

Editor:

Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP.
Effi Alfiani Sidik, S.P., M.Sc.



Biologi Umum



Meillisa Carlen Mainassy, Bagus Dwi Hari Setyono, Nadya Adharani,
Ritha Lusian Karuwal, Rizko Hadi, Syamsidar Gaffar, Abdul Mahid Ukratalo,
Efraim Samson, Nandya Fitri Rachmawati, Handy Erwin Pier Leimena,
Windy Natalia Nusaly, Tika Putri Agustina, Deford Cristy Birahy

Biologi Umum

Meillisa Carlen Mainassy, Bagus Dwi Hari Setyono, Nadya Adharani,
Ritha Lusian Karuwal, Rizko Hadi, Syamsidar Gaffar, Abdul Mahid Ukratalo,
Efraim Samson, Nandya Fitri Rachmawati, Handy Erwin Pier Leimena,
Windy Natalia Nusaly, Tika Putri Agustina, Deford Cristy Birahy

Editor:

Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP.

Effi Alfiani Sidik, S.P., M.Sc.



Haura Utama

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur kami panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa, telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan buku yang berjudul “Biologi Umum”. Kami sangat berharap buku ini dapat membantu pembaca memahami konsep umum biologi dan menjadikannya referensi.

Biologi sebagai bagian dari sains, memiliki kajian mengenai materi dan energi yang berhubungan dengan makhluk hidup dan proses-proses kehidupannya serta proses interaksinya. Demi mendukung perkembangan ilmu pengetahuan dan bioteknologi tentunya diperlukan landasan pengetahuan mendasar mengenai komponen biologi secara umum. Sehingga dengan menghadirkan buku “Biologi Umum” akan sangat mendukung *statement* tersebut. Penulis menyusun buku ini didasarkan pada pengalaman penulis dan tentu saja dibarengi oleh beberapa acuan berupa buku teks, jurnal, akses internet, dan artikel.

Penulisan buku ini tentunya tak lepas dari kekurangan dan kesalahan. Tentunya untuk perbaikan kedepan, kami sangat berharap koreksi, saran, dan masukan dari pembaca untuk perbaikan penulis kedepannya.

Terimakasih penulis ucapkan kepada seluruh pihak yang telah banyak memberikan kontribusi terutama saat penyusunan buku ini, semoga Tuhan yang Maha Esa selalu memberi berkah dan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Jakarta, November 2023

Penulis

Biologi Umum, Penulis Meillisa Carlen Mainassy, Bagus Dwi Hari Setyono, dkk, diterbitkan pertama kali oleh Penerbit Haura Utama, 2023

18.2 x 25.7 cm, vi + 268 hlm

Hak cipta dilindungi undang-undang
Dilarang mereproduksi atau memperbanyak seluruh
maupun sebagian dari buku ini dalam bentuk dan
cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit

Editor: Siti Tsaniyatul Miratis Sulthoniyah, S.Pi.Gr., MP.
Effi Alfiani Sidik, S.P., M.Sc.

Penata isi: Zulfa
Perancang sampul: Nita



CV. Haura Utama

Anggota IKAPI Nomor 375/JBA/2020
Nagrak, Benteng, Warudoyong, Sukabumi
+62877-8193-0045 haurautama@gmail.com

Cetakan I, Desember 2023

ISBN: 978-623-492-698-9

 penerbithaura.com

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
BAB I. KONSEP BIOLOGI DAN ASAL MULA KEHIDUPAN.....	1
1.1 Pengantar	1
1.2 Biologi Sebagai Ilmu.....	2
1.3 Kedudukan Biologi dan Hubungan Dengan Ilmu Lain	4
1.4 Asal Mula Kehidupan	5
1.5 Ciri-Ciri Makhluk Hidup.....	16
1.6 Penutup.....	22
BAB 2. KIMIA KEHIDUPAN ORGANISME.....	23
2.1 Pendahuluan	23
2.2 Polimer	24
2.3 Karbohidrat	25
2.4 Lipid	29
2.6 DNA dan RNA.....	41
BAB 3. BIOLOGI SEL.....	44
3.1 Perkembangan Teori Sel.....	44
3.2 Pengertian Biologi Sel	45
3.3 Struktur Sel.....	45
3.4 Perbedaan Sel Tumbuhan dan Sel Hewan.....	59
BAB 4. STRUKTUR JARINGAN PADA MAKHLUK HIDUP	63
4.1 Pengantar	63
4.2 Jaringan pada Tumbuhan.....	63
4.3 Jaringan pada Hewan	79
4.4 Penutup.....	86
BAB 5. METABOLISME AUTOTROF.....	87
5.1 Pengantar	87
5.2 Organisme Autotrof	88

5.3 Metabolisme: Anabolisme dan Katabolisme	89
5.4 Fotosintesis	91
5.5 Kloroplas dan Teori Endosimbion	94
5.6 Klorofil dan Spektrum Cahaya.....	97
5.7 Reaksi Terang.....	97
5.8 Reaksi Gelap.....	101
5.9 Penutup.....	103
BAB 6. FISILOGI SISTEM KOORDINASI ORGANISME HETEROTROF.....	104
6.1 Sistem Saraf	105
6.2 Sistem Endokrin.....	119
BAB 7. REPRODUKSI.....	123
7.1 Pengantar	123
7.2 Reproduksi Sel	124
7.3 Reproduksi Hewan.....	131
7.4 Reproduksi Tumbuhan.....	134
7.5 Penutup.....	141
BAB 8. KEANEKARAGAMAN HAYATI	142
8.1 Pengantar	142
8.2 Keanekaragaman Hayati	142
8.3 Letak Geografis dan Pola Sebaran Keanekaragaman Hayati di Indonesia.....	155
8.4 Manfaat Keanekaragaman Hayati	156
8.5 Ancaman Kerusakan Sumber Daya Hayati	158
8.6 Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati.....	159
8.7 Penutup.....	162
BAB 9. EKOLOGI DAN EKOSISTEM.....	163
9.1 Ruang Lingkup Ekologi.....	163
9.2 Ruang Lingkup Ekologi.....	164
9.3 Ekosistem.....	168

BAB 10. PERILAKU HEWAN.....	173
10.1 Pengantar.....	173
10.2 Dasar Evolusi Perilaku Hewan.....	173
10.3 Komunikasi Hewan.....	176
10.4 Migrasi Hewan.....	181
10.5 Perilaku Seksual Hewan.....	184
10.6 Perilaku Makan.....	187
10.7 Perilaku Lain pada Hewan.....	189
10.8 Penutup.....	194
BAB 11. GENETIKA.....	195
11.1 Pengertian dan Kronologi Perkembangan.....	195
11.2 Genetika Mendel.....	196
11.3 Materi Genetik.....	202
11.4 Sentral Dogma.....	204
11.5 Dasar Molekuler dalam Pewarisan Sifat.....	206
11.6 Reproduksi Organisme dan Meiosis.....	207
11.7 Konsep.....	214
BAB 12. EVOLUSI.....	216
12.1 Pengantar.....	216
12.2 Perkembangan Teori Evolusi.....	217
12.3 Bukti-Bukti Evolusi Mahluk Hidup.....	221
12.4 Seleksi Alam dan Variasi.....	223
12.5 Spesies dan Spesiasi.....	224
BAB 13. BIOTEKNOLOGI.....	228
13.1 Pendahuluan.....	228
13.2 Bioteknologi.....	228
DAFTAR PUSTAKA.....	244
BIODATA PENULIS.....	259

BAB I. KONSEP BIOLOGI DAN ASAL MULA KEHIDUPAN

1.1 Pengantar

Biologi adalah ilmu yang mempelajari segala hal yang berhubungan dengan kehidupan. Kata biologi berasal dari pertautan dua patah kata bahasa Yunani, yaitu *bios* yang berarti hidup atau kehidupan dan *logos* yang berarti ilmu. Disini tersirat bahwa yang dipelajari dalam biologi adalah semua makhluk hidup yang berada di planet bumi, dari mikroorganisme sampai tumbuhan dan hewan tingkat tinggi, beserta semua aspek kehidupannya (Raven 2001). Segi kehidupan organisme yang umumnya dipelajari dalam biologi adalah struktur tubuh, proses fisiologi, fungsi organ tubuh, keberagaman hayati, hubungan dengan lingkungan hidupnya, reproduksi, molekuler, serta konservasi.

Selain membantu manusia mengenal dirinya sebagai makhluk hidup dan mengenal lingkungannya, biologi juga membantu manusia dalam memecahkan masalah kehidupan yang dihadapinya. Pemecahan masalah kehidupan tersebut umumnya melalui proses ilmiah (penelitian) yang cermat dan sistematis dengan metode ilmiah seperti penemuan vaksin, bibit unggul, antibiotik, dan transgenik walaupun kadang-kadang ada diantaranya yang diperoleh secara kebetulan. Bertambahnya populasi manusia membawa dampak seperti peningkatan kebutuhan akan pangan dan energi serta bahan-bahan alam yang menyebabkan perusakan lingkungan, penurunan indeks keberagaman flora dan fauna, pemanasan global, serta peningkatan sejumlah masalah dibidang

dalam bentuk zat sisa. Alat pengeluaran zat sisa pada hewan atau manusia, yaitu: paru paru mengeluarkan CO₂; kulit mengeluarkan keringat, ginjal mengeluarkan urine, dan hati mengeluarkan getah empedu.

1.6 Penutup

Biologi sebagai bagian dari sains, memiliki kajian mengenai materi dan energi yang berhubungan dengan makhluk hidup dan proses-proses kehidupannya. Perkembangan ilmu pengetahuan Biologi diperoleh melalui metode ilmiah, yang terdiri atas tahapan perumusan masalah, penyusunan kerangka berpikir, perumusan hipotesis, pengujian hipotesis, penarikan kesimpulan untuk mengetahui apakah hipotesis yang diajukan itu diterima atau ditolak, dan diakhiri dengan perumusan teori, generalisasi, pengabstrakan hipotesis yang ditera kemudian dianggap menjadi bagian dari ilmu pengetahuan. Pengetahuan dapat dikatakan ilmiah apabila memenuhi empat syarat yaitu objektif, metodik, sistematis dan universal atau berlaku umum. Saat ini ilmu meskipun keduanya memiliki kaidah-kaidah sama. Biologi juga membahas mengenai ciri-ciri makhluk hidup, beberapa diantaranya melakukan metabolisme, bereproduksi, bergerak, membutuhkan makanan, dan ketanggapan terhadap rangsangan. Pengetahuan dapat dibedakan antara ilmu-ilmu dasar dan ilmu-ilmu terapan.

BAB 2. KIMIA KEHIDUPAN ORGANISME

2.1 Pendahuluan

Bentuk karbon anorganik dan organik terdapat secara luas di alam. Manusia, tumbuhan, kertas, dan meja kayu semuanya mengandung senyawa organik, yang terbentuk dari tulang punggung karbon yang terikat secara kovalen. Unsur karbon anorganik diwakili oleh berlian dan pensil “timah”, yang disebut grafit. Beberapa senyawa karbon sangat sederhana juga dianggap anorganik, terutama jika karbon tidak terikat pada hidrogen. Dinamakan senyawa organik karena pada suatu waktu dianggap hanya diproduksi oleh organisme hidup (organik). Pada tahun 1928 ahli kimia Jerman Friedrich Wöhler mensintesis urea, suatu zat metabolik produk limbah. Sejak saat itu, para ilmuwan telah belajar mensintesis banyak molekul organik dan menemukan bahan organik senyawa yang tidak ditemukan pada organisme.

Dalam bab ini kita fokus pada beberapa kelompok utama senyawa organik penting dalam organisme, termasuk karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat (DNA dan RNA). Senyawa organik adalah komponen struktural utama sel dan jaringan. Senyawa tersebut berpartisipasi dan mengatur metabolisme reaksi, mengirimkan informasi, dan menyediakan energi bagi proses kehidupan. Evolusi melibatkan perubahan kimia pada bahan organik senyawa yang dihasilkan oleh organisme.

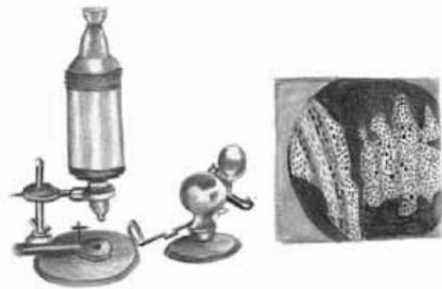
Lebih dari lima juta senyawa organik telah berhasil diidentifikasi. Mungkin karena karbon dapat membentuk lebih banyak variasi molekul dibandingkan unsur lainnya, karbon merupakan komponen

BAB 3.

BIOLOGI SEL

3.1 Perkembangan Teori Sel

Tahun 1665 istilah sel diungkapkan pertama kali oleh Robert Hooke melalui hasil pengamatannya di mikroskop pada struktur gabus. Dalam pengamatannya terdapat ruangan kecil yang disebut *cella* dengan arti kamar kecil dan di tahun 1839 dikemukakan kembali oleh Purkinje adanya zat mengalir (*fluid*) di dalam *cella* yang memiliki makna tanda-tanda kehidupan. Didukung penemuan Dujardin di tahun 1855 bahwa didalam *cella* terdapat cairan kental (cairan sitoplasma), cairan tersebut merupakan senyawa yang biasa disebut protoplasma.



Gambar 3.1. Mikroskop Milik Robert Hooke dan Bagian Struktur Gabus (Sumber: Palennari, *et al.*, 2016)

Seiring berjalannya waktu, teori sel terus dikembangkan oleh Schwann dan Mathias von Schleiden dan peneliti lainnya, teori ini menjadi dasar dari seluruh kehidupan dari makhluk hidup yang dikenal sebagai *Teori Sel*, diantaranya:

1. Satu atau lebih sel merupakan bagian dari organisme hidup.

2. Sel adalah unit terkecil dari suatu sistem kehidupan, unit struktural, unit fungsional dasar penyusun makhluk hidup.
3. Sel hidup bermula dari perkembangbiakan melalui pembelahan sel dari pembelahan sel lain yang sebelumnya hidup.
4. Sel adalah bagian dari rangkaian biologi dengan *membran semipermeabel* sebagai pembatas sehingga dapat bereproduksi pada media di luar makhluk hidup.
5. Sel berisi teori yang diwariskan kepada keturunannya selama pembelahan.

3.2 Pengertian Biologi Sel

Sel dalam ilmu biologi adalah unit terkecil di setiap makhluk hidup, baik hewan maupun tumbuhan yang terbentuk dari jutaan sel untuk menjalankan fungsi vitalnya. Setiap organisme yang hidup tersusun dari satu sel (uniseluler) atau dari banyak sel (multiseluler). Salah satu contoh makhluk hidup uniseluler adalah fungi, virus, bakteri, sedangkan makhluk hidup multiseluler adalah tumbuhan, hewan, dan manusia. Tubuh manusia terdiri dari sel-sel yang merupakan elemen struktural makhluk hidup, sedangkan tubuh manusia secara fungsional dapat bergerak dengan baik jika sel-sel tersebut berfungsi dengan baik, oleh karena itu sel disebut sebagai satuan fungsional makhluk hidup.

3.3 Struktur Sel

Senyawa kimia dan organel-organel sel merupakan bagian dari komponen sel secara struktural dan fungsional. Senyawa kimia tersebut berasal dari aktivitas sel yang disebut biomolekul dan adanya interaksi antar organel-organel dan senyawa kimia dalam berbagai bentuk dan fungsi teratur sehingga terjadinya kehidupan.

h. Plastida	Ada	Ada
i. Badan Mikro	Ada	Tidak ada
j. Peroxisom	Ada	Tidak ada
k. Glikosisom	Ada	Ada

BAB 4. STRUKTUR JARINGAN PADA MAKHLUK HIDUP

4.1 Pengantar

Jaringan merupakan sekelompok sel-sel yang memiliki asal, struktur dan fungsi yang sama. Ilmu yang mempelajari tentang jaringan pada makhluk hidup disebut histologi. Pada beberapa organisme tingkat rendah hanya memiliki satu sel sehingga tidak mempunyai jaringan. Namun ada juga organisme tingkat rendah yang belum memiliki jaringan sedangkan pada semua organisme tingkat tinggi, sel telah berdiferensiasi menjadi jaringan. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa makin tinggi perkembangan organisme, sel-selnya akan berdiferensiasi menjadi jaringan untuk membentuk organ. Pada organisme tingkat tinggi, terdapat perbedaan struktur jaringan seperti tumbuhan dan hewan.

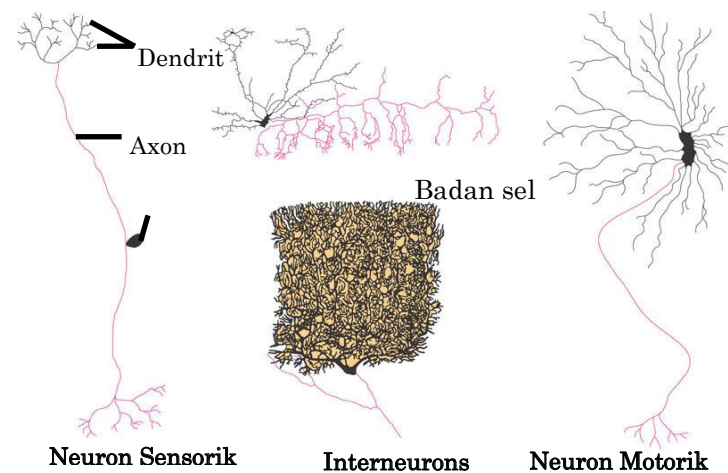
4.2 Jaringan pada Tumbuhan

Tubuh tumbuhan tersusun atas sekumpulan sel yang berdiferensiasi menjadi jaringan tertentu sesuai struktur dan fungsinya. Berdasarkan umurnya, terdapat dua tipe jaringan pada tumbuhan yaitu:

1. Jaringan Muda (Jaringan Meristem atau Titik Tumbuh)

Jaringan muda merupakan gabungan sel-sel yang masih ada dalam fase pembelahan dan pertumbuhan. Jaringan ini tersusun dari sel-sel yang berbentuk bulat, lonjong atau poligonal; dinding selnya yang tipis; berinti satu atau lebih dengan kandungan sitoplasma yang

berperan dalam gerak refleks. Gambaran sel saraf seperti pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13. Sel Saraf

(Sumber: Campbell *et al.*, 2008)

4.4 Penutup

Jaringan sebagai kumpulan sel yang mengalami diferensiasi membentuk struktur dan menjalankan fungsi yang bervariasi pada makhluk hidup. Jaringan akan membentuk organ yang mampu melakukan fungsi metabolisme sebagai ciri kehidupan.

BAB 5. METABOLISME AUTOTROF

5.1 Pengantar

Dalam kehidupannya, seluruh organisme mulai dari bakteri hingga hewan membutuhkan makanan. Makanan ini akan dipecah untuk menghasilkan energi yang diperlukan dalam seluruh proses kehidupan. Selain itu, makanan juga akan dipecah menjadi molekul – molekul kecil yang selanjutnya akan digunakan untuk menyusun bagian – bagian sel dari organisme. Dengan demikian, makanan dalam tubuh organisme akan dipecah sekaligus juga sebagiannya akan disusun kembali menjadi molekul-molekul yang diperlukan tubuh (Gambar 5.1). Keseluruhan proses kimia memecah dan menyusun molekul ini disebut dengan metabolisme.



Gambar 5.1 Organisme membutuhkan makanan untuk proses metabolisme. Secara sederhana metabolisme dapat dilihat dalam proses pemecahan makanan dan penyusunan bagian tubuh. Foto oleh Skyler Ewing: <https://www.pexels.com/photo/tiny-hummingbird-sitting-on-flower-4672331/>.

BAB 6.

FISIOLOGI SISTEM KOORDINASI ORGANISME HETEROTROF

Hewan perlu memiliki kemampuan mendeteksi dan merespons lingkungan tempat mereka tinggal jika ingin bertahan hidup. Sensitivitas terhadap fluktuasi suhu lingkungan adalah penting, misalnya, mereka harus bisa merasakan panas dan dingin untuk mencari tempat yang lebih nyaman atau menghindari panas yang berlebihan. Mereka juga harus mampu mengidentifikasi makanan dan menghindari predator.

Berbagai sistem dan organ dalam tubuh juga harus terhubung sehingga dapat bekerja sama. Sebagai contoh, setelah predator telah mengidentifikasi mangsa yang cocok, ia harus menangkapnya. Hal ini melibatkan koordinasi kontraksi otot sehingga pemangsa dapat berlari, maka harus ada peningkatan suplai darah ke otot untuk menyediakan oksigen dan nutrisi. Pada pada saat yang sama, laju respirasi harus meningkat untuk memasok oksigen dan menghilangkan karbon dioksida yang dihasilkan sebagai hasil dari peningkatan aktivitas ini. Setelah mangsa ditangkap dan dimakan, sistem pencernaan harus diaktifkan untuk mencernanya.

Penyesuaian respons hewan terhadap perubahan lingkungan dan hubungan kompleks dari berbagai proses dalam tubuh yang melibatkan respons ini disebut **koordinasi**. Ada dua sistem yang terlibat dalam koordinasi pada hewan. Kedua sistem tersebut adalah **sistem saraf** dan **endokrin**. Yang pertama beroperasi melalui impuls listrik di sepanjang serabut saraf dan yang kedua dengan melepaskan

bahan kimia atau hormon khusus ke dalam aliran darah dari kelenjar (Sherwood *et al.* 2013).

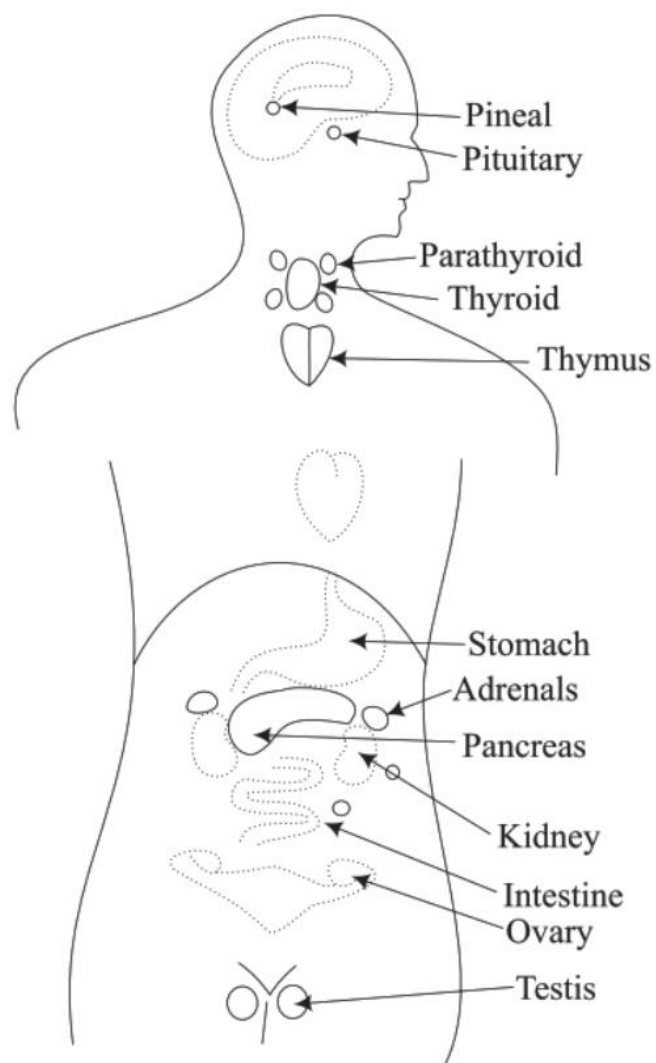
6.1 Sistem Saraf

Sistem saraf adalah jaringan kompleks dari sel-sel saraf atau neuron yang berfungsi untuk mengatur dan mengkoordinasi semua aktivitas tubuh. Sistem saraf memiliki tiga fungsi dasar (Hill *et al.* 2012):

1. **Fungsi sensorik**-untuk merasakan perubahan (dikenal sebagai rangsangan) baik di luar maupun di dalam tubuh. Sebagai contoh mata merasakan perubahan cahaya dan telinga merespons gelombang suara. Di dalam tubuh, reseptor traktus di dalam perut menunjukkan kapan perut kenyang dan reseptor kimiawi dalam pembuluh darah memantau keasaman darah.
2. **Fungsi integratif**-memproses informasi yang diterima dari organ-organ indera. Impuls dari ini organ-organ ini dianalisis dan disimpan sebagai memori. Berbagai impuls yang berbeda dari sumber yang berbeda disortir, disinkronkan dan dikoordinasikan dan respons yang sesuai dimulai. Kemampuan untuk mengintegrasikan, mengingat dan menerapkan pengalaman memperkuat dominasi hewan dalam kemampuan adaptasinya.
3. **Fungsi motorik**-Fungsi ketiga adalah respons terhadap rangsangan yang menyebabkan otot dapat berkontraksi atau kelenjar dapat melakukan sekresi.

Semua jaringan saraf terdiri atas sel-sel saraf atau neuron. Sel-sel ini mengirimkan sinyal berkecepatan tinggi yang disebut impuls saraf. Impuls saraf dapat dianggap mirip dengan arus listrik.

Sistem endokrin bekerja secara halus namun esensial, dimana hormon-hormon berjalan melalui aliran darah dan mencapai target organ atau jaringan yang spesifik, mempengaruhi proses-proses tersebut dari jarak jauh. Seimbangnnya sistem endokrin penting untuk kesehatan organisme secara keseluruhan.



Gambar 6.10. Lokasi Kelenjar-kelenjar Endokrin pada Manusia (Rastogi, 2007)

BAB 7. REPRODUKSI

7.1 Pengantar

Salah satu ciri umum dari makhluk hidup adalah melakukan reproduksi (Masri, 2014). Reproduksi berkaitan dengan sistem tubuh, termasuk organ reproduksi. Pada betina, organ reproduksi seperti ovarium, tuba fallopii, uterus, dan testis pada jantan, yang merupakan organ reproduksi utama, diperlukan untuk menunjang tujuan reproduksi (Lestari dan Ismudiano, 2014; Efrizon *et al.*, 2021). Meskipun organ reproduksi bukan organ vital (sebagai contoh, hewan tidak dapat bertahan hidup jika organ reproduksi seperti testis atau ovarium diambil), namun keberadaan organ reproduksi sangat penting untuk eksistensi hewan.

Proses reproduksi bertujuan untuk mempertahankan dan melestarikan keberadaan spesiesnya agar tidak punah (Caisar, 2021). Reproduksi sangat penting untuk menjaga kelangsungan hidup makhluk hidup karena tanpanya, organisme ini lambat laun menjadi langka dan akhirnya punah.

Makhluk hidup sering menunjukkan tanda-tanda keinginan untuk berkembang biak pada waktu tertentu, yang menandakan kesiapan baik jantan maupun betina untuk melakukan reproduksi. Secara umum, terdapat dua jenis reproduksi yaitu reproduksi vegetatif yang terjadi pada hewan dan tumbuhan tingkat rendah, dan reproduksi generatif yang terjadi pada hewan dan tumbuhan tingkat tinggi (Hartono dan Azimata, 2019).

BAB 8.

KEANEKARAGAMAN HAYATI

8.1 Pengantar

Keanekaragaman hayati adalah anugerah sang Maha Pencipta yang patut disyukuri oleh seluruh umat manusia. Keanekaragaman hayati atau biodiversitas, pertama kali digunakan pada tahun 1986, oleh Edward O. Wilson (ahli Entomologi), di Washington. Keanekaragaman hayati seharusnya merupakan suatu konsep sederhana karena pada dasarnya menjadi tanda keberadaan kehidupan di alam dalam berbagai level, mulai dari level yang terkecil (gen), kemudian pada level populasi spesies, hingga pada level kompleks, yakni ekosistem. Keanekaragaman hayati menampilkan adanya berbagai variasi bentuk, sifat, warna, struktur tubuh makhluk hidup dan jumlah pada suatu kawasan serta pola kehidupan dan peranan ekologisnya. Melalui konsep ini, maka dapat dipastikan bahwa tidak ditemukan adanya kemungkinan kesamaan identik pada 2 (dua) individu dan setiap jenis makhluk hidup (flora maupun fauna), memiliki manfaat dan peranan yang berbeda-beda bagi fungsi ekologis dan kehidupan manusia. (Medrizam, 2004 dalam Abidin, dkk. 2020).

8.2 Keanekaragaman Hayati

Keanekaragaman hayati berkaitan erat dengan kehidupan manusia sebagai salah satu bagian di dalam sistem kehidupan. Oleh sebab itu, keanekaragaman hayati menjadi bagian penting dalam mata rantai sistem kehidupan dan dipercaya menjadi modal utama untuk masa depan kehidupan manusia, karena mampu memberikan manfaat positif bagi setiap makhluk hidup dari generasi ke generasi. Itulah

sebabnya keanekaragaman hayati menjadi menarik terutama bagi kalangan ahli, seperti ahli biologi, ekologi, pertanian, peternakan dan lainnya, untuk mempelajari serta mengembangkannya. Tujuan utamanya, yaitu untuk dapat mempertahankan keanekaragaman hayati di alam melalui upaya-upaya yang dapat dilakukan. Jika terjadi ketidakseimbangan hingga kepunahan oleh karena adanya bencana alam maupun aktivitas eksploitasi manusia yang berlebihan. Secara umum, keanekaragaman hayati terbagi dalam 3 tingkatan, yakni keanekaragaman gen, spesies, dan ekosistem.

1. Keanekaragaman Tingkat Gen (*Genetic Diversity*)

Gen adalah substansi kimia yang merupakan faktor penentu sifat keturunan yang dimiliki oleh setiap organisme termasuk juga manusia. Gen terdapat dalam lokus kromosom dan kromosom terdapat dalam inti sel (nukleus). Ciri dan sifat suatu organisme yang diwariskan dari induk ke keturunannya, dikendalikan oleh Gen (Russel, 1984 dalam Al Muhdhar, dkk. 2018). Terjadinya variasi gen disebabkan oleh 2 faktor, yakni faktor alami, seperti migrasi antar populasi (aliran gen); seleksi alam; serta perubahan susunan gen melalui reproduksi seksual, dan faktor buatan atau kesengajaan manusia, seperti hasil hibridisasi/persilangan buatan atau mutasi bahan genetika. Keanekaragaman secara alami cenderung dapat terjadi sebagai akibat dari penyesuaian diri atau adaptasi suatu spesies terhadap adanya pengaruh lingkungan. Faktor lingkungan turut mempengaruhi tampilan fenotip suatu spesies, disamping adanya faktor genetik. Dengan demikian tidak hanya gen yang mempengaruhi tingkat keanekaragaman gen, tetapi lingkungan juga berperan.

Setiap spesies makhluk hidup memiliki kerangka dasar komponen penyusun yang sama tetapi berbeda pada susunan gennya, tergantung induknya. Inilah yang menjadi penentu ciri dan sifat suatu individu dalam spesies. Jika terjadi perkawinan atau persilangan

seperti Sasi Cendrawasih dan Walet yang dilakukan oleh masyarakat Maluku di Kepulauan Aru. Sasi ini dilakukan pada bulan-bulan tertentu dengan tujuan untuk dapat melestarikan burung Cendrawasih dan Walet (Lewerissa, 2021). Berdasarkan contoh-contoh kearifan local yang telah disebutkan, maka dapat disimpulkan bahwa upaya perlindungan atau konservasi yang berbasis kearifan lokal, lebih mudah diterima oleh masyarakat (Kuwati, *dkk.* 2014).

8.7 Penutup

Keanekaragaman hayati merupakan suatu konsep sederhana tentang kehidupan di alam dalam berbagai level, mulai dari level yang terkecil hingga pada level kompleks. Indonesia memang memiliki tingkat keanekaragaman hayati yang tinggi, namun semuanya itu terdapat dalam jumlah yang terbatas sehingga memiliki tingkat kerentanan atau keterancaman akan adanya kerusakan habitat bahkan kepunahan jenis. Jika hal ini terjadi, maka butuh waktu yang lama untuk memulihkannya kembali.

Melalui materi belajar tentang Keanekaragaman Hayati ini, kita semua dapat belajar tentang kekayaan alam serta manfaatnya, dan disatu sisi kita dingatkan pula, baik individu maupun kelompok masyarakat, bersama pemerintah, untuk bisa menjaga dan melestarikan kekayaan alam kita.

BAB 9. EKOLOGI DAN EKOSISTEM

9.1 Ruang Lingkup Ekologi

Setiap makhluk hidup pasti memiliki hubungan satu sama lain dalam lingkungannya untuk dapat berinteraksi. Interaksi inilah yang membuat makhluk hidup dapat berkembangbiak dan dapat bertahan hidup. Biasanya makhluk hidup dapat melakukan interaksi tersebut karena saling bersinambungan satu sama lain dalam satu habitat atau dalam satu lingkungan. Hubungan diantara makhluk hidup tersebut sebenarnya sudah mengaplikasikan tentang ekologi.

Istilah ekologi ini diambil dari Bahasa Yunani, *oikos* yang artinya rumah dan *logos* yang artinya ilmu. Oleh karena itu, ekologi adalah ilmu pengetahuan yang mengenai organisme di habitatnya. Ekologi merupakan ilmu yang dapat tentang hubungan dua arah diantara makhluk hidup dengan lingkungan habitatnya. Sedangkan seiring berkembangnya teknologi istilah ekologi memiliki pengertian sebagai ilmu yang mempelajari mengenai fungsi dan struktur alam.

Ekologi ini pertama kali dikenalkan oleh seorang ilmuwan bernama Ernst Haeckel pada tahun 1866 mengenai penelitian dibidang biologi. Pada akhirnya banyak ilmuwan yang mengembangkan penelitian mereka dalam mempelajari bidang-bidang yang bersinggungan dengan ruang lingkup ekologi. Seperti ilmuwan penemu mikroskop yaitu Anthony Van Leeunhoek, yang juga meneliti mengenai regulasi populasi dalam suatu ekosistem dan terjadinya rantai makanan di alam. Oleh karena itu, ekologi menjadi landasan atau bagian dasar dalam mempelajari bidang ilmu biologi. Ilmu biologi ini yang saling berkaitan dengan bidang ilmu lain dalam

3. Pola keragaman waktu dan ruang

Merupakan prinsip ketiga dalam dasar-dasar ilmu lingkungan, yaitu materi, energi, ruang, waktu dan keanekaragaman semuanya termasuk dalam kategori sumber daya alam.

4. Perkembangan dan evolusi

Kita dapat mendekatinya dengan prinsip dasar ilmu lingkungan yang ketigabelas, yaitu bahwa lingkungan yang stabil secara fisik memungkinkan akumulasi keanekaragaman hayati dalam suatu stabilitas ekosistem, yang kemudian dapat lebih mendorong stabilitas populasi.

5. Pengendalian

Organisme beradaptasi dengan lingkungan fisiknya, namun organisme juga dapat beradaptasi dengan lingkungan sesuai dengan kebutuhan biologisnya, misalnya tumbuhan dapat mempengaruhi tanah tempat ia tumbuh. Dalam hal ini terjadi fungsi kontrol.

BAB 10. PERILAKU HEWAN

10.1 Pengantar

Studi tentang perilaku hewan dikenal sebagai etologi yang mengkaji perilaku hewan dalam kondisi lingkungan yang natural. Istilah etologi pertama kali dipopulerkan oleh William Morton Wheeler pada tahun 1902. Etologi adalah studi ilmiah dan objektif tentang perilaku hewan terutama dalam kondisi alami maupun perilaku adaptif yang berkembang secara evolusioner. Beberapa istilah lain yang berkaitan dengan perilaku adalah behaviourisme tentang respons terukur hewan terhadap rangsangan atau respons perilaku yang terlatih dalam konteks laboratorium dan etologi kognitif yang berkaitan dengan pengaruh kesadaran sadar hewan. Pemahaman etologi harus menjelaskan (1) fungsi dari setiap jenis perilaku, (2) penyebab munculnya respons perilaku tertentu, (3) perkembangan perilaku dari waktu ke waktu, dan (4) sejarah evolusi perilaku spesies.

10.2 Dasar Evolusi Perilaku Hewan

10.2.1 Ekologi Perilaku

Ekologi perilaku mempelajari tentang perkembangan perubahan perilaku hewan karena tekanan ekologis. Karakteristik penting yang berkaitan dengan ekologi perilaku adalah habituasi, lamarckisme, seleksi alam, dan neuroetologi. Aspek penting ekologi perilaku adalah penyebab terdekat, ontogeni, nilai kelangsungan hidup, dan filogeni perilaku. Jika suatu organisme memiliki sifat yang memberi keuntungan selektif di lingkungannya, maka mekanisme seleksi alam menjadi pendorong utama. Oleh karena itu, adaptasi hewan akan

10.8 Penutup

Etologi merupakan bidang yang berkembang secara pesat. Sejak awal abad ke-21, banyak aspek komunikasi, emosi, budaya, pembelajaran, dan seksualitas hewan yang selama ini dianggap telah dipahami oleh komunitas ilmiah telah diteliti. Memahami etologi atau perilaku hewan dapat menjadi hal yang penting dalam upaya konservasi atau budidaya spesies hewan.

BAB 11. GENETIKA

11.1 Pengertian dan Kronologi Perkembangan

Ketika kita melihat ke lingkungan sekitar, pernahkah terbayang dalam benak kita bahwa setiap makhluk hidup memiliki berbagai karakteristik yang membuatnya tampak unik dan berbeda satu dengan yang lainnya. Keunikan ini tentu tidak terlepas dari apa yang diwarisi dari orang tua atau induknya kepada anaknya. Genetika merupakan studi ilmiah tentang pewarisan sifat serta variasi diwariskan. Dalam proses pembuahan dimana sel ovum dan sel sperma bergabung untuk membentuk sel baru terjadi proses transfer materi genetik. Proses ini mempengaruhi karakteristik spesifik dari suatu individu. Hal ini disebabkan karena adanya faktor-faktor yang diturunkan dari orang tua kepada keturunannya yang disebut gen. Gen yang diwariskan oleh orang tua kepada anaknya merupakan penghubung secara genetik dalam menjelaskan kemiripan-kemiripan yang dimiliki oleh anak dengan kedua orang tuanya.

Informasi genetik yang diwariskan dalam bentuk urutan nukleotida dari masing-masing gen yang disebut DNA. Transmisi sifat-sifat keturunan merupakan dasar dalam replikasi DNA yang menghasilkan salinan gen yang dapat diwariskan dari orang tua kepada keturunannya. Pada tumbuhan dan hewan sel reproduksi disebut gamet yang berperan dalam mentransmisikan gen dari satu generasi ke generasi berikutnya. Sebagian kecil DNA tersimpan dalam mitokondria dan kloroplas. DNA sel eukariotik dikemas menjadi kromosom dan tersimpan di dalam nukleus. Setiap kromosom terdiri dari satu molekul DNA panjang yang dipaketkan dengan bantuan

BAB 12.

EVOLUSI

12.1 Pengantar

Evolusi selalu menjadi topik perdebatan yang hangat dikalangan cendekiawan sejak awal teori tersebut dikemukakan secara ilmiah oleh Charles Darwin. Banyak yang menentang teori evolusi karena teori evolusi salah satunya menyatakan bahwa manusia adalah hasil dari evolusi simpanse. Khususnya di Indonesia teori evolusi merupakan bahasan yang cukup sensitif di kalangan agamis (Helmi *et al.*, 2019). Namun diantara yang menentang itu apakah telah mempelajari secara mendalam mengenai teori evolusi yang dikemukakan oleh Darwin. Teori evolusi tidak menentang agama manapun. Teori evolusi adalah hasil dari pemikiran terhadap fenomena perubahan makhluk hidup yang terjadi. Pada awal dicetuskan teori evolusi mungkin memiliki banyak kekurangan, namun seiring dengan perkembangan teknologi teori evolusi mulai dapat dibuktikan secara ilmiah.

Perlu diketahui bahwa teori evolusi yang dikemukakan oleh Charles Darwin tidak semata-mata mengenai asal mula manusia tetapi juga tentang adaptasi makhluk hidup terhadap lingkungannya. Dimana menurut Darwin bahwa makhluk hidup harus dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan, makhluk hidup yang tidak bisa beradaptasi akan mengalami kepunahan. Dalam proses adaptasi tersebut selanjutnya ada bagian-bagian dari tubuh makhluk hidup yang berubah baik secara morfologi (adaptasi morfologi) maupun secara fisiologi (adaptasi fisiologi). Hasil dari adaptasi tersebut selanjutnya diturunkan kepada generasi selanjutnya melalui ekspresi

gen sehingga generasi penerus dari suatu spesies akan mewarisi hasil adaptasi dari induknya.

Adaptasi morfologi dan fisiologi itu tidak serta merta dapat terjadi dalam satu kali generasi dikondisi alami. Membutukan adaptasi dari beberapa generasi untuk dapat menghasilkan suatu perubahan morfologi dan fisiologi yang sesuai dengan kondisi lingkungan. Sehingga yang disebut sebagai evolusi susah dibuktikan, karena lamanya proses tersebut. Evolusi pada makhluk hidup akan terlihat ketika kita membandingkan makhluk hidup yang ada saat ini dengan nenek moyangnya. Peristiwa perubahan morfologi dan fisiologi makhluk hidup yang berbeda dengan nenek moyangnya, yang kemudian diturunkan kepada anaknya itulah yang kita kenal sebagai evolusi. Sehingga kajian evolusi akan berfokus pada perubahan struktur organisme yang terjadi secara berangsur-angsur sehingga akan sesuai dengan tempat dan waktu hidupnya (Taufik, 2019).

Evolusi dapat dipelajari dengan pendekatan, misalnya dengan mempelajari struktur morfologi dari suatu organisme yang masih memiliki kekerabatan. Mengaitkan perubahan-perubahan yang terjadi tersebut dan menghubungkan morfologi *ancestor* dengan organisme yang masih ada. Morfologi *ancestor* bisa kita ketahui dengan mempelajari fosil-fosil yang ada.

12.2 Perkembangan Teori Evolusi

Pemikiran mengenai teori evolusi organik telah ada sebelum Darwin. Meskipun teori tersebut disajikan dalam konsep yang cukup berbeda (Jeniarto, 2014). Teori evolusi yang pertama berkembang adalah teori evolusi organik. Ilmuan pada masa itu menganggap bahwa makhluk hidup yang ada saat ini merupakan hasil dari variasi makhluk hidup sebelumnya. Variasi-variasi yang terjadi tersebut

BAB 13.

BIOTEKNOLOGI

13.1 Pendahuluan

Bab ini akan menjelaskan secara umum mengenai bioteknologi, namun penekanannya hanya tentang pemahaman dasar bioteknologi. Setelah mengikuti pokok bahasan ini diharapkan pembaca mampu memiliki pemahaman mendasar tentang bioteknologi, prinsip bioteknologi dan sejarah perkembangan bioteknologi.

Perkembangan ilmu biologi pada awal abad, kini telah menghasilkan cabang ilmu baru yang sangat berguna dalam kehidupan, yaitu bioteknologi. Bioteknologi menghantarkan kita dari perindustrian proses juga kimiawi hingga rekayasa produk bahan alami. Bioteknologi menjadi salah satu bidang baru dalam dunia teknologi. Bioteknologi sangat menjanjikan dan memiliki potensi yang luas dan besar dalam merubah kehidupan manusia dan lingkungan. Dengan bioteknologi kita dapat hidup lebih lama, mengurangi resiko penularan penyakit dan penyakit degeneratif, mengubah susunan genetika, rekayasa keturunan serta melestarikan lingkungan. Bioteknologi bukan suatu kajian ilmu yang baru, melainkan secara berabad-abad manusia telah melakukan dan mengaplikasikan bioteknologi dalam kehidupan keseharian secara efektif untuk memecahkan masalah kehidupan seperti menghasilkan produk pangan yang baru.

13.2 Bioteknologi

Tahun 1919, bioteknologi dikenalkan oleh Kárl Ereky (*The Father of Biotechnology*) yang adalah sarjanawan pertanian asal Hongaria.

Awalnya istilah bioteknologi dipakai dalam menghasilkan suatu produk dengan bantuan organisme hidup. Untuk menjawab tantangan dan masalah dunia ke depan mengenai krisis pangan dan energi yang kimia telah menjadi isu dan topik khusus dalam kajian-kajian ilmiah, namun sejak berabad-abad Ereky telah memperkirakan bahwa bioteknologi mampu menjadi solusi terbaik.

Bioteknologi dipahami secara mendasar maka kata biologi dan teknologi adalah inti pembentuknya. Secara terminologi, bioteknologi diartikan sebagai penggunaan secara tersistem pada sistem biologi dan produk dari makhluk hidup dalam memberikan efek dalam upaya perbaikan masalah lingkungan dan kesehatan. Secara etimologi, bioteknologi terdiri atas tiga suku kata dalam bahasa latin, *bio* berarti kehidupan/hidup, *tekno* artinya penerapan, dan *logos* artinya ilmu. Oleh karena itu, jika dilihat dari pengertian di atas, sehingga dapat didefinisikan sebagai aplikasi dari prinsip ilmu dasar terapan (sains) serta rekayasa dari proses material dengan kombinasi agen biologi (sel hidup) dalam upaya dalam menghasilkan barang dan jasa.

Bioteknologi kini telah mengalami keunggulan dan telah menjadi revolusi baru dalam kajian ilmu biologi dari pengolahan produk alami mengganti proses kimiawi dan industri untuk menghasilkan produk barang dan jasa untuk kebutuhan makhluk hidup dan lingkungan. Dari itulah, sehingga kajian bioteknologi menjadi kajian ilmu sains dan teknologi masa depan yang menarik. Kini banyak ilmuan yang menjadi tertarik dalam kajian ilmu bioteknologi sehingga kian menghasilkan suatu revolusi berkelanjutan dalam kehidupan untuk memperoleh rasa nyaman bebas dari berbagai penyakit dan stres.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., Purnomo, Pradhana, C., 2020. *Keanekaragaman Hayati Sebagai Komunitas: Berbasis Autentitas Kawasan*. Jawa Timur: Penerbit Fakultas Pertanian Universitas KH.A. Wahab Hasbullah
- Adkins, B., 2017. *Animal Behavior*. Library Press. New York. USA
- Al Muhdhar, M. H., I., Rohman, F., Tamalene, M. N., Nadra, W. S., Daud, A., 2018. *Keanekaragaman Tumbuhan Rempah dan Pangan Unggulan Lokal*. Malang: Penerbit IKIP Malang.
- Albert, B., Broy, D., Johnson, A., Lewis, J., Roof, M., Robert, K., Walter, P., 1998. *Essential Cell Biology: an Introduction to The Molecular Biology of The Cell*. New York: Garland Publishing Inc.
- Albert, B., Broy, D., Lewis, J., Roof, M., Robert, K., Watson, J. D., 1989. *Moleculer Biology of The Cell*. New York: Garland Publishing Inc.
- Alberts, B. 1994. *Moleculer Biology of The Cell*. New York. Gerland Publishing, Inc
- Amboupe D. S., Hartana A., Purwanto Y., 2019. Kajian Etnobotani Tumbuhan Pangan Masyarakat Suku Bentong di Kabupaten Barru Sulawesi Selatan-Indonesia. *Media Konservasi*, 24(3) : 278-286.
- Aminatus Sa'Diyah, Fransina S. Latumahina, Aminatus Sa'Diyah, Sutrisno Sutrisno, Deford Cristy Birahy , Muh. Sri Yusal, Ni Made Raningsih, Dewi Jumiarni, Mo Awwanah, Eny Wahyuning Purwanti, Anita Anita, Nastiti Intan Permata Sari, Vita Meylani, Anggi Khairina, Firat Meiyasa. 2021 *Dasar-dasar mikrobiologi dan Penerapanya* Book Capter Oktober 2021
- Arida, I. N. S. 2017. *Ekowisata: Pengembangan, Partisipasi Lokal, dan Tantangan Ekowisata*. Cakra Press, Bali.
- Arifin, Z., 2021. *Modul Belajar Mandiri, (Calon Guru PPPK): Bidang Studi Biologi*. Direktorat GTK Pendidikan Dasar, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
- Asril, M., Simarmata, M. M. T., Sari S.P., Indarwati, Setiawan, R. B., Arsi, Afriansyah, Junairiah, 2022. *Keanekaragaman Hayati*. Medan: Penerbit Yayasan Kita Menulis.
- Atkins, P.W. 1987. *Molecules. Scientific*. American Library, W.H. Freeman and Co., New York.
- Aziz, I. R., Rahajeng, A. R. P., Susilo, 2018. Peran Etnobotani sebagai Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati oleh Berbagai Suku di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Megabiodiversitas Indonesia*, ISBN: 978-602-72245-3-7 : 54-57.
- Bakhtiar, N., Susilawati. 2018. *Biologi Dasar Terintegrasi*. Kreasi Edukasi, Pekanbaru.
- Basani, Ch. S., 2018. Perlindungan dan Pengelolaan Keanekaragaman Hayati Indonesia oleh Pemerintah dan Masyarakat. *Bina Hukum Lingkungan*, 3(1) : 94-103.
- Baskoro, M. S. P., 2016. Pengelolaan Kawasan Ekowisata Berbasis Masyarakat serta Implikasinya terhadap Ketahanan Masyarakat Desa Sukarara. *Jurnal Green Growth dan Manajemen Lingkungan*, 5(2) : 18-29.
- Belk, C., Borden, V. M. 2003. *Biology: Science for Life*. Pearson College Div, United States of America.
- Bellairs, S., 2023. *Plant Anatomy and Physiology*. Libretext, California.
- Bettelheim, F.A. & J. March. 1995. *Introduction to General, Organic and Biochemistry, 4th ed*. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Bordelon, C., Fanning, B., Meredith, J. and Jnah, A.J. 2018. The Nervous System. In: *Fetal and Neonatal Physiology for the Advanced Practice Nurse*. New York, NY: Springer Publishing Company. Available at: <http://connect.springerpub.com/lookup/doi/10.1891/9780826157454.0003>.

Bourque G, Burns KH, Gehring M, Gorbunova V, Seluanov A, Hammell M, 2018. "Ten Things You should Know about Transposable Elements". *Genome Biology*. 19 (1): 199. doi:10.1186/s13059-018-1577-z

Breed, M. D., Moore, J. 2016. *Animal Behavior*. Edisi ke-2. Academic Press. London. UK.

Brown, A., & McLachlan, A. 2002. *Sandy Shore Ecosystems and The Threats Facing Them: Some Predictions for the Year 2025*. *Environmental Conservation*, 29(1) : 62-77.

Campbell NA, Reece JB, Urry LA dan Michael L. 2010. *Biologi*, Edisi Kedelapan Jilid 3. Jakarta, Erlangga.

Campbell NA. 2008. *Biologi Jilid I* Edisi 8. Erlangga. Jakarta

Campbell, N.A., J.B. Reece, L.A. Urry, M.L. Cain, S.A. Wasserman, P.V. Minorsky, dan R.B. Jackson. 2008. *Biology*. Edisi kedelapan. San Francisco: Benjamin Cummings.

Campbell, N.A., J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2008., *Biologi*. Edisi 8. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Campbell, Neil A. Jane B. Reece, Lawrence G. Mitchell. 2003. *Biologi Jilid 2*. Jakarta: Erlangga

Capanna, E. 1999. Lazzaro Spallanzani: At The Roots of Modern Biology. *Journal of Experimental Zoology*, 285 (3): 178- 196.

Chloroplasts. n.d. <https://www.open.edu/openlearn/science-maths-technology/a-tour-the-cell/content-section-4.11>. Diakses 24 Oktober 2023.

Cole HH, Cupps PT. 1980. *Reproduction in Domestic Animals*. 4th Ed. New York; Academic Press

Dahuri, R., Rais, J., Ginting, S., P., Sitepu, M. J., 2013. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: Balai Pustaka.

Darwin, C. 2003. *The Origin of Species 1st ed*. Yayasan Obor Indonesia: Jakarta.

Efrizon S, Zulfa CS, Atifah Y, Achyar A dan Ramadhani S. 2021. Sistem Alat Reproduksi Pada Manusia. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 1(1):725-32

Elrod S and Stansfield WD. 2007. *Schaum's Outlines Genetika Edisi Keempat*. Terjemahan: Damaring Tyas Wulandari. Jakarta: Erlangga.

Endosymbiosis: Lynn Margulis. n.d. <https://evolution.berkeley.edu/the-history-of-evolutionary-thought/1900-to-present/endo-symbiosis-lynn-margulis/>. Diakses 24 Oktober 2023.

Eni N. N. S., Sukenti, K., Muspiah, A., Rohyani, I. S., 2019. Studi Etnobotani Tumbuhan Obat Masyarakat Komunitas Hindu Desa Jagaraga, Kabupaten Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 7(3) : 121-128.

Fadhilla R. 2018. *Pembelahan Sel dan Reproduksi*. Universitas Esa Unggul

Fahn, A., 1967. *Plant Anatomy*. Pergamon Press. New York.

Garrett, R.H. and C.M. Grisham. 1995. *Biochemistry*. Saunders College Publishing, Philadelphia.

Godwill, E.A. 2016. *Basic Biochemistry*. Austin Publishing Group.

Goodenougg, J., McGuire, B., Jacob, E., 2010. *Perspective on Animal Behavior*. Edisi ke-3. John Wiley & Sons, Inc. New Jersey. USA.

Grisson RK and Song JW. 2007. *Histology and Medical Cell Biology*. New York: Mc Graw-Hill. p. 211-22

Gunarti, N. S., Fikayuniar, L., Hidayat, N., 2021. Studi Etnobotani Tumbuhan Obat di Desa Kutalanggeng dan Kutamaneuh Kecamatan Tegalwaru Kabupaten Karawang Jawa Barat. *Majalah Farmasetika*, 6(1) : 14-23.

Hairiyani.2013.Morfologi Tumbuhan tentang Bunga.Bandung

Hartono R adan Azimata R. 2019. Biologi Sel dan Genetika. Pusat Pendidikan Sumber Daya Manusia Kesehatan, badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumber Daya Manusia Kesehatan Edisi Tahun 2019.

Hartono, R., Azimata, R., 2019. Bahan Ajar Teknologi Bank Darah (TBD). Biologi Sel dan Genetika. Pusdik SDM Kesehatan.

Hasnunidah N. 2019. Botani Tumbuhan Rendah. Graha Ilmu

Hayati A. 2019. Biologi reproduksi Ikan. Airlangga university Pers. Surabaya.

Helmi, T.A., N.Y. Rustaman, F.S. Tapilouw, & T. Hidayat. 2019. Perspektiif Ilmiah Kayakinan Terhadap Evolusi Mahasiswa Biologi di Universitas Berbasis Agama. *Jurnal Sosial Humaniora*. Vol 10 (2): 2550-0236.

Helmina, S., dan Hidayah, Y., 2021. Kajian Etnobotani Tumbuhan Obat Tradisional oleh Masyarakat Kampung Padang Kecamatan Sukamara Kabupaten Sukamara. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 7(1) : 20-28.

Hill, R.W., Wyse, G.A. and Anderson, M.T.A.-T.T.-. 2012. Animal physiology. Available at: <https://archive.org/details/animalphysiology0000hill>.

<https://classhall.com/lesson/the-nervous-system/>, diakses tanggal 9 November 2023

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_and_physiology_of_animals_Relation_btw_sensory,_relay_%26_motor_neurons.jpg, diakses tanggal 9 November 2023

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_and_physiology_of_animals_Magnification_of_a_synapse.jpg, diakses tanggal 9 November 2023

https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Anatomy_and_physiology_of_animals_Function_of_the_sympathetic_%26_parasympathetic_nervous_systems.jpg, diakses tanggal 9 November 2023

<https://id.wikipedia.org/wiki/Kucing>, Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

https://id.wikipedia.org/wiki/Pit_bull, Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

https://med.libretexts.org/Bookshelves/Anatomy_and_Physiology/Anatomy_and_Physiology_%28Boundless%29/12%3A_Peripheral_Nervous_System/12.10%3A_Reflexes/12.10A%3A__Components_of_a_Reflex_Arc, diakses tanggal 9 November 2023

<https://sciencebooth.com/2014/01/12/tingkat-keanekaragaman-hayati/> Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023

<https://suksepedia.id/budidaya-ikan-koi/>, Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

<https://www.atobasahona.com/2017/01/pengertian-keanekaragaman-hayati-tingkatan-contohnya.html>, Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

<https://www.nursingtimes.net/clinical-archive/neurology/nervous-system-2-the-central-and-peripheral-nervous-system-i-28-03-2022/> diakses tanggal 9 November 2023

https://www.physio-pedia.com/Motor_Neurone, diakses tanggal 9 November 2023

<https://www.quora.com/Is-the-spinal-cord-made-up-of-grey-and-white-brain-matter> diakses tanggal 9 November 2023

<https://www.slideshare.net/wijining/contoh-keanekaragaman-tingkat-gen>, Diakses pada tanggal 25 Oktober 2023.

<https://www.theveterinarynurse.com/review/article/canine-encephalitis-inflammation-of-the-brain> diakses tanggal 9 November 2023

Huda, K., 2020. *Ekosistem - Modul Pembelajaran SMA Kelas X, Biologi*. SMA Negeri 1 Lamongan. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.

Huda, K., 2020. Modul Pembelajaran SMA-Biologi SMA Negeri 1 Lamongan. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN

Irianto, Koes 2017. *Biologi Molekuler Teori-Praktikum-Glosarium*. Hal 332-341. 602-289-208-3

Jeniarto, J. 2014. Gagasan Evolusi makhluk Hidup: Sebuah Tinjauan Ringkas dan Refleksi. *Jurnal Filsafat*. Vol 24(2): 134-137.

John W. 1983. *Kimball, Biologi Edisi Kelima*. Erlangga; Jakarta.

Jusuf M. 2008. *Genetika*. In: *Biologi dan Reproduksi Sel*. Universitas Terbuka, Jakarta

Kementerian Negara Lingkungan Hidup : *Keanekaragaman Hayati dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup*.

Kimball, J., 1983. *Biologi Edisi 1*. Jakarta, Erlangga.

Klug, W.S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., Palladino, M. A., Killian, D. J. 2019. *Concepts of Genetics Twelfth Edition*. Pearson Education, Inc, United States of America.

Klug, W.S., Cummings, M. R., Spencer, C. A., Palladino, M. A., 2012. *Concepts of Genetics Tenth Edition*. Pearson Education, Inc, United States of America.

Krebs, J. R., Davies, N. B., 1993. *An Introduction to Behavioural Ecology*. Edisi ke-3. Blackwell Publishing. Oxford. UK

Kurniati, T., 2020. *Biologi Sel*. CV. Cendekia Press. Bandung

Kuspriyanto, 2015. Upaya Konservasi Keanekaragaman Hayati di Kawasan Lindung di Indonesia. *Metafora*, 1(2): 134-142.

Kuwati, Martosupono, M., Mangimbulude, J.C., 2014. Konservasi berbasis kearifan lokal (Studi kasus; Sasi laut di Kabupaten Raja Ampat). *Prosiding Seminar Nasional Raja Ampat Waisai*. 9-15.

Lestari TD dan Ismudiono. 2014. *Ilmu Reproduksi Ternal*. Airlangga University Press.

Lewerissa, Y. A., 2021. Kebijakan Kriminal Perburuan Burung Wallacea di Kepulauan Aru. *Sasi*, 27(3) : 303-313.

Liliweri, A., 2014. *Pengantar Studi Kebudayaan*. Penerbit Nusa Media, Bandung.

Limbongan Y. 2019. *Teknik Persilangan Buatan*. UKI Toraja Press

Manik, A. M., Keiluhu, H. J., Surbakti, S. BR., Yuliana, S., 2022. Etnobotani Kayu Khombow (*ficus spp.*) di Kampung Asei, Distrik Sentani Timur, Jayapura. *Jurnal Biologi Papua*, 14(1) : 1-10.

Manning, A., Dawkins, MS., 2012. *An Introduction to Animal Behaviour*. Edisi ke-6. Cambridge University Press. Cambridge. UK

- Maridi, 2015. Mengangkat Budaya dan Kearifan Lokal dalam Sistem Konservasi Tanah dan Air. *Prosiding Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi*. 12(1) : 20-39.
- Marjanto, D. K., 2015. Nilai Budaya Yang Terkandung Dalam Tradisi Sasi Ikan Lompa Di Negeri Haruku Kabupaten Maluku Tengah. *Patrawidya*, 16(3) : 311-326.
- Masri M. 2014. Dasar-dasar Reproduksi dan Embriologi Manusia. Universitas Islam Negeri (UIN) Alauddin Makassar.
- Megawati, Rusmiyanto, E. P. W., Rafdinal, 2020. Etnobotani Tumbuhan Pangan Masyarakat Dayak Kanayant di Desa Babane Kecamatan Samalantan Kabupaten Bengkayang Kalimantan Barat. *Protobiont*, 9(2) : 142-151.
- Miller, K. R., Levine, J. S. Biology Foundation Edition. 2009. Pearson Education, Inc, United States of America.
- Mustofa, R., 2019. Komparasi Jasa Ekosistem Penyediaan dan Pengaturan Daerah Tangkapan Air Waduk PLTA Koto Panjang. *Prosiding Seminar Nasional Pelestarian Lingkungan*, ISBN 978-60251349-1-3 : 75-83.
- Mustofa, R., 2020. Analisis Ekonomi dalam Pengelolaan Jasa Ekosistem Penyediaan Air di Subdas Tapung Kiri. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(5) : 1033-1042.
- Nelson, N. C., 2018. Model Behavior: Animal experiments, Complexity, and the Genetics of Psychiatric Disorder. The University Chicago Press. Chicago. USA.
- Novianti T. 2018. Modul Biologi; Pembelahan Sel (Mitosis dan Meiosis). Universitas Esa Unggul.
- Nurazizah, S., Sugiarto, A. Z., Ramadhani, A. N., Evelyn, C., Fatimatuazzahrah, Amanda, I, Priyanti, Khairiah, A., Rahmadini, D., Ikhwana, W., Des M., 2021. Etnobotani Pemanfaatan Tanaman Pada Ritual Kematian di Dasana Indah RT.05 RW.16 Kelurahan Bojong Nangka, Kecamatan Kelapa Dua, Kabupaten Tangerang. *Prosiding Semnas Bio*, 01 : 206-215.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi* Jilid Kedua. Gramedia, Jakarta.
- Oktaviani RE, Zarkasih Z dan Vebrianto R. 2020. Pemahaman Konsep Guru dan Calon Guru tentang Integrasi Sains-Islam pada Materi Reproduksi pada Tumbuhan. *Jurnal Basicedu*, 4(1), 210-220.
- Palennari, M., Lodang, H., Faisal., Muis, A., 2016. Biologi Dasar. Alauddin University Press, Makassar.
- Palennari, M., Lodang, H., Faisal., Muis, A., 2016. Biologi Dasar-Bagian Pertama. Alauddin University Press. Makasar.
- Partodiharjo, S. 1992. Ilmu Reproduksi Hewan. Mutiara Sumber Widya, Jakarta
- Perwira, I. Y., Ulinuha, D., Titaheluw, F. G. O., 2012. Studi Karakteristik Jenis dan Keragaman Fauna Pantai Berpasir, Berbatu dan Berlumpur di Kawasan Pesisir Pantai Sanur, Bali. Laporan Hibah Penelitian Unggulan, Universitas Udayana, Bali.
- Photophosphorylation: Anoxygenic and Oxygenic.* n.d. https://bio.libretexts.org/Under_Construction/Purgatory/Core_%28Britt%27s_page%29/Photophosphorylation%3A_Anoxygenic_and_Oxygenic*%23. Diakses 25 Oktober 2023.
- Prakash, P., Tamta, S., Sharma, N., Singhal, R.V., 2021. Anatomy, Embryology and Elementary Morphogenesis. Uttarakhand Open University. Haldwani, Nainital.
- Primrose, S. B., Twyman, R. M., Old, R.W., 2001. Principle of Gene Manipulation, 6th Edition. Blackwell Science Ltd. USA.

- Purseglove J.W., 1972. *Tropical Crops, Monocotyledons 2*. Beccles and Colchester, London.
- Putri, T. F., 2022. Pemanfaatan Tumbuhan Sebagai Bahan Pembuatan Kerajinan dan Peralatan Rumah Tangga oleh Suku Penesak di Kecamatan Tanjung Batu Kabupaten Ogan Ilir dan Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA. *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Palembang.
- Rafi'i, M., dan Maulana, F. 2018. Jenis, Keanekaragaman dan Kemelimpahan Makrozoobentos di Sungai Wangi Desa Banua Rantau Kecamatan Banua Lawas. *Jurnal Pendidikan Hayati*, 14(2) : 94-101.
- Rahayu M., dan Sihotang, V. B. L., 2013. Serat Kulit Kayu Bahan Sandang: Keanekaragaman Jenis dan Prospeknya di Indonesia. *Berita Biologi*, 12(3) : 269-275.
- Rahmadina., Febriani, H., 2017. Biologi Sel-Unit Terkecil Penyusunan Tubuh Makhluk Hidup. CV. Selembar Papyrus. Surabaya
- Ramdhini, R.N., Manalu, A.I., Ruwaida, I.P., Isrianto, P.L., Panggabean, N.H., Wilujeng, S., Erdiandini, I., Purba, S.R.F., Sutrisno, E., Hulu, I.L., Purwanti, S., Utomo, B., Surjaningsih, D.R., 2021. Anatomi Tumbuhan. Yayasan Kita Menulis, Medan.
- Raven, J. 2001. *Biology*. 6th ed. McGraw Hill Company. New York
- Reece, B. J., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Jackson, R. B. 2010. *Campbell Biology* Ninth Edition. Pearson Education, Inc, United States of America.
- Rikardo, R., Susilo, H., Suyamto, 2015. Etnobotani Bambu Mayan (*Gigantochloa robusta* kurz.) di Kecamatan Sobang Pandeglang Banten. *J. Sci. Phar* 1(1) : 42-49.
- Sadler TW. 2006. *Langman's Medical Embryology*. 10th. Ed. USA: Lippincott Williams and Wilkins. p. 11-21.
- Samedi, 2015. Konservasi Keanekaragaman Hayati di Indonesia: Rekomendasi Perbaikan Undang-Undang Konservasi. *Jurnal Hukum Lingkungan*, 2(2) : 1-128.
- Samson, E., Semangun, H., Rondonuwu, F. S., 2013, Analysis Of Carotenoid Content Of Crude Extract Of Tongkat Langit Banana Fruit (*Musa troglodytarum*) Using NIR Spectroscopy (Near Infrared). *Majalah Obat Tradisional (Traditional Medicine Journal)*, 18(1) : 17-21.
- Saputra, R., 2016. Studi Etnobotani pada Suku Kokoda, Pulau Ogasmuni, Kabupaten Fakfak, Papua Barat. *Skripsi*. Program Studi Biologi, FMIPA, Universitas Indonesia. Depok.
- Saputra, R., 2021. Konservasi Alam Berbasis Kearifan Lokal Suku Kokoda di Kepulauan Ugar, Kabupaten Fakfak, Papua Barat. *Jurnal Bios Logos*, 11(1): 7-12.
- Sari, K., Rafdinal, Turnip, M., 2022. Etnobotani Tumbuhan Pangan Suku Dayak Desa Kaliau' Sajingan Besar Kabupaten Sambas. *Journal of Biotechnology and Conservation in Wallacea*, 2(2): 79-88.
- Satyananda, I. M., Sanjaya, I. P. K., Dwikayana, K., Nitbani, S.H., 2013. *Kearifan lokal Suku Helong di Pulau Semau Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur*. Penerbit Ombak Dua, Yogyakarta.
- Sherwood, L., Klandorf, H. and Yancey, P.H. 2013. *Animal physiology : from Genes to Organisms*. 2nd edition. [Belmont] SE-Paginație multiplă: il. color; 28 cm: Brooks Cole Cengage Learning [Belmont]. doi: LK-<https://worldcat.org/title/923808022>.
- Silalahi M. 2017. Diktat Sistematika Tumbuhan Tinggi. Prodi Pendidikan Biologi. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan. Universitas Kristen Indonesia.

Situmorang, VM., 2020. Biologi Dasar. Widina Bhakti Persada, Bandung

Soenarsih, S., Wahyudiyono, E., Manda, A. R., 2021. Keragaman dan Kekerabatan Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) di Pulau Ternate. *Cannarium (Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian)*, 19(2) : 65-84.

Solomon, E.P. dan L.R. Berg. 1995. *The World of Biology*. Edisi kelima. Philadelphia: Saunders.

Steiner, R.F. & Pomerantz, S. 2009. *The Chemistry of Living Systems*. D. Van Nostrand Company, New York.

Sudarmono S dan Sahromi S. 2012. Pollen atau serbuk sari: Aspek morfologi, sistematika dan aplikasinya pada tumbuhan keluarga mentol. *Jurnal Sains Natural*, 2(1), 12-16.

Sumiasih, N. M., Budiani, N. M., 2016. Modul Bahan Cetak Ajar Kebidanan-Biologi Dasar dan Biologi Perkembangan. Pusdik SDM Kesehatan.

Sunanda, R., Hasanuddin, Cut Nurmaliah, 2020. Etnobotani pada Masyarakat Kecamatan Setia Bakti Kabupaten Aceh Jaya. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Keguruan dan Ilmu Pendidikan Unsyiah*, 5(1) : 324-329.

Suryani, A. S., 2018. Pengaruh Kualitas Lingkungan Terhadap Pemenuhan Kebutuhan Dasar di Provinsi Banten. *Jurnal Masalah-Masalah Sosial*, 9(1): 34-62.

Suwanto, Antonius. 1998. *Bioteknologi Molekuler: Mengoptimalkan Manfaat Keaneka-an Hayati Melalui Teknologi DNA Rekombinan*. Hayati Vol.5. No.1: hal 25-28.

Tanaya, D. R., dan Rudiarto, I., 2014. Potensi Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat di Kawasan Rawa Pening, Kabupaten Semarang. *Jurnal Teknik PWK*, 3(1): 71-81.

Taufik, L.M. 2019. Teori Evolusi Darwin: Dulu, Kini dan Nanti. *Jurnal Filsafat Indonesia*. Vol 2(3): 2620-7990.

Tempel S, Rousseau C, Tahi F, Nicolas J 2010. "ModuleOrganizer: detecting modules in families of transposable elements". *BMC Bioinformatics*. 11: 474. doi:10.1186/1471-2105-11-474. PMC 2955051. PMID 20860790

Thamrin, 2012. *Ekosistem Terumbu Karang (Hubungan antara Karang dan Zooxanthellae)*. Penerbit UR Press Pekanbaru, Riau.

The Light-Dependent Reactions of Photosynthesis. n.d. <https://openstax.org/books/biology-2e/pages/8-2-the-light-dependent-reactions-of-photosynthesis>. Diakses 25 Oktober 2023.

The true color of chlorophyll. 2015. <https://www.mpsd.mpg.de/17628/2015-04-chlorophyll-rubio>. Diakses 24 Oktober 2023.

Umami, R., As'ari, H., Kurnia, T. I. D., 2019. Identifikasi Jenis Tanaman Bermanfaat Sebagai Bahan Bangunan dan Kerajinan Suku Using Kabupaten Banyuwangi Ditinjau dari Segi Etnobotani. *Biosense*, 2(2) : 46-57.

Uny, E., Pangemanan, E. S., Kainde, R. P., 2018. Kajian Etnobiologi Upacara Adat di Desa Worat-Worat Kecamatan Sahu, Kabupaten Halmahera Barat. *Cocos*, 10(3).

Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., Orr, R. B. 2020. *Campbell Biology Twelfth Edition*. Pearson Education, Inc, United States of America.

Using Light Energy to Make Organic Molecules. n.d. <<https://openstax.org/books/biology-2e/pages/8-3-using-light-energy-to-make-organic-molecules>. Diakses 25 Oktober 2023>.

- Utami, R. D., Zuhud, E. A. M., Hikmat, A., 2019. Etnobotani dan Potensi Tumbuhan Obat Masyarakat Etnik Anak Rawa Kampung Penyengat Sungai Apit Siak Riau. *Media Konservasi*, 24(1): 40-51.
- Verma, R.K. (2011). *Alpinia galanga*-An Important Medicinal Plant : A review. *Pelagia Research Library*, Volume 2(1):142–154.
- Williams PL. 1999. *Gray's Anatomy*. 38th. Ed. Philadelphia: Churchill Livingstone. p. 57-9.
- Wiraatmaja IW. 2017. Bahan Ajar: Pembiakan Vegetatif Secara Alamiah Dan Buatan. Program Studi Agroekoteknologi. Fakultas Pertanian Unud.
- Yasukawa, K., Tang-Martinez, T., 2014. *Animal Behavior: How and Why Animals Do the Things They Do*. Volume I: History, Causation, and Development. Praeger. California. USA.

BIODATA PENULIS



Dr. Meillisa Carlen Mainassy, S.Si., M.Si lahir di Maluku Tengah pada tanggal 21 Februari. Penulis menyelesaikan pendidikan Magister Sains (S-2) tahun 2012 pada Program Studi Magister Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Pada tahun 2019, penulis memperoleh kesempatan melanjutkan pendidikan Doktor (S-3) pada Program Studi Ilmu-Ilmu Faal dan Khasiat Obat, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor (IPB), melalui program Beasiswa BPPDN Direktorat Jenderal Sumber Daya Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Pendidikan Tinggi. Pendidikan doktoral diselesaikan pada tahun 2022 dengan kajian riset mengenai Suplementasi Analog Kurkumin Dari Minyak Lawang (*Cinnamomum cullilawan* Blume) Untuk Perbaikan Kualitas Reproduksi Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). Penulis merupakan staf pengajar pada Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura. Penulis aktif pada kegiatan Tri Dharma perguruan tinggi dan berkontribusi dalam penulisan buku *Perkembangan & Manfaat Obat Herbal Sebagai Fitoterapi, Budidaya Perikanan, dan Imunologi*”.



Bagus Dwi Hari Setyono, S.Pi., M.P. lahir di Kota Mataram pada tanggal 3 Agustus 1984. Program Sarjana dan Magister diselesaikan di Universitas Brawijaya, Malang pada tahun 2006 dan 2008. Sejak tahun 2009 menjadi dosen Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap untuk mata kuliah Teknologi Budidaya Perairan Tawar, Teknologi Budidaya Perairan Payau, Teknologi Budidaya Ikan Hias, Manajemen Agribisnis Perikanan, dan Kewirausahaan. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini ia diamanahi sebagai ketua Program Studi D3 Budidaya Perikanan Program Vokasi Universitas Mataram (PDD) di Kabupaten Lombok Utara.



Nadya Adharani, S.Pi., M.Si. dilahirkan dari pasangan Thamrin Barlian dan Raudhah di Jakarta 03 Juli 1990. SD dan SMP ditamatkan di Kota Bekasi, Provinsi Jawa Barat dan SMA ditamatkan di Jakarta Timur pada tahun 2008. S-1 Manajemen Sumberdaya Perairan ditempuh di Universitas Jenderal Soedirman (Unsoed), selanjutnya mentamatkan S-2 di Pengelolaan Sumberdaya Perairan di Institut Pertanian Bogor (IPB) tahun 2015. Saat ini penulis bekerja sebagai Dosen Tetap pada Program Studi Teknologi Hasil Perikanan di Universitas PGRI Banyuwangi dengan bidang kepakaran ialah Ilmu Perikanan dan Mikrobiologi Perikanan. Penulis aktif dalam penelitian dan pengabdian kepada masyarakat sehingga menciptakan beberapa produk perikanan seperti *nata de fish* dan *probiotik Fish Megafloc* yang

telah dipatenkan. Beberapa tulisan penulis dikeluarkan melalui jurnal dan prosiding baik nasional maupun internasional bereputasi, penulis juga aktif dalam pertemuan ilmiah nasional dan internasional serta menjadi pembicara pelatihan di olahan produk perikanan. Selain itu, penulis juga aktif di organisasi profesi perikanan dan kelautan seperti FP2TPKI, ISPIKANI, dan ISOI



Dr. Ritha Lusian Karuwal, S.Pd, M.Sc lahir di Lateri, 28 Agustus 1982. Pendidikan terakhir S3 tahun 2019 pada bidang Biologi Tumbuhan di IPB University. Pernah mengajar mata pelajaran Biologi di SMP Kristen Kalam Kudus Ambon sejak tahun 2005-2009. Saat ini penulis adalah dosen tetap Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Pattimura Ambon. Beberapa kali memperoleh hibah penelitian dari DIKTI, juga aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal, baik Jurnal Nasional bereputasi dan Jurnal Internasional. Penulis juga melakukan kegiatan Post Doctoral kerjasama BRIN tahun 2022. Penulis tergabung dalam Masyarakat Biodiversitas Indonesia (MBI).



Rizko Hadi, S. Si., M. Sc. lahir di Pekanbaru pada tanggal 17 September. Rizko menyelesaikan pendidikan tinggi dan mendapatkan gelar Sarjana dan Master dari Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada dengan fokus penelitian di bidang Genetika, Virologi Tumbuhan, dan Botani. Ia

menyelesaikan studi Master di tahun 2020 dengan predikat Cumlaude. Sembari menyelesaikan pendidikan tinggi, Rizko juga membantu beberapa laboratorium sebagai asisten praktikum, di antaranya praktikum Struktur dan Perkembangan Tumbuhan, Sistematika Tumbuhan, Fisiologi Tumbuhan, Fitohormon, Genetika, dan Genetika Sel di Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, serta mengajar di Bimbingan dan Konsultasi Belajar Nurul Fikri Yogyakarta dan SMAIT Abu Bakar Yogyakarta sebagai guru Biologi dan Pembina Olimpiade Sains Nasional di bidang Biologi.

Saat ini Rizko tercatat sebagai dosen di Prodi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Palangka Raya. Selain mengajar ia juga aktif dalam kegiatan tri dharma perguruan tinggi lainnya, diantaranya penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Tulisan – tulisan ilmiah populernya dapat disimak di Warstek.com, theconversation.com, kumparan.com, detik.com, suara.com, dan sejumlah media online lainnya. Rizko dapat dihubungi melalui rizkohadi@mipa.upr.ac.id.



Syamsidar Gaffar, S.Kel., M.Si. lahir di Kota Kendari pada tanggal 15 Mei 1989. Ia Lulus sarjana dari Universitas Hasanuddin dan magister dari Institut Pertanian Bogor dari Program Studi Ilmu Kelautan. Sejak 2019, ia tercatat sebagai dosen di Universitas Borneo Tarakan, yang sebelumnya dari 2016 merupakan dosen tetap di Universitas Haluoleo. Selain mengajar, ia aktif dalam kegiatan tridharma lainnya, seperti penelitian dan pengabdian. Beberapa penelitian yang berhasil didanai oleh Ristekdikti, berjudul: Konservasi Sumberdaya Biota Perairan

Lokal melalui DNA Barcoding Spons (Porifera) Padang Lamun pada Zona Intertidal Perairan Pulau Derawan dan Pulau Panjang, Kalimantan Timur (2022), Eksplorasi Potensi Bakteri Symbion Spons dari Perairan Pulau Derawan sebagai Antibakteri Multidrug Resistent (2022-2023), dan DNA Barcoding Ikan Pari Air Tawar (Elasmobranchii) dari Sungai Sesayap, Malinau, Kalimantan Utara (2023). Selain itu, penelitian yang didanai oleh LPDP melalui skim Riset Keilmuan, berjudul DNA Barcoding dan Analisis Filogenetik Kerang Kapah sebagai Upaya Konservasi Genetik Biota Laut Lokal di Pesisir Pulau Tarakan, Kalimantan Utara (2022). Adapun karya buku referensi yang telah berkolaborasi dengan berbagai dosen sejak tahun 2023, berjudul:

1. Dinamika Perairan Laut Dangkal,
2. Mikrobiologi Lingkungan, dan
3. Air Bersih Gratis.
4. Statistika Dasar.



Abdul Mahid Ukratalo, S.Si., M.Si lahir di Latu pada tanggal 11 Agustus 1988. Ia Lulus S1 pada program studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura Ambon tahun 2012 hingga mendapat gelar Magister Sains di Universitas Pattimura. Ia aktif melakukan kegiatan Tridharma Perguruan Tinggi. Dalam bidang Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, ia banyak melakukan kegiatan yang berkaitan dengan bidang ilmunya yaitu herbal medicine. Ia juga aktif menulis artikel ilmiah di beberapa jurnal antara lain Biofaal journal, Jurnal Sains dan Kesehatan, Nusantara Scientific Medical Research Journal, Jurnal Ilmu Kesehatan dan Sains Nusantara. Penulis tergabung dalam

Perkumpulan Biologi Medik Indonesia (PBMI) dan Masyarakat Bioinformatika dan Biodiversitas Indonesia (MBBI). Buku ini merupakan karya kolaborasi pertama yang dedikasikan untuk para pembaca, akademisi, peneliti, dan praktisi bidang Biologi. Penulis dapat dihubungi pada alamat email: abdulalmusaad@gmail.com



Efraim Samson, S.Si., M.Si., lahir di Kota Ambon, pada tanggal 20 Januari 1985. Lulus S1 pada tahun 2008 hingga mendapat gelar Sarjana Sains, di Universitas Pattimura, Ambon. Selanjutnya lulus S2 pada tahun 2012 hingga mendapat gelar Magister Sains di Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Saat ini ia tercatat sebagai dosen tetap pada Program Studi Biologi FMIPA, Universitas Pattimura. Selain mengajar ia aktif dalam kegiatan Tridharma Perguruan

Tinggi lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Saat ini ia pun diamanahi sebagai Ketua Perkumpulan Forum Tenaga Ahli Lingkungan Indonesia DPD Provinsi Maluku; Anggota Ikatan Ahli Ilmu Faal Indonesia Cabang Ambon, dan Anggota Forum Komunikasi Dosen wilayah Maluku. Beberapa kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat yang berhasil didanai melalui Simlitabmas dari tahun 2016 hingga sekarang berjudul: Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Sebagai Bahan Olahan Kripik Dan Kue Donat Di Desa Batu Merah Kota Ambon (2016), dan PkM Kelompok Tani Sukun Di Desa Liang Kecamatan Salahutu, Kabupaten Maluku Tengah (2019). Adapun karya publikasi jurnal ilmiah yang telah dihasilkan sejak tahun 2020, diantaranya berjudul :

1. Keanekaragaman dan Kerapatan Jenis Mangrove di Desa Kase Kecamatan Leksula Kabupaten Buru Selatan;

2. Efek Terapi Pisang Tongka Langit (*Musa troglodytarum*) Terhadap Indeks Eritrosit Mencit (*Mus musculus*) Model Malaria;
3. Community Structure of Sea Cucumber (*Holothuroidea*) In Pombo Island Conservation Area, Central Maluku;
4. Keanekaragaman Dan Kelimpahan Bivalvia Di Perairan Pantai Waemulang Kabupaten Buru Selatan;
5. Effect Of Tongka Langit Banana Juice To Immune Response Mice Model Of Malaria Through the Leukocytes Differential Observation;
6. Potensi Ekstrak Etanol Akar Sukun (*Artocarpus altilis* (Park) Fosberg) Dalam Menghambat Pertumbuhan Fetus Mencit (*Mus musculus*);
7. Kajian Kondisi Lamun Pada Perairan Pantai Waemulang Kabupaten Buru Selatan;



Nandya Fitri Rachmawati, S. Pi, M. P lahir di Kota Malang pada tanggal 20 April. Lulus menjadi sarjana pada tahun 2014 dan mendapat gelar Magister pada tahun 2018 pada Universitas Brawijaya Malang. Saat ini, dia tercatat menjadi salah satu dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian Universitas PGRI Banyuwangi. Selain mengajar dia juga aktif dalam kegiatan tridharma lainnya

diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Penelitian dan pengabdian yang dilakukan dalam bidang pangan dan mikrobiologi. Saat ini, ia aktif sebagai salah satu editor jurnal lemuru (Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan Indonesia) dan reviewer Journal of Marine

and Coastal Science. Adapun karya buku yang telah ditulisnya diantaranya : Korus , Retrofili dan Pengantar Ilmu Pertanian.



Handy Erwin Pier Leimena, menyelesaikan pendidikan sarjana dari Program Studi Biologi, Institut Pertanian Bogor, serta magister dan doktor Biologi dari Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung. Saat ini tercatat sebagai dosen tetap di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Pattimura, Ambon. Mata Kuliah yang diampu adalah matakuliah wajib dan pilihan pada keahlian ekologi. Bidang kajian penelitian difokuskan pada ekologi populasi dan konservasi.



Windy Natalia Nusaly, S.Si., M.Si lahir di Kota Ambon pada tanggal 11 Maret 1993. Menyelesaikan pendidikan Magister Bioteknologi di Institut Teknologi Bandung pada tahun 2020. Saat ini tercatat sebagai dosen Program Studi Bioteknologi Fakultas MIPA Universitas Pattimura

Ambon dengan bidang keilmuan Bioteknologi Mikroba. Selain mengajar juga aktif dalam kegiatan tridarma lainnya diantaranya ialah penelitian dan pengabdian. Pengalaman berorganisasi yaitu sebagai bendahara Mata Garuda Maluku, koordinator Departemen Penelitian dan Pengabdian Masyarakat KAMBIUM (Keluarga Alumni MIPA Biologi Unpatti Ambon), anggota FKD (Forum Komunikasi Dosen) Provinsi Maluku, anggota PERMI (Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia).



Indonesia.

Tika Putri Agustina Penulis lahir di Lamongan, 06 Agustus 1992. Penulis adalah dosen pada Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Negeri Manado. Menyelesaikan pendidikan S1 pada Jurusan Pendidikan Biologi, Universitas Muhammadiyah Malang dan melanjutkan S2 pada Jurusan Magister Biologi Universitas



Deford Cristy Birahy., S.Si., M.Si

Dilahirkan di Hulaliu, 22 Februari 1995. Penulis adalah Asisten Laboratorium di Laboratorium Parasitologi dan lab Bioteknologi pada jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura Ambon. Menyelesaikan pendidikan S1 pada jurusan Biologi Fakultas matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pattimura Ambon (2013-2017) kemudian tahun 2021 melanjutkan pendidikan S2 pada Program Studi Bioteknologi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor (IPB University) dan menyelesaikannya pada tahun 2023. Beberapa mata kuliah praktikum yang diampunya di kampus yakni Genetika Molekuler, Biologi Molekuler Sel, Biostatistik, Biokimia, Enzimology dan Parasitologi. Sedangkan Fisiologi molekuler di IPB University. Serta sebagai Dosen LB pada Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan, Universitas Kristen Indonesia Maluku (UKIM) Ambon. Mata kuliah yang di apuh adalah Biomedik I, II, dan III. Di UKIM Ambon Penulis berkolaborasi dengan DR. Dra. M. Nindatu., M.Kes., dr. Huliselan., M.Kes, dan G. Siahaya., S.Tp., M.Si. Beberapa

Penelitian yang pernah Penulis lakukan seperti Seleksi Bakteri Asam laktat Proteolitik dengan karakteristik Probiotik, Aplikasi *Pediococcus pentasoseus* untuk Produksi Hidrolisat Protein Ikan, Skrining Senyawa aktif antibakteri dan antioksidan dari gonad, cangkang dan duri Bulu babi, Nilai Gizi dan Totaapl Bakteri pada makanan lokal Maluku jenis *Papeda bungkus*, Total bakteri dan kadar protein pada *Ina sua* Cakalang (Ikan fementasi garam), Pengolahan tombong kelapa untuk menjadi tepung dalam upaya pembuatan MP-ASI, Potensi batang Serai Bumbu dan Serai Merah sebagai penghambat pertumbuhan kutu beras, Penggunaan daun dan tangkai buah cengkih sebagai penghambat pertumbuhan Kutu Jagung. Juga ada beberapa penelitian kolaborasi dalam bidang kesehatan yang dilakukan dengan Dinas Kesehatan Provinsi Maluku, Seperti Eksplorasi Tumbuhan yang dijadikan sebagai Makanan dan minuman sehat (hatra/penyehat tradisional), Kualitas Kayu Titi dari Maluku Barat Daya (MBD), dan kajian Kasus dan Masalah Stunting di Provinsi Maluku. Beberapa karya penulis telah dipublikasikan dalam jurnal nasional dan internasional, dan dituang dalam beberapa book capter. Penulis juga aktif dalam berorganisasi baik secara internal di kampus maupun di luar kampus. Seperti Pengurus Forum OMDA IPB University, Pengurus Permama IPB University, Forum Wacana Mahasiswa IPB University, menjadi pengurus Alumni Biologi FMIPA UNPPATTI, Ketua Sekolah Minggu dan TPI di Posko Galilea GPM Jemaat Rumahtiga, Serta memiliki profesi non akademik *Master of Ceremonial* (MC). Selanjutnya saya dapat dihubungi melalui email : defrondbirahy@gmail.com

Biologi Umum

Kehadiran buku berjudul “Biologi Umum” dengan jumlah 13 Bab ini diharapkan menjadi salah satu buku yang sangat dinantikan bagi pembaca. Konten yang disajikan telah ditulis dengan jelas, lugas, dan mudah dipahami pembaca. Di dalamnya berisi berbagai macam bahasan yang mengulik konsep biologi sel hingga kehadiran bioteknologi. Cakupan ilmu biologi saling berkaitan dengan bidang ilmu lainnya, studi biologi maupun ekologi yang mempengaruhi manusia, komunitas, ekosistem, hingga biosfer dan bahkan beragam proses vitalnya.

Pembaca akan diajak menelusuri konsep awal mula kehidupan beserta komponen terkait, nantinya akan dibawa masuk ke dalam lingkup struktur dan reproduksi sel. Selanjutnya bahasan tersebut melengkapi beragam perilaku makhluk hidup dan keanekaragaman hayati yang meliputi ekologi dan eksistem dimana mereka berada. Sehingga pengetahuan terkait biologi secara umum akan membantu dalam menggapai pemahaman tentang seputar makhluk hidup dan caranya dalam fungsi interaksi serta evolusinya.

Buku ini membantu pembaca untuk menjelajah seputar kehidupan biologi serta mendorong pembelajaran yang aktif dan menyenangkan. Pada tiap bab diperkuat dengan adanya banyak tampilan gambar yang menakjubkan sehingga kaya akan ilustrasi penunjang. Pada tiap babnya saling melengkapi sejumlah informasi relevan sehingga dapat menjadi acuan dan memberikan informasi yang lebih bagi pembaca terutama akademisi.



Penerbit Haura Utama

Anggota IKAPI Jawa Barat
Instagram: @haurautama
Website: penerbit.haura.com
Email: haurautama@gmail.com

ISBN 978-623-492-698-9



9 786234 926989