



BIOLOGI DASAR



Sanksi Pelanggaran Pasal 113 Undang-undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, sebagaimana yang diatur dan diubah dari Undang-undang Nomor 19 Tahun 2002, bahwa:

Kutipan Pasal 113

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

Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si.

Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes.

The background features a large, semi-transparent watermark of the University of Jember logo. The logo is a shield-shaped emblem with a yellow background, a green tree in the center, and the text 'UNIVERSITAS JEMBER' around the perimeter.

BIOLOGI DASAR

BIOLOGI DASAR

Penulis: **Prof. Dr. Joko Waluyo, M.Si.**
Dr. Dwi Wahyuni, M.Kes.

Editor: **Noviyanti Nurlaily Musyafaah, S.Pd.**

Layout & Desain Sampul:

Bang Joedin

Cetakan Pertama, Juni 2020

ISBN 978-623-7771-39-5

Penerbit:

TRUSSMEDIA GRAFIKA

Jl. Gunungan, Karang RT.03, No.18, Singosaren, Banguntapan, Bantul -DIY

Phone./WA. 0812.7020.6168

Email: omahjogja305@gmail.com

Dicetak oleh:

CV. LaksBang PRESSindo Yogyakarta

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Dilarang memperbanyak atau mengcopy sebagian atau seluruh isi tulisan ini tanpa izin tertulis dari penerbit. Kutipan yang diambil dari hasil tulisan ini harus melalui prosedur ilmiah yang baku. *All Right Reserved.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku ajar Biologi Dasar ini dapat diselesaikan. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu kami sehingga dapat menyusun buku ajar Biologi Dasar yang dapat digunakan di kalangan sekolah maupun mahasiswa. Tujuan disusunnya buku ini adalah untuk membantu para Guru, siswa atau mahasiswa dengan mudah memahami materi Biologi Dasar.

Buku ajar Biologi Dasar ini berisi tentang sel, jaringan, keanekaragaman makhluk hidup, anatomi fisiologi tumbuhan, genetika, ekologi, evolusi, sistem gerak, sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem respirasi, sistem reproduksi, sistem saraf. Buku ajar Biologi Dasar ini berisi materi pembelajaran yang lengkap disertai gambar yang jelas, peta konsep, dan juga terdapat evaluasi yang dapat mengukur tingkat pemahaman siswa di akhir materi.

Tersusunnya buku ini tidak lepas dari peran serta penulis yakni mahasiswa magister pendidikan IPA Universitas Jember. Dukungan moral dan material dari berbagai pihak sangatlah membantu dalam tersusunnya buku ini. Buku ajar biologi yang kami susun ini pasti memerlukan kritik dan saran yang membangun agar buku ini bisa lebih baik lagi ke depannya.

Jember, 2 Mei 2020

Penulis



DAFTAR ISI

Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vii
BAB I. SEL.....	1
1.1 Pengertian Sel	3
1.2 Teori Sel	3
1.3. Komponen Sel.....	5
1.4 Organel Sel.....	8
1.5 Transpor Melalui Membran	17
Rangkuman	21
Soal Latihan.....	22
BAB II. JARINGAN	23
2.1 Jaringan Tumbuhan	25
2.2 Jaringan Hewan.....	43
Rangkuman	59
Latihan Soal.....	59
BAB III. KEANEKARAGAMAN MAKHLUK HIDUP.....	61
3.1 Keanekaragaman Hayati	63
3.2 Klasifikasi Makhluk Hidup.....	67
3.3 Dasar-Dasar Klasifikasi.....	67
3.4 Tujuan Klasifikasi	69
3.5 Tahapan Klasifikasi.....	70
3.6 Sejarah dan Sistem Klasifikasi.....	77
Rangkuman	83
Evaluasi	83

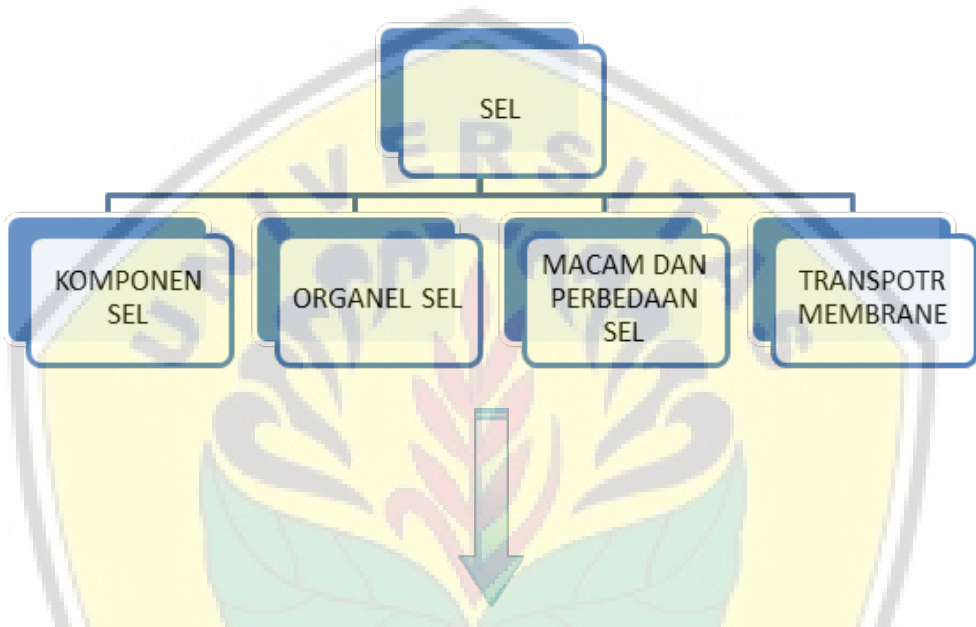
BAB IV. ANATOMI DAN FISILOGI TUMBUHAN	84
4.1 Organ Tumbuhan.....	86
4.2 Jaringan Penyusun Organ Tumbuhan.....	88
4.3 Proses Transpirasi	91
4.4 Proses Respirasi.....	93
4.5 Proses Fotosintesis.....	97
Rangkuman	101
Evaluasi	101
BAB V. GENETIKA.....	102
5.1 Hubungan antara Kromosom, Gen dan DNA	104
5.2 Kromosom.....	104
5.3 DNA (Deoxyribonucleic Acid).....	106
5.4 RNA	108
5.5 Kode Genetik (Kodon) dan Ekspresi Gen dalam Sintesis Protein.....	109
5.6 Keterkaitan antara proses pembelahan mitosis dan meiosis dengan pewarisan sifat.....	114
5.7 Prinsip Hereditas dalam Mekanisme Pewarisan Sifat	116
5.8 Peristiwa Mutasi dan Implikasinya.....	118
Rangkuman	120
Evaluasi	121
BAB VI. EKOLOGI	122
6.1 Pengertian Ekologi	123
6.2 Organisasi dan Ruang Lingkup Kajian Ekologi.....	124
6.3 Populasi	125
6.4 Komunitas.....	128
6.5 Ekosistem.....	129
6.6 Pencemaran Lingkungan	135
6.7 Kisaran Toleransi.....	138
6.8 Aklimatisasi dan Kisaran Toleransi	139
6.9 Hewan dan Lingkungannya.....	140
6.10 Indikator Ekologis	140
Rangkuman	145
Evaluasi	147

BAB VII. TEORI EVOLUSI	148
7.1 Teori Asal Usul Kehidupan	148
7.2 Teori Evolusi Pra-Darwin.....	154
7.3 Teori Evolusi Darwin.....	159
7.4 Teori Evolusi Pasca-Darwin.....	162
7.5 Bukti-Bukti Evolusi	163
Rangkuman	167
Evaluasi	168
BAB VIII. SISTEM GERAK	169
8.1 Sistem Gerak Pasif.....	171
8.2 Kelainan pada tulang.....	183
8.3 Sistem Gerak Aktif.....	186
Rangkuman	194
Evaluasi	195
BAB IX. SISTEM PENCERNAAN	196
9.1. Sistem pencernaan.....	197
9.2. Organ-organ pencernaan	198
9.3. Pencernaan pada Hewan Ruminansia.....	209
9.4. Kelainan dan Gangguan pada Sistem Pencernaan.....	211
9.5. Zat-zat makanan	212
Rangkuman	221
Evaluasi	222
BAB X. SISTEM PEREDARAN DARAH.....	223
10.1 Darah.....	223
10.2 Jantung	231
10.3 Pembuluh Darah	236
10.4 Kelainan dalam Sistem Peredaran Darah.....	240
Rangkuman	243
Evaluasi	244
BAB XI. SISTEM RESPIRASI.....	245
11.1. Pengertian sistem pernapasan	246
11.2. Anatomi saluran pernapasan	246
11.3. Mekanisme pernapasan.....	249
11.4. Volume udara pernapasan	250

11.5. Transportasi gas	251
11.6. Sistem pernapasan pada hewan vertebrata.....	252
11.7. Sistem pernapasan pada hewan invertebrata.....	257
11.8. Sistem pernapasan pada tumbuhan	259
Rangkuman.....	261
Evaluasi	262
BAB XII. SISTEM REPRODUKSI	264
12.1 Pengertian umum system reproduksi.....	265
12.2 Reproduksi aseksual pada hewan	265
12.3 Reproduksi seksual pada hewan.....	268
12.4 Sistem Reproduksi pada Manusia.....	269
12.5 Proses fertilisasi	274
12.6 Kelainan pada sistem reproduksi manusia.....	276
Ringkasan.....	277
Evaluasi	278
BAB XIII. SISTEM SARAF	279
12.1 Pengertian Sistem Saraf	279
12.3 Klasifikasi Sistem Saraf	286
12.4 Pelepasan Neurotransmitter.....	298
12.5 Mekanisme Gerak Refleks.....	299
12.6 Sistem Saraf Hewan Invertebrata	302
Ringkasan	302
Evaluasi	302
DAFTAR PUSTAKA.....	401

SEL

I



Tujuan umum yang diharapkan adalah peserta didik dapat:

Menjelaskan komponen, struktur, fungsi, serta proses yang berlangsung di dalam sel sebagai unit terkecil makhluk hidup.

Tujuan khusus yang diharapkan adalah peserta didik dapat:

1. Memahami komponen kimiawi penyusun sel
2. Menjelaskan macam dan fungsi organel sel
3. Memahami dan menjelaskan proses transport membrane yang terjadi pada sel.



Sumber: www.wordpress.com

Pernahkah kalian mengamati penampang dari sebuah bawang merah? Pasti yang kalian lihat adalah sekumpulan ruang yang berjajar rapi, kayaknya sarang lebah bukan?

Pada gambar penampang bawang merah itu tampak bahwa jaringan epidermis bawang merah tersusun atas banyak sel yang tersusun rapi. Setiap sel yang menyusun jaringan epidermis ternyata mampu berdiri sendiri, terpisah dari sel lainnya. Semua fungsi unit unit organisme dilakukan oleh sel. Bukan hanya itu, semua ciri-ciri makhluk hidup ternyata dimiliki oleh sel. Satu sel tunggal mampu melakukan regenerasi karena memiliki materi genetik, melakukan respirasi dengan adanya mitokondria, dan melakukan pencernaan dengan adanya lisosom. Dapatkah Anda kemukakan alasan lain mengapa sel sering disebut sebagai unit terkecil kehidupan? Agar Anda lebih mudah memahami pembahasan bab ini, perhatikanlah peta konsep berikut!



Kata Kunci:

- Difusi
- Eukariot
- Membran Plasma
- Nukleus
- Organel
- Osmosis
- Prokariot
- Sitoplasma
- Sitosol

1.1 Pengertian Sel

Sel berasal dari kata latin *cella*, yang berarti ruangan kecil, yang ditemukan oleh Robert Hooke, yang melakukan pengamatan terhadap sayatan gabus (terdapat ruangan-ruangan kecil yang menyusun gabus tersebut).

Dalam biologi, sel merupakan kumpulan materi paling sederhana yang dapat hidup dan merupakan unit penyusun semua makhluk hidup. Sel mampu melakukan semua aktivitas kehidupan dan sebagian besar reaksi kimia untuk mempertahankan kehidupan berlangsung di dalam sel. Kebanyakan makhluk hidup tersusun atas sel tunggal, atau disebut organisme uniseluler, misalnya bakteri dan amuba. Makhluk hidup lainnya, termasuk tumbuhan, hewan, dan manusia, merupakan organisme multi-seluler yang terdiri dari banyak tipe sel terspesialisasi dengan fungsinya masing-masing. Tubuh manusia, misalnya, tersusun atas lebih dari 10^{13} sel. Namun demikian, seluruh tubuh semua organisme berasal dari hasil pembelahan satu sel. Contohnya, tubuh bakteri berasal dari pembelahan sel bakteri induknya, sementara tubuh tikus berasal dari pada pembelahan sel telur induknya yang sudah dibuahi (Kant, 2002).

1.2 Teori Sel

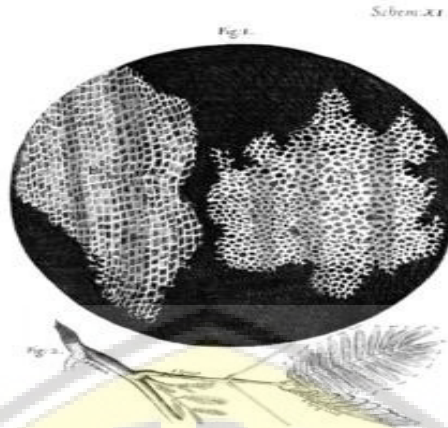
Penemuan dan kajian awal tentang sel memperoleh kemajuan sejalan dengan penemuan dan penyempurnaan mikroskop pada abad ke-17. Robert Hooke pertama kali mendeskripsikan dan menamai sel pada tahun 1665 ketika ia mengamati suatu irisan gabus (kulit batang pohon) dengan mikroskop yang memiliki perbesaran 30 kali. Namun demikian, teori sel sebagai unit kehidupan baru dirumuskan hampir dua abad setelah itu oleh Matthias Schleiden dan Theodor Schwann. Selanjutnya, sel dikaji dalam cabang biologi yang disebut biologi sel.



Gambar 1.1: Mikroskop rancangan Robert Hooke

(Sumber: Hardin, Jeff.2008)

Mikroskop majemuk dengan dua lensa telah ditemukan pada akhir abad ke-16 dan selanjutnya dikembangkan di Belanda, Italia, dan Inggris. Hingga pertengahan abad ke-17 mikroskop sudah memiliki kemampuan perbesaran citra sampai 30 kali. Ilmuwan Inggris Robert Hooke kemudian merancang mikroskop majemuk yang memiliki sumber cahaya sendiri sehingga lebih mudah digunakan. Ia mengamati irisan-irisan tipis gabus melalui mikroskop dan menjabarkan struktur mikroskopik gabus sebagai “berpori-pori seperti sarang lebah tetapi pori-porinya tidak beraturan” dalam makalah yang diterbitkan pada tahun 1665. Hooke menyebut pori-pori itu *cells* karena mirip dengan sel (bilik kecil) di dalam biara atau penjara. Yang sebenarnya dilihat oleh Hooke adalah dinding sel kosong yang melingkupi sel-sel mati pada gabus yang berasal dari kulit pohon ek. Ia juga mengamati bahwa di dalam tumbuhan hijau terdapat sel yang berisi cairan.



Gambar 1.2: Gambar struktur gabus

(Sumber: Hardin, Jeff.2008)

1.3. Komponen Sel

Sel merupakan struktur yang dibangun oleh komponen kimiawi berupa bahan anorganik dan organik. Bahan kimia anorganik misalnya air (H_2O), gas, mineral, dll. Sedangkan bahan organik yang menyusun sel diantaranya adalah Karbohidrat, lipid (lemak), protein, dan asam nukleat. Karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat merupakan bahan-bahan penyusun sel yang berukuran besar, disebut juga makromolekul.

1.3.1 Komponen Anorganik

Komponen anorganik pada sel yaitu berupa air, gas, mineral yang berfungsi sebagai proses kerja yang terdapat didalam sel yaitu:

1. Air (H_2O)

Air merupakan produk akhir utama dari metabolisme oksidatif makanan. Dalam reaksi-reaksi metabolik, air berfungsi sebagai reaktan tetapi juga sebagai produk. Air juga menjadi pelarut biologis yang ideal. Air sangat mempengaruhi semua interaksi molekuler dalam sistem biologi. Air mempunyai 2 sifat penting secara biologis yaitu sifat polar dan sifat kohesif (Hardin, 2009).

2. Gas

Diantara unsur kimiawi golongan gas dalam sel adalah nitrogen (N), ammonia (NH_3), oksigen (O_2) dan karbondioksida (CO_2). Unsur nitrogen dalam sel tidak terpakai namun dapat berikatan dengan sel dalam bentuk ion nitrat. Ammonia (NH_3) merupakan gas hasil dari sisa metabolisme protein pada sel-sel hewan, ammonia bersifat toksik (racun) sehingga harus dieliminasi (dikeluarkan) dari tubuh agar tidak menyebabkan keracunan bagi tubuh.

3. Garam Mineral

Garam mineral adalah suatu senyawa yang terbentuk dari asam dan basa yang berfungsi:

- a. Untuk fungsi fisiologis
- b. Untuk menjaga keseimbangan osmosis sel
- c. Untuk menjaga keseimbangan energi.
- d. Untuk menjaga keseimbangan asam dan basa.

1.3.2 Komponen Organik (Makromolekul)

Makromolekul di dalam sel terdiri dari 4 jenis yaitu protein, karbohidrate, lipid, dan asam nukleat.

A. Karbohidrat

Ada 3 golongan karbohidrat yaitu:

a. Monosakarida

Macam monosakarida: glukosa, fruktosa, dan galaktosa

b. Disakarida

Merupakan gabungan dari 2 monosakarida. Penggabungan ini terjadi melalui reaksi kondensasi/dehidrasi.

c. Polisakarida

Merupakan gabungan dari banyak monosakarida. Contohnya glikogen, pati/ amilum, selulosa (serat), kitin, dll.

Karbohidrat mempunyai fungsi antara lain:

1. Sebagai sumber energi, contohnya pada glukosa dan fruktosa
2. Sebagai cadangan energi, contohnya pada glikogen
3. Sebagai sumber kerangka karbon penyusun tubuh, contohnya pada pati, selulosa, dan kitin (Karp, Gerald. 2010).

B. Lipid

Lipid atau lemak Merupakan molekul yang memiliki sifat hidrofob (sukar larut dalam air). Di alam, lemak terdapat dalam bentuk 2 macam, yaitu:

- a. Lemak jenuh: ditemukan pada hewan, memiliki ciri berbentuk padat pada suhu kamar (25⁰ C).
- b. Lemak tak jenuh: Ditemukan pada tumbuhan (disebut juga minyak). Memiliki ciri berbentuk cair pada suhu kamar (25⁰C).

Ada 3 kelompok lipid, yaitu:

1) Trigliseraldehid

Merupakan lipid yang disusun oleh gabungan 1 gliserol dengan 3 asam lemak. Trigliseraldehid disebut juga trigleserida banyak terdapat di dalam tubuh dan sering disebut "lemak". Fungsi utama trigliseraldehid adalah sebagai senyawa penyimpan energi cadangan. Senyawa ini digunakan ketika tubuh membutuhkan energi. ketika tidak ada asupan dari luar seperti ketika berpuasa, atau aktivitas fisik yang menguras tenaga (Jeff.2009)

Sumber: Hardin, Jeff. 2009. *Becker's World of the Cell*. NY: Pearson Education Inc.

2) Fosfolipid

Merupakan lipid penyusun membran sel, berfungsi sebagai pembatas *innercell* dengan *outercell* dan berhubungan langsung dengan transpor sel . Fosfolipid disusun oleh gugus fosfat dan 2 asam lemak.

3) Steroid

Steroid merupakan lipid yang disusun oleh rantai hidrokarbon berbentuk cincin berjumlah 4 buah. Fungsinya sebagai bahan baku pembentuk hormon seks, vitamin D, komponen membrane sel, dll.

C. Protein

Merupakan molekul yang disusun oleh 20 jenis asam amino. Protein memiliki fungsi diantaranya:

- a. Sebagai penyusun membran sel
- b. Sebagai katalis reaksi kimiawi sel/dalam tubuh (oleh enzim)
- c. Pembentuk struktural sel

D. Asam Nukleat

Pada organisme yang hidup terdapat 2 golongan besar asam nukleat yaitu DNA (Deoksiribonukleat) dan RNA (asam ribonukleat). Asam nukleat dapat dipecah menjadi monomer-monomer yang disebut nukleotida. Sebuah nukleotida terdiri dari tiga bagian:

- a. Sebuah gula beratom karbon lima (pentosa).
- b. Gula tersebut ada dua jenis yaitu ribosa yang mempunyai gugus hidroksil pada atom C nomor 2 dan deoksiribosa yang mempunyai gugus hidrogen pada atom C no.2.
- c. Struktur cincin yang mengandung nitrogen yang disebut suatu basa.
- d. Basa terdiri dari purin (A dan G) dan Pirimidin (T, S, U). basa tersebut terikat pada atom C no. 1.
- e. Gugus fosfat, Gugus fosfat adalah satu, dua, atau tiga fosfat yang terikat pada atom

1.4 Organel Sel

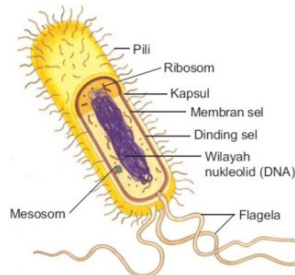
Sel merupakan unit structural terkecil dari organisme hidup. Sel di kelilingi oleh selaput/membrane sel yang di dalamnya terdapat cairan (protoplasma) atau matriks, dan bentuk-bentuk subselular, organel sel, yang juga dikelilingi membran. Protoplasma terdiri dari plasma sel (sitolplasma) dan inti sel (nucleus), Di dalam inti sel terdapat plasma inti atau nukleoplasma.

Secara struktural, sel merupakan satuan terkecil makhluk hidup yang dapat melaksanakan kehidupan, yang merupakan unit terkecil penyusun

mahluk hidup. Secara fungsional, sel berfungsi untu menjalankan fungsi kehidupan (menyelenggarakan kehidupan jika sel-sel penyusunya berfungsi), kemudian membentuk organisme.

Semua sel secara umum memiliki bagian-bagian membran yang memisahkan diri antara sel dengan lingkungannya yang dibatasi oleh perintang selektif yang disebut dengan membran plasma. Membran plasma itu sendiri berfungsi sebagai memyelubungi zat yang serupa jeli yang semi cair disebut dengan sitosol (*cytosol*), dan cairan sel yang mengandung organel serta bahan genetik salah satunya adalah DNA. Semua sel memiliki ribosm, kompleks kecil yang membuat protein berdasarkan instruksi dari gen. Selanjutnya keanekaragaman sel terletak pada isi cairan sel, yaitu sel prokariot adalah jenis sel yang tidak mempunyai membran inti sehingga tidak memiliki batasan yang jelas antara sitoplasma dan nukleoplasma. Sebaliknya sel eukariot mempunyai membran inti sehingga ada batas yang jelas antara sitoplasma dan nukleoplasma. Perbedaan lain dari sel prokaritik dan eukariot adalah lokasi DNA-nya seperti tercermin didalam nama dari kedua jenis sel tersebut.

Pada organisme prokariota tidak memiliki membran inti sel dan mempunyai organisasi internal sel yang relatif lebih sederhana. Prokariota terbagi menjadi dua kelompok yang besar yaitu eubakteria dan archaea. Kelompok eubakteria meliputi hampir seluruh jenis bakteri. Kelompok archaea, sangat mirip dengan bakteri dan berkembangbiak di lingkungan yang ekstrim seperti sumber air panas yang bersifat asam atau air yang mengandung kadar garam yang sangat tinggi. Genom prokariot terdiri dari kromosom tunggal yang melingkar, tanpa organisasi DNA. DNA pada prokariot tidak terorganisasi ke dalam nukleus sejati yang dikelilingi oleh selubung nuklear atau nuclear envelope. Disamping itu, sel prokariot tidak memiliki mitokondria dan kloroplas namun, punya struktur yang berfungsi sama yaitu mesosom dan kromatofor.

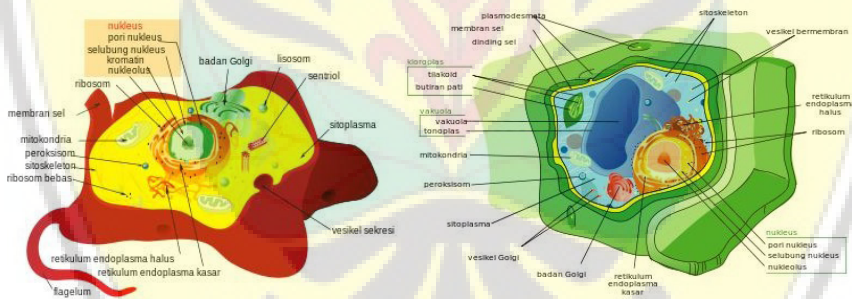


Sumber: *Biology, Campbell*

Gambar 1.4 Struktur sel prokariot pada bakteri *E.coli*

Sumber: Karp, Gerald 2010

Struktur Sel Prokariotik (tidak memiliki membran inti). Mempunyai membran plasma, nukleoid (berupa DNA & RNA), dan sitoplasma yang mengandung ribosom. Tidak memiliki endomembran (membran dalam inti sel): tidak memiliki mitokondria dan kloroplas, tetapi punya struktur yang berfungsi sama yaitu mesosom dan kromatofor. Contohnya adalah bakteri dan ganggang hijau-biru atau cyanobacteria.

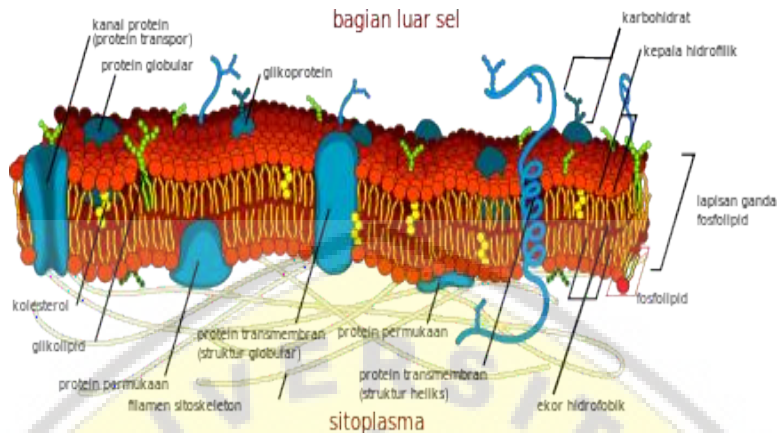


Gambar. 1.5 Sel Eukariotik pada sel hewan dan sel tumbuhan

Sumber: Karp, Gerald 2010

Jaringan protein serat sitoskeleton mempertahankan bentuk sel dan mengendalikan pergerakan struktur di dalam sel eukariota. Sentriol, yang hanya ditemukan pada sel hewan di dekat nukleus, juga terbuat dari sitoskeleton. Dinding sel yang kaku, terbuat dari selulosa dan polimer lain, mengelilingi sel tumbuhan dan membuatnya kuat dan tegar. Fungi juga memiliki dinding sel, namun komposisinya berbeda dari dinding sel bakteri maupun tumbuhan. Di antara dinding sel tumbuhan yang bersebelahan terdapat saluran yang disebut plasmodesmata.

1.3.1 Membran

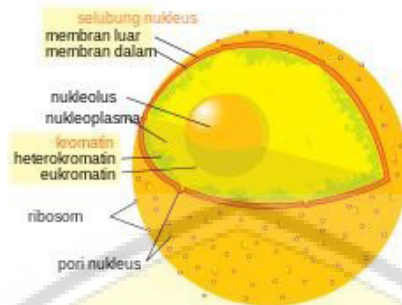


Gambar 1.6 Membran sel

Sumber: Markijar.com

Membran sel yang membatasi sel disebut sebagai membran plasma dan berfungsi sebagai rintangan selektif yang memungkinkan aliran oksigen, nutrisi, dan limbah yang cukup untuk melayani seluruh volume sel. Membran sel juga berperan dalam sintesis ATP, pensinyalan sel, dan adhesi sel. Membran sel berupa lapisan sangat tipis yang terbentuk dari molekul lipid dan protein. Membran sel bersifat dinamik dan kebanyakan molekulnya dapat bergerak di sepanjang bidang membran. Molekul lipid membran tersusun dalam dua lapis dengan tebal sekitar 5 nm yang menjadi penghalang bagi kebanyakan molekul hidrofilik. Molekul-molekul protein yang menembus lapisan ganda lipid tersebut berperan dalam hampir semua fungsi lain membran, misalnya mengangkut molekul tertentu melewati membran. Ada pula protein yang menjadi pengait struktural ke sel lain, atau menjadi reseptor yang mendeteksi dan menyalurkan sinyal kimiawi dalam lingkungan sel. Diperkirakan bahwa sekitar 30% protein yang dapat disintesis sel hewan merupakan protein membran (Albert, 2008:622 dan Karp, 2010:125)

1.3.2 Nukleus



Gambar 1.7 Nukleus dan bagian-bagiannya.

Sumber: Temukan-pengertian.com

Nukleus mengandung sebagian besar gen yang mengendalikan sel eukariota (sebagian lain gen terletak di dalam mitokondria dan kloroplas). Dengan diameter rata-rata 5 μm , organel ini umumnya adalah organel yang paling mencolok dalam sel eukariota. Kebanyakan sel memiliki satu nukleus, namun ada pula yang memiliki banyak nukleus, contohnya sel otot rangka, dan ada pula yang tidak memiliki nukleus, contohnya sel darah merah matang yang kehilangan nukleusnya saat berkembang.

Selubung nukleus melingkupi nukleus dan memisahkan isinya (yang disebut *nukleoplasma*) dari sitoplasma. Selubung ini terdiri dari dua membran yang masing-masing merupakan lapisan ganda lipid dengan protein terkait. Membran luar dan dalam selubung nukleus dipisahkan oleh ruangan sekitar 20–40 nm. Selubung nukleus memiliki sejumlah pori yang berdiameter sekitar 100 nm dan pada bibir setiap pori, kedua membran selubung nukleus menyatu. Di dalam nukleus, DNA terorganisasi bersama dengan protein menjadi kromatin. Sewaktu sel siap untuk membelah, kromatin kusut yang berbentuk benang akan menggulung, menjadi cukup tebal untuk dibedakan melalui mikroskop sebagai struktur terpisah yang disebut kromosom.

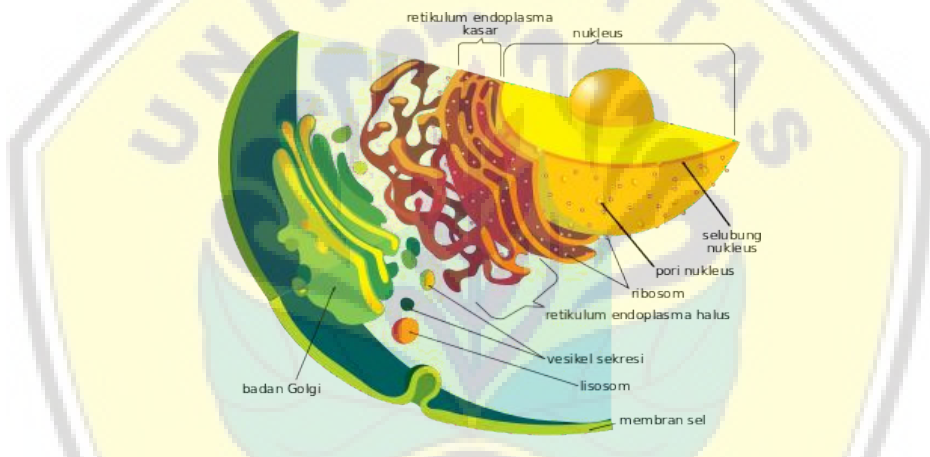
Nukleus mengendalikan sintesis protein di dalam sitoplasma dengan cara mengirim molekul pembawa pesan berupa RNA, yaitu mRNA, yang disintesis berdasarkan “pesan” gen pada DNA. RNA ini lalu dikeluarkan ke

sitoplasma melalui pori nukleus dan melekat pada ribosom, tempat pesan genetik N tersebut diterjemahkan menjadi urutan asam amino protein yang disintesis.

1.4.3. Ribosom

Ribosom merupakan tempat sel membuat protein. Sel dengan laju sintesis protein yang tinggi memiliki banyak sekali ribosom, contohnya sel hati manusia yang memiliki beberapa juta ribosom. Ribosom sendiri tersusun atas berbagai jenis protein dan sejumlah molekul RNA.

a. Sistem endomembran



Gambar 1.8 Sistem endomembran sel.

Sumber: Temukan-pengertian.com

Berbagai membran dalam sel eukariota merupakan bagian dari sistem endomembran. Membran ini dihubungkan melalui sambungan fisik langsung atau melalui transfer antarsegmen membran dalam bentuk vesikel (gelembung yang dibungkus membran) kecil. Sistem endomembran mencakup selubung nukleus, retikulum endoplasma, badan Golgi, lisosom, berbagai jenis vakuola, dan membran plasma. Sistem ini memiliki berbagai fungsi, termasuk sintesis dan modifikasi protein serta transpor protein ke membran dan organel atau ke luar sel, sintesis lipid, dan penetralan beberapa jenis racun.

b. Retikulum endoplasma

Retikulum endoplasma merupakan perluasan selubung nukleus yang terdiri dari jaringan (*reticulum* = 'jaring kecil') saluran bermembran dan vesikel yang saling terhubung. Terdapat dua bentuk retikulum endoplasma, yaitu retikulum endoplasma kasar dan retikulum endoplasma halus. Retikulum endoplasma kasar disebut demikian karena permukaannya ditempeli banyak ribosom.

Retikulum endoplasma halus tidak memiliki ribosom pada permukaannya. Retikulum endoplasma halus berfungsi, misalnya, dalam sintesis lipid komponen membran sel. Dalam jenis sel tertentu, misalnya sel hati, membran retikulum endoplasma halus mengandung enzim yang mengubah obat-obatan, racun, dan produk sampingan beracun dari metabolisme sel menjadi senyawa-senyawa yang kurang beracun atau lebih mudah dikeluarkan tubuh.

c. Badan Golgi

Badan Golgi (dinamai menurut nama penemunya, Camillo Golgi) tersusun atas setumpuk kantong pipih dari membran yang disebut *sisterna*. Biasanya terdapat tiga sampai delapan sisterna, tetapi ada sejumlah organisme yang memiliki badan Golgi dengan puluhan sisterna. Jumlah dan ukuran badan Golgi bergantung pada jenis sel dan aktivitas metabolismenya. Sel yang aktif melakukan sekresi protein dapat memiliki ratusan badan Golgi. Organel ini biasanya terletak di antara retikulum endoplasma dan membran plasma.

d. Lisosom

Lisosom pada sel hewan merupakan vesikel yang memuat lebih dari 30 jenis enzim hidrolitik untuk menguraikan berbagai molekul kompleks. Sel menggunakan kembali subunit molekul yang sudah diuraikan lisosom itu. Bergantung pada zat yang diuraikannya, lisosom dapat memiliki berbagai ukuran dan bentuk. Organel ini dibentuk sebagai vesikel yang melepaskan diri dari badan Golgi.

e. Vakuola

Kebanyakan fungsi lisosom sel hewan dilakukan oleh vakuola pada sel tumbuhan. Membran vakuola, yang merupakan bagian dari sistem endomembran, disebut *tonoplas*. Vakuola berasal dari kata bahasa Latin *vacuolum* yang berarti 'kosong' dan dinamai demikian karena organel ini tidak memiliki struktur internal. Umumnya vakuola lebih besar daripada vesikel, dan kadang kala terbentuk dari gabungan banyak vesikel.

Vakuola memiliki banyak fungsi lain dan juga dapat ditemukan pada sel hewan dan protista uniseluler. Kebanyakan protozoa memiliki vakuola makanan, yang bergabung dengan lisosom agar makanan di dalamnya dapat dicerna. Beberapa jenis protozoa juga memiliki vakuola kontraktil, yang mengeluarkan kelebihan air dari sel.

f. Mitokondria

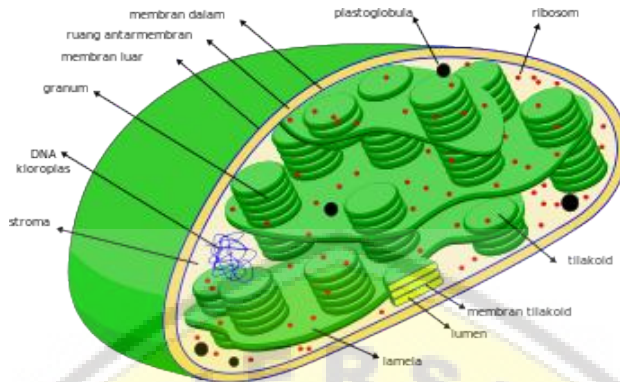


Gambar 1.9.mitokondria.

Sumber: greenlightwireless.com

Organel ini memiliki dua macam membran, yaitu membran luar dan membran dalam, yang dipisahkan oleh ruang antarmembran. Luas permukaan membran dalam lebih besar daripada membran luar karena memiliki lipatan-lipatan, atau *krista*, yang menyembul ke dalam *matriks*, atau ruang dalam mitokondria.

g. Kloroplas



Gambar 1.10 Gambaran umum kloroplas

Sumber: kompasiana.com

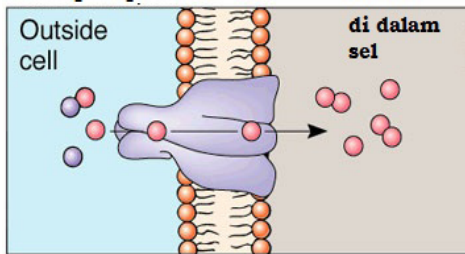
Kloroplas merupakan salah satu jenis organel yang disebut plastid pada tumbuhan dan alga. Kloroplas mengandung klorofil, pigmen hijau yang menangkap energi cahaya untuk fotosintesis, yaitu serangkaian reaksi yang mengubah energi cahaya menjadi energi kimiawi yang disimpan dalam molekul karbohidrat dan senyawa organik lain.

Leucoplasts adalah plastida yang hadir dalam banyak jaringan epidermal dan internal yang tidak menjadi hijau dan fotosintesis. Mereka lebih sedikit besar dari proplastids. Bentuk umum leucoplast adalah amyloplast (Gambar 1), yang menumpuk pati polisakarida dalam jaringan penyimpanan sebagai sumber gula untuk penggunaan di masa depan. Pada beberapa tanaman, seperti kentang, Dinding sel tumbuhan

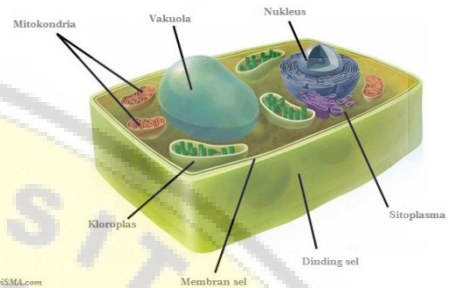
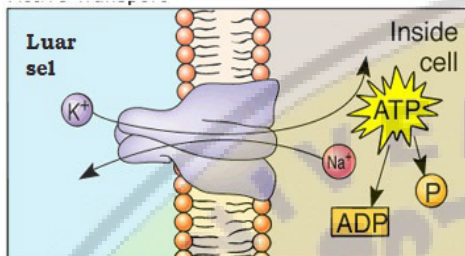
g. Dinding sel

Pada tumbuhan merupakan matriks ekstraseluler yang menyelubungi tiap sel tumbuhan. Dinding ini tersusun atas serabut selulosa yang tertanam dalam polisakarida lain serta protein dan berukuran jauh lebih tebal daripada membran plasma, yaitu $0,1 \mu\text{m}$ hingga beberapa mikrometer. Dinding sel melindungi sel tumbuhan, mempertahankan bentuknya, dan mencegah pengisapan air secara berlebihan.

Transport pasif



Transport aktif



Gambar 1.11 Dinding sel pada Tumbuhan

Sumber: gambarsiana.com

1.5 Transpor Melalui Membran

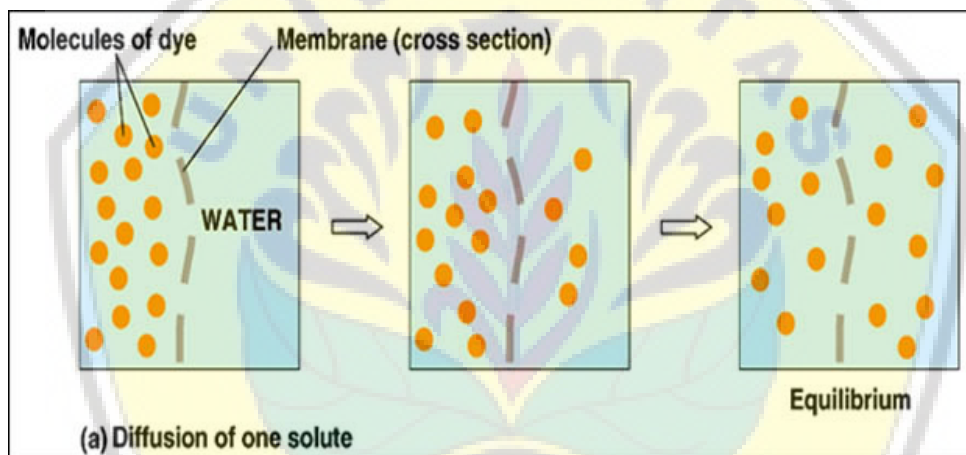
Berbagai macam organel atau benda-benda hidup sel yang terdapat di dalam sitoplasma memiliki membran yang strukturnya sama dengan struktur membran plasma. Membran-membran tersebut selalu dilalui oleh berbagai macam bahan molekul hasil suatu proses metabolisme sel maupun sisanya. Ada berbagai cara perpindahan molekul antara lain dengan cara difusi, osmosis, atau transpor aktif.

Cara difusi dan cara osmosis tidak membutuhkan energi, sedangkan cara transpor aktif membutuhkan energi. Adakalanya suatu partikel tidak dapat berdifusi karena terhalang oleh membran yang impermeabel (tidak dapat ditembus). Namun, jika pada membran itu terdapat faktor pembantu, misalnya enzim yang menyebabkan terbukanya saluran pada protein integral, partikel tersebut dapat berdifusi tanpa melibatkan energi, peristiwa ini disebut difusi terbantu atau berfasilitas seperti yang tampak pada Gambar 1.12 di atas. Sebagian partikel diangkut melintasi membran dengan cara transpor aktif, yaitu dengan melibatkan sejumlah energi

untuk pemindahan partikel dari larutan yang konsentrasinya lebih rendah (hipotonis). Transpor aktif juga dilakukan jika membran memiliki tingkat permeabilitas yang sangat rendah terhadap partikel tertentu.

1). Difusi

Di dalam sel, zat-zat yang memiliki berat molekul rendah dapat berdifusi melalui membran. Selama proses difusi ini zat yang terlarut dapat berpindah dari larutan berkonsentrasi tinggi ke larutan berkonsentrasi rendah. Perpindahan zat ini terus terjadi sehingga tercapai keadaan setimbang, pada saat keadaan setimbang konsentrasi kedua larutan sama besar.

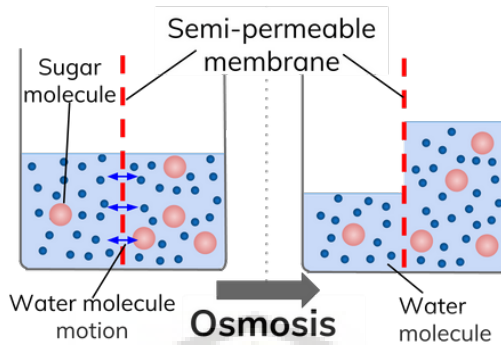


Sumber: e-biologi.com

Gambar.1.13 Proses difusi

2). Osmosis

Membran sel membatasi isi sel dengan lingkungan sekitarnya, namun demikian berbagai zat terlarut harus dapat keluar masuk sel untuk melangsungkan metabolisme sel. Proses osmosis adalah perpindahan pelarut suatu zat melalui membran selektif permeabel. Selektif permeabel artinya tidak semua molekul dapat melalui membran tersebut. Hanya molekul-molekul tertentu yang leluasa keluar masuk membran tersebut.



Sumber: seneca.com

Gambar.1.14 proses osmosis

3). Transpor Aktif

Adakalanya suatu partikel tidak dapat berdifusi karena terhalang oleh membran yang impermeabel (tidak dapat ditembus). Namun, jika pada membran itu terdapat faktor pembantu, misalnya enzim yang menyebabkan terbukanya saluran pada protein integral, partikel tersebut dapat berdifusi tanpa melibatkan energi. Peristiwa ini disebut difusi terbantu/berfasilitas. Sebagian partikel diangkut melintasi membran dengan cara transpor aktif, yaitu dengan melibatkan sejumlah energi untuk pemindahan partikel dari larutan yang konsentrasinya lebih rendah (hipotonis). Transpor aktif juga dilakukan jika membran memiliki tingkat permeabilitas yang sangat rendah terhadap partikel tertentu. Terdapat dua bentuk endositosis, yaitu fagositosis dan pinositosis. Fagositosis berasal dari kata fago, artinya makan karena menunjukkan seolah-olah sel sedang makan. Pinositosis berasal dari kata pinos, artinya minum karena seolah-olah menunjukkan sel sedang minum. Fagositosis dan pinositosis merupakan cara lain agar suatu zat dapat keluar masuk sel tanpa menembus membran plasma.

Pada proses fagositosis terjadi tonjolan sitoplasma yang disebut pseudopodia menyelubungi suatu zat padat di luar sel. Pada suatu zat tersebut akan terbentuk membran yang terlepas dari membran plasma membentuk suatu kantong, disebut fagositik vakuola. Berbeda dengan fagositosis, pada proses pinositosis tidak terbentuk tonjolan

protoplasma, tetapi cairan seolah-olah tertarik oleh membran, kemudian membran melakukan invaginasi (melekuk ke bawah). Selanjutnya terlepas dari membran sel sehingga terbentuk satu vakuola. Zat yang terlibat dalam proses pinositosis biasanya berupa zat cair. Peristiwa fagositosis, misalnya terjadi pada sel darah putih terhadap bakteri atau penghancuran eritrosit tua dalam hati, limpa, dan sumsum merah oleh sel-sel retikuloendotelial. Pinositosis umumnya terjadi pada sel leukosit, sel ginjal, epitelium usus, makrofag hati, dan sel akar tumbuhan.



Gambar.1.14.proses fagositosis

Pada eksositosis mirip dengan endositosis tetapi berlawanan arahnya. Eksositosis terjadi apabila vakuola di dalam sitoplasma berfusi dengan membran plasma, kemudian isinya dikeluarkan ke cairan ekstraseluler. Beberapa hasil metabolisme seperti asam amino atau glukosa akan melintasi membran, masuk ke dalam sitosol. Apabila terdapat sisa-sisa lain yang tidak dapat dicerna maka akan dikeluarkan dari sel melalui proses eksositosis.

RANGKUMAN

1. Sel adalah kumpulan materi paling sederhana yang dapat hidup dan merupakan unit penyusun semua makhluk hidup.

Berikut ini catatan mengenai sejarah penemuan sel:

1. Tahun 1665, Robert Hooke menemukan sel mati dari gabus kulit batang quercus suber yang tinggal dinding selnya saja, tersusun seperti rumah lebah. Ruang-ruang kecil tanpa isi sel itu disebut kemudian disebut sel.

Komponen Kimia Sel

1. Karbohidrat
2. Lemak
3. Protein
4. Asam Nukleat

Organel yang membangun sel

1. Dinding sel
2. Sitoplasma
3. Nucleus
4. Retikulum endoplasma
5. Ribosom
6. sitoplasma
7. Badan pighi
8. Badan golgi
9. Mitokonderia
10. Vakuola

Transport membrane terjadi ua sahap

1. terjadi secara difusi
2. osmosis
1. Jaringan sekumpulan dari banyak sel menjadi satu kesatuan sesiau fungsinya masing-masing
2. Terdapat jaringan tumbuhan dan jarinag hewan
3. pada jaringan hewan terdapat jringan:

- 1). Jaringan meristem
- 2). permanen
- 3). Jaringan gabus
4. pada hewan terdapat jaringan:
 - 1). Jaringan epitel
 - 2). Jaringan otot
 - 3). Jaringan tulang
 - 4). Jaringan saraf

SOAL LATIHAN

1. Bagaimana peranan ribosom dan retikulum endoplasma dalam sintesis protein? Jelaskan!
2. Jelaskan definisi sel menurut kalian
3. Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang membran sel
4. Mengapa sel begitu penting untuk diteliti? Jelaskan!
5. Terdiri dari apa sajakah sel makhluk hidup itu? Jelaskan!
6. Apa fungsi khusus sitoplasma? Jelaskan!
7. Bagaimana karakteristik yang membedakan sel hewan dan sel tumbuhan?
8. Bagaimana caranya mengamati sel dengan menggunakan mikroskop cahaya biasa? Jelaskan!
9. Jelaskan apakah perbedaan transport aktif dengan transport pasif?
10. Berikan contoh peristiwa difusi

DAFTAR PUSTAKA

- Adrianov and Malakhov. 1994. The phylogeny and classification of the phylum Cephalorhyncha. *Zoosystematica Rossica*, 3(2): 181–201.
- Al – Moussalli, S. 2019. *linkedin*. Parts of the Brain and Their Functions: <https://www.linkedin.com/pulse/parts-brain-functions-samaa-moussalli>.
- Albert, B., Bray, D., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K, and Watson, J.D., 1989. *Molecular Biology of the Cell 2nd*. Garland Publ., Inc. New York.
- Albert B, Bray D, Lewis J, Raff M, Roberts K., 1991. *Molecular Biology of the Cell*. London.
- Alberts, dkk. 2008. *Molecular Biology of The Cell Fifth Edition*. Garland Science Taylor & Francis Group: The United State of America.
- Allan, Richard, Tracey Greenwood, and Lyn Sheherd. 2005. *Senior Biology 1 2005: Student Resource and Activity Manual*. Fourth Edition. Hamilton: Biozone International Ltd.
- Alters, B and Alters S. (2005). *Teaching Biology in Higher Education*. New York: John Wiley and Sons.
- Antonio, T., dkk. 2011. First records of Gastrotricha from South Africa, with description of a new species of Halichaetonotus (Chaetonotida, Chaetonotidae). *ZooKeys* 142: 1–13.
- Ashton, Beryl G. (1969). *Genes, Chromosomes and Evolution*. New York: Houghton Mifflin Company. Anonim. *ekologi laporan makro fauna tanah*. Tersedia di: <http://www.scribd.com/doc/88386382/Ekologi-Laporan-Makrofauna-Tanah>.

- Bogaert, S., Boone, C., Negro, g., Van Witteloostuijn, A. 2016. Organizational Form Emergence: A meta-analysis of the ecological theory of legitimation. *Journal of Management*, 42, 1344 – 1373.
- Boone, C., Brouwer, A., Jacobs, J., dan Van Witteloostuijn, A. 2011. Religious pluralism and organizational diversity: An empirical test in the city of Zwolle, the Netherlands, 1851-1914. *Sociology of Religion*, 73, 150-173.
- BSCS. (2006). *Biology, A Molecular Approach*. Ninth edition. New York: McGraw Hill.
- Campbell, N.A., J.B. Reece, L.G. Mitchell. 2000. *Biologi*. Edisi 8. Penerbit Erlangga; Jakarta.
- Campbell, N.A., Reece, J.B., & Mitchell, L.G. (2002). *Biologi*. Jilid 1. Edisi Kelima. Alih Bahasa: Wasmen. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Campbell, dkk. 2009. *Biology Eighth Edition*. Pearson Benjamin Cummings: San Francisco.
- Campbell, N. A., Williamson, B., & Heyden, R. J. (2006). *Biology: exploring*.
- Campbell, N.A., Jane B.R., Lawrence G.M. (2003). *Biologi*. Edisi Kelima, Jakarta: Erlangga.
- Cardoso, S. 2002. *Brain and Mind*. Parts of the Nerve Cell and Their Functions: https://lecerveau.mcgill.ca/flash/capsules/articles_pdf/nerve_cells_function.pdf
- Carroll, G.R dan Hannon, M.T. 2015. Organizational ecology. In J. D Wright (Eds), *International encyclopedia of the social and behavioral sciences* (2nd ed., pp. 358 – 363). New York . NY: Elsevier.
- Caryn C. Vaughn. 2016 *Ecosystem Services Provided by Freshwater Mussels*. Springer International Publishing Switzerland 2017.
- Cavalier-Smith. 1998. A Revised six-kingdom system of life.
- Chudler, E. 2019. *Neuroscience For Kids*. Types of Neurons (Nerve Cells): <https://faculty.washington.edu/chudler/cells.html>.
- Comas, J. (1957). *Manual of Physical Anthropology*. Springfield: Charles C Thomas.
- Dafny, N. 2015. *Neuroscience Online an Electronic Textbook for The Neurosciences*. Chapter 3: Anatomy of the Spinal Cord: <https://nba>.

uth.tmc.edu/neuroscience/m/s2/chapter03.html.

- Darwin, Charles. (2007). Penerjemah: Tim UNAS. *The origin of Species – Asal-usul Spesies*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Duellman, William E and Trueb, Linda. 1994. *Biology of Amphibians*. London: The John Hopkins University Press.
- Dolores, G., dkk 1998. Cuticular Structures and Epidermal Glands of *Echinoderes cantabricus* and *E. hispanicus* (Kinorhyncha, Cyclorhagida) With Special Reference to Their Taxonomic Value. *Journal of Morphology*. 246:161–178.
- Elfiah, Ulfa Dr. 2002. *Sistema Circulatori*. Jember: PSPD Unej.
- Endang Sri Lestari, Idun Kistinnah. (2009). *Biologi 2*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Etty Indriati. (2009). *Warisan Budaya dan Manusia Purba Indonesia “Sangiran”*. Yogyakarta: P T Citra Aji Parama.
- Futuyma, Douglas J. (2005). *Evolution*. Massachusetts, USA: Sinauer Associates, Inc Publisher.
- Fried, H.G., and George, J.H. 2006. *Schaum's Outlines of Theory and Problems of Biology. 2nd.ed. Mc Graw –Hill Companies*. New York
- Ganong, wiliamm F. 1999. *Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: Buku Kedokteran EGC.
- Gerard J. Tortora and Bryan Derrickson. 2009. *Principles of Anatomy And Physiology 12th edition*. Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Gilbert, J. 2004. *BiologyMad*. Synapses: <http://www.biologymad.com/NervousSystem/synapses.htm#top>.
- Gibbs. 1981. *The Chloroplast Endoplasmic Reticulum: Structure, Function, and Evolutionary Significance*.
- Guiry, M.D. & Guiry, G.M. 2016. *Algae Base*. National University of Ireland: World-wide electronic publication.
- Guiry, M.D.; Guiry, G.M. 2008. “Glaucophyta”. *AlgaeBase*. National University of Ireland, Galway: World-wide electronic publication.
- Guyton. *Fisiologi Tubuh Manusia* Jilid 1. Jakarta: Binarupa Aksara

- Guyton. 1995. *Fisiologi Manusia Dan Mekanisme Penyakit*. Jakarta: EGC
- Goodenough, J. McGuire, B. (2012). *Biology of Humans, Concept, Application and Issue*. Fourth Edition. San Francisco: Benjamin Cummings.
- Hardin, Jeff; Bertoni, Gregory; Kleinsmith, Lewis, J. 2012. *BECKER'S World of the Cell Eighth Edition*. St. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings.
- Hickman Jr, C. R. 2008. *Integrated Principles of Zoology. Fourteenth Edition*. New York: McGraw – Hill Companies, Inc.
- Hildebrand, Milton. 2001. *Analysis of Vertebrate Structure*. London: John Wiley & Sons, Incorporated
- <http://bacterial-meningitis.weebly.com/uploads/9/4/7/5/9475299/7188812.png?908>
- <http://biologisistemsaraf.blogspot.com/2016/02/gerak-refleks.html>
- http://medcell.med.yale.edu/histology/nervous_system_lab.php
- <http://www.brainfacts.org/brain-anatomy-and-function/anatomy/2015/myelin#>
- <https://biologimediacentre.com/sistem-koordinasi-saraf-1/>
- <https://blog.cognifit.com/neuron-structure-cell-body/>
- <https://courses.lumenlearning.com/boundless-psychology/chapter/structure-and-function-of-the-brain/>
- https://www.myshepherdconnection.org/docs/brain1_DOC.jpg
- <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK21535/figure/A6110/?report=objectonly>
- https://www.proprofs.com/flashcards/story.php?title=brain-flash-cards_1
- <https://www.stanfordchildrens.org/content-public/topic/images/01/168601.gif>
- <https://www.strokeeducation.info/brain/brainstem/cranialnerves/index.htm>
- <http://forumbiologifromxia9.blogspot.com/2008/09/jaringan-tumbuhan-sulistyo 35.html>
- <http://robi-biologi.blogspot.com/2015/05/glikolisis.html>
- <http://robi-biologi.blogspot.com/2015/05/transpor-elektron.html>
- <https://www.edubio.info/2015/05/reaksi-terang-dalam-fotosintesis.html>

- https://biologisel.com/index.php?page=tampil&materi_id=3
- <https://docplayer.info/59940129-Bab-ii-kajian-pustaka.html>
- <https://dosenbiologi.com/tumbuhan/sistem-transportasi-pada-tumbuhan>
- <https://sel.co.id/ccontoh-reaksi-katabolisme-respirasi-aerob-dan-anaerob/#>
- <http://belajarterusbologi.blogspot.com/2011/03/fakta-fakta-evolusi-evolusi.html>
- <https://biologimediacentre.com/perkembangan-baru-teori-asal-usul-kehidupan/>
- <https://www.brilio.net/news/ajak-11-anak-keliling-100-dunia-aksi-gen-halilintar-bikin-ngiri-kesebelasan-gen-halilintar-150420z.html#>
- <https://www.cpuik.id/homologi-alat-alat-tubuh-berbagai-makhluk-hidup.html>
- <http://de-fairest.blogspot.com/2016/12/teori-evolusi-darwin-teori-seleksi-alam.html>
- <https://docplayer.info/162888-Asal-mula-asal-kehidupan-di-bumi.html>
- <https://docplayer.info/39453075-Bab-7-evolusi-sma-labschool-jakarta.html>
- <https://www.edubio.info/2015/02/bukti-bukti-teori-evolusi.html>
- <https://saintif.com/buku-catatan/>
- <https://www.biologijk.com/2017/05/teori-asal-usul-kehidupan.html>
- <http://www.genetics.org/content/194/4/793>
- <https://www.kompasiana.com/mirsyan2/5bf99cb06ddcae7640656132/penggunaan-mikroorganisme-di-bidang-kefarmasian?page=all>
- <https://www.majordifferences.com/2013/09/difference-between-lamarckism-vs-neo.html#.XMCF0EhS90s>
- https://www.researchgate.net/figure/FIGURA-21-Georges-Cuvier-1769-1832_fig29_322851140
- <http://rikoyatra.blogspot.com/2014/10/ilmu-pengetahuan-terus-berkembang.html>

- <https://www.sciencephoto.com/media/717890/view/sir-charles-lyell-british-geologist>
- <https://www.thoughtco.com/about-james-hutton-1224844>
- <https://www.zendalibros.com/aristoteles-el-que-sabia-de-todo/>
- Institute, Q. B. 2018. *What is a neuron?* The University Of Queensland Australia: <https://qbi.uq.edu.au/brain/brain-anatomy/what-neuron>.
- Isnaeni, Wiwi. 2006. *Fisiologi Hewan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jackson, C., Susan Clayden, Adrian Reyes-Prieto. 2015. Te Glaucophyta: the blue-green plants in a nutshell. *Acta Soc Bot Pol* 84(2):149–165.
- James L, dkk. 2014. *Buku Ajar Berwarna Histologi*. Saunders Elsevier. Singapura.
- Janusch, J.B. (1973). *Physical Anthropology, A Perspective*. New York: John Willey & Sons. Inc.
- Johnson, M. 2012. *Human Biology: Concepts and Current Issues Sixth Edition*. United States of America: Pearson Education, Inc.
- Karp, Gerald. 2010. *Cell and Molecular Biology Concepts and Experiments 6th edition*. United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
- Karsono. 2000. *Struktur Anatomi Tubuh Manusia*. Bandung: Sarana Panca Karya Nusa.
- Kirkwood, C. 2015. *Myelin: An Overview*. BrainFacts.org: <http://www.brainfacts.org/brain-anatomy-an-function/anatomy/2015/myelin#>
- Kimball, J. (1983). *Biologi Edisi 1*. Jakarta: Erlangga.
- Kuncoro, Eko Budi. 2004. *Akuarium Laut*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kristensen, RM. 2002. An Introduction to Loricifera, Cycliophora, and Micrognathozoa. *Integr Comp Biol*. 42 (3): 641–51.
- Langman, Sadler T.W. 2009. *Embriologi kedokteran Edisi 10*. Jakarta: EGC.
- Lasker, G.W. (1976). *Physical Anthropology*. 2nd Edit., New York: Holt, Rinehart Winston, Inc.
- Lawson, Anton E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. California: Wadsworth Publishing Company.
- Lewin, R. (1993). *Human Evolution*. New York: Blackwell Scientific Publications.

- Lodish, H. B. 2000. *Molecular Cell Biology, 4th edition*. New York: W. H. Freeman.
- Mader, S. S. and Windelspecht, M. (2011). *Human Biology*. Twelept Edition. New York: The McGrawHill Company.
- Mader, S. (2004). *Understanding Human Anatomy and Physiology*. Fifth Edition. New York: The McGrawHill Company.
- Marshall, A. J and Williams, W. D. 2000. *Textbook of Zoology: Volume I: Invertebrates*. London: The Macmillan Press Ltd.
- Martini, F. H. Nath, J. L. Bartholomew, E. F. (2012) *Fundamental Anatomy Physiology*. Ninth Edition. Boston: Benjamin Cummings.
- McCaffrey, P. 2014. *The Neuroscience on the Web Series*. Chapter 3. The Meninges and Cerebrospinal Fluid: <https://www.csuchico.edu/~pmccaffrey/syllabi/CMSD%20320/362unit3.html>
- Michael, dkk. 2013. Global Diversity of the Placozoa. *PLoS ONE* 8 (4).
- Muttaqin, Arif. 2017. *Asuhan Keperawatan Klien dengan Gangguan Sistem Pernapasan*. Jakarta: Salemba Medika.
- Neil A. Campbell & Jane B. Reece. 2008. *Biologi edisi kedelapan*. Jakarta; Erlangga.
- Nurhadi dan Yanti, Febri. 2018. *Buku Ajar Taksonomi Invertebrata*. Yogyakarta: Deepublish Publisher.
- Omar, dkk. 2014. Acanthocephalans from fishes and amphibians in Vietnam, with descriptions of five new species. *Parasite* (21) 53.
- Pearce, Evelyn C. 2012. *Anatomi dan Fisiologi untuk Paramedis*. Jakarta: PT Gramedia.
- Permana, A. D. dkk. 2004. *Olimpade Biologi Indonesia*. Jakarta: Erlangga.
- urnomo, Sudjino, Trijoko, Suwarno Hadisusanto. (2009). *Biologi*. Jakarta: Departemen Pendidikan Nasional.
- Pratiwi, D. A., Bambang S., 2006. *Biologi SMA Jilid 3*. Jakarta: Erlangga.
- Raven, Johnson, Mason, Losos, Singer. (2017). *Biology Eleventh Edition*. New York: WBC/McGraw-Hill Companies,.
- Rifai, Mien A. 2002. *Kamus Biologi*. Cetakan Kedua. Jakarta: PT Balai Pustaka.
- Robson, M. D dan A. G. Morgan. 1980. *Biology Today*. London: Macmillan

Education Ltd.

- Rogers, K. 2011. *The Brain and The Nervous System*. New York: Britannica Educational Publishing.
- Rohen, Johannes W, Drecoll, Elke Lutjen. 2003. *Embriologi Fungsional, Perkembangan Sistem Fungsi Organ Manusia. Edisi 2*. Jakarta: EGC.
- Round. 1971. The Taxonomy of The Chlorophyta. I. *Br. phycol. J.* (1971) 6 (2) 235-264.
- Ruggiero ,MA, et al. 2015. A Higher Level Classification of All Living Organisms. *PLoS ONE* 10(4).
- Rutland, Jonathan. 2000. *Dunia Tumbuhan: Cetakan keenam*. Jakarta: PT Widyadara
- Saladin, K. (2009). *Anatomy and Physiology: The Unity of Form, and Function* 5th Edition. New York: McGraw Hill Company.
- Schokraie, E., dkk. 2012. Comparative proteome analysis of *Milnesium tardigradum* in early embryonic state versus adults in active and anhydrobiotic state. *PLoS ONE* 7(9).
- SCS. (2002). *Biology, an Ecological Approach*. Ninth Edition. Iowa: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Seeley, R.R. Stephent, T.D. Tate P. (2007). *Anatomy and Physiology*. Eight Edition. Boston: McGraw Hill Company.
- Setiadi. (2007). *Anatomi dan Fisiologi Manusia Edisi 1*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia: dari sel ke sistem*. Jakarta: EGC
- Silva, Lily. 2008. *Eka-Citta bersatu dalam dharma*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Sloane. (2004). *Anatomi dan Fisiologi pemula*. Jakarta: EGC.
- Smith, Ella Thea. 1959. *Exploring Biology*. New York: Harcourt, Brace & World, Inc.
- Soenardirahardjo, Bambang P., Widjiati, Mafruchati, Maslichah, Luqman, Muhammad. 2011. *Buku Ajar Embriologi*. Surabaya: Pusat Penerbitan dan Percetakan Universitas Airlangga.

- Soepomo. 1978. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: UGM Press.
- Soderstrom, L., Hagborg A., Konrat M. & al. 2015. World checklist of hornworts and liverworts. *PhytoKeys* 59: 1–828
- Stanley, E. G. (2009). *Anatomy & Physiology with Integrated Guide*. Boston: McGraw Hill Education.
- Starr, Cecie and Ralph Taggart. 2004. *Biology The Unity and Diversity of Life*. USA: Thomson.
- Storer and Usinger. 1957. *General Zoology*. New York: McGraw Hill Book Company, Inc.
- Sufyan, Asep. 2011. *Biologi Reproduksi*. Bandung: Refika Adiatama.
- Suntoro, Susilo Handari, dkk. 1993. *Anatomi dan Fisiologi Hewan*. Proyek Penataran Guru Setara D III, Dirjen Dikdasmen, Depdikbud. Jakarta.
- Suryo, 2005. *Genetika Manusia*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Syaifuddin, Drs. 2006. *Anatomi fisiologi Keperawatan*. Jakarta: Buku Kedokteran ECG.
- Syaifuddin, 2010. *Anggota Tubuh Manusia beserta Fungsinya*. Jakarta: Cempaka.
- Tate, P. 2009. *Seeley's Principles of Anatomy & Physiology*. New York: McGraw-Hil.
- Tjitrosoepomo, Gembong. 2009. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta; Gajah Mada University Press.
- Tortora, G.J., Derrickson, B., 2012. The Cardiovascular System: Blood Vessels and Hemodynamics. In: Roesch, B., et al., eds. *Principles of Anatomy and Physiology*. 13th ed. USA: John Wiley & Sons, 817.
- Waluyo, J. 1987. *Anatomi Manusia*. Jember: FKIP Unej.
- Weier, T. E. et al. 1982. *Botany: An Introduction to Plant Biology*. Fifth Edition. Canada: John Wiley & Sons, Inc.
- Whitten, Tony. 2002. *Indonesia Heritage: Margasatwa (terjemahan)*. Jakarta: Buku Antar-Bangsa.
- Whittier, L. 2015. *Open Oregon State -Open Textbooks Sites*. Structure and Function of the Nervous System: <http://library.open.oregonstate>.

edu/aandp/chapter/12-1-structure-and-function-of-the-nervous-system/.

Widodo, dkk. 2003. *Bahan ajar Evolusi*. Malang: DIKTI.

Williams, Gareth. 1996. *Biology for You*. London: Stanley Thornes Ltd.

Wilkin, D. d. 2012. CK -12. Peripheral Nervous System: <https://www.ck12.org/biology/peripheral-nervous-system/lesson/Peripheral-Nervous-System-BIO/>

Winchester, A.M. 1958. *Genetics: A Survey of The Principles of Heredity*. Massachussets. The Riberside Press.

Yuwono, T., 2005, *Biologi Molekular*. Erlangga, Jakarta.

Zhang Z.-Q. 2011. Animal biodiversity: An outline of higher-level classification and survey of taxonomic richness. *Zootaxa* 3148: 1–237.

