip Sheeler & Donald E. Bianchi, 1980. *Cell Biology: Structure, Biochemistry, and Function*. Canada: United States of America.
- Prasaja, Yenny. 2013. *Biologi: Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Prof.dr.Chr.P.Raven, Atlas Anatomi cetakan 22. Jakarta : Djambatan
- Sodiq Mochammad. 2014. *Ilmu Kealaman Dasar*. Jakarta: Kencana.
- Soewolo, 2000. *Fisiologi Hewan*, Loan: Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah.
- Sri Mulyani E.S, 2006. *Anatomi Tumbuhan*, Jogjakarta: Kanisius,
- Star cecie. Dkk. 2012. *Biologi*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Stine Gerald James.1977. *Biosocial Genetics Human Heredity and Social Issues*, New York
- Sylvia S.Mader, 2001. *Biologi Edisi 7*. New York: Von Hoffman Press.
- Tati Suryati, 2009. *Biologi*. Bandung: Quadra.
- Yenny Prasaja, 2009. *Biologi Kesatuan dan Keragaman Makhluk Hidup Edisi 12 Buku 1*. Jakarta: Salemba Teknika.
- Yenny Prasaja. 2013. *Kesatuan dan keragaman makhluk hidup*. Jakarta: Salemba Teknika