

SAINS

Kajian Tumbuhan dan Hewan
berbasis Riset dan Al-Qur'an



Dr. Fathul Zannah, M.Pd.

SAINS

**Kajian Tumbuhan dan
Hewan berbasis Riset dan Al-Qur'an**

Dr. Fathul Zannah, M.Pd.



**Penerbit K-Media
Yogyakarta, 2023**

SAINS : Kajian Tumbuhan dan Hewan berbasis Riset dan Al-Qur'an

Penulis: Dr. Fathul Zannah, M.Pd.

ISBN: 978-623-174-161-5

Tata Letak: Tim

Desain Sampul: Tim

Diterbitkan oleh:



Penerbit K-Media

Anggota IKAPI No.106/DIY/2018

Banguntapan, Bantul, Yogyakarta.

WA +6281-802-556-554, Email: kmedia.cv@gmail.com

Cetakan pertama, April 2023

Yogyakarta, Penerbit K-Media 2023

15,5 x 23 cm, iv, 116 hlm.

Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

All rights reserved

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari Penulis dan Penerbit.

Isi di luar tanggung jawab percetakan

PRAKATA

Diawali dengan menyebut asma Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Puji dan syukur dipanjatkan kepada-Nya yang mana atas hidayah-Nya, penulisan buku ini dapat diselesaikan. Sholawat serta salam juga semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam dan semoga kita semua mendapatkan syafa'atnya di hari akhir. Pada kehidupan sehari-hari, tentunya sedikit sedikit kita melihat berbagai fenomena alam yang ada di lingkungan sekitar. Mulai dari turunnya hujan, terjadinya petir, hingga adanya fenomena keanekaragaman tumbuhan dan hewan yang ada di sekitar kita. Semua tersebut merupakan sebagian kecil contoh fenomena sains.

Buku berjudul “Sains: Kajian Tumbuhan dan Hewan berbasis Riset dan Al-Qur’an” ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan terkait tumbuhan dan hewan, khususnya yang berkaitan dengan hasil penelitian serta diintegrasikan dengan Al-Qur’an. Dengan harapan penulisan buku ini akan berlanjut kepada materi-materi sains lainnya. Semoga karya ini menjadi bagian dari upaya untuk memajukan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sains. Serta menjadi bagian dari bentuk implementasi terhadap pengabdian kepada bangsa. Selain itu, semoga karya ini menjadi bagian dari upaya untuk meningkatkan rasa keimanan kepada Dzat Yang Maha Menciptakan serta bentuk rasa syukur atas karunia ilmu pengetahuan kepada Dzat Yang Maha Memiliki Pengetahuan. Akhir kata, semoga karya buku ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua. Baik bagi penulis maupun bagi pihak lain yang membaca buku ini.

Palangkaraya,

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI	iv
BAB 1 Sains dan Al-Qur'an.....	1
Pendahuluan.....	2
Al-Qur'an sebagai Petunjuk Fenomena Sains	3
Hakikat Sains sebagai Produk	5
Hakikat Sains sebagai Proses	7
Hakikat Sains sebagai Sikap Ilmiah	14
BAB 2 Tumbuhan	18
Pendahuluan.....	19
Ciri-ciri tumbuhan	23
Klasifikasi Tumbuhan.....	29
Perkembangbiakan tumbuhan.....	61
BAB 3 Hewan	63
Pendahuluan.....	64
Klasifikasi Hewan.....	65
Perkembangbiakan Hewan	97
DAFTAR PUSTAKA	102
GLOSARIUM	111
INDEKS	114
PROFIL PENULIS.....	116

BAB 1

Sains dan Al-Qur'an

"Semakin dalam kita mempelajari sains, maka semakin kita sadar bahwa hanya sedikit yang kita ketahui di antara luasnya samudera pengetahuan yang dimiliki oleh Allah"



INQUIRY

Tahukah kalian bagaimana proses terciptanya manusia? Menurutmu, adakah ayat Al-Qur'an yang menerangkan bagaimana proses penciptaan manusia? Pelajarilah ayat-ayat Al-Qur'an serta beberapa artikel untuk menemukan jawaban dari pertanyaan tersebut

Pendahuluan

Sains atau Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) berasal dari kata *scientia* yang artinya adalah pengetahuan. Makna lainnya juga menyebutkan bahwa sains merupakan sekumpulan pengetahuan dan cara-cara untuk memperolehnya serta mengaplikasikan pengetahuan tersebut.

IPA mencakup suatu produk dan proses yang saling berkaitan dan tidak dapat dipisahkan. IPA adalah tubuh pengetahuan dan proses, IPA bukan hanya sebagai kumpulan fakta dan teori yang terisolasi dan statis, namun juga dapat berupa proses penemuan yang memungkinkan kita untuk menghubungkan kumpulan fakta dan teori tersebut menjadi sebuah pemahaman yang komprehensif.

Sains itu menarik, jika penyampaiannya disesuaikan dengan hakikat IPA. Mempelajari IPA dapat membantu untuk memahami berbagai gejala alam yang terjadi di lingkungan sekitar. Seperti kenapa pelangi muncul? Bagaimana proses terjadinya hujan dan lain sebagainya. Adakalanya IPA juga muncul dari sebuah mitos yang dipercaya oleh manusia.

Mitos merupakan sebuah pengetahuan yang dimiliki oleh golongan masyarakat tertentu, yang diperoleh secara turun temurun. Seiring dengan perkembangan teknologi, kemudian beberapa ingin membuktikan kebenaran akan pengetahuan yang telah diyakini tersebut. Pembuktian yang dilakukan menggunakan sebuah metode ilmiah kemudian meyakinkan banyak orang bahwa hal tersebut bukanlah sekedar mitos, namun memang merupakan sebuah pengetahuan.

Ilmu berkembang dengan pesat, pada intinya ilmu terdiri dari dua cabang, yaitu filsafat alam yang kemudian menjadi rumpun ilmu-ilmu alam dan filsafat moral. Ilmu-ilmu alam

terbagi menjadi dua kelompok yaitu ilmu alam dan ilmu hayat. Ilmu alam kemudian terbagi lagi menjadi fisika (mempelajari massa dan energi), kimia (mempelajari substansi zat), astronomi (mempelajari benda-benda langit) dan ilmu bumi. Masing-masing keilmuan tersebut juga kemudian dikembangkan menjadi beberapa cabang keilmuan sesuai dengan kajiannya yang semakin khusus.

Pemahaman terkait sains maupun terkait hakikat sains memiliki manfaat yang sangat besar, salah satunya yaitu dapat mempengaruhi kemampuan seseorang dalam mengambil keputusan baik pada permasalahan pribadi maupun sosial. Pemahaman sains juga dapat membantu untuk melatih berbagai keterampilan khususnya keterampilan yang diperlukan di era society 5.0 ini khususnya.

Seiring perkembangan jaman, IPA juga menjadi salah satu bagian yang menjadi sarana untuk pembuktian kebenaran Al-Qur'an. Tidak jarang jika Al-Qur'an menjadi petunjuk terhadap berbagai fenomena IPA atau Al-Qur'an memberikan penjelasan terhadap berbagai fenomena IPA yang ada.

Al-Qur'an sebagai Petunjuk Fenomena Sains

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, semakin banyak fakta sains dalam Al-Qur'an terbukti. Mulai dari fakta sains berupa berbagai fenomena alam di lingkungan sekitar maupun fakta-fakta sains yang ada pada berbagai makhluk hidup yang ada di bumi. Hal tersebut dikarenakan Al-Qur'an bukan hanya berisi mengenai ayat-ayat seputar ibadah, namun juga terkait alam semesta.

Ayat Al-Qur'an yang pertama turun atau yang pertama disampaikan kepada Rasulullah SAW adalah perintah untuk

membaca. Sebagaimana pada Firman Allah Subhanahu Wa Ta'ala berikut:

١ - خَلَقَ الَّذِي رَبُّكَ بِاسْمِ إِفْرَأ

Artinya: "Bacalah dengan (menyebut) nama Tuhanmu yang menciptakan," (Q.s Al-Alaq:1).

Ayat Al-Qur'an tersebut menyiratkan anjuran kepada manusia untuk terus mempelajari atau mengembangkan berbagai ilmu pengetahuan, baik ilmu agama maupun ilmu dunia. Selanjutnya pada Q.s Al-Alaq ayat ke 2-5 Allah subhanahu wa ta'ala berfirman:

٢ - عَلَّمَ مِنَ الْإِنْسَانِ خَلَقَ

Artinya: "Dia telah menciptakan manusia dari segumpal darah."

٣ - الْأَكْرَمَ وَرَبُّكَ إِفْرَأ

Artinya: "Bacalah, dan Tuhanmulah Yang Mahamulia,"

٤ - بِالْقَلَمِ عَلَّمَ الَّذِي

Artinya: "Yang mengajar (manusia) dengan pena"

٥ - يَعْزَّمُ لَمْ مَا الْإِنْسَانَ عَلَّمَ

Artinya: "Dia mengajarkan manusia apa yang tidak diketahuinya."

Ayat Al-Qur'an tersebut menyiratkan bahwa segala pengetahuan yang dimiliki oleh manusia, semua berasal dari Allah sebagai pencipta manusia dan seluruh isi alam semesta. Sehingga sepatutnya manusia menyadari bahwa semua firman Allah sejatinya adalah benar, seiring dengan segala pembuktian sains yang belum ada satupun bertentangan dengan Al-Qur'an.

Hakikat Sains sebagai Produk

Hakikat sains jika ditinjau dari segi ontologi, epistemologi dan aksiologi terdiri dari tiga yaitu sains sebagai produk, sains sebagai proses dan sains sebagai sikap ilmiah. Penguasaan terkait ketiga aspek tersebut dapat membantu untuk memahami sains secara menyeluruh (Tursinawati, 2016).

Makna hakikat sains sebagai produk yaitu berupa bentuk akumulasi dari temuan para ilmuwan melalui tahapan menggunakan metode ilmiah tertentu untuk menghasilkan sebuah temuan berupa fakta, konsep, teori (Oviana, 2015). Penemuan fakta, konsep serta teori tersebut tentunya berdasarkan suatu kegiatan pengumpulan data yang disusun secara sistematis.

Fakta dalam sains diantaranya yaitu berupa pernyataan-pernyataan mengenai benda-benda yang benar-benar ada atau peristiwa-peristiwa yang benar-benar terjadi dan sudah dikonfirmasi secara obyektif. Konsep dalam sains dimaknai sebagai penghubung antara fakta-fakta tadi yang saling berkaitan sedangkan prinsip dalam sains adalah generalisasi mengenai hubungan diantara konsep-konsep sains tersebut (Ramadhani, 2019).

Contoh fakta dalam sains diantaranya yaitu pernyataan mengenai arah terbitnya matahari sebagaimana Firman Allah subhanahu wa ta'ala sebagai berikut:

"... Sesungguhnya Allah menerbitkan matahari dari timur, maka terbitkanlah matahari dari barat..." (QS. al-Baqoroh: 258).

Contoh konsep dalam sains diantaranya salah satunya yaitu mengenai tekanan hidrostatis yang dipengaruhi oleh massa jenis pada air laut dan air tawar (Prasasti et al., 2016). Fenomena tersebut sebagaimana yang disampaikan Firman Allah subhanahu wa ta'ala sebagai berikut:

“Dan Dialah yang membiarkan dua laut mengalir (berdampingan); yang ini tawar dan segar dan yang lain sangat asin lagi pahit; dan Dia jadikan antara keduanya dinding dan batas yang tidak tembus” (QS. Al Fur’qan: 53).

Air laut dan air tawar pada dasarnya tidak akan menyatu karena memiliki masa jenis yang berbeda, adanya tegangan pada kedua permukaan air mencegah kedua air untuk bercampur antara satu sama lain. Massa jenis merupakan suatu perbandingan antara massa zat dengan volumenya atau pengukuran massa persatuan volume, dimana massa jenis benda dipengaruhi oleh jenis zatnya (Prawira & Rouf, 2018).

Contoh prinsip dalam sains diantaranya yaitu salah satunya berupa konsep mengenai fotosintesis. Pada prinsipnya, semakin besar intensitas cahaya maka akan berpengaruh kepada semakin efektifnya proses fotosintesis.

Fenomena tersebut sebagaimana yang disampaikan Firman Allah subhanahu wa ta’ala sebagai berikut:

“Dan Dialah yang menurunkan air dari langit, lalu Kami tumbuhkan dengan air itu segala macam tumbuh-tumbuhan, maka Kami keluarkan dari tumbuh-tumbuhan itu tanaman yang menghijau, Kami keluarkan dari tanaman yang menghijau itu butir yang banyak; dan dari mayang kurma, mengurai tangkai-tangkai yang menjulai, dan kebun-kebun anggur, dan (Kami keluarkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah, dan menjadi masak. Sungguh, pada yang demikian itu ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi orang-orang yang beriman” (QS. Al-An’am: 99).

Berdasarkan ayat Al-Qur’an tersebut, disebutkan bahwa makanan dihasilkan dari tumbuhan yang menghijau. Tumbuhan hijau menurut para ahli dimaknakan sebagai klorofil yang mengandung klorofil.

Hakikat Sains sebagai Proses

Sains secara hakikatnya bukan hanya berupa kumpulan fakta, konsep maupun teori. Selama proses penemuan suatu fakta, konsep maupun teori tersebut melalui berbagai tahapan-tahapan atau suatu metode penelitian yang perlu dilewati. Berdasarkan konsep tersebut, sehingga dapat disimpulkan bahwa sains bukan hanya berupa suatu kumpulan konsep atau fakta, namun juga berupa cara berpikir atau cara pemecahan masalah terkait berbagai fenomena yang ada.

Suatu upaya pemecahan masalah di bidang sains biasanya berupa berbagai fenomena alam yang kerap kali di hadapi pada kehidupan sehari-hari. Upaya pemecahan masalah tersebut dimulai dengan kegiatan inkuiri atau penemuan. Kegiatan inkuiri dapat mengarahkan seseorang untuk mengkonstruksi sendiri pengetahuannya atau suatu konsep, sehingga dapat lebih mudah memahami suatu konsep (Zannah, 2013).

Kegiatan penemuan (inkuiri) suatu konsep atau teori sains tentunya tidak hanya sekedar berupa kegiatan pengamatan saja, namun melibatkan berbagai keterampilan sains yang diperlukan untuk benar-benar memahami atau membentuk suatu konsep menggunakan suatu metode ilmiah. Penemuan di bidang sains tentunya erat kaitannya dengan penggunaan metode ilmiah.

Metode ilmiah adalah prosedur dalam memperoleh suatu pengetahuan melalui penggunaan metode ilmiah, sehingga menghasilkan suatu pengetahuan ilmiah (Amin, 2019). Suatu pengetahuan yang dihasilkan khususnya di bidang sains tanpa melalui suatu tahapan metode ilmiah, tentunya tidak dapat dikatakan sebagai suatu pengetahuan ilmiah.

Metode ilmiah merupakan suatu bentuk gambaran bagaimana cara berpikir seseorang. Seseorang yang terbiasa menggunakan metode ilmiah dalam memecahkan berbagai

permasalahan yang dihadapi, maka akan terbiasa untuk berpikir secara sistematis dan kritis. Hal tersebut dikarenakan terbiasa untuk berpikir secara rasional berdasarkan data atau fakta yang ada untuk menghasilkan sebuah kesimpulan.

Pelaksanaan metode ilmiah ini terdiri dari enam tahapan, diantaranya yaitu perumusan masalah, pengumpulan data, penyusunan hipotesis, pengujian hipotesis, pengolahan data dan perumusan kesimpulan (Swantara, 2015). Tahapan-tahapan menggunakan metode ilmiah tersebut harus dilaksanakan secara sistematis sesuai dengan azas dari suatu metode ilmiah.

Perumusan Masalah

Pada hakikatnya, seseorang itu memiliki rasa ingin tahu yang cukup besar. Tidak jarang dari kita penasaran tentang bagaimana proses terjadinya hujan? Kenapa buah apel yang dikupas, setelah selang waktu tertentu warnanya akan berubah kecoklatan? Serta pertanyaan-pertanyaan lain yang merupakan gambaran dari berbagai fenomena sains yang ada di sekitar kita.

Pada hakikatnya, Allah subhanahu wa ta'ala juga mengisyaratkan hambaNya untuk selalu memperhatikan berbagai fenomena yang ada di sekitar untuk bisa mengetahui berbagai bukti kekuasaan Allah. Allah Subhanahu wa ta'ala berfirman”

“Maka apakah mereka tidak memperhatikan langit dan bumi yang ada di hadapan dan di belakang mereka? Jika kami menghendaki, niscaya Kami benamkan mereka di bumi atau Kami jatuhkan kepada mereka kepingan-kepingan dari langit. Sungguh, pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda (kekuasaan Allah) bagi setiap hamba yang kembali (kepada-Nya) (Q.S Saba’: 9).

Arahan untuk “memperhatikan” pada Q.S Saba’ ayat 9 sebenarnya sama halnya dengan arahan untuk melakukan

observasi. Rasa ingin tahu seseorang menjadi langkah awal seseorang untuk mencari jawaban dengan melakukan kegiatan observasi terlebih dahulu. Observasi merupakan tahapan awal pada kegiatan metode ilmiah yang kemudian diharapkan dapat memunculkan berbagai pertanyaan ilmiah untuk dapat ditindak lanjuti dengan kegiatan percobaan.

Misalnya ketika kita melakukan observasi kepada berbagai jenis tumbuhan yang ada di sekitar, adakalanya kita melihat ada tumbuhan yang tumbuh subur, dan ada juga yang tidak. Hal tersebut tentunya dapat menimbulkan rasa ingin tahu terkait faktor penyebabnya sebagai hasil dari kegiatan observasi.

Penyusunan Hipotesis

Tahapan yang tidak kalah penting pada penerapan metode ilmiah adalah tahapan perumusan hipotesis. Hipotesis merupakan jawaban sementara atau gagasan solusi sementara terkait permasalahan penelitian yang telah ditetapkan sebelumnya. Perumusan hipotesis dilakukan setelah melaksanakan observasi yang kemudian didukung dengan kajian referensi yang relevan.

Misalnya jika permasalahan yang sedang diteliti adalah terkait kesuburan suatu tumbuhan, maka perlu ditelaah dulu kajian terkait berbagai faktor yang berperan dalam kesuburan suatu tumbuhan secara teori. Melalui kajian teori diharapkan dapat menentukan berbagai faktor penentu kesuburan suatu tanaman, misalnya berupa kandungan unsur hara pada tanah yang digunakan sebagai media tanam, intensitas cahaya dan lainnya. Berbagai faktor tersebut menjadi landasan dalam menentukan hipotesis penelitian.

Kajian penelitian kemudian dapat dikhususkan pada kajian unsur hara tanah sebagai media tanaman. Seorang peneliti dapat mengkhususkan pertanyaan penelitian terkait penggunaan

pupuk. Sebelum merumuskan hipotesis, perlu mempelajari berbagai kajian teori terlebih dahulu terkait pengaruh penggunaan pupuk pada kesuburan suatu tumbuhan. Jika berdasarkan kajian teori diketahui bahwa penggunaan pupuk dapat berperan dalam meningkatkan kesuburan suatu tumbuhan, maka dapat dirumuskan hipotesis atau sebuah jawaban sementara bahwa penggunaan pupuk berpengaruh terhadap kesuburan suatu tumbuhan.

Pengujian Hipotesis

Setelah perumusan sebuah hipotesis, tentunya untuk membuktikan apakah hipotesis yang telah dirumuskan tersebut perlu dilakukan suatu kegiatan percobaan. Kegiatan percobaan yang akan dilakukan tentunya harus disesuaikan dengan permasalahan penelitian yang sedang diteliti.

Contohnya terkait hipotesis yang sebelumnya telah ditetapkan yaitu mengenai pengaruh penggunaan pupuk terhadap kesuburan suatu tumbuhan, tentunya perlu dilakukan suatu kegiatan percobaan untuk membuktikannya. Pada kegiatan percobaan yang akan dilakukan ini perlu ditetapkan terlebih dahulu variabel penelitiannya.

Secara umum, terdapat dua variabel pada kegiatan percobaan yakni variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas adalah variabel yang sifatnya menyebabkan terjadinya perubahan pada variabel terikat, sedangkan variabel terikat adalah variabel yang sifatnya dipengaruhi oleh variabel bebas.

Contoh pada kegiatan percobaan terkait penggunaan pupuk yang sebelumnya telah disampaikan, pupuk adalah variabel bebas karena kemungkinan pupuk akan memberikan pengaruh kepada pertumbuhan suatu tumbuhan. Variabel terikat pada percobaan tersebut adalah tumbuhan, misal dilakukan uji coba pada pertumbuhan tumbuhan tomat, maka variabel

terikatnya adalah tumbuhan tomat dengan fokus kepada pengukuran tinggi tanaman.

Pada tahapan ini kemudian disusun rencana kegiatan percobaan yang akan dilakukan, menentukan alat dan bahan yang akan di gunakan serta tahapan pelaksanaan percobaannya. Supaya dapat membuktikan dengan baik terkait pengaruh penggunaan pupuk, maka perlu adanya sampel sebagai kontrol. Pada kasus ini berarti dilakukan perbandingan antara tumbuhan yang diberi perlakuan dengan penambahan pupuk sebagai perlakuan dan tumbuhan yang diberi perlakuan dengan tanpa penambahan pupuk sebagai kontrol. Tujuannya supaya dapat melihat secara jelas perbedaan dari penggunaan pupuk.

Pengolahan Data

Pada tahapan pengolahan data, seorang peneliti diharapkan dapat menyajikan data berdasarkan hasil pengamatannya. Penyajian data biasanya dapat berupa tabel maupun grafik, dimana penentuannya disesuaikan dengan jenis data yang disajikan.

Contoh kasus terkait percobaan penggunaan pupuk tadi, maka data yang diperoleh berupa ukuran tinggi tanaman yang terus dipantau pada rentang waktu tertentu, misalnya pemantauan perminggu atau perbulan. Data dibedakan antara pertumbuhan tinggi tumbuhan tomat yang diberi pupuk dengan pertumbuhan tinggi tumbuhan tomat yang tidak diberi tomat.

Kesimpulan

Kesimpulan pada suatu kegiatan percobaan tentunya harus sesuai dengan data hasil kegiatan percobaan yang telah dihasilkan. Adanya hasil percobaan akan sesuai dengan hipotesis yang telah ditetapkan di awal, namun juga tidak jarang

jika hasilnya akan berbeda dengan hipotesis. Hal tersebut tidak jarang terjadi dikarenakan adanya pengaruh dari variabel lain.

Pada tahapan inilah dimana kegiatan percobaan yang menggunakan metode ilmiah dapat membentuk seseorang untuk memiliki suatu sikap ilmiah karena pada saat hasil akhir bertentangan dengan hipotesis yang telah dirumuskan, seorang peneliti di tantang untuk dapat menyajikan hasil kesimpulan sesuai dengan hasil yang diperoleh. Sikap jujur seorang peneliti untuk menyajikan data hasil percobaan sesuai dengan data yang ada, tentunya perlu untuk terus ditanamkan.

Proses penemuan suatu konsep, misal pada kasus yang telah di bahas sebelumnya yaitu mengenai percobaan penggunaan pupuk, hasil yang diperoleh dapat menjadi suatu konsep atau fakta di bidang sains. Melalui serangkaian tahapan dengan metode ilmiah yang telah dilakukan juga dapat membuka wawasan seseorang bahwa proses penemuan suatu pengetahuan ilmiah itu bukanlah proses yang sederhana, namun melalui serangkaian kegiatan yang kompleks dan sistematis.

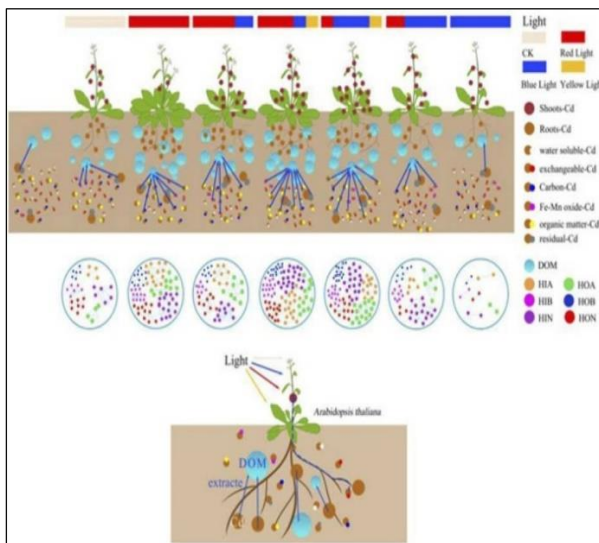
INQUIRY



Apakah kombinasi spektrum cahaya dapat berpengaruh kepada efek fitoremediasi *Arabidopsis thaliana*?

Tanah merupakan sumber daya alam yang sangat penting untuk mempertahankan sistem ekologi, namun tidak sedikit tanah telah terkontaminasi oleh bahan kimia yang merusak. Metode remediasi tanah berbasis tanaman merupakan salah satu strategi yang ramah lingkungan untuk pemurnian polutan pada tanah yang terkontaminasi. *Arabidopsis thaliana* adalah spesies yang memiliki potensi sebagai agen fitoremediasi.

EKSPERIMEN



Gambar 1.1 Percobaan pada *A. thaliana*

- ❖ Pengujian efektivitas *Arabidopsis thaliana* sebagai agen fitoremediasi dengan memberikan perlakuan berupa

kombinasi spektrum cahaya yang berbeda (merah, kuning dan biru).

- ❖ Perlakuan tersebut ditinjau pengaruhnya terhadap bioavailabilitas, toksisitas dan kelarutan logam berat pada tanah sebagai indikator fitoremediasi.

HASIL EKSPERIMEN

Penerapan spektrum cahaya kuning (gabungan antara cahaya merah dan biru) mampu meningkatkan efek dekontaminasi Cd *Arabidopsis thaliana*, hasil tersebut menjadi strategi yang paling optimal untuk meningkatkan efisiensi fitoremediasi *Arabidopsis thaliana* (Ning et al., 2022).

Hakikat Sains sebagai Sikap Ilmiah

Pada sains, penanaman sikap ilmiah merupakan hal yang tidak kalah penting selain hakikat sains sebagai produk dan sebagai proses. Kurangnya penanaman sikap ilmiah dalam proses kegiatan ilmiah dapat berakibat pada perolehan hakikat sains yang tidak utuh karena sikap ilmiah menjadi tolak ukur etika penelitian dalam menjalani kegiatan ilmiah (Tursinawati, 2016).

Pada saat pelaksanaan penelitian, seseorang perlu tetap memperhatikan terkait etika penelitian. Etika penelitian merupakan suatu pertimbangan secara rasional terkait ketentuan-ketentuan moral seseorang yang sedang melakukan penelitian. Dalam melakukan suatu penelitian, seorang peneliti tetap harus memperhatikan ketentuan baik, buruk, benar atau salah terkait kegiatan penelitiannya. Hal tersebut sebagai upaya untuk menghindari hal-hal yang tidak etis atau bertentangan dengan nilai-nilai moral.



Let's Explore

Bagaimana jika penelitian sains dilaksanakan tanpa memperhatikan etika penelitian? Apa dampak yang akan terjadi khususnya bagi umat manusia? Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan mengenai pentingnya penerapan etika pada penelitian sains.



Pada sains, sikap ilmiah yang dimaksudkan adalah berupa sikap jujur, objektif, berhati-hati, memiliki rasa ingin tahu yang besar, tekun dan sikap ilmiah lainnya. Seorang peneliti perlu memiliki rasa jujur supaya dapat menyajikan data yang sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Tidak jarang juga biasanya seorang peneliti “mengolah” data yang telah diperoleh jika tidak sesuai dengan teori yang ada. Hal tersebut tentunya tidak diperbolehkan karena tidak sesuai dengan etika penelitian.

Saat melakukan kegiatan penelitian, seorang peneliti tentunya diharapkan untuk tidak mencampuradukkan pendapat pribadinya dengan fakta yang diperoleh sebagai hasil dari penelitian yang dilakukan, dalam artian harus dapat bersikap

lebih objektif. Hal tersebut bertujuan supaya hasil penelitian yang diperoleh baik berupa suatu konsep maupun teori benar-benar menghasilkan suatu pengetahuan ilmiah.

Pelaksanaan kegiatan biasanya memerlukan waktu yang cukup panjang, dengan tidak jarang melewati tahapan-tahapan yang rumit. Contoh kasus ketika seorang peneliti ingin melakukan penelitian terkait pengaruh penggunaan pupuk terhadap kesuburan suatu tumbuhan, maka tentunya penelitiannya akan dilaksanakan pada rentang waktu yang cukup panjang. Seorang peneliti harus dapat tekun merawat objek penelitiannya berupa tumbuhan tadi dan juga diharapkan dapat dengan tekun melakukan pengamatan terhadap perubahan yang terjadi. Misalnya mengamati perubahan tinggi tumbuhan sebagai indikator kesuburannya pada rentang waktu tertentu, baik per minggu maupun perbulan. Jika seorang peneliti tidak memiliki sikap tekun, tentunya dapat berpengaruh kepada hasil penelitiannya atau bahkan dapat juga menyebabkan kegagalan pada upaya kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan.

Terakhir, perkembangan ilmu pengetahuan selama ini juga tidak lain dikarenakan adanya rasa ingin tahu yang besar oleh para ilmuwan maupun oleh pihak lainnya. Misalnya ketika terjadinya gagal panen oleh para petani, para ilmuwan biasanya akan mencari solusi terkait upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Tanpa adanya rasa ingin tahu, tentunya seseorang tidak akan memiliki motivasi yang tinggi untuk menyelesaikan permasalahan yang sedang dihadapi.



Let's Explore

Kenapa seorang peneliti perlu memiliki sikap ilmiah? Seberapa tekun seharusnya seorang peneliti Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan mengenai contoh kegiatan penelitian di bidang sains yang menuntut seorang peneliti untuk dapat memiliki sikap ilmiah.



“Seorang peneliti boleh salah, namun tidak boleh berbohong”

BAB 2

Tumbuhan



Mengapa tumbuhan dapat menghasilkan makanannya sendiri? Organel apakah yang berperan dalam produksi makanan pada tumbuhan? Bacalah beberapa artikel untuk menemukan jawaban dari pertanyaan tersebut

Pendahuluan

Indonesia memiliki sumber daya alam yang berlimpah, diperkirakan terdapat 9.600 spesies tanaman yang telah dimanfaatkan oleh 400 etnis untuk pemeliharaan kesehatan maupun pengobatan berbagai macam penyakit (Wiwaha, *et al*, 2012). Khusus di Kalimantan Tengah dengan luas wilayah 15.380.000 ha atau 7,93% dari luas wilayah Indonesia memiliki berbagai spesies tumbuhan buah, tumbuhan obat, tumbuhan hias, tumbuhan kehutanan, tumbuhan perkebunan, serta tumbuhan pangan lokal yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat (Krishnawati *et al*, 2003).

Pemanfaatan tumbuhan oleh masyarakat baik untuk pemenuhan kebutuhan sandang, pangan dan papan. Masyarakat suku dayak di Kalimantan Tengah misalnya memanfaatkan tumbuhan di sekitar untuk pemenuhan kebutuhan kehidupan sehari-hari berdasarkan pengetahuan yang mereka peroleh secara turun temurun.

Sumber daya alam yang melimpah tidak menjamin ketersediannya akan terus berlanjut, pemanfaatannya perlu dilakukan dengan bijaksana agar kelestariannya tetap terjaga sehingga tetap dapat dimanfaatkan untuk generasi selanjutnya. Seiring perkembangan jaman, semakin banyaknya pembukaan lahan berdampak kepada keanekaragaman sumber daya alam di Indonesia, khususnya di Kalimantan Tengah.

Pemanfaatan sumber daya alam secara bijaksana juga merupakan sebagai perwujudan dari peran manusia sebagai khalifah di muka bumi. Sebagaimana Firman Allah subhanahu wa ta'ala sebagai berikut:

“Dialah yang menjadikan kamu sebagai khalifah-khalifah di bumi. Barangsiapa kafir, maka (akibat) kekafirannya akan menimpa dirinya sendiri. Dan kekafiran orang-orang kafir itu

hanya akan menambah kemurkaan di sisi Tuhan mereka. Dan kekafiran orang-orang kafir itu hanya akan menambah kerugian mereka belaka” (Q.S Fatir:39).

Pada ayat lain Allah subhanu wa ta’ala juga menyampaikan sebagai berikut:

“Dan Dialah yang menjadikan kamu sebagai khalifah-khalifah di bumi dan Dia mengangkat (derajat) sebagian kamu di atas yang lain, untuk mengujimu atas (karunia) yang diberikan-Nya kepadamu. Sesungguhnya Tuhanmu sangat cepat memberi hukuman dan sungguh, Dia Maha Pengampun, Maha Penyayang” (A.S Al-An’am: 165).

Berdasarkan uraian dari dua ayat tersebut diharapkan manusia benar-benar dapat memahami peran dan tugasnya di muka bumi ini. Memahami bahwa segala karunia yang ada berupa sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan untuk kepentingan manusia, memiliki kewajiban di sisi lain supaya dapat dijaga kelestariannya dengan memanfaatkan secara bijaksana.

Salah satu sumber daya alam yang perlu dijaga kelestariannya adalah berupa tumbuhan. Kalimantan tengah sendiri memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi khususnya keanekaragaman hayati berupa tumbuhan. Terdapat berbagai tumbuhan endemik di Kalimantan Tengah, diantaranya berupa kelakai, bajei, bajakah dan lain-lain yang dimanfaatkan oleh masyarakat selain untuk memenuhi kebutuhan konsumsi sehari-hari, juga diyakini berkhasiat untuk mengobati berbagai macam penyakit. Pemanfaatan tersebut merupakan suatu warisan pengetahuan lokal yang mereka peroleh dari para pendahulu mereka. Hal tersebut tentunya perlu untuk terus dilestarikan sebagai bentuk potensi lokal suatu daerah.



Salah satu tumbuhan lokal Klaimantan Tengah yang juga menjadi filosofi hidup masyarakat suku Dayak adalah “Batang Garing”. Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan mengenai “Batang Garing”.





Do You Know?

Masyarakat suku Dayak kerap kali menggunakan tumbuhan yang ada di lingkungan sekitar untuk mengobati berbagai jenis penyakit. Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan, terdapat beberapa tumbuhan yang dimanfaatkan oleh masyarakat khususnya untuk mengobati berbagai penyakit kulit (Zannah & Dewi, 2021).

Beberapa tumbuhan lokal yang dimanfaatkan oleh masyarakat suku Dayak diantaranya yaitu:

1. Balik angin (*Mallotus paniculatus*) untuk mengobati jerawat
2. Binahong (*Anredera cordifolia*) untuk mengobati jerawat
3. Kelakai (*Stenochlaena palustris*) untuk mengobati jerawat
4. Bajakah kalalawit (*Uncaria gambir*) untuk mengobati jerawat
5. Bajei (*Diplazium esculentum*) untuk mengobati jerawat
6. Gelinggang (*Cassia alata* L) untuk mengobati jamur
7. Bawang Dayak (*Eleutherine bulbosa*) untuk mengobati jerawat
8. Karamunting (*Melastoma malabathricum*) untuk mengobati jerawat
9. Sangkepok (*Physalis minima*) untuk mengobati cacar

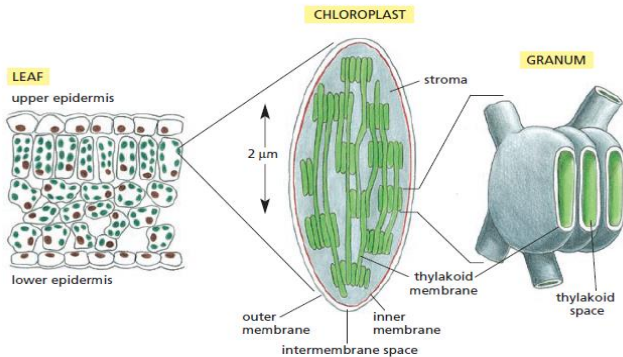
Ciri-ciri tumbuhan

Tumbuhan adalah organisme multiseluler yang memiliki peran penting dalam ekosistem. Terdapat lebih dari 300.000 spesies tumbuhan; salah satunya berupa rumput, pohon, paku-pakuan dan semak. Bidang studi yang mempelajari tentang tumbuhan disebut botani.

Tumbuhan adalah organisme multiseluler dengan sel eukariotik. Sel eukariotik adalah sel yang relatif besar dengan nukleus sejati dan organel lain yang mempunyai fungsi spesifik. Tumbuhan, protista, jamur, dan hewan semuanya memiliki sel eukariotik.

Sel-sel tumbuhan berbeda dengan sel hewan, salah satunya perbedaannya terdapat pada dinding selnya yang mengandung selulosa, kloroplas yang berfungsi untuk fotosintesis, dan vakuola yang berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan (glukosa dan amilum), tempat menyimpan pigmen (daun, bunga dan buah) serta mampu menyerap air sehingga dapat mempertahankan turgiditas dan bentuk dari bagian-bagian lunak tumbuhan seperti daun.

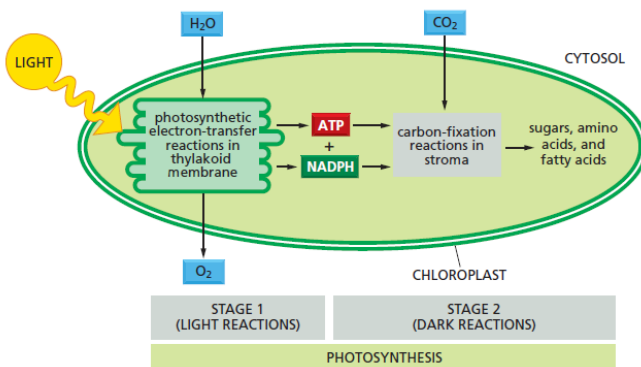
Kloroplas terdiri dari 3 membran yang berbeda (membran luar, membran bagian dalam dan membran tilakoid) yang membentuk tiga kompartemen internal yang terpisah (ruang intermembran, stroma dan ruang tilakoid) (Gambar 1.1). Membran tilakoid mengandung semua sistem pembangkit energi dari kloroplas, termasuk yang menangkap cahaya klorofil. Tilakoid saling berhubungan antara satu sama lain dan saling menumpuk membentuk grana (Alberts *et al*, 2010).



Gambar 2.1 Kloroplas yang terdiri dari tiga kompartemen internal

Tumbuhan memiliki peran penting dalam ekosistem karena mampu menghasilkan makanan sendiri melalui proses fotosintesis. Fotosintesis dilakukan dalam organel intraseluler khusus yaitu kloroplas, yang mengandung pigmen penangkap cahaya seperti klorofil. Semua bagian tumbuhan hijau mengandung kloroplas, tetapi untuk sebagian besar tumbuhan, daun merupakan tempat utama fotosintesis. Proses fotosintesis menghasilkan ATP dan NADPH yang digunakan untuk mengkonversi CO₂ menjadi gula di dalam kloroplas (Alberts *et al*, 2010).

Reaksi fotosintesis berlangsung dalam dua tahap: pertama yaitu reaksi terang dan kedua yaitu reaksi gelap (Gambar 1.2).



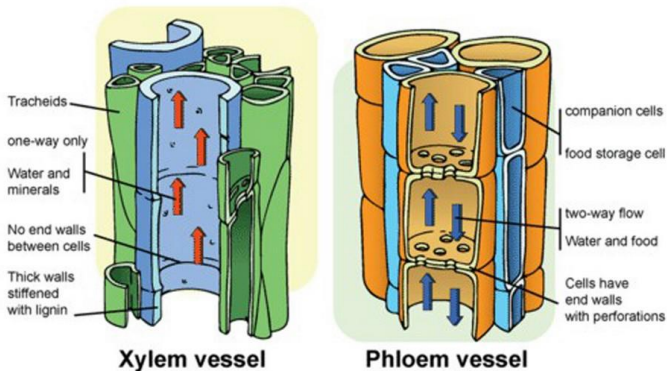
Gambar 2.2 Tahapan pada Reaksi Fotosintesis (Alberts *et al*, 2010).

Pada tahap pertama, yang bergantung pada cahaya, energi dari sinar matahari ditangkap dan disimpan sementara dalam ikatan energi tinggi ATP dan molekul pembawa aktif NADPH. Reaksi ini menghasilkan reaksi transfer elektron fotosintetik yang terjadi di dalam membran tilakoid pada kloroplas. Dalam rangkaian reaksi ini, energi berasal dari sinar matahari yang memberi energi pada elektron dalam klorofil, memungkinkan elektron untuk bergerak sepanjang rantai transport elektron rantai di membran tilakoid.

Pada tahap kedua, ATP dan NADPH yang dihasilkan oleh transfer elektron fotosintesis berfungsi sebagai sumber energi dan mendorong pembuatan gula dari CO₂ atau yang disebut reaksi fiksasi karbon. Reaksi ini berlangsung di stroma kloroplas dan berlanjut di sitosol sel tumbuhan. Menghasilkan sukrosa dan banyak molekul organik lainnya.

Secara keseluruhan proses fotosintesis menghasilkan oksigen dan molekul organik yang digunakan oleh mitokondria pada sel eukariot (termasuk alga dan tumbuhan) sebagai bahan bakar respirasi seluler. Respirasi memecah O₂ dan menghasilkan ATP. Produk sampingan dari proses respirasi ini adalah CO₂ dan H₂O yang merupakan bahan baku untuk proses fotosintesis (Reece *et al*, 2011).

Tumbuhan juga memiliki jaringan berupa xilem dan floem, yang membawa air dan nutrisi mulai dari akar hingga ke bagian batang dan daun. Xilem berfungsi mengangkut bahan fotosintesis berupa air dan mineral dari akar ke daun sedangkan floem berfungsi untuk mengangkut hasil fotosintesis berupa nutrisi makanan dari daun ke seluruh bagian tumbuhan.



Gambar 2.3 Jaringan xylem dan floem pada tumbuhan



Salah satu tumbuhan lokal Klaimantan Tengah yang juga menjadi filosofi hidup masyarakat suku Dayak adalah “Batang Garing”. Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan mengenai “Batang Garing”.

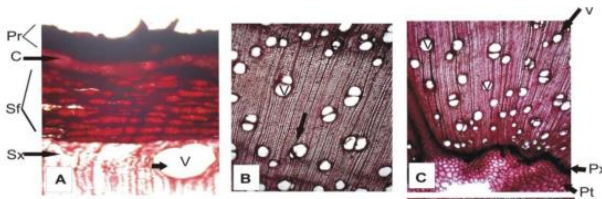




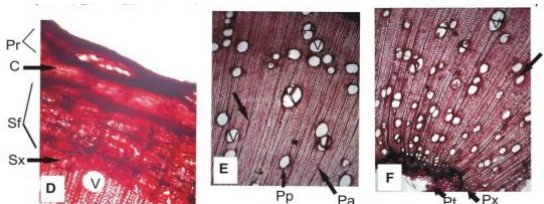
Do You Know?

Seorang peneliti mencoba mengamati struktur dari xylem tumbuhan Sengon (*Falcataria moluccana*). Peneliti tersebut mencoba mencari tahu apakah ada perbedaan struktur *xylem* antara sengon provenan Solomon dengan Sengon provenan Wamena.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara penampang melintang, tangensial dan radial pada bagian periderm hingga bagian empulur tidak terdapat perbedaan struktur anatomi batang antara sengon Solomon dan Wamena. Hasil analisis varian juga menunjukkan bahwa sel parenkim paratrakeal, apotrakeal, jumlah serat xylem, panjang serat *xylem* dan diameter serat xylem tidak menunjukkan perbedaan nyata antara batang sengon Solomon (rentan) dan Wamena (toleran) (Ana et al., 2016).



Gambar 2.4 Penampang melintang batang Sengon wamena bagian periderm (A), bagian xylem skunder (B), bagian empulur (bagian tengah batang) (C).



Gambar 2.5 Penampang melintang batang Sengon solomon bagian periderm (A), bagian xylem skunder (B), bagian empulur (bagian tengah batang) (C).

INQUIRY



Apakah suhu dan cahaya berpengaruh pada proses fotosintesis?

Selada merupakan sayuran hortikultura yang banyak digemari oleh masyarakat. Sayuran ini juga seringkali digunakan sebagai objek penelitian terkait respon suatu tumbuhan terhadap perubahan lingkungan.

EKSPERIMEN

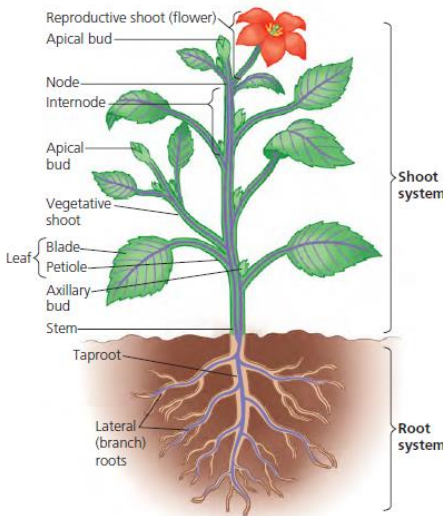
Pada penelitian ini yakni mengamati ada tidaknya pengaruh faktor suhu dan cahaya terhadap proses fotosintesis pada tumbuhan selada. Kegiatan percobaan ini diujikan pada tiga temperatur yang berbeda 15/10 °C (T15), 23/18 °C (T23) dan 30/23°C (T30). Selain itu juga pada lima perlakuan cahaya yang berbeda 100 (P100), 200 (P200), 350 (P350), 500 (P500) dan 600 $\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ (P600).

HASIL EKSPERIMEN

Berdasarkan data hasil penelitian yang diperoleh, disimpulkan bahwa temperatur memiliki peran yang lebih berpengaruh dalam proses fotosintesis dibandingkan faktor cahaya pada sayur selada. Namun, faktor temperature dan cahaya sama-sama memiliki peran yang penting pada proses pertumbuhan selada. Hasil tersebut tentunya memberikan informasi yang sangat penting untuk mengoptimalkan pertumbuhan selada (Zhou et al., 2022).

Klasifikasi Tumbuhan

Tumbuhan umumnya terdiri dari akar, batang dan daun (Gambar 2.6). Akar adalah organ yang menyokong berdirinya tanaman di tanah, menyerap mineral dan air, dan seringkali menyimpan karbohidrat. Batang adalah organ yang mengangkat atau memisahkan daun, membuat mereka terkena sinar matahari. Batang juga memfasilitasi penyebaran serbuk sari dan buah. Setiap batang terdiri dari sistem pergantian simpul, titik-titik di mana daun dilampirkan, dan ruas, segmen batang diantara node. Terakhir adalah daun, pada sebagian besar tanaman vaskular, daun adalah organ fotosintesis utama, meskipun batang berwarna hijau pada tumbuhan tertentu juga melakukan fotosintesis. Daun bervariasi dalam bentuk tetapi umumnya terdiri dari helai daun, tulang daun, tangkai daun, dan pelepah (Reece *et al*, 2011).



Gambar 2.6 Tumbuhan berbunga, terbagi menjadi bagian akar dan bagian tunas, dihubungkan oleh jaringan pembuluh (untaian berwarna ungu) yang saling berhubungan di seluruh tanaman (Reece *et al*, 2011).

Morfologi dari organ suatu tumbuhan berupa akar, batang dan daun berbeda-beda sesuai dengan klasifikasi dari tumbuhan

hijau. Klasifikasi Tumbuhan (kingdom Plantae) yaitu Tumbuhan lumut (Bryophyta), Alga, Tumbuhan paku (Pteridophyta) dan Tumbuhan biji (Spermatophyta).

Adanya klasifikasi tumbuhan tersebut dikarenakan tumbuhan yang ada di muka bumi ini beraneka ragam. Hal tersebut sejalan dengan Firman Allah Subhanahu wa ta'ala sebagai berikut

“Dia yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalan-jalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berjenis-jenis dari tumbuh-tumbuhan yang bermacam-macam”. (Q.S. Thaahaa: 53).

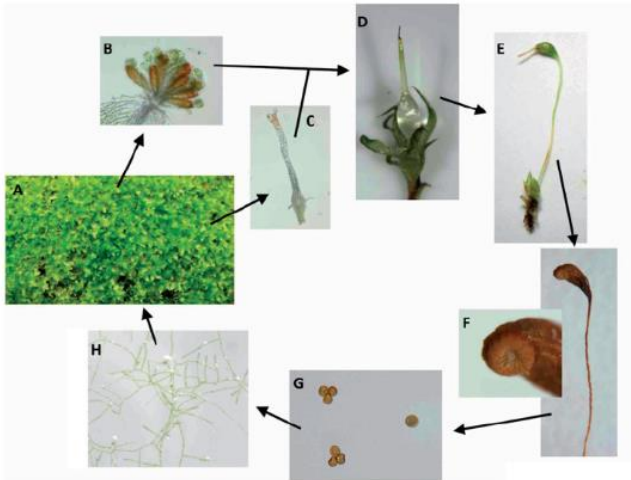
Klasifikasi pada tumbuhan dilakukan untuk mempermudah mengenali dan membandingkan sehingga dapat dipelajari dengan mudah. Klasifikasi tumbuhan diantaranya adalah sebagai berikut:

1. Tumbuhan Lumut (Bryophyta)

Lumut (Bryophyta) merupakan jenis tumbuhan yang tidak mempunyai akar dan daun sejati. Akar pada lumut berupa akar semu (rizoid) yang terdiri atas beberapa lapis sel parenkim dan berbentuk seperti benang. Lumut biasanya hidup berkoloni, tidak memiliki pembuluh seperti xylem dan floem serta dinding sel terdiri atas selulosa.

Lumut memiliki peran yang sangat penting pada ekosistem diantaranya sebagai habitat invertebrata, memperlambat aliran air sehingga mampu mencegah terjadinya erosi, dan sebagai tempat persemaian (Whitehead *et al*, 2018). Lumut juga berfungsi sebagai bioindikator karena sensitifitas mereka terhadap pencemaran udara dan pencemaran air (Pescott *et al*, 2015; Gatzliolis *et al*, 2016). Partikulat dari polutan dapat terperangkap pada permukaan luar lumut (Aboal *et al*, 2011).

Fase dominan pada siklus hidup lumut adalah gametofit haploid. Secara umum, siklus hidup lumut dapat dilihat pada gambar 1.5. (A) Gametofit menghasilkan (B) antheridia dan (C) archegonia. (D) Sperma dari antheridia membuahi telur di archegonia untuk menghasilkan sporophyte muda, yang awalnya sepenuhnya dikelilingi oleh jaringan gametofit maternal yang kemudian membentuk kaliptra. Sporofit dewasa (E) terdiri dari kaki, seta, dan kapsul. Bagian kaki tertanam dalam gametofit di mana ia memperoleh air dan nutrisi dari tanaman maternal. Kaliptra dan operculum mengeluarkan gigi peristom (F). Spora haploid (G) berkecambah dan membentuk protonema (H), yang pada gilirannya menghasilkan gametofit berdaun.



Gambar 2.7 Siklus Hidup Lumut (Budke *et al*, 2018).

Tumbuhan lumut terbagi menjadi 3 kelas yaitu lumut daun (*Bryopsida*), lumut hati (*Marchantiophyta*) dan lumut tanduk (*Anthocerotophyta*). Masing-masing lumut pada ketiga kelas tersebut memiliki karakteristik yang berbeda-beda.

Lumut Daun (*Bryopsida*)

Lumut daun terdiri dari 9000 hingga 13.000 spesies (Magill, 2010). Siklus hidup lumut daun berbeda dengan tumbuhan lumut lainnya karena morfologinya yang sangat bercabang, berserabut berupa talus yang mampu menghasilkan beberapa batang lumut berdaun dari perkecambahan spora tunggal (Gambar 2.8). Pertumbuhan yang berkelanjutan menghasilkan sel sporofit yang terdiri dari kaki (tertanam dalam gametofit maternal dan berfungsi dalam transfer air atau nutrisi), seta (tangkai), dan kapsul (Gambar 2.9) (Budke *et al*, 2018).

Sepanjang awal pengembangan puncak sporofit dilindungi oleh kaliptra, yang ditutupi oleh kutikula untuk melindungi sporofit yang belum matang dari kehilangan air (Budke *et al*, 2013). Bagian kapsul dibedakan menjadi kolumela steril pusat dan dikelilingi oleh spora sel-sel induk, yang mengalami meiosis membentuk spora haploid. Kemudian sporofit mengering dan akhirnya melepaskan spora melalui operculum (Gallenmuller *et al*, 2018).



Gambar 2.8 Struktur Gametofit



Gambar 2.9 Sel Sporofit



Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait *Bryopsida*.



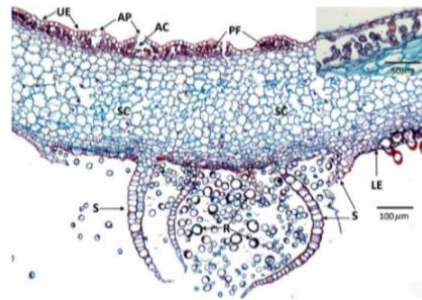
Lumut Hati (*Marchantiophyta*)

Terdapat 5000 hingga 7000 spesies lumut hati yang tersebar di seluruh dunia (Soderstrom *et al.*, 2016; Von Konrat *et al.*, 2010). Bentuk morfologi lumut hati berupa lembaran, pipih, berlobus serta bertalus. Pada lumut hati, fotosintesis hanya terjadi pada lapisan sel di permukaan punggung yang dibatasi oleh sel-sel epidermis dengan pori-pori untuk pertukaran gas (Gambar 1.9). Akar berupa rizoid terletak di permukaan bawah dan berfungsi untuk menyerap air dan melekatkan lumut ke substrat. Sel-sel antara epidermis atas dan bawah sebagian besar berdinding tipis dan digunakan untuk penyimpanan minyak dan produk lainnya.

Marchantia berkembangbiak secara generatif dengan membantuk gamet jantan dan gamet betina dan secara vegetatif secara fragmentasi dan membentuk gemma (kuncup). Pada perkembangbiakan secara generatif, gametangia jantan dan

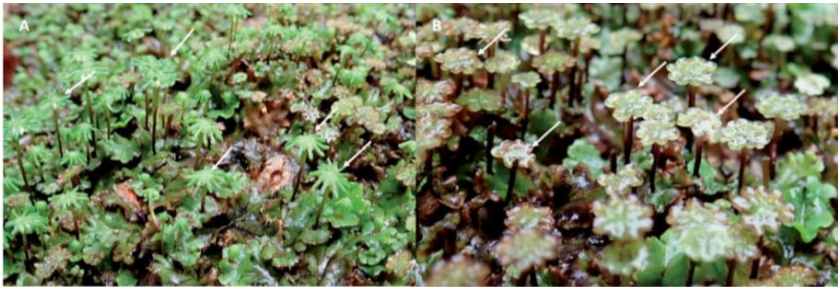


Gambar 2.10 Spesies *Marchantia* dengan thallus pipih (Budke *et al.*, 2018)



Gambar 2.11 Potongan melintang thallus *Marchantia* (Budke *et al.*, 2018)

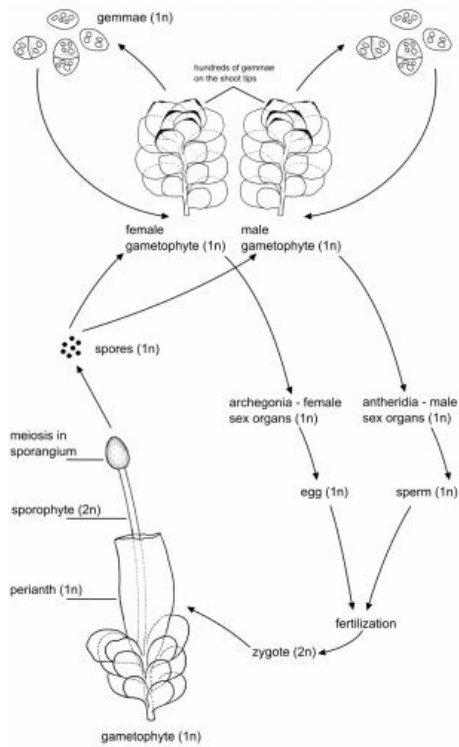
betina diproduksi pada antheridiophores dan archegoniophores yang mirip payung pada tanaman yang terpisah (Gambar 2.11). Archegonia terletak terbalik dan menggantung ke bagian bawah, dimana gametangia jantan terletak di permukaan atas gametofor. Penyebaran sperma dibantu oleh air. Sporofit *Marchantia* terdiri dari kaki yang tertanam pada gametofit betina, seta, dan kapsul dan seperti pada lumut daun, sporofit tergantung pada gametofit untuk air dan nutrisi (Budke *et al*, 2018).



Gambar 2.12 Gametangiofor *Marchantia*, archegoniofor (tanda panah) (A), dan antheridiophores (tanda panah) (B) (Budke *et al*, 2018).

Siklus hidup lumut hati dimulai dengan dihasilkannya antheridia dan archegonia pada tanaman gametofit haploid. Spermatozoid dilepaskan dari antheridia dan bergerak menuju archegonia. Telur yang dibuahi berkembang menjadi zigot diploid, yang berdiferensiasi menjadi sporofit diploid yang terdiri dari seta memanjang dan ellipsoid atau bola sporangium, yang melekat dan dipelihara oleh gametofit. Jaringan sporogen di dalam kapsul mengalami meiosis, menghasilkan spora haploid, dilepaskan dari sporangium saat dibuka. Spora yang berkecambah memunculkan generasi baru gametofit haploid. Berbagai bagian gametofor lumut dapat menghasilkan perbanyakan aseksual, yang paling khusus adalah spesialisasi

gemma yang berkecambah menjadi tanaman baru yang independen secara fisiologis (Holla, 2015).



Gambar 2.13 Siklus hidup Lumut Hati (Holla, 2015)



Bagaimana siklus hidup dari *Marchantia*? Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait *Marchantia*.



Lumut Tanduk (*Anthocerotophyta*)

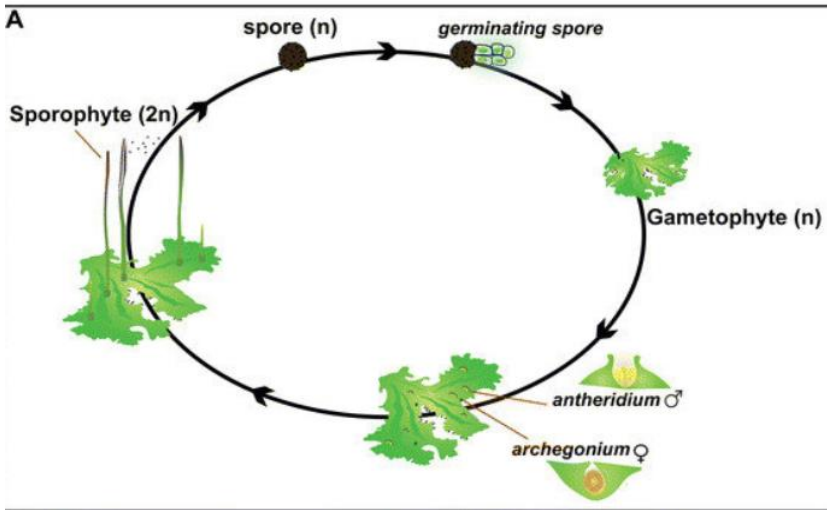
Terdapat sekitar 250 spesies lumut tanduk yang tersebar di seluruh dunia (Soderstrom *et al*, 2016). Habitatnya di daerah yang memiliki kelembaban yang tinggi seperti tepi sungai dan danau. Reproduksi secara vegetatif yaitu berupa fragmentasi, pembentukan kuncup, pembentukan umbi serta penebalan ujung talus. Reproduksi secara generatif berupa pembentukan arkegonium dan anteridium pada permukaan atas gametofit.



Gambar 2.14 Lumut Tanduk *Phaeoceros carolinianus* dengan sporofit (Hallingback & Hodgetts, 2000)

Gametofit vegetatif dari lumut tanduk berupa talus pipih, dimana pada daerah yang mengalami pertumbuhan mengandung sel soliterapi yang terletak di takik thallus dan ditutup oleh lendir yang disekresikan oleh sel epidermis.

Sel apikal mengandung kloroplas yang secara tidak langsung terkait dengan nucleus (Renzaglia *et al*, 2008). Siklus hidup lumut tanduk yaitu *Anthoceros agrestis* dimulai dengan spora yang berkecambah dan menghasilkan gametofit. Gametofit bersifat monoecious dan karenanya masing-masing tanaman mengandung antheridia jantan dan archegonia betina. Setelah pembuahan sel telur oleh sperma dari antheridia, zigot dipertahankan dalam archegonium. Embrio yang dihasilkan berkembang menjadi sporofit di mana spora diproduksi melalui meiosis (Szovenyi *et al*, 2015).



Gambar 2.15 Siklus hidup Lumut Tanduk *Anthoceros agrestis* (Szovenyi *et al*, 2015).



Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait *Anthoceros agrestis*.





Do You Know?

Marchantia polymorpha adalah lumut hati yang umum digunakan sebagai objek model untuk kegiatan penelitian di laboratorium. Mudahnya penanganan di laboratorium serta siklus hidupnya dengan fase haploid, menjadi alasan lumut ini seringkali digunakan sebagai organisme model untuk fisiologis, metabolisme dan studi genetik serta penelitian evolusi.

Dalam hal kekebalan tanaman, *M. polymorpha* dapat membantu membedakan asal dan proses evolusi serta interaksinya dengan mikroorganisme yang menguntungkan dan patogen (Poveda, 2020).

2. Alga (Ganggang)

Alga di lautan, sungai, dan danau di dunia diperkirakan menghasilkan sekitar setengah dari semua oksigen yang diproduksi di planet ini (Chapman, 2013). Alga (ganggang) adalah protista mirip tumbuhan. Ciri-ciri alga (ganggang) adalah merupakan organisme eukariotik, bersifat fotoautotrof, tubuhnya tidak dapat dibedakan antara akar, batang dan daun, serta habitatnya ada di perairan baik di air tawar maupun air laut.

Reproduksi alga (ganggang) dapat secara aseksual dan secara seksual, reproduksi aseksual yaitu berupa sporangium dan zoospora sedangkan reproduksi seksual yaitu berupa isogami, anisogami dan oogami. Alga (ganggang) dibagi menjadi 4 kelas yaitu ganggang hijau (*chlorophyta*), ganggang

keemasan (*chrysophyta*), ganggang coklat (*phaeophyta*) dan ganggang merah (*rhodophyta*).

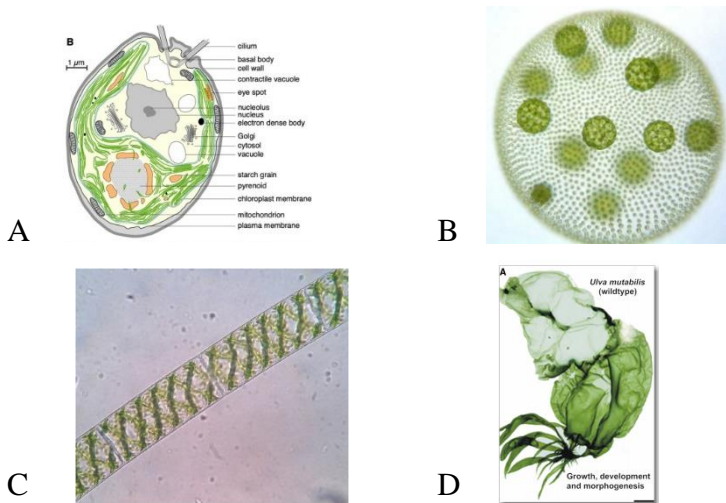
Ganggang hijau (*chlorophyta*)

Chlorophyta habitatnya di air tawar terutama di perairan yang cahayanya cukup, bersifat kosmopolit dan mengandung pigmen klorofil a dan klorofil b lebih dominan dibandingkan karotin dan xantofil (Fauziah & Laily, 2015). Beberapa contoh dari *chlorophyta* diantaranya yaitu bersel tunggal (*Chlamydomonas*, *Chlorococcum*, *Chlorella* dan *Euglena viridis*), berbentuk koloni (*Volvox*, *Hydrodictyon*, *Scenedesmus*, *Pediastrum* dan *Dictyosphaerium*), berbentuk berkas (*Spirogyra*, *Ulothrix*, *Oedogonium*, *Derbesia* dan *Zygnema*) dan berbentuk lembaran (*Ulva*, *Halimeda* dan *Chara*).

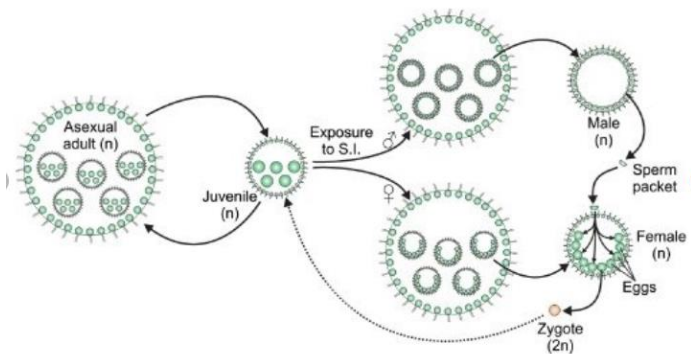


Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait *Chlorophyta*.





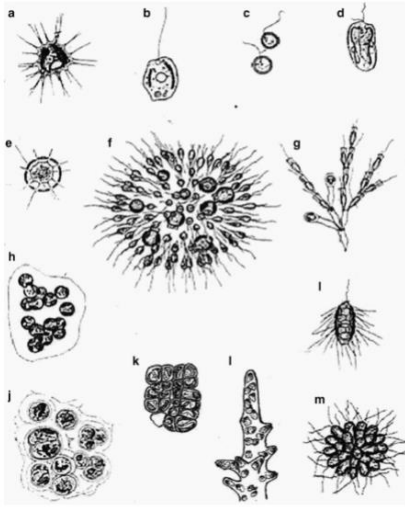
Gambar 2.16 *Chlamydomonas* (A) (Salome & Merchant, 2019), *Volvox* (B) (Elgeti *et al*, 2015), *Spirogyra* (C) (De *et al*, 2018) dan *Ulva* (D) (Wichard *et al*, 2015).



Gambar 2.17 Siklus Hidup *Volvox* (Herron *et al*, 2013).

Ganggang keemasan (*chrysophyta*)

Chrysophyta adalah alga uniseluler atau kolonial yang mengandung klorofil a dan c. Habitatnya di air tawar sedang, dan distribusinya dipengaruhi oleh suhu dan pH (Kristiansen & Skaloud, 2016).



Gambar 2.18 Keragaman Morfologi dari *Chrysophyta*. (Kristiansen & Skaloud, 2016)

- A. Chrysamoeba.
- B. Chromulina,
- C. Chrysococcus,
- D. Ochromonas,
- E. Chrysothecopsis,
- F. Uroglena,
- G. Dinobryon,
- H. Chrysocapsa,
- I. Mallomonas,
- J. Gloeochrysis, K.
- K. Phaeoplaca, L.,
- L. Hydrurus, M.
- M. Synura.

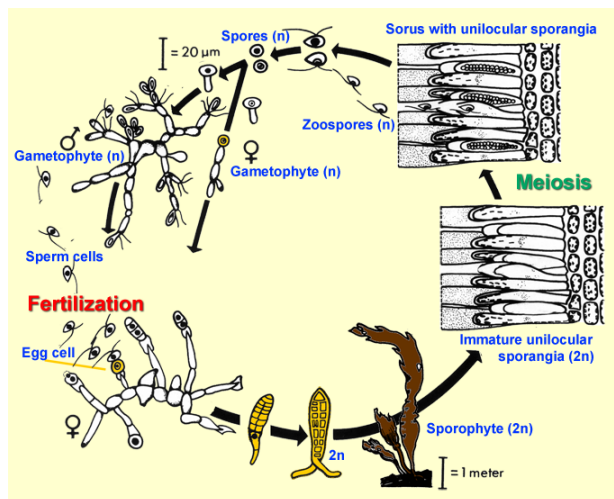


Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait *Chrysophyta*.



Ganggang coklat (*Phaeophyta*)

Phaeophyta adalah makroalga benthik yang merupakan elemen utama ekosistem pesisir di laut beriklim sedang dan dingin dan juga penting secara ekonomi. Merupakan organisme fotosintesis, memiliki kloroplas yang berasal dari peristiwa endosimbiotik sekunder dengan heterokont fotosintesis dan dikelilingi oleh empat lapisan membran. Pigmen fotosintesis utama adalah klorofil a dan c dan fukosantin dan menghasilkan laminaran sebagai polisakarida. *Phaeophyta* merupakan organisme multiseluler dengan dinding sel terdiri dari alginat, fucan, dan selulosa, dan dilintasi oleh plasmodesmata (Kawai, 2017). Contoh dari *Phaeophyta* diantaranya adalah *Laminaria*, *Saccharina*, *Fucus* dan *Sargassum muticum*.



Gambar 2.19 Siklus Hidup *Laminaria Saccharina* (Vcbio, 2013).

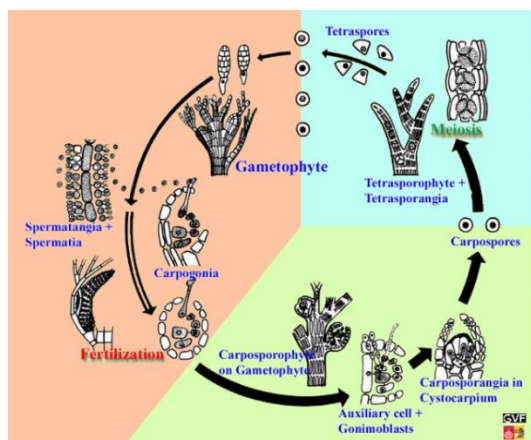


Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait *Phaeophyta*.



Ganggang merah (*Rhodophyta*)

Rhodophyta merupakan makroalga yang tumbuh melekat pada substrat tertentu seperti pada karang, lumpur, pasir, batu, mangrove dan benda keras. Makroalga ini juga ditemukan menempel pada akar tumbuhan mangrove. *Rhodophyta* memiliki berbagai karakteristik yang berbeda, diantara karakteristik tersebut adalah bentuk talus seperti daun (*blade*) dan ada juga yang silindris. Beberapa spesies menunjukkan adanya stolon dan Holdfast. Jenis Holdfast semua spesies alga merah yang ditemukan berbentuk serabut. Bentuk percabangan juga memiliki perbedaan pada spesies yang ditemukan. Ada yang memiliki bentuk dikotom, semi dikotom, pinnate, pinnate alternate, monopodial, hingga ada bentuk percabangan yang tidak teratur (Ghazali *et al*, 2018). Contoh dari *Rhodophyta* diantaranya adalah *Bostrychia* sp., *Chondrilla* sp., *Laurencia* sp., *Polysiphonia* sp., *Murrayella* sp.



Gambar 2.20 Siklus Hidup *Polysiphonia Flexicaulis* (Vcbio, 2013).



Let's Explore

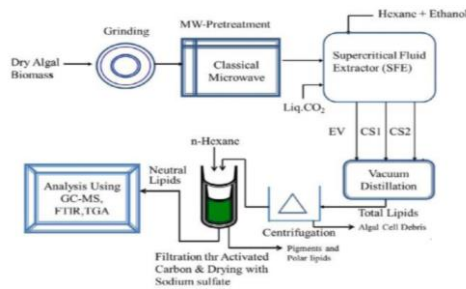
Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait *Rhodophyta*.





Do You Know?

Seorang peneliti melakukan pengamatan terkait alga *Chlorella vulgaris* terkait perannya sebagai biodiesel. Pelaksanaan penelitian menggunakan metode SCCO₂ dan metode konvensional (pelarut n-hexane dan etanol). penggunaan metode SCCO₂ pada hasilnya memberikan dampak yang positif terkait proses ekstraksi minyak dari *Chlorella vulgaris* (Khorramdashti et al., 2021).



Gambar 2.21 Proses ekstraksi minyak

3. Tumbuhan Paku (*Pteridophyta*)

Tumbuhan paku terdiri dari 10.900–11.100 spesies yang tersebar di seluruh dunia. Pada tumbuhan paku mengalami metagenesis (pergiliran keturunan) yaitu tahap sporofit (menghasilkan spora) dan gametofit (menghasilkan sel kelamin). Sporofit terdiri dari akar, batang, dan daun (Wu *et al.*, 2013). Ciri-ciri dari tumbuhan paku yaitu memiliki sistem pembuluh sejati (*Tracheophyta*), ukuran beragam antara 6 milimeter hingga mencapai 6 meter, daun muda menggulung, cara hidup secara epifit dan sporofit, tidak berbunga dan memiliki klorofil.

Tumbuhan paku terdiri dari 4 kelas, yaitu kelas *Psilophytinae*, *Equisetinae*, *Lycopodinae* dan *Filicinae*.

Psilophytinae

Psilophytinae (paku purba) merupakan paku yang bersifat homospor, tidak berdaun atau mempunyai daun-daun kecil (mikrofil) yang belum terdiferensiasi. Kelas *Psilophytinae* terdiri dari dua ordo, yaitu ordo *Psilophytales* (paku telanjang) dan ordo *Psilotales*. Ordo *Psilophytales* merupakan tumbuhan paku yang paling rendah tingkat perkembangannya. Kelompok tumbuhan ini belum berdaun, belum berakar, batang mempunyai berkas pengangkut dan bercabang-cabang menggarpu. Ordo *Psilotales* yaitu tumbuhan paku yang tidak mempunyai akar namun memiliki rhizoid dan batangnya mikrofil (daun-daun kecil) berbentuk sisik. Contoh dari ordo *psilotales* antara lain *Psilotum nudum*, *Psilotum triquetrum* dan *Tmesipteris tannensis* (Sugiarti, 2017).



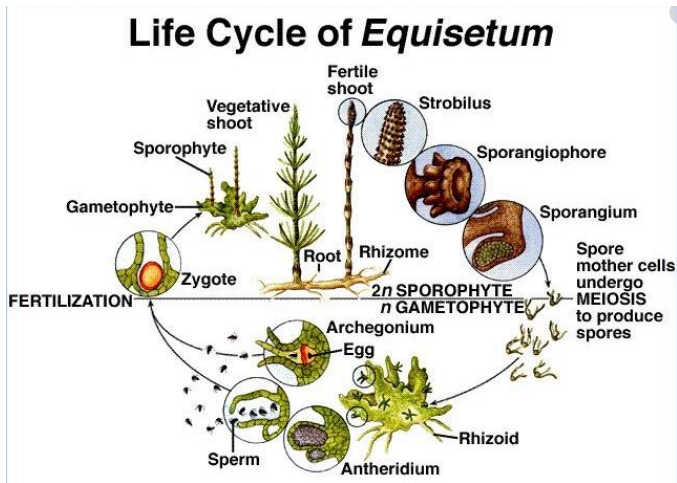
Gambar 2.22
Psilotum nudum
(Bandyopadhyay,
2016).

Equisetinae

Equisetinae atau paku ekor kuda memiliki ciri yaitu batang beruas-ruas dan tegak lurus berbentuk bulat serta tidak memiliki bunga. Sistem reproduksinya berupa sporangium yang terdapat pada sporangiosfor berupa sporofil.

Equisetinae terdiri dari 3 ordo, yaitu ordo Equisetales, ordo Sphenophyllales dan ordo Protoarticulatales. Ordo Equisetales merupakan tumbuhan paku yang mempunyai rimpang yang merayap dengan cabang berdiri tegak dan daun berukuran mikrofil, batang dan cabang-cabangnya mempunyai fungsi sebagai asimilator karena mengandung klorofil. Contohnya yaitu *Equisetum debile*, *Equisetum ramosissimum*.

Ordo Sphenophyllales merupakan tumbuhan paku dengan ciri bentuk daun menggarpu, tersusun berkarang, dan tiap karang biasanya terdiri atas 6 daun. Contohnya yaitu *Sphenophyllum cuneifolium*, *Sphenophyllum dawsoni* dan *Sphenophyllum fertile*. Ordo Protoarticulatales merupakan tumbuhan paku berupa semak-semak kecil yang bercabang menggarpu, daunnya tersusun berkarang tidak beraturan, helaian daun sempit, sporofil tersusun dalam satu bulir dan bercabang menggarpu tidak beraturan dengan sporangium yang menggantung. Contohnya yaitu *Hyenia elegans*.



Gambar 2.23 Siklus Hidup *Equisetum*

Lycopodiinae

Lycopodiinae merupakan tumbuhan paku dengan ciri batang dan akarnya bercabang-cabang menggarpu, daun mikrofil, tidak bertangkai dan daun tersusun rapat menurut garis spiral. Kelas ini terdiri dari 2 ordo yaitu Ordo Psilophytales (paku telanjang) dan Ordo Psilotales.

Ordo Psilophytales merupakan tumbuhan paku yang paling rendah tingkat perkembangannya. Kelompok tumbuhan ini belum berdaun, belum berakar, batang mempunyai berkas pengangkut dan bercabang-cabang menggarpu. Ordo Psilotales merupakan tumbuhan paku yang tidak mempunyai akar namun memiliki rhizoid dan batangnya mikrofil (daun-daun kecil) berbentuk sisik. Contoh dari ordo psilotales antara lain *Tmesipteris tannensis*.

Filicinae

Filicinae atau tumbuhan paku sejati termasuk higrofit yang habitatnya di tempat teduh dan lembab. Mempunyai daun-daun yang besar (makrofil), bertangkai, tumbuhan muda paku ini daunnya menggulung pada ujungnya dan pada sisi bawah memiliki banyak sporangium. Contoh dari tumbuhan paku sejati ini adalah *Adiantum farleyense* (paku ekor merak), *Platyserium bifurcatum* (paku tanduk rusa). Kelas Filicinae terdiri dari 3 anak kelas yaitu Eusporangiatae, Leptosporangiatae dan Hydropterides (Paku Air).



Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait *Pteridophyta*.





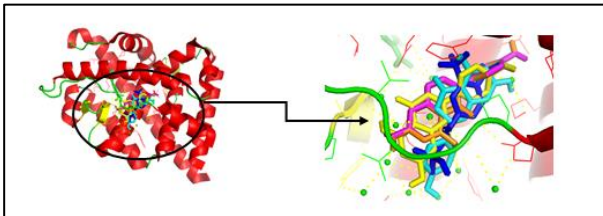
Do You Know?

Masyarakat suku Dayak di Kalimantan Tengah memanfaatkan tumbuhan paku untuk mengobsti berbagai penyakit. Diantaranya kelakai untuk mengobati jerawat serta meningkatkan ASI dan bajei (*Diplazium esculentum*) untuk mengobati jerawat (Zannah et al., 2017), (Zannah, 2019).



Gambar 2.24 Bajei

Berdasarkan hasil kajian *In Silico*, kandungan senyawa kimia pada *Diplazium esculentum* terbukti berpotensi untuk mencegah dan mengobati jerawat. Kajian *in silico* menggunakan teknik *molecular docking* menunjukkan bahwa senyawa alami (apigenin, daidzein, genistein, naringenin) berikatan dengan androgen receptor pada *site* yang sama dengan senyawa kontrol.



Gambar 2.25 Interaksi Ikatan Senyawa dengan Androgen receptor

Interaksi antara senyawa apigenin, daidzein, genistein, naringenin (senyawa alami) dan hydroxyflutamide (senyawa kontrol) terhadap androgen receptor kemudian dianalisis menggunakan teknik *molecular docking* untuk memastikan bahwa senyawa alami dan senyawa kontrol berikatan pada *site* yang sama. Hasil visualisasi penambatan molekul menunjukkan bahwa senyawa alami dan senyawa kontrol berikatan dengan androgen receptor pada *site* yang sama.

4. Tumbuhan Biji (Spermatophyta)

Spermatophyta merupakan kelompok tumbuhan yang menghasilkan biji, dengan struktur tubuh yang terdiri dari akar, batang dan daun. Memiliki jaringan pembuluh yang terdiri dari floem dan xylem serta bersifat autotroph karena mampu mensintesis makanannya sendiri melalui fotosintesis. Spermatophyta terdiri dari dua yaitu tumbuhan berbiji tertutup (angiospermae) dan tumbuhan berbiji terbuka (gymnospermae).

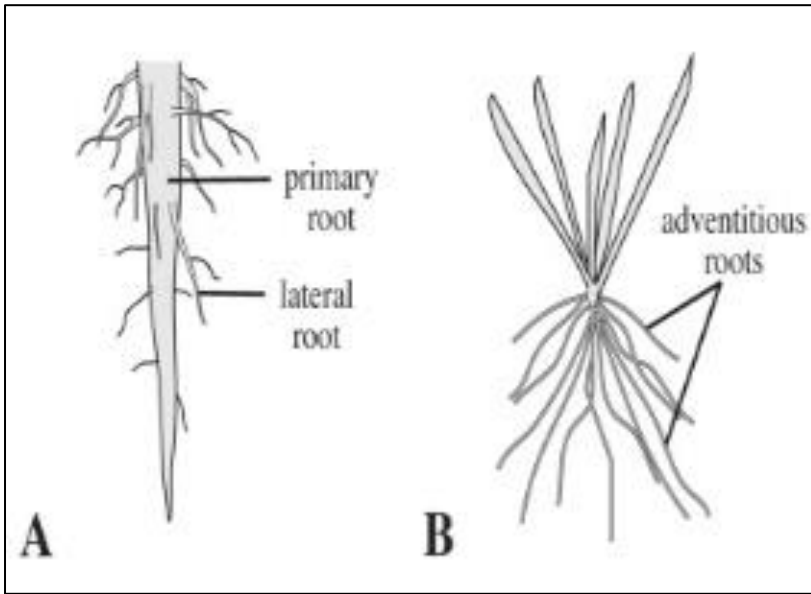
Angiospermae

Angiospermae adalah tumbuhan berbiji tertutup yang memiliki jumlah paling dominan yang ada di bumi. Bagi masyarakat, tumbuhan jenis angiospermae ini seringkali dimanfaatkan sebagai tumbuhan rempah, dengan memanfaatkan bagian buah, bunga, biji, daun, batang, kulit kayu sebagai penyedap rasa, bumbu, pemberi aroma, obat herbal maupun sebagai jamu tradisional (Zahroini et al., 2019).

Angiospermae memiliki ciri beberapa ciri khusus. Ciri tersebut berupa bakal biji dibungkus oleh bakal buah, memiliki bunga, terdiri dari tumbuhan berkayu, memiliki akar tunggang dan serabut, umumnya berdaun tunggal, majemuk atau lebar dengan komposisi yang beragam serta bentuk tulang daun yang beragam.

Akar berkembang dengan pembentukan sel-sel baru di dalam meristem apikal ujung akar yang tumbuh aktif. Meristem apikal di bagian luar ditutupi oleh tudung akar, berfungsi untuk melindungi meristem apikal akar dan memberikan pelumasan saat akar tumbuh ke dalam tanah. Berbagai modifikasi akar telah berkembang, jika akar primer menjadi dominan maka disebut sebagai akar tunggang dan suatu tanaman disebut memiliki sistem akar tunggang. Sebaliknya, jika akar utama layu dan akar

berikutnya muncul, taman tersebut memiliki akar berserat (Simpson, 2019).



Gambar 2.26 Akar Tunggang (A), Akar Serabut (B)
(Simpson, 2019).

Daun pada angiospermae memiliki bentuk yang beranekaragam, dikarenakan daun sangat berperan pada proses fotosintesis yang penting untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup suatu tumbuhan, maka variasi dalam bentuknya mencerminkan adaptasi terhadap seleksi alam.



Gambar 2.27 Bentuk daun pada genus *Pelargonium*, dari bentuk tunggal hingga majemuk. Spesiesnya adalah (a) *P. bowkeri*, (b) *P. reniforme*, (c) *P. klinghardtense*, (d) *P. fulgidum*, (e) *P. carnosum*, (f) *P. cucullatum*, (g) *P. abrotanifolium*, (h) *P. citronellum*, (i) *P. australe* and (j) *P. alternans*. Photographs courtesy of Stuart Hay, ANU Photography (Nicotra et al., 2011).

Pada tumbuhan angiospermae, terbagi menjadi dua yakni tumbuhan dikotil dan monokotil. Perbedaan mendasar dari kedua tumbuhan tersebut yaitu pada tumbuhan monokotil memiliki satu kotiledon pada embryonya sedangkan pada tumbuhan dikotil memiliki dua kotiledon pada embryonya.

Pada tumbuhan monokotil, hanya terdiri dari satu daun embryo pada biji. Daun embryo disebut juga sebagai kotiledon dengan bentuk yang panjang dan sempit. Monokotil mengandung endosperma besar di dalam biji untuk memberi makan embrio. Anggrek, rumput seperti tebu dan bambu, biji-bijian sereal seperti beras, gandum, dan jagung, tanaman seperti palem dan pisang, asparagus seperti bawang merah dan bawang



Gambar 2.28 Poales dengan satu daun embrio (Lakna, 2017).

putih dan tanaman hortikultura seperti lili, bakung, dan tulip adalah monokotil.

Pada tumbuhan dikotil, memiliki dua daun embrio di dalam biji. Daun embrio dari dikotil berukuran luas. Biji dikotil mengandung sedikit endosperma, yang berfungsi sebagai sumber makanan selama perkecambahan. Sebagian besar tanaman berkayu adalah dikotil. Tumbuhan jarak muda, yang merupakan dikotil, ditunjukkan pada gambar disamping (Lakna, 2017)



Gambar 2.29 Tanaman Jarak

Gymnospermae

Gymnospermae adalah tumbuhan berbiji terbuka, pada umumnya memiliki akar tunggang, tumbuhannya berupa pohon, semak atau liana serta kepala sari memiliki exothecium (dinding mikrosporangium) yang menghasilkan banyak serbuk sari. Contoh umum dari tumbuhan kelompok ini yaitu melinjo, pakis haji dan pinus.



Gambar 2.30 Bentuk daun dan organ reproduksi Gymnospermae, (A) *Araucaria araucana*; (B) *Dacrycarpus dacrydioides*; (C) *Taxodium distichum*; (D) *Pinus strobus*; (E) *Callitris rhomboidea*; (F) *Taxus baccata*; (G) *Cephalotaxus fortune* (McLoughlin, 2021).



Let's Explore

Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait siklus hidup Gymnospermae dan Angiospermae.



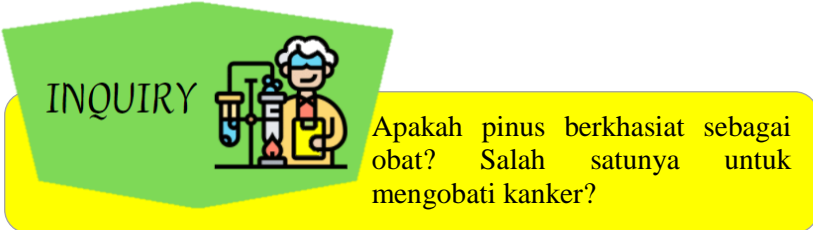
Reproduksi pada tumbuhan berbiji terbagi dua yaitu reproduksi secara generatif dan secara vegetatif. Reproduksi secara generatif yaitu melalui proses

pembentukan gamet (sel kelamin). Proses pembentukan gamet dimulai dari proses penyerbukan (polinasi), yaitu jatuhnya/melekatnya serbuk sari pada kepala putik (Angiospermae) atau melekatnya serbuk sari pada bakal buah (Gymnospermae). Setelah penyerbukan, sperma bergerak ke arah sel telur melalui buluh serbuk sari, selanjutnya terjadi peleburan inti sel telur dan inti sperma di dalam ovula yakni struktur sporofit yang mengandung megasporangium dan gametofit betina. Pembuahan antara gamet jantan dan betina akan menghasilkan embrio (lembaga).

Reproduksi secara vegetatif yaitu reproduksi tanpa melalui perkawinan (fertilisasi) gamet jantan dan betina, reproduksi ini akan menghasilkan keturunan yang identik dengan induknya. Reproduksi vegetatif dapat terjadi secara alami dan buatan, secara alami yaitu dengan cara perbanyakan yang dilakukan oleh organ vegetatif tumbuhan tanpa bantuan manusia. Organ

vegetatif yang berperan antara lain rhizoma (rimpang/akar tinggal) misalnya berupa kunyit, stolon (geragih) misalnya berupa arbei (stroberi), umbi lapis misalnya pada bawang merah, umbi batang misalnya kentang, tunas misalnya pada bambu, daun misalnya pada cocor bebek dan kormus misalnya pada bunga tasbih.

Reproduksi vegetatif secara buatan dengan bantuan manusia dilakukan dengan beberapa cara yaitu mencangkok, menempel (okulasi), menyambung, menyetek, merunduk dan kultur jaringan.



INQUIRY

Apakah pinus berkhasiat sebagai obat? Salah satunya untuk mengobati kanker?

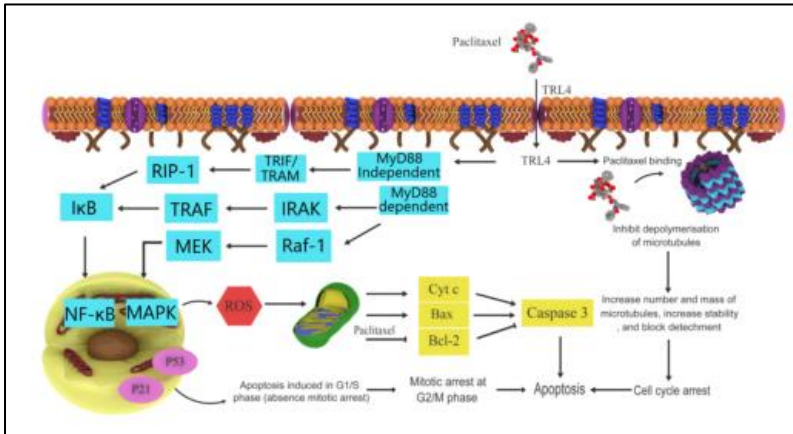
Kanker merupakan salah satu penyakit yang meningkat secara global. Penanganan kanker pada umumnya dengan melakukan kemoterapi, namun tentu saja memiliki efek negative bagi kesehatan sehingga penggunaan obat tradisional menjadi opsi lain bagi penanganannya.

EKSPERIMEN

Pada penelitian ini yaitu untuk melakukan pengujian terhadap kandungan senyawa metabolit sekunder pada pinus sebagai kandidat potensial untuk mengobati kanker. Identifikasi kandungan senyawa metabolit sekunder dapat digunakan menggunakan metode LCMS.

HASIL EKSPERIMEN

Salah satu agen kemoterapi yang di ekstraksi dari pinus adalah Paclitaxel.

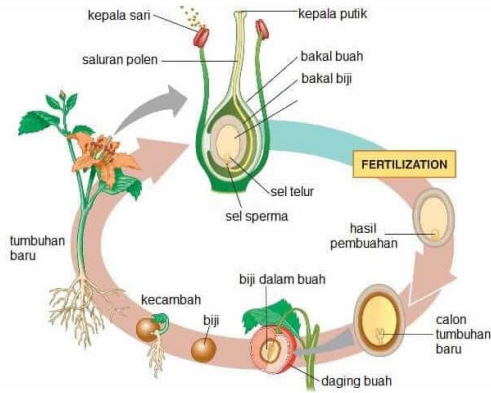


Gambar 2.31 Kemungkinan mekanisme aksi paclitaxel. Paclitaxel menargetkan mikrotubulus dan menghambat depolimerisasi mikrotubulus dengan mengikat β tubulin dan menyebabkan kematian sel. Pembawa zat terlarut pengangkut anion organik anggota keluarga 1B3, yang diekspresikan dalam berbagai tumor, adalah pengangkut masuk yang paling efektif untuk paclitaxel. Paclitaxel menginduksi apoptosis melalui produksi spesies oksigen reaktif serta p21, protein X terkait limfoma-2 sel β , dan ekspresi berlebih caspase dan juga mengaktifkan Toll-like receptor 4/nuclear factor kappa B pathway (Ghaffari et al., 2021).

Perkembangbiakan tumbuhan

Perkembangbiakan pada tumbuhan yaitu pada tumbuhan berbiji yang terjadi secara generatif. Cara perkembangbiakan ini dimulai dengan penyebukan (serbuk sari menempel di kepala putik) yang dilanjutkan dengan proses pembuahan (bertemunya

serbuk sari dengan sel telur) yang akan berkembang menjadi calon tumbuhan baru berupa biji.



Gambar 2.32 Perkembangbiakan secara generatif



Bagaimana proses perkembangbiakan pada tumbuhan? Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan mengenai proses perkembangbiakan pada tumbuhan secara generatif!



BAB 3 Hewan



INQUIRY

Mengapa gerakan Hewan Invertebrata berbeda dengan Hewan Vertebrata? Struktur apa yang dimiliki oleh hewan invertebrata yang memungkinkan mereka untuk berpindah tempat? Bacalah beberapa artikel untuk membandingkan pergerakan antara hewan invertebrata dengan hewan vertebrata

Pendahuluan

Indonesia memiliki keanekaragaman hayati yang melimpah, yaitu berupa keragaman fauna yang tersebar di seluruh pelosok Indonesia. Kalimantan Tengah sendiri juga memiliki berbagai spesies hewan yang beraneka ragam, misalnya seperti di daerah Lamandau yang memiliki keanekaragaman biota perairannya seperti ikan sepat, ikan toman, ikan seluang, ikan lais, ikan jelawat, ikan belida, ikan baung dan ikan patin yang dimanfaatkan oleh masyarakat di sekitar untuk memenuhi kebutuhan hidup sehari-hari (Hujjatusnaini, 2016). Selain di Lamandau, daerah lainnya di Kalimantan Tengah juga memiliki keragaman hayati yang tinggi. Pemanfaatan keanekaragaman sumber daya alam tersebut tentunya perlu dilakukan dengan bijaksana agar kelestariannya tetap terjaga.

Seiring dengan perkembangan jaman dan dengan penambahan populasi masyarakat khususnya di wilayah Kalimantan Tengah, tidak jarang berdampak kepada keanekaragaman biota yang ada. Pembukaan lahan untuk pemukiman warga misalnya, tidak jarang akan berdampak kepada penurunan populasi hewan yang ada di lingkungan tersebut karena habitat mereka terganggu. Hal tersebut tentunya menjadi perhatian bersama agar kelestarian keanekaragaman hayati yang ada di Indonesia, khususnya di Kalimantan Tengah tetap terjaga.

Berbagai jenis hewan yang ada di muka bumi ini juga tentunya merupakan salah satu bukti akan kekuasaan Allah. Sebagaimana firman Allah subhanahu wa ta'ala sebagai berikut

“Dan tiadalah binatang-binatang yang ada di bumi dan burung-burung yang terbang dengan kedua sayapnya, melainkan umat (juga) seperti kamu. Tiadalah Kami alpakan sesuatupun

dalam Al-Kitab, kemudian kepada Tuhanlah mereka dihimpunkan” (Q.S Al An’am: 38).

Klasifikasi Hewan

Allah SWT menciptakan ribuan jenis hewan yang berbeda-beda salah satu tujuannya adalah untuk kita pelajari. Para ilmuwan kemudian merancang metode klasifikasi untuk memudahkan mempelajari.

Para ilmuwan memilah hewan berdasarkan karakteristik yang dimilikinya. Pengelompokannya terdiri dari beberapa tingkatan yaitu domain, kingdom, filum, kelas, ordo, famili, genus dan spesies.

Klasifikasi Hewan	
Domain	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Tingkat klasifikasi tertinggi ✓ Tiga domain: Archaea, Bacteria, Eukarya
Kingdom	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk domain ✓ Enam kerajaan: Archaeobacteria, Eubacteria, Protista, Jamur, Tumbuhan, dan Hewan
Filum	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk kerajaan ✓ Tingkat ini disebut Divisio pada kelompok tanaman dan Jamur.
Kelas	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk filum
Ordo	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk kelas
Familia	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membuat Ordo
Genus	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk Familia ✓ Bentuk jamak genus adalah genera.
Spesies	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Kelompok yang membentuk genus ✓ Keturunan yang bisa bereproduksi.

Apakah anda memiliki hewan peliharaan di rumah? Apakah anda mengetahui filum atau ordo dari hewan peliharaan anda tersebut? Apa nama spesie dari hewan peliharaan anda tersebut?

Karakteristik utama yang digunakan oleh para ilmuwan dalam mengelompokkan hewan adalah ada atau tidaknya tulang belakang, yaitu hewan yang memiliki tulang belakang

(vertebrata) dan hewan yang tidak memiliki tulang belakang (invertebrata). Apa sajakah kesamaan fisik dari kedua kelompok hewan tersebut? Perbedaan apa sajakah yang anda ketahui dari kedua kelompok hewan tersebut?

Bagaimana Sistem Klasifikasi pada Hewan Invertebrata?

Perhatikan gambar Landak Laut pada gambar.



- ❖ Bagaimana anda mendeskripsikannya?
- ❖ Bagaimana cara pergerakan Landak Laut? Bagaimana menurut anda Landak Laut bernapas?
- ❖ Samakah dengan caramu bergerak?
- ❖ Samakah dengan caramu bernafas?

Klasifikasi dilakukan karena beragamnya jenis hewan yang ada di muka bumi, hal tersebut sebagaimana yang telah disampaikan oleh Allah subhanahu wa ta'ala pada FirmanNya sebagai berikut

“Dan Allah menciptakan semua jenis hewan dari air, maka sebagian ada yang berjalan di atas perutnya dan sebagian berjalan dengan dua kaki, sedang sebagian (yang lain) berjalan

dengan empat kaki. Allah menciptakan apa yang Dia kehendaki. Sungguh, Allah Maha Kuasa atas segala sesuatu.”. (Q.S. An Nur:45).

Jika kita renungkan, sebenarnya terdapat banyak sekali tanda-tanda kekuasaan Allah subhanahu wa ta'ala di muka bumi ini. Namun hanya sedikit sekali yang menyadarinya.

“Dan sesungguhnya Kami jadikan untuk (isi neraka Jahannam) kebanyakan dari jin dan manusia, mereka mempunyai hati, tetapi tidak dipergunakannya untuk memahami (ayat-ayat Allah) dan mereka mempunyai mata (tetapi) tidak dipergunakannya untuk melihat (tanda-tanda kekuasaan Allah), dan mereka mempunyai telinga (tetapi) tidak dipergunakannya untuk mendengar (ayat-ayat Allah). Mereka itu sebagai binatang ternak, bahkan mereka lebih sesat lagi. Mereka itulah orang-orang yang lalai” (Q.S Al-A'raf: 179).

Hewan Tidak Bertulang Belakang (Invertebrata)

Hewan tidak bertulang belakang (Invertebrata) di kelompokkan menjadi enam kelompok, yaitu: hewan berpori (Porifera), hewan berongga (Coelenterata), cacing (Vermes), hewan lunak (Mollusca), hewan berkulit duri (Echinodermata), dan hewan dengan kaki beruas-ruas (Arthropoda).

1. Porifera

Ciri-ciri dari Porifera adalah sebagai berikut:

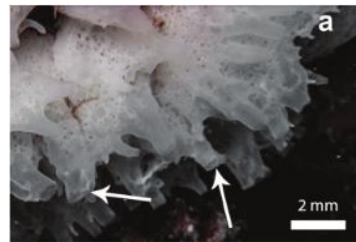
- a. Habitatnya di perairan laut
- b. Bentuk tubuh seperti piala dan asimetris
- c. Tubuhnya terdiri dari 3 lapisan utama: lapisan sel epidermis, matrikssetengah cairan dan lapisan sel kerah berflagel
- d. Tidak memiliki rongga sejati karena organ tubuh bersifat parazoa
- e. Hidup secara sesil (melekat) pada substrat tertentu

- f. Tidak memiliki system syaraf, system pernapasan dan pencernaan dan ekskresi
- g. Memiliki 3 tipe saluran air yaitu ascon, sycon dan leucon
- h. Reproduksi secara aseksual (tunas, fragmentasi, gemula) dan seksual (hermafrodit)

Porifera terdiri dari 3 kelas, diantaranya yaitu:

Kelas Calcarea

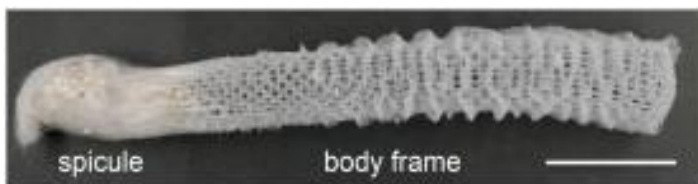
Calcarea (spikula berkapur) hidup di laut (pantai yang dangkal), kerangka tubuh tersusun dari kalsium karbonat. Tubuhnya berwarna pucat dengan bentuk berupa silinder. Contoh dari kelas ini adalah *Clathrina coriacea*.



Gambar 3.1
Clathrina coriacea
(Gaino *et al*, 2014).

Kelas Hexactinellida

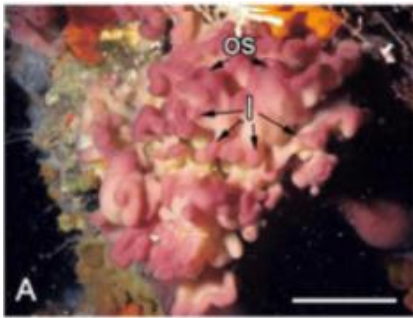
Hewan dari kelas ini dikenal sebagai spons kaca dengan warna tubuh yang pucat. Habitatnya di laut yang dalam, tubuh tersusun dari bahan silikat, dan spikula tipe hexaxon. Bentuk tubuh menyerupai vas bunga, cangkir atau kendi dengan tinggi sekitar 10-30 cm. Contohnya: *Euplectella aspergillum* dan *Hyalonema longissimum*.



Gambar 3.2 Foto Rangka dari *Euplectella aspergillum*
(Arasuna *et al*, 2018)

Kelas Demospongia

Habitatnya di laut dan air tawar dengan kerangka tubuh tersusun dari bahan silikat atau bahan sponging, spikula tipe *tetra-axon* atau tanpa spikula. Tubuhnya berwarna merah cerah karena mengandung pigmen yang terdapat pada amoebosit. Contoh dari kelas Demospongia adalah *Oscarella*, *Cliona*, *Spongilla*, *Euspongia molisima* dan *Hypospongia equina*.



Gambar 3.3 Foto *Oscarella* (Ereskovsky *et al*, 2020)

2. Coelenterata

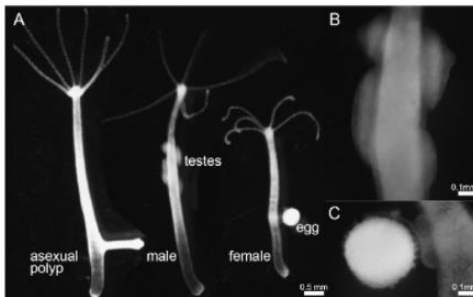
Secara umum, ciri dari Coelenterata yaitu memiliki rongga dalam tubuhnya. Secara khusus, ciri-ciri lain dari Coelenterata adalah sebagai berikut:

- a. Simetri tubuh radial
- b. Tubuhnya terdiri dari dua lapisan (endoderm dan ektoderm) disebut sebagai hewan diploblastik
- c. Memiliki tentakel yang mengelilingi mulut
- d. Memiliki dua stadium, yaitu bentuk polip yang sesil (menempel pada substrat) dan bentuk medusa yang bebas berenang-renang.
- e. Telah memiliki sel-sel otot dan saraf
- f. Mengalami metagenesis (pergantian generasi antara polip dan medusa)

- g. Reproduksi dapat dilakukan secara vegetatif (tunas) dan generatif.
 - h. Sistem pencernaan makanan dilakukan secara intrasel dan ekstrasel
 - i. Sistem gerak dilakukan oleh sel-sel epiteliumuskuler yang terdapat pada lapisan ektoderm dan bagian dasar gastodermis.
 - j. Habitatnya hidup bebas secara heterotrof
- Coelenterata terdiri dari 3 kelas, diantaranya yaitu:

Kelas Hydrozoa

Hydrozoa tubuhnya berbentuk seperti tabung, hidup berbentuk polip. Sistem respirasi dan ekskresi pada hydrozoa dilakukan secara difusi. Sistem reproduksi dilakukan secara seksual dan aseksual. Perkembangbiakan secara seksual dengan membentuk teste dibagian atas dan ovarium di bagian bawah sedangkan perkembangbiakan secara aseksual dilakukan dengan pembentukan tunas pada dinding tubuhnya. Contoh dari kelas Hydrozoa adalah *Hydra*.

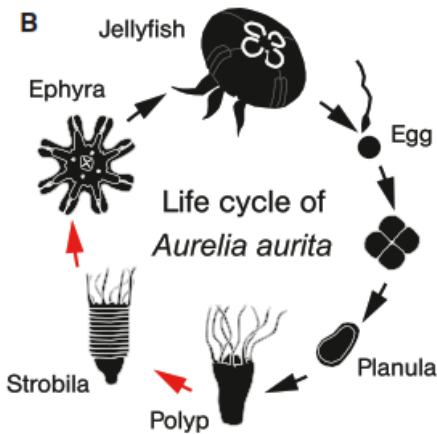


Gambar 3.4 Foto *Hydra* (Kawaida *et al*, 2010)

Kelas Scyphozoa

Scyphozoa memiliki bentuk dominan berupa medusa pada siklus hidupnya yang dikenal dengan ubur-ubur. Bentuk tubuhnya seperti payung yang tidak begitu cembung dan transparan. Pada bagian permukaan tubuh sebelah bawah

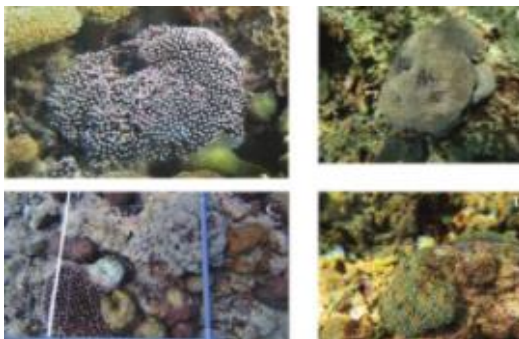
terdapat manubrium yaitu kerongkongan yang menggantung ke bawah. Contoh dari kelas ini *Aurelia aurita*.



Gambar 3.5 Foto *Aurelia aurita* (Fuchs *et al*, 2014)

Kelas Anthozoa

Anthozoa memiliki bentuk tubuh yang menyerupai bunga. Bentuk mulutnya memanjang dan bermuara di dalam tabung yang disebut stomodeum. Hidup dalam bentuk polip, bentuk polip dari koral dapat menyekresikan kalsium karbonat disekitar tubuhnya. Sebagian koral hidup bersimbiosis mutualisme dnegan dinoflagellata. Contoh dari kelas ini adalah *Stephnauge*, *Tubipora musica*, *Acropora sp.*, *Fungia sp.*



Gambar 3.6 Gambar *Tubipora musica* (Luthfi *et al*, 2019)

3. Vermes

Vermes atau cacing adalah hewan bertubuh lunak, tak bercangkang, dan tubuhnya simetris bilateral dan simetri radial. Rongga tubuhnya triploblastik yaitu terdiri dari lapisan eksoderm (kulit), mesoderm (otot) dan endoderm (usus). Vermes terdiri dari tiga kelas yaitu Platyheminthes, Nematelminthes dan Annelida.

Platyhelminthes

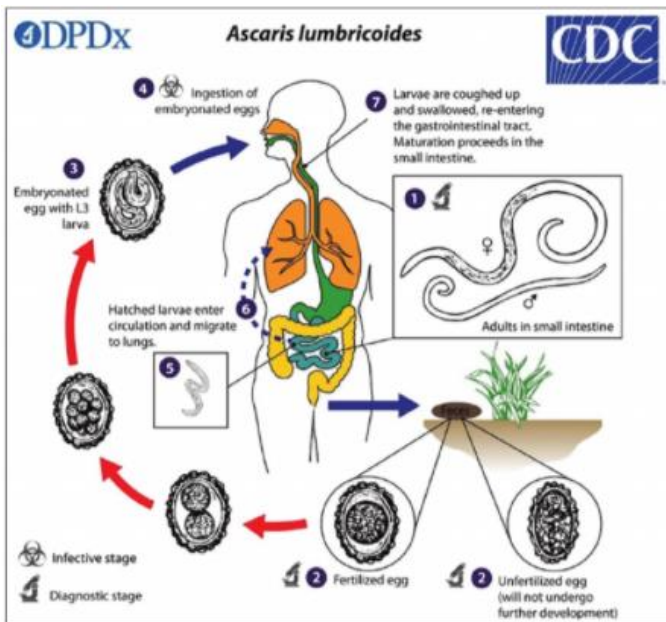
Platyhelminthes memiliki tubuh pipih dorsoventral dan tidak bersegmen. Habitatnya ada di sungai, danau, laut dan juga hidup sebagai parasit pada tubuh organisme lain. Sistem pencernaan pada cacing kelas ini berupa sistem gastrovaskuler, dimana peredaran darah tidak melalui darah tetapi melalui usus. Sistem saraf pada cacing kelas ini berupa sistem saraf tangga tali yang merupakan sistem saraf yang paling sederhana. Sistem penginderaan cacing pada kelas ini berupa oseli yaitu berupa bintik mata yang mengandung pigmen peka terhadap cahaya yang berjumlah sepasang di bagian anterior. Sistem reproduksi secara aseksual dan secara seksual. Secara aseksual yaitu dengan membelah diri dan secara seksual dengan perkawinan silang. Contoh cacing dari kelas ini adalah cacing hati, planaria dan cacing pita.



Gambar 3.7. Foto *Planaria* (Kreshchenko, 2017).

Nemathelminthes

Nemathelminthes adalah cacing dengan bentuk tubuhnya bulat panjang dan tidak bersegmen. Cacing pada kelas ini memiliki rongga tubuh semu sehingga disebut juga sebagai hewan pseudoselomata. Pada bagian permukaan tubuh dilapisi kutikula yang akan semakin kuat jika cacing hidup parasite pada usus inang. Sistem pencernaan cacing pada kelompok ini terdiri dari mulut, faring, usus dan anus. Cacing pada kelas ini tidak memiliki pembuluh darah dan sistem respirasi sehingga pernapasan berlangsung secara difusi melalui permukaan tubuh. Sistem reproduksi cacing pada kelas ini terjadi secara seksual karena sistem reproduksinya bersifat gonokoris. Contoh dari cacing pada kelas ini yaitu cacing perut, cacing kremi, cacing tambang dan cacing gelang.

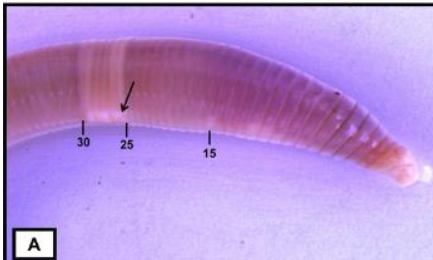


Gambar 3.8 Daur Hidup *Ascaris lumbricoides* (Tameemi & Kabakli, 2020).

Annelida

Annelida tubuhnya memiliki ruas-ruas seperti cincin, gelang atau ruas. Annelida merupakan hewan triploblastic yaitu rongga tubuh sejati dan bernapas melalui kulit. Habitatnya hidup di air tawar, air laut dan di tanah yang hidup secara bebas atau bersifat parasit.

Sistem peredaran darah annelida berupa sistem peredaran darah tertutup dan pada pembuluh darah mengandung hemoglobin, sehingga darah berwarna merah. Fungsi pembuluh darah annelida yaitu untuk menghantarkan nutrisi dan oksigen ke seluruh tubuh. Di bagian kulit, terdapat sejumlah pembuluh darah kecil, karena bernafas melalui kulit. Sistem pencernaan annelida mempunyai sebuah sistem pencernaan lengkap yang terdiri dari mulut, faring, esofagus, usus, dan anus. Contoh dari cacing pada kelas ini yaitu cacing tanah.



Gambar 3.9 Foto *Philomontanus* (Bozorgi *et al.*, 2019).

4. Mollusca

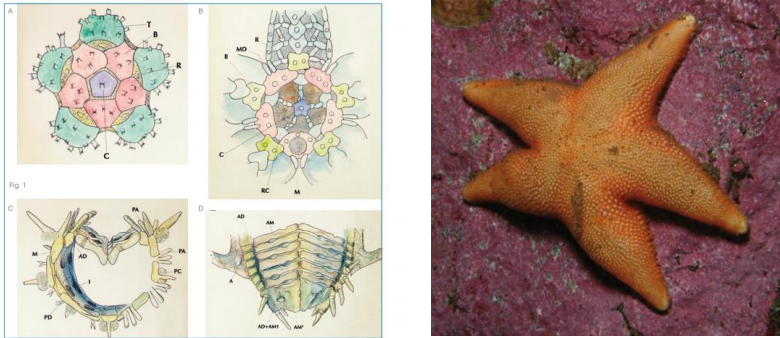
Mollusca adalah hewan bertubuh lunak, banyak lendirnya, dan terbungkus oleh mantel. Ada yang memiliki cangkang yang berfungsi untuk melindungi tubuh. Habitatnya di darat dan air. Contoh hewan Mollusca adalah cumi-cumi, gurita, siput, kerang, tiram, remis.

5. Echinodermata

Echinodermata adalah hewan yang tubuhnya diselimuti duri, ada lempengan zat kapur/ zat kitin yang keras. Tubuhnya simetri radial dengan lima lengan. Pada tubuhnya, terdapat sistem ambulakra untuk alat gerak, bernapas, dan menangkap mangsa. Ada 5 kelas yaitu Asteroidea (contohnya bintang laut), Echinoidea (contoh landak laut, bulu babi), Ophiuroidea (contohnya bintang ular), Crinoidea (contohnya lili laut), Holothuroidea (contohnya teripang laut).

Asteroidea

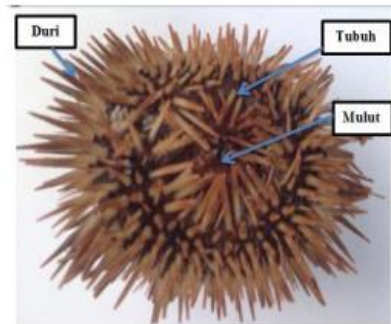
Asteroida atau bintang laut merupakan salah satu kelas dari Echinodermata. Asteroida secara taksonomi beragam, termasuk sekitar 1.500–2.000 spesies yang masih ada di seluruh dunia, terdapat pada kedalaman intertidal hingga abyssal (>5.000 m) pada berbagai substrat, dari sedimen lunak hingga batuan keras. Secara morfologi, bintang laut memiliki bentuk dorsoventral dengan lima atau enam kaki yang berbentuk seperti tabung. Kaki digunakan sebagai penggerak dengan dilengkapi penghisap berbentuk cakram berotot. Permukaan bawah bagian tubuhnya disebut actinal dan permukaan atas disebut abactinal.



Gambar 3.10 Kerangka Bintang Laut, A– bintang laut muda, sisi aboral, B–bintang laut dewasa, sisi aboral, C– Lengan, sisi melintang, D– Kerangka peristoma (Mutschke, 2000).

Echinoidea

Echinoidea atau bulu babi umumnya hidup di daerah batu karang serta daerah berpasir. Bulu babi hidup secara berkoloni supaya dapat mempertahankan diri karena sangat rentan akan predator. Secara morfologi, bulu babi memiliki duri pada bagian luar tubuhnya sebagai bentuk pertahanan diri. Salah satu spesies dari kelas ini yaitu *Echinotrix mathaei*.



Gambar 3.11 *Echinotrix mathaei* (Alwi, 2020)

Ophiuroidea

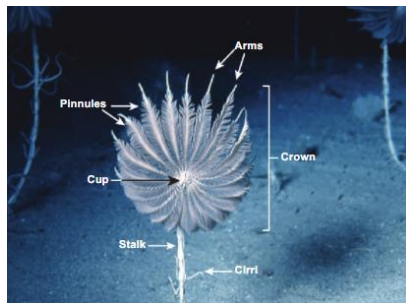
Ophiuroidea atau bintang ular merupakan salah satu hewan yang termasuk filum Echinodermata. Bintang laut memiliki lengan fleksibel, berbentuk seperti cambuk dengan jumlah lima. Habitat dari bintang ular yaitu di perairan dengan kedalaman lebih dari 500 meter.



Gambar 3.12 *Ophiocomina nigra*
(Willkie, 2016)

Crinoidea

Crinoidea atau lili laut memiliki bentuk morfologi seperti tanaman lili atau pakis. Secara umum Crinoidea digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu Crinoidea yang hidup bebas yang bisa berpindah tempat dan “stalked crinoid” atau lili laut bertangkai. Habitatnya pada perairan dangkal antara 0 – 6000 m serta di lautan dalam.



Gambar 3.13 *Neocrinus decorus*
(Baumiller, 2008)

Holothuroidea

Holothuroidea atau teripang laut habitatnya di daerah terumbu karang. Secara morfologi teripang laut memiliki bentuk seperti mentimun. Warna tubuh coklat dengan tonjolan berwarna cokelat putih pada bagian tubuhnya. Kulit licin dan lunak, mulut dan anus terletak di bagian ujung.



Gambar 3.14 *Actinopyga echinites* (Pangkey *et al*, 2012)

6. Arthropoda

Arthropoda adalah hewan berbuku-buku, tubuhnya dibedakan atas kepala, dada, dan perut. Tubuhnya terbungkus zat kitin yang keras, memiliki alat indra yang peka terhadap sentuhan dan bau-bauan, memiliki mata faset yaitu mata majemuk terdiri atas beribu-ribu mata kecil berbentuk segienam. Arthropoda ada 4 kelas, yaitu Insecta (serangga) contohnya belalang, lebah, kumbang; Crustacea (udang-udangan) contohnya udang, kepiting, rajungan; Arachnoidea (laba-laba) contohnya laba-laba, kalajengking, kutu, caplak; Myriapoda (lipan) contohnya kelabang, kaki seribu.

Salah satu hewan jenis arthropoda yang disebutkan di Al-Qur'an adalah semut. Allah subhanahu wa ta'ala berfirman

“Hingga apabila mereka sampai di lembah semut berkatalah seekor semut: Hai semut-semut, masuklah ke dalam sarang-sarangmu, agar kamu tidak diinjak oleh Sulaiman dan tentaranya, sedangkan mereka tidak menyadari. Maka dia tersenyum dengan tertawa karena (mendengar) perkataan semut itu. Dan dia berdoa: “Ya Tuhanku berilah aku ilham untuk tetap

mensyukuri nikmat Mu yang telah Engkau anugerahkan kepadaku dan kepada dua orang ibu bapakku dan untuk mengerjakan amal saleh yang Engkau ridhai; dan masukkanlah aku dengan rahmat-Mu ke dalam golongan hamba-hamba-Mu yang saleh”. (QS. An Naml: 17-19).

Selain semut, hewan lainnya yaitu laba-laba yang juga disebutkan dalam Al-Qur’an. Allah subhanahu wa ta’ala berfirman.

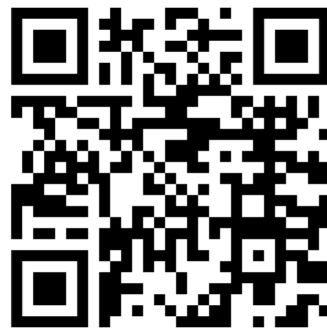
“Perumpamaan orang-orang yang mengambil pelindung selain Allah adalah seperti laba-laba yang membuat rumah. Dan sesungguhnya rumah yang paling lemah ialah rumah laba-laba, sekiranya mereka mengetahui” (QS. Al Ankabut:41).

Terakhir, hewan arthropoda lainnya yang disebutkan juga dalam Al-Qur’an yaitu nyamuk. Allah subhanahu wa ta’ala berfirman.

“Sesungguhnya Allah tidak segan membuat perumpamaan seekor nyamuk atau yang lebih kecil dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, mereka tahu bahwa itu kebenaran dari Tuhan” (QS. Al-Baqarah: 26).



Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait keajaiban semut.

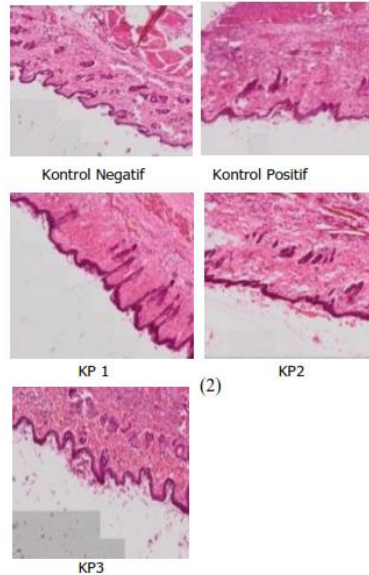




Do You Know?

Teripang memiliki potensi sebagai antioksidan. Hal tersebut menjadikan sebagai kandidat potensial sebagai upaya pengobatan kanker, s alahs atunya kanker mulut. Berdasarkan hasil kajian *in vivo*, dilakuakn uji oeba pada 25 ekor tikus putih dan hasil percobaannya di analisis dengan *one way anova*.

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian ekstrak teripang berbasis nanoteknologi berpotensi dalam apoptosis sel skuamsoa kanker mulut pada tikus putih. Dimana semakin besar dosis ekstrak teripang berbasis nanoteknologi, maka semakin besar apoptosis sel kanker mulut pada tikus putih (Cahyati et al., 2018).



Hewan Bertulang Belakang (Vertebrata)

Hewan vertebrata ada lima kelompok yaitu pisces, amphibia, reptilia, aves, dan mamalia. Klasifikasi makhluk hidup menurut Linnaeus berdasarkan atas persamaan dan perbedaan

struktur tubuh makhluk hidup yang dilakukan dengan cara-cara berikut:

- a. Mengamati dan meneliti makhluk hidup, yaitu persamaan ciri struktur tubuh luar dan ciri struktur tubuh dalam dari berbagai jenis makhluk hidup.
- b. Mengelompokkan makhluk hidup yang memiliki ciri struktur tubuh yang sama menjadi satu kelompok, dan makhluk hidup dengan ciri yang berlainan dikelompokkan tersendiri.
- c. Memberikan istilah tertentu untuk setiap tingkatan klasifikasi yang berdasarkan banyak sedikitnya persamaan ciri pada setiap jenis makhluk hidup yang dikelompokkan.

Tingkatan klasifikasi yang digunakan oleh Linnaeus adalah sebagai berikut.

Kingdom/rengnum	: Dunia/kerajaan
Filum	: bagian/keluarga besar
Classis	: kelas
Ordo	: bangsa
Familia	: suku
Genus	: marga
Species	: Jenis

Pisces

Pisces merujuk kepada hewan vertebrata yang hidup di air dan memiliki insang sebagai alat pernapasan. Pisces terbagi menjadi dua superkelas diantaranya yaitu agnatha dan Gnathostomata.

Super Kelas Agnatha

Agnatha berasal dari bahasa latin dimana *a* berarti tidak sedangkan *gnathos* berarti rahang yang berarti tidak memiliki rahang.

1. Kelas Myxini

Myxini berasal dari kata *myxa* yang berarti lumpur. Ikan pada kelas ini sebagian sistem reproduksinya berupa hermafrodit, mulut terdapat di ujung dengan empat pasang tentakel, kantung hidung mempunyai saluran ke *pharynx*, serta memiliki kantung insang sebanyak 5-15 pasang. Contoh dari kelas ini yaitu ikan *Myxine* dan *Bdellostoma*.

2. Kelas Cephalaspidomorphi

Cephalaspidomorphi berasal dari kata *cephalae* yang berarti kepala, kata *aspidos* berarti tameng dan *morphe* berarti bentuk. Ikan pada kelas ini memiliki mulut penghisap dengan gigi-gigi tanduk, kantung hidung yang tidak berhubungan ke mulut serta memiliki kantung insang sebanyak 7 pasang. Contoh dari kelas ini yaitu *Petromyzon* dan *Lamptera*.

Super Kelas Gnathostoma

Gnathostoma berasal dari bahasa latin dimana kata *gnathos* berarti rahang dan kata *stoma* berarti mulut. Ikan dari super kelas ini terdiri dari dua kelas.

1. Kelas Chondrichthyes

Chondrichthyes berasal dari kata *chondros* yang berarti tulang rawan dan kata *ichthyos* yang berarti ikan. Ciri ikan ini yaitu memiliki rangka yang tersusun dari tulang rawan. Contoh dari ikan ini adalah ikan pari listrik.

2. Kelas Osteichthyes

Osteichthyes berasal dari kata *osteon* yang berarti tulang keras dan kata *ichthyos* yang berarti ikan. Ciri ikan pada kelas ini yaitu bertulang sejati dan memiliki celah insang tunggal di setiap sisi tubuh dengan penutup insang yang disebut operculum.

INQUIRY



Apakah suhu berpengaruh kepada pertumbuhan dan kelulus hidupan ikan selais?

Pertumbuhan suatu makhluk hidup tentunya dipengaruhi oleh berbagai faktor, salah satunya pertumbuhan pada ikan. Upaya budidaya ikan tentunya perlu memperhatikan berbagai faktor tersebut demi keberhasilan upaya yang akan dilakukan. Pada penelitian kali ini, seorang peneliti mencoba untuk membuktikan apakah ada pengaruh dari suhu terhadap pertumbuhan ikan, pada penelitian kali ini menggunakan ikan selais.

EKSPERIMEN

Pada penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL). Percobaan yang dilakukan sebanyak 5 percobaan dengan masing-masing terdiri dari 4 kali ulangan, sehingga total ada 20 unit percobaan. Pada percobaan ini terkait perlakuan suhu yaitu pada suhu 25⁰C (percobaan 1), 27⁰C (percobaan 2), 29⁰C (percobaan 3), 31⁰C (percobaan 4) dan 33⁰C (percobaan 5). Ikan di letakkan di masing-masing wadah yang berukuran 60x40x40 cm³ dan di isi air sebanyak 60L.

HASIL EKSPERIMEN

Hasil menunjukkan bahwa terdapat pengaruh antara suhu dnegan pertumbuhan dan kelulus hidupan ikan selais, dimana suhu 290C merupakan perlakuan terbaik dibandingkan perlakuan lainnya kesimpulan tersebut berdasarkan indikator dari nilai pertumbuhan bobot mutlak, pertumbuhan panjang

mutlak, laju pertumbuhan spesifik dan tingkat kelulushidupan ikan selais (Tang et al., 2019).

Amphibia

Amphibia dalam bahasa Yunani terdiri dari dua kata, yaitu *amphi* yang berarti dua dan *bios* yang berarti kehidupan. Dalam makna lain, amphibia adalah hewan yang hidup di dua alam dimana sebagian dari tahapan hidupnya di perairan dan sebagian lagi hidup di darat.

Habitat dari hewan amphibia yaitu di tempat lembab seperti rawa dan hutan hujan. Amphibia terbagi menjadi tiga, yaitu ordo anura (contohnya katak), ordo urodela (contohnya salamander) dan ordo apoda (contohnya sesilia).

Ordo Anura

Ordo ini merupakan amfibia yang paling dikenal masyarakat luas dan ditemukan pada hampir seluruh belahan dunia. Pada umumnya habitat dari ardo anura ini ada di daerah lembab, namun tidak sedikit juga yang tinggal di habitat yang kering. Anura disebut juga Katak atau Kodok, yang memiliki ciri khas tersendiri pada proses reproduksinya yaitu secara eksternal (Hilmi, 2021).

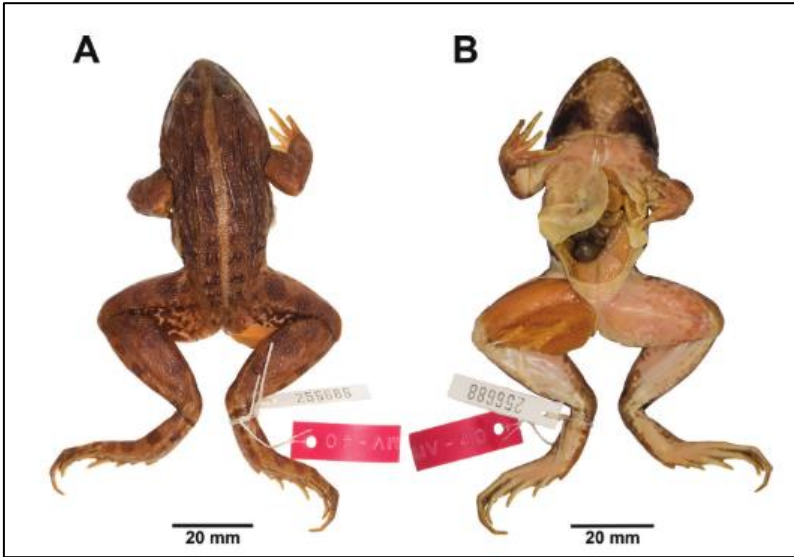


Let's Explore



Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait metamorphosis katak.

Ciri morfologi dari ordo anura ini yaitu tidak mempunyai ekor, kepala Bersatu dnegan badan, tidak mempunyai leher dan tungkai berkembang baik. Tungkai belakang lebih besar daripada tungkai depan. Hal tersebut sangat mendukung pergerakannya yaitu dengan melompat (Hilmi et al., 2020). Ordo anura ini terdiri dari katak dan kodok yang masing-masing memiliki ciri morfologi yang berbeda. Kulit katak memiliki permukaan yang licin dan mengkilap, sedangkan kulit kodok bertekstur dan lebih kasar. Kaki katak bentuknya panjang sedangkan kaki kodok ukurannya lebih pendek. Bentuk tubuh katak lebih kurus sedangkan bentuk tubuh kodok lebih besar dan lebar.



Gambar 3.15 Katak sawah *Fejervarya cancrivora* (Yodthong et al., 2019).



Gambar 3.16 Kodok *Bufo asper* (Kurniati et al., 2010).

Katak merupakan salah satu hewan yang disebutkan dalam Al-Qur'an, diantaranya yaitu Allah subhanahu wa ta'ala berfirman sebagai berikut

“Maka Kami kirimkan kepada mereka topan, belalang, kutu, katak dan darah (air minum berubah menjadi darah) sebagai bukti-bukti yang jelas, tetapi mereka tetap menyombongkan diri dan mereka adalah kaum yang berdosa” (Q.S Al-A'raf: 133).

Selain katak, Allah subhanahu wa ta'ala juga menyebutkan berbagai jenis hewan lainnya seperti kutu dan belalang. Hal tersebut menjadi bukti akan kekuasaan Allah melalui berbagai jenis hewan ciptaan Allah.



Do You Know?

Amfibi ordo anura memiliki kepekaan tinggi terhadap perubahan lingkungan, oleh karena itu dapat menjadi bioindikator alami terkait pencemaran lingkungan. Suatu lingkungan yang memiliki keanekaragaman ordo anura yang tinggi, maka dapat disimpulkan bahwa lingkungan tersebut lingkungannya masih terjaga dan lestari.

Sebagai contoh, pada hasil penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh seorang peneliti di salah satu akwasan wisata air terjun di Kediri (Triesita et al., 2016). Penelitian dilaksanakan dengan menggunakan metode VES (Visual Encounter Survey) dengan teknik *purposive sampling* dengan transek 250 meter. Hasil penelitiannya ditemukan sekitar 11 jenis anura dari 6 famili telah teridentifikasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan wisata air terjun Ironggolo Kediri masih terbilang lestari karena spesies *Leptobrachium hasseltii* yang berpotensi sebagai bioindikator pencemaran lingkungan menduduki urutan terbanyak dengan status melimpah.

Ordo Urodela

Ordo urodela memiliki bentuk morfologi seperti kadal, memiliki ekor dan bernafas menggunakan paru-paru serta sebagian juga bernafas menggunakan insang. Bagian tubuhnya

terbagi jelas antara bagian kepala, badan, ekor dan kaki. Contoh dari ordo ini adalah Salamander (*Andrias japonicus*).



Gambar 3.17 *Andrias japonicus* (Browne et al., 2014).

Ordo Apoda

Ordo apoda merupakan hewan dengan bentuk tubuh seperti cacing tanpa kaki. Kulitnya lunak dan memiliki tentakel diantara mata dan hidung. Hewan ini mempunyai mata tanpa kelopak dengan ekor yang pendek. Perkembangbiakan hewan ini secara ovipar dan ovovivipar. Contoh hewan ini adalah *Ichthyopsis elongatus*.



Gambar 3.18 *Ichthyopsis elongatus* (Harapan et al., 2020)

Reptilia

Reptile berasal dari bahasa Yunani *reptare* yang berarti merayap, sehingga reptile berarti hewan vertebrata yang merayap. Reptile bernafas dengan paru-paru dimana tubuhnya dapat berubah-ubah untuk menyesuaikan dengan suhu lingkungan. Kulit reptil memiliki sisik yang juga bertujuan untuk melindungi tubuhnya dari kekeringan. Sebagian besar dari reptile berkembang biak dengan bertelur. Reptilia terdiri dari tiga ordo yaitu ordo chelonian meliputi kura-kura, ordo squamata meliputi kadal dan ordo crocodylian meliputi buaya.

Ordo Chelonian

Ordo chelonian memiliki ciri morfologi berupa bentuk tubuh yang lebar dimana pada bagian dorsal dilindungi oleh karapaks dan plastron. Pada bagian rahang hewan ini tidak memiliki gigi namun di lapiasi oleh zat tanduk. Habitat hewan ini ada di air darat, air tawar dan air laut. Perkembangbiakan hewan ini secara ovipar atau bertelur.

Ordo Squamata

Ordo squamata merupakan kelompok hewan bersisik tanpa adanya rusuk abdominal. Pada ordo ini terdiri dari dua sub ordo, yaitu sub ordo lacertilia dan sub ordo ophidia. Sub ordo lacertilian adalah hewan sejenis kadal dengan panjang tubuh sekitar 30 cm dan memiliki empat kaki dengan lidah yang bercabang. Contoh hewan pada sub ordo ini yaitu kadal, tokek dan bunglon.

Sub ordo yang kedua yaitu sub ordo Ophidia yakni hewan bangsa ular dengan bentuk tubuh memanjang tanpa kaki. Sebagian ular memiliki bisa namun sebagian lagi tidak memiliki bisa. Ular memiliki lidah yang panjang, sempit dan bercabang.

Ular merupakan salah satu hewan yang disebutkan di Al-Qur'an sebagaimana Firman Allah subhanahu wa ta'ala berikut

“Lalu (Musa) melemparkan tongkatnya, tiba-tiba tongkat itu menjadi ular besar yang sebenarnya” (Q.S Al-A'raf:107).

Ordo Crocodilia

Ordo crocodilia merupakan golongan hewan buaya dengan habitat di air, baik air tawar maupun air laut. Hewan ini memiliki kulit yang tebal dengan bentuk tubuh memanjang, kepala besar dan panjang dilengkapi dengan rahang yang memiliki gigi-gigi yang kuat. Hewan pada ordo ini memiliki kaki sebanyak empat buah. Perkembangbiakan hewan ini secara ovipar yaitu bertelur.

Aves

Aves berasal dari bahasa Yunani yaitu *avis* yang berarti burung, yaitu berupa reptile berbulu yang memiliki kemampuan untuk terbang. Ciri aves yang utama yaitu memiliki bulu dan paruh, bersifat endotermis yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan panas tubuhnya sendiri dan homoiterm (memiliki kemampuan hidup di ketinggian dengan suhu tubuh yang konstan).

Salah satu jenis Aves yang disebutkan di Al-Qur'an yaitu burung gagak. Sebagaimana Firman Allah subhanahu wa ta'ala berikut

“Kemudian Allah mengutus seekor burung gagak menggali tanah untuk diperlihatkan kepadanya (Qabil). Bagaimana dia seharusnya menguburkan mayat saudaranya. Qabil berkata, “Oh, celaka aku!” (Q.S Al-Maidah:31).



Di Kalimantan, terdapat burung khas yang menjadi ciri khas yaitu burung enggang atau rangkong. Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detil terkait burung enggang atau rangkong.





Do You Know?

Burung Enggang memiliki kaitan yang sangat erat dengan masyarakat suku Dayak. Hal tersebut dapat dilihat dari sering dijumpainya penyematan bagian tubuh burung enggang pada perangkat hidup masyarakat suku Dayak, salah satunya pada pakaian adat.

Burung enggang memiliki nama latin *Buceros sp* atau *Rhinoplax vigil*. Bagian kepala burung enggang memiliki paruh yang cukup besar. Memiliki cula atau gading yang disebut dengan *casques* atau balung yang pada umumnya berupa rongga kosong, kecuali untuk burung enggang gading yang bagian depan balungnya padat, karena terbentuk dari keratin dan tidak memiliki pembuluh darah. Burung enggang juga memiliki suara yang khas dengan frekuensi antara 500-1500 Hz. Suara burung enggang dapat terdengar hingga sejauh 3 km, hal tersebut bertujuan untuk menarik perhatian individu lain serta menunjukkan kemampuan fisiknya (Hidayat, 2021).

Mamalia

Mamalia berasal dari bahasa Yunani *mammae* yang berarti susu/payudara. Hewan pada kelompok ini memiliki ciri utama yaitu memiliki kelenjar *mammae* (kelenjar yang menghasilkan susu). Mamalia merupakan hewan *homoitem* yaitu hewan berdarah panas karena mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan sekitar.

Beberapa hewan mammalia disebutkan di dalam Al-Qur'an, diantaranya yaitu unta, domba, sapi dan hewan mamalia lainnya. Sebagaimana firman Allah subhanahu wa ta'ala berikut

"Maka apakah mereka tidak memperhatikan unta bagaimana dia diciptakan." (QS. Al Ghasiyah: 17).

Unta merupakan salah satu hewan mamalia yang tinggal di daerah gurun pasir, ciri khas dari hewan unta yaitu memiliki punuk untuk dapat menyimpan cadangan makanan sehingga mampu bertahan hidup di daerah gurun pasir.

Hewan mamalia lainnya yang juga disebutkan di dalam Al-Qur'an yaitu domba. Allah subhanahu wa ta'ala berfirman sebagai berikut

"Dan kepada orang-orang Yahudi, Kami haramkan semua (hewan) yang berkuku, dan Kami haramkan kepada mereka lemak sapi dan domba, kecuali yang melekat di punggungnya, atau yang dalam isi perutnya, atau yang bercampur dengan tulang. Demikianlah Kami menghukum mereka karena kedurhakaannya. Dan sungguh, Kami Mahabenaar" (Q.S Al An'am:146).

Selain domba dan kuda, di dalam Al-Qur'an juga menyebutkan hewan mamalia lainnya berupa kuda. Allah subhanahu wa ta'ala berfirman sebagai berikut

"Dan persiapkanlah dengan segala kemampuan untuk menghadapi mereka dengan kekuatan yang kamu miliki dan dari pasukan berkuda yang dapat menggentarkan musuh Allah, musuhmu dan orang-orang selain mereka yang kamu tidak mengetahuinya; tetapi Allah mengetahuinya. Apa saja yang kamu infakkan di jalan Allah niscaya akan dibalas dengan cukup kepadamu dan kamu tidak akan dizalimi (dirugikan)" (Q.S Al Anfal: 60).

Hewan lainnya yang juga disebutkan di dalam Al-Qur'an adalah kera, kedelai, singa dan kambing. Hewan-hewan tersebut merupakan suatu tanda kebesaran dari Allah subhanahu wa ta'ala.

“Dan sungguh, kamu telah mengetahui orang-orang yang melakukan pelanggaran di antara kamu pada hari Sabat, lalu Kami katakan kepada mereka, “Jadilah kamu kera yang hina!” (Q.S Al Baqarah:65).

“Perumpamaan orang-orang yang diberi tugas membawa Taurat, kemudian mereka tidak membawanya (tidak mengamalkannya) adalah seperti keledai yang membawa kitab-kitab yang tebal. Sangat buruk perumpamaan kaum yang mendustakan ayat-ayat Allah. Dan Allah tidak memberi petunjuk kepada orang-orang yang zalim” (Q.S Al Jumuah:5).

“Mengapa orang-orang musyrik itu berpaling dari al-Quran yang berisi nasihat-nasihat? Mereka seperti keledai liar yang memberontak dan berlari dari singa buas” (Q.S Al Mudatsir:51).

“Ada delapan hewan ternak yang berpasangan (empat pasang); sepasang domba dan sepasang kambing. Katakanlah, “Apakah yang diharamkan Allah dua yang jantan atau dua yang betina atau yang ada dalam kandungan kedua betinanya? Terangkanlah kepadaku berdasar pengetahuan jika kamu orang yang benar.” (Q.S Al An'am:143).

Berbagai fenomena yang ada di lingkungan sekitar merupakan suatu pertanda akan kebesaran Allah subhanahu wa ta'ala. Allah menunjukkan berbagai bukti kekuasaannya sesuai dengan akal manusia sehingga dapat dipahami dengan mudah.



Let's Explore

Scan barcode di samping ini untuk menyimak video penjelasan lebih detail terkait keanekaragaman Aves.

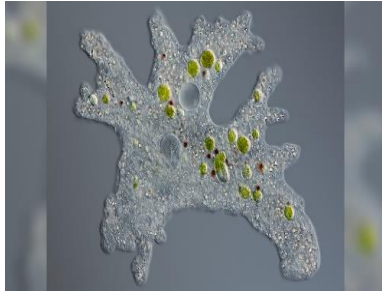


Perkembangbiakan Hewan

Perkembangbiakan hewan menjadi dasar untuk menjamin keberlangsungan hewan di muka bumi ini. Setiap hewan memiliki cara berkembangbiak yang berbeda-beda. Secara umum, terdapat dua jenis perkembangbiakan, yaitu secara generatif dan secara vegetatif.

Bagaimana Hewan Invertebrata Berkembang Biak?

Perhatikan gambar Amoeba di samping. Bagaimana cara Amoeba berkembangbiak? Samakah dengan cara hewan lainnya seperti kucing? Menurutmu, kenapa cara berkembangbiak setiap hewan berbeda-beda?



Perkembangbiakan Generatif

Perkembangbiakan generatif disebut juga sebagai perkembangbiakan secara seksual atau perkawinan. Perkembangbiakan ini terjadi ketika sel telur jantan membuahi

sel telur betina. Perkembangbiakan ini terbagi menjadi tiga, yaitu ovipar, vivipar dan ovovivipar.

1. Ovipar

Ovipar berasal dari kata ovum yang berarti telur. Hewan yang berkembangbiak secara ovipar berupa unggas, reptil dan ikan.

2. Vivipar

Hewan yang berkembangbiak secara vivipar disebut juga dengan hewan yang melahirkan. Contoh hewan yang berkembangbiak dengan cara vivipar antara lain kucing, orang utan, bekantan dan hewan mamalia lainnya.

3. Ovovivipar

Ovovivipar adalah cara perkembangbiakan dengan bertelur dan melahirkan. Contoh hewan pada kelompok ini yaitu iguana, kadal dan kuda laut.

Perkembangbiakan Vegetatif

Perkembangbiakan vegetatif atau secara aseksual ini hanya terjadi pada hewan di tingkat rendah, hewan tanpa tulang belakang dengan struktur tubuh yang tidak sempurna. Cara perkembangbiakan secara vegetatif terdiri dari tunas, fragmnetasi dan membelah diri.

1. Tunas

Perkembangbiakan hewan secara vegetatif salah satunya adalah tunas. Saat hewan tumbuh dewasa, tunas akan memisahkan diri dari induknya menjadi suatu individu baru. Hewan dengan perkembangbiakan ini contohnya adalah coelenterata, porifera dan hydra.

2. Fragmentasi

Perkembangbiakan hewan secara vegetatif lainnya yaitu berupa fragmentasi, dengan cara memotong atau memutus bagian tubuh menjadi dua bagian. Kemudian kedua potongan tersebut masing-masing akan membentuk individu-individu baru. Contoh hewan dengan perkembangbiakan secara fragmentasi yaitu cacing pita dan cacing pipih.

3. Membelah Diri

Perkembangbiakan hewan secara vegetatif lainnya yaitu membelah diri. Hewan dengan perkembangbiakan membelah diri ini yaitu hewan bersel satu. Hewan bersel satu dengan perkembangbiakan membelah diri salah satunya yaitu amoeba. Saat membelah diri, inti sel akan membelah menjadi dua kemudian diikuti pembelahan cairan serta dinding sel, kemudian menjadi individu yang baru.



Do You Know?

Orang utan merupakan salah satu hewan khas dari Kalimantan (Borneo) yang termasuk hewan mamalia. Berdasarkan studi genetika, terdapat tiga sub spesies orangutan, yaitu *Pongo pygmaeus* yang ditemukan di barat laut borneo, *Pongo wurmbii* yang ditemukan di borneo bagian tengah dan *Pongo mario* yang ditemukan di timur laut borneo.

Keberadaan orangutan masa kini termasuk dalam kategori terancam, keberadaan populasinya semakin menurun karena adanya aktivitas illegal logging, pembukaan hutan serta alih fungsi lahan. Tidak menutup kemungkinan keberadaan orangutan kedepannya akan punah jika tidak dijaga kelestariannya sedini mungkin.



Gambar. Orangutan (Sumber: WWF)



Let's Explore

Di Kalimantan Tengah terdapat sebuah Yayasan yang bergerak dalam pelestarian orangutan, yaitu Yayasan Borneo Orangutan Survival Foundation (BOSF) Nyaru Menteng. Scan barcode di samping untuk menyimak profil BOSF Arboretum Nyaru Menteng. Salam konservasi!



DAFTAR PUSTAKA

- Aboal, J.R.; Pérez-Llamazares, A.; Carballeira, A.; Giordano, S.; Fernández, J.A. (2011). Should moss samples used as biomonitors of atmospheric. *Atmospheric Environment*, 45(37): 6837–6840.
- Alwi, D., Muhamamd, S.H & Tae, I. (2020). Karakteristik Morfologi dan Indeks Ekologi Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Desa Wawama Kabupaten Pulau Morotal. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 2 (195): 23-32.
- Amin, M. B. (2019). *Metode Ilmiah dan Ilmu Alamiah*. June.
- Ana, L., Inkasari, C., Baskorowati, L., & Damayanti, A. (2016). The differences of stem xylem structures of sengon (*Falcataria moluccana*) from Solomon and Wamena Provenances. *Jurnal Penelitian Tanaman Hutan*, 10(1), 1–12.
- Arasuna, A., Kigawa, M., Fujii, S., Endo, T., Takahashi, E., Okuno, M. (2018). Structural Characterization of the Body Frame and Spicules of a Glass Sponge. *Minerals*, 8(88): 1-15.
- Bandyopadhyay, S. (2016). *Psilotum nudum* (L.) P. Beauv.: AJC Bose Indian Botanic Garden, Howrah.
- Baumiller, T.K. (2008). Crinoid Ecological Morphology. *Annual reviews*, 36 (221).
- Bozorgi, F., Seledy, M., Malek, M., Aira, M., Losada, M.P & Dominquez, J. 2019. Multigene Phylogeny Reveals a New Iranian Earthworm Genus (Lumbricidae: Philomontanus) with Three new Species. *PLOS One*, 14(1):1-16.
- Browne, R. K., Li, H., Wang, Z., Okada, S., Hime, P., Mcmillan, A., Wu, M., McGinnity, D., & Briggler, J. T. (2014). The giant salamanders (Cryptobranchidae): Part B . Biogeography , ecology and reproduction. *Amphibian y Reptile Conservation*, 5(4), 30–50.
- Budke, J. M., Goffinet, B., and Jones, C. S. 2013. Dehydration protection provided by a maternal cuticle improves

- offspring fitness in the moss. *Funaria hygrometrica*. *Ann. Bot.* 111: 781–789. contamination be washed? *Atmospheric Environment*. 45(37): 6837–6840
- Budke, J.M., Bernard, E.C., Gray, D.J & Birgit, S.H. 2018. Introduction to the Special Issue on Bryophytes. *Critical Reviews in Plant Sciences*.
- Cahyati, M., W, N. K., Adam, S. A., Penyakit, D., Fakultas, M., Gigi, K., Brawijaya, U., Studi, P., Dokter, P., Universitas, G., Mulut, K., & Laut, T. E. (2018). *Golden stichoupus variegatus*. 2(2), 149–154.
- Chapman, R.L. 2013. Algae: The World's most Important – an introduction. *Mitig Adapt Strateg Glob Change*. 18:5-12.
- De, D., Bera, G.C & Roy, S. 2018. *Biotechnology and Nature*.
- E. Gaino, M. Bo, F. Betti, M. Bertolino, F. Scoccia & G. Bavestrello. (2014): Ultrastructural evidence of a fungus-sponge association in the Ligurian Sea: a case study of *Clathrina coriacea* (Porifera: Calcarea). *Italian Journal of Zoology*, DOI: 10.1080/11250003.2014.953219.
- Elgeti, J., Winkler, R.G & Gompper, G. 2015. Physics of Microswimmers - Single Particle Motion and Collective Behavior. *Reports on Progress in Physics*. 78.
- Ereskovsky, A.V., Borisenko, I.E., Lapebie, P., Gazave, E., Tokina, D.B., Borchiellini, C. *Oscarella lobularis* (Homoscleromorpha Porifera) Regeneration: Epithelial Morphogenesis and Metaplasia. *PlosOne*: 10(8).
- Fauziah, S.M & Laily, A.N. 2015. Identifikasi Mikroalga dari Divisi Chlorophyta di Waduk Sumber Air Jaya Dusun Kreet Kecamatan Bululawang Kabupaten Malang. *Bioedukasi*. 8(1): 20-22.
- Fuchs, B., Wang, W., Graspentner, S., Li, Y., Insua, S., Herbst, E.M., Dirksen, P., Bohm, A.M., Hemmrich, G., Sommer, F., Loso, T.D., Klostermeier, U.C., Erxleben, F.A., Rosenstiel, P., Bosch, T.C.G & Khalturin, K. (2014). Regulation of Polyp-to Jellyfish Transition in *Aurelia aurita*. *Current Biology*, 24: 263-273.

- Gallenmuller, F., Langer, M., Poppinga, S., Kassemeyer, H.-K., and Speck, T. 2018. Spore liberation in mosses revisited. *AoB Plants*10: plx075. doi:10.1093/aobpla/plx07.
- Gatziolis, D; Jovan, S & Donovan, G.H; Monleon, V.J. 2016. Elemental atmospheric pollution assessment via moss-based measurements in Portland, Oregon. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-938. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station.
- Ghaffari, T., Hong, J. H., Asnaashari, S., Farajnia, S., Delazar, A., Hamishehkar, H., & Kim, K. H. (2021). Natural phytochemicals derived from gymnosperms in the prevention and treatment of cancers. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(12). <https://doi.org/10.3390/ijms22126636>
- Ghazali, M., Husna, H & Sukiman. 2018. Diversitas dan Karakteristik Alga Merah (Rhodophyta) pada Akar Mangrove di Teluk Serewe Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Biologi Tropis*. 18 (1): 1-11.
- Hallingback, T & Hodgetts, N. 2000. Mosses, Liverworts and Hornworts. IUCN: Switzerland and Cambridge.
- Harapan, T. S., Agung, A. P., Handika, H., Novarino, W., Tjong, D. H., & Tomlinson, K. W. (2020). New records and potential geographic distribution of elongated caecilian, *Ichthyophis elongatus taylor*, 1965 (Amphibia, gymnophiona, ichthyophiidae), endemic to west sumatra, indonesia. *Check List*, 16(6), 1695–1701. <https://doi.org/10.15560/16.6.1695>
- Herron, M.D., Shelton, D.E., Rashidi, A & Driscoll, W.W. 2013. Cellular differentiation and individuality in the ‘minor’ multicellular taxa: Differentiation and individuality. *Biological Reviews*. 88(4): 844-861.
- Hidayat, M. 2021. Analisis Simbolik Struktural Burung Enggang pada Masyarakat Dayak. *Jurnal Ilmu Budaya*. 18 (1): 52-65.
- Hilmi, N. F. (2021). Digital Repository Repository Universitas

- Universitas Jember Jember Digital Digital Repository
 Repository Universitas Universitas Jember Jember. *In
 Digital Repository Universitas Jember.*
- Hilmi, N. F., Prihatin, J., & Susilo, V. E. (2020). *Anura (Katak dan Kodok) di Universitas Jember.* [http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul Latifah-101810401034.pdf?sequence=1](http://repository.unej.ac.id/bitstream/handle/123456789/65672/Ainul%20Latifah-101810401034.pdf?sequence=1)
- Kawai, Hiroshi. 2017. Phaeophyta. Handbook of Protists. Springer.
- Kawaida, H., Shimizu, H., Fujisawa, T., Tachida, H & Kobayakawa, Y. (2020). Molecular Phylogenetic Study in Genus Hydra. *Gene*, 468: 30-40.
- Khorramdashti, M. solaemani, Samipoor Giri, M., & Majidian, N. (2021). Extraction lipids from chlorella vulgaris by supercritical CO2 for biodiesel production. *South African Journal of Chemical Engineering*, 38(March), 121–131. <https://doi.org/10.1016/j.sajce.2021.03.008>
- Kreshchenko, N.D. (2017). Some Details on the Morphological Structure of Planarian Musculature Identified by Flourescent and Confocal Laser Scanning Microscopy. *Biophysics*, 62 (2): 347-354.
- Krishnawati, A & Sabran, M. 2004. Eksplorasi dan Karakterisasi Tanaman Obat dan Buah-Buahan di Kalimantan Tengah. *Warta Plasma Nutfah Indonesia*, 16:11-16.
- Kristiansen, J & Skaloud, P. 2016. Handbook of Protists. Springer International Publishing Switzerland. DOI 10.1007/978-3-319-32669-6_43-1.
- Kurniati, H., Sumad Laksono, W. T. (2010). *Ecology, Distribution an ijaya, A., Boonman, A., & Bio-acoustic of Amphibians In Degraded Habitat.* November, 1–22.
- Lakna, P. (2017). Difference Between Monocot and Dicot. *Pediaa*, May, 1–12. <https://pediaa.com/difference-between-monocot-and-dicot/>

- Luthfi, O.M., Asadi, M.A., Agustiadi, T & Soegianto, A. (2019). Monitoring on Health Condition of *Tubipora musica* (Stolonifera) using Colony Life Form. *Eco. Enc & Cons.*
- Magill, R.E. 2010. Moss diversity: new look at old numbers. *Phytotaxa*9: 167–174.
- McLoughlin, S. (2021). *Gymnosperms*. In *Encyclopedia of Geology* (2nd ed.). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-102908-4.00068-0>
- Mutschke, E. (2000). Asteroidea. ResearchGate.
- Nicotra, A. B., Leigh, A., Boyce, C. K., Jones, C. S., Niklas, K. J., Royer, D. L., & Tsukaya, H. (2011). The evolution and functional significance of leaf shape in the angiosperms. *Functional Plant Biology*, 38(7), 535–552. <https://doi.org/10.1071/FP11057>
- Ning, W., Yang, Y., Chen, W., Li, R., Cao, M., & Luo, J. (2022). Effect of light combination on the characteristics of dissolved organic matter and chemical forms of Cd in the rhizosphere of *Arabidopsis thaliana* involved in phytoremediation. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 231, 113212. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2022.113212>
- Oviana, W. (2015). Pemahaman Hakekat Sains dan Aplikasinya dalam Proses Pembelajaran Sains. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 485–490.
- Pangkey, H., Lantu, S, Mokolensang, J. 2012. Prospect of Sea Cucumber Culture in Indonesia as Potential Food Sources. *Journal of Coastal Zone Management*.
- Pescott, O. L., Simkin, J. M., August, T. A., Randle, Z., DoreMarc, A. J., and Botham, S. 2015. Air pollution and its effects on lichens, bryophytes, and lichen-feeding Lepidoptera: review and evidence from biological records. *Biol. J. Linnean Soc.* 115: 611–635.
- Piechulla & Robert N. Trigiano (2018): Introduction to the Special Issue on Bryophytes, *Critical Reviews in Plant Sciences*

- Poveda, J. (2020). *Marchantia polymorpha* as a model plant in the evolutionary study of plant-microorganism interactions. *Current Plant Biology*, 23(April), 100152. <https://doi.org/10.1016/j.cpb.2020.100152>
- Prasasti, R. W., Yuliati, L., & Latifah, E. (2016). Identifikasi Pemahaman Konsep Tekanan Hidrostatik Pada Siswa Sekolah Menengah Atas. *Prosiding Semnas Pendidikan IPA Pascasarjana UM*, 1(1), 423–430.
- Prawira, N. B., & Rouf, A. (2018). Perancangan Alat Ukur Massa Jenis Zat Cair Menggunakan Cepat Rambat Gelombang Ultrasonik. *IJEIS (Indonesian Journal of Electronics and Instrumentation Systems)*, 8(2), 143. <https://doi.org/10.22146/ijeis.24481>
- Ramadhani, S. P. (2019). *Konsep Dasar IPA*. In Yiesa Karya Medika (Vol. 1, Issue 1).
- Reece, J.B., Urry, L.A., Cain, M.L., Wasserman, S.A., Minorsky, P.V & Jackson, R.B. 2011. *Campbell Biology Ninth Edition*. Pearson Education: San Francisco.
- Renzaglia, K.S., Villarreal, J.C & Duff, R.J. 2008. *New Insight into Morphology, Anatomy, and Systematics of Hornworts*. *Bryophyte Biology: Second Edition*, ed. B. Goffinet & A. J. Shaw. Published by Cambridge University Press.
- Salome, P.A & Merchant, S.S. 2019. *A Series Fortunate Events: Introducing Chlamydomonas as a Reference Organism*. *The Plant Cell*.
- Simpson, M.G. 2019. *Plant Morphology. Plant Systematics Third Edition*. Academic Series. ISBN 9780128126288. Cambridge University Press 2008
- Soderstrom, L., Hagborg, A., von Konrat, M., Bartholomew-Began, S., Bell, D., Briscoe, L., Brown, E., Cargill, D. C., Costa, D. P., Crandal-Stotler, B. J., Cooper, E. D., Dauphin, G., Engel, J. J., Feldberg, D. G., Gradstein, S. R., He, X., Heinrichs, J., Hentschel, J., Ilkiu-Gorges, A. L., Katagiri, T., Konstantinova, N. A., Larraín, J., Long, D. G., Nebel, M., Pocs, T., Puche, F.,

- Reiner-Drehwald, E., Renner, M. A. M. m Sass-Gyarmati, A., Schafer-Verwimp, A., Moragues, J. G. S., Stotler, R. E., Sukkharak, P., Thiers, B. M., Uribe, J., Vana, J., Villarreal, J. C., Wigginton, M., Zhang, L., and Zhu R.-L. 2016. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59: 1–828.
- Sugiarti, A. 2017. Identifikasi Jenis Paku-Pakuan (Pteridophyta) di Kawasan Cagar Alam Pagerwunung Darupono Kabupaten Kendal sebagai Media Pembelajaran Sistematis Tumbuhan berupa Herbarium. Universitas Islam Negeri Semarang.
- Swantara, I. M. D. (2015). *Filsafat ilmu*.
- Szovenyi, P., Frangedakis, E., Ricca, M & Langdale, J.A. 2015. Establishment of *Anthoceros agrestis* as a model species for studying the biology of hornworts. *BMC Plant Biology*. 15(98): 1-7.
- Tameemi, K.A & Kabakli, R. 2020. *Ascaris lumbricoides*: Epidemiology, Diagnosis, Treatment and Control. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 13 (4): 8-11.
- Tang, G., Muhammad, U., & Mulyadi. (2019). *Pengaruh Suhu Berbeda terhadap Laju Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Selais (Kryptopterus lois)*. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 24(2), 101–105.
- Triesita, N. I. P., Pratama, M. Y. A., Pahlevi, M. I., Jamaluddin, M. A., & Hanifa, B. F. (2016). Komposisi Amfibi Ordo Anura di Kawasan Wisata Air Terjun Ironggolo Kediri Sebagai Bio Indikator Alami Pencemaran Lingkungan. *Prosiding Semnas Hayati IV, August*, 46–52.
- Tursinawati. (2016). Penguasaan Konsep Hakikat Sains dalam Pelaksanaan Percobaan pada Pembelajaran IPA di SDN Kota Banda Aceh. *Jurnal Pesona Dasar*, 2(4), 72–84.
- Vcbio. 2013. Brown Algae. <https://www.vcbio.science.ru.nl/en/virtuallessons/browna algae/>

- Von Konrat, M., Shaw, A. J., and Renzaglia, K. S. 2010. A special issue of *Phytotaxa* dedicated to Bryophytes: the closest living relatives of early land plants. *Phytotaxa* 9:5–10.
- Whitehead, J., Wittemann, M., and Cronberg, N. 2018. Allelopathy in bryophytes – a review. *Lindbergia* 41: linbg.01097. doi:10.25227/linbg .01097
- Wichard, T., Charrier, B., Mineur, F., Bothwell, J.H., Clerck, O.D & Coates, J.C. 2015. The green seaweed *Ulva*: a model system to study morphogenesis. *Frontier in Plant Science*. 6(72).
- Willkle, I.C. 2016. Functional Morphology the Arm Spine Joint and Adjacent Structures of Brittlestar *Ophiocomina nigra* (Echinodermata: Ophiuroidea). *PLOSOne*.
- Wiwaha, G., Jasaputra, SNBDK., Rohmawaty, E., Yunivita, K & Muchtar, E. 2012. Ethnopharmacology Observation of Medicinal Plant/Traditional Medicinal Ingredient for Dyslipidemia Treatment in West Java Local Wisdom. *Jurnal Medika Planta*, 2 (1):62-68.
- Wu, J.L.Z., Youxing, L., Libing, Z., Xianchun, Z., Zhaorong, H., Zhongren, W, Shugang, L, Sugong, W, Fuwu, X, Gangmin, Z, Wenbo, L, Jianying, X, Faguo, W, Xinping, Q, Yuehong, Y., Mingyan, D, Jiayi, L., Shiyong, D., Hai, H., Qiaoyan, Z., Moore, S., Zhaohong, S., Hung, W.S., Zhongyang, L., Xiaofeng, L., Bingyang, D., Quanru, L., Lei, S., Barrington, D.S., Kato, M., Iwatsuki, K., Gilbert, M.G., Hovenkamp, P.H., Nooteboom, P.H., Prado, J., Viane, R., Christenhusz, M.J.M., Yatskievych, G., Ebihara, A., Serizawa, S., Parris, B.S., Ranker, T.A., Sahashi, N., Hooper, E., Barcelona, J., Shmakov, A., Nishida, H., Sujuan, L., Smith, A.L., Funston, M., Haufler, C., Turland, N.J., Hanks, J.G., Mickel, J.T., Kadokawa, Y., Pryer, K.M., Taylor, C., Johnson, D.M., Alverson, E.D., Metzgar, J.S & Masuyama, S. 2013. *Pteridophytes*. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.

- Yodthong, S., Stuart, B. L., & Aowphol, A. (2019). Species delimitation of crab-eating frogs (*Fejervarya cancrivora* complex) clarifies taxonomy and geographic distributions in mainland Southeast Asia. *ZooKeys*, 2019(883), 119–153. <https://doi.org/10.3897/zookeys.883.37544>
- Zahroini, U., Ahmadi, A. N., & Eurika, N. (2019). Keanekaragaman Tumbuhan Angiospermae Yang Dimanfaatkan Sebagai Rempah Oleh Masyarakat Desa Gunung Malang Kabupaten Jember. *Jurnal Biologi Dan Pembelajaran Biologi*, 1–10. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/BIOMA>
- Zannah, F. (2013). Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik SMA pada Pembelajaran Konsep protista Melalui Pendekatan Inkuiri Terbimbing. *Pedagogik Jurnal Pendidikan*, 8, 30–35.
- Zannah, F. (2019). *Eksplorasi Senyawa Apigenin secara In Silico*. DeePublish.
- Zannah, F. 2019. Karakterisasi Senyawa Kimia Tumbuhan *Diplazium esculentum* sebagai Anti Jerawat dan Pengembangannya sebagai Bahan Ajar. Disertasi. Universitas Negeri Malang.
- Zannah, F., & Dewi, I. S. (2021). *The Utilization of Various Medicinal Plants based on the Dayak Community Perspective in The Central Kalimantan as an Education for Sustainable Development A . Introduction B . Method C . Results and Discussion*. 3(3), 216–220.
- Zannah, F., Amin, M., Suwono, H., & Lukiati, B. (2017). Phytochemical screening of *Diplazium esculentum* as medicinal plant from Central Kalimantan, Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 1844(May). <https://doi.org/10.1063/1.4983439>
- Zhou, J., Li, P., & Wang, J. (2022). Effects of Light Intensity and Temperature on the Photosynthesis Characteristics and Yield of Lettuce. *Horticulturae*, 8(2), 1–11. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8020178>

GLOSARIUM

1. Mito adalah bagian dari suatu pengetahuan yang berasal dari kisah berlatar masa lampau yang mengacu kepada cerita tradisional.
2. Filsafat adalah ilmu yang mengkaji pertanyaan-pertanyaan umum dan asasi atau mengenai eksistensi, penalaran, nilai-nilai luhur, akal budi dan bahasa.
3. Massa jenis adalah densitas atau rapatan berupa pengukuran massa setiap satuan volume benda.
4. Fotosintesis adalah suatu ekjadian alamiah pada tumbuhan hijau untuk mengubah zat organik menjadi zat an organik melalui bantuan sinar matahari.
5. Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut.
6. Klorofil adalah zat hijau daun berupa pigmen hijau daun yang berperan pada proses fotosintesis.
7. Inkuiri adalah suatu proses yang bertujuan untuk menambah pengetahuan, menyelesaikan keraguan ayau memecahkan masalah.
8. Hipotesis adalah jawaban yang masih bersifat sementara pada suatu masalah yang sifatnya masih praduga.
9. Variabel bebas adalah variabel penelitian yang menyebabkan perubahan pada variabel lainnya.
10. Variabel terikat adalah variabel penelitian yang mengalami perubahan akibat dari perlakuan variabel bebas.
11. Spektrum cahaya adalah kumpulan sinyal berupa cahaya dengan panjang gelombang atau warna yang dapat dikenali oleh mata.

12. Tumbuhan endemik adalah suatu tumbuhan yang khas pada suatu daerah.
13. Potensi lokal adalah sesuatu yang sifatnya khas hanya ada pada suatu daerah tertentu.
14. Kloroplas adalah bagian dari plastid yang mengandung klorofil.
15. ATP adalah adenosine Trifosfat adalah suatu nukleotida yang dalam biokimia yang dikenal sebagai satuan molekular.
16. NADPH adalah senyawa hasil penambahan hydrogen pada NADP yang terdapat dalam organisme.
17. Rizoid adalah struktur menyerupai rambut atau benang-benang yang berfungsi untuk melekatkan tubuh pada tempat tumbuhnya dan menyerap air serta garam-garam mineral.
18. Siklus hidup adalah suatu proses yang menandai perkembangan suatu organisme sejak memulai hidupnya sampai reproduksi untuk mempertahankan keberadaan jenisnya.
19. Pathogen adalah agen biologis yang menyebabkan penyakit pada inangnya.
20. Biodiesel adalah bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkyl ester dari rantai panjang asam lemak yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbaru seperti minyak sayur atau lemak hewan.
21. Binding Site adalah suatu lubang pada permukaan protein yang digunakan untuk menambatkan suatu senyawa ligan.
22. Molecular docking adalah simulasi secara komputasi yang digunakan untuk memprediksi sikatan antara obat/ligan dan reseptor/protein dengan memasang suatu molekul

kecil pada sisi aktif dari reseptor untuk proses penemuan obat baru.

23. In silico adalah salah satu metode penelitian yang digunakan untuk menganalisis suatu senyawa kimia terhadap target kerja obat yang spesifik.
24. Autotroph adalah organisme yang dapat mengubah bahan anorganik menjadi organik dengan bantuan energi cahaya matahari dan kimia.
25. Vegetatif adalah suatu proses reproduksi yang tanpa melewati proses seksual atau disebut juga reproduksi secara aseksual.
26. Generatif adalah suatu proses reproduksi makhluk hidup secara seksual.
27. Vertebrata adalah hewan yang memiliki tulang belakang.
28. Invertebrata adalah hewan yang tidak memiliki tulang belakang.
29. Reptil adalah kelompok hewan vertebrata berdarah dingin dan memiliki sisik menutupi tubuhnya.
30. Aves adalah anggota kelompok hewan vertebrata yang memiliki bulu dan sayap.
31. Mamalia adalah kelompok hewan vertebrata yang memiliki kelenjar mammae.
32. Tunas adalah reproduksi pada hewan invertebrata yang terjadi secara aseksual dengan cara tumbuhnya organisme baru pada suatu organisme yang kemudian akan melepaskan diri.
33. Fragmentasi adalah cara reproduksi vegetatif pada organisme multi seluler yang terjadi secara aseksual dimana organisme memecah diri menjadi fragmen-fragmen.
34. Ovipar adalah cara perkembangbiakan hewan dengan cara bertelur.

35. Vivipar adalah cara perkembangbiakan hewan dengan cara melahirkan.
36. Ovovivipar adalah cara perkembangbiakan hewan dengan cara bertelur dan melahirkan.

INDEKS

A

ATP, 23, 24

Aves, 77

F

Filsafat, 85

Fotosintesis, 23

Fragmentasi, 79

G

Generatif, 78

H

Hipotesis, 11

I

Inkuiri, 86

Invertebrata, 58

K

Kloroplas, 22

M

Mamalia, 77

Massa jenis, 8

Mitos, 5

N

NADPH, 23

O

Ovipar, 78

Ovovivipar, 79

S

Siklus hidup, 29, 32, 33, 34,
35

T

Tunas, 79

V

Variabel, 12

Variabel bebas, 12

Variabel terikat, 12

Vegetatif, 79

Vertebrata, 69

Vivipar, 78

PROFIL PENULIS



Dr. Fathul Zannah, M.Pd., merupakan salah satu Dosen Tetap Yayasan di Universitas Muhammadiyah Palangka Raya, yakni di FKIP, Program Studi Magister Pendidikan Dasar. Lahir di Amuntai, Kalimantan Selatan, sebagai anak ke enam dari enam bersaudara.

Penulis lulus S1 di Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Lambung Mangkurat pada tahun 2010 dan lulus S2 di Program Studi Magister Pendidikan Biologi Universitas Lmabung Mangkurat pada tahun 2012 kemudian menyelesaikan studi S3 di Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang pada tahun 2019. Hingga kini penulis menekuni bidang kajian penelitian IPA khususnya Biologi berbasis potensi lokal yang ada di Kalimantan sebagai bentuk inovasi pada kegiatan pembelajaran IPA.

Buku berjudul "Sains: Kajian Tumbuhan dan Hewan berbasis Riset dan Al-Qur'an" ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan terkait tumbuhan dan hewan, khususnya yang berkaitan dengan hasil penelitian serta diintegrasikan dengan Al-Qur'an. Semoga karya ini menjadi bagian dari upaya untuk memajukan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang sains dan menjadi bagian dari upaya untuk meningkatkan rasa keimanan kepada Dzat Yang Maha Menciptakan serta bentuk rasa syukur atas karunia ilmu pengetahuan kepada Dzat Yang Maha Memiliki Pengetahuan.

Penerbit K-Media
Bantul, Yogyakarta
@ kmediacorp
kmedia.cv@gmail.com
www.kmedia.co.id

