

BIOLOGI DASAR MANUSIA DAN BIOLOGI PERKEMBANGAN

Buku ini merupakan pedoman pembelajaran bagi mahasiswa S1 Ilmu Keperawatan, S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat dan DIII Kebidanan, serta D IV Kebidanan, staf pengajar yang bertindak sebagai narasumber dan fasilitator. Di dalam buku ini, akan dibahas tentang konsep-konsep dasar Biologi dan Perkembangan Biologi yang berhubungan dengan Ilmu Kesehatan yang lainnya. Buku ini menjelaskan tentang :

- Bab 1 : Biologi Perkembangan
- Bab 2 : Mengetahui Sel
- Bab 3 : Transkripsi Pada Prokariotik
- Bab 4 : Transkripsi Pada Eukariotik
- Bab 5 : Struktur Sel
- Bab 6 : Kromosom dan Pembelahan Sel
- Bab 7 : Mengetahui Mikroskop
- Bab 8 : Biologi Modern
- Bab 9 : Mengetahui Mikrobiologi
- Bab 10 : Mengetahui Imunisasi
- Bab 11 : Pembuatan Produksi Steril
- Bab 12 : Mengetahui Sterilisasi
- Bab 13 : Mengetahui Immunologi
- Bab 14 : Mengetahui Biologi Molekuler
- Bab 16 : Aplikasi Biologi Molekuler dalam bidang kesehatan



Dr. Yuly Peristiwati., S.Kep Ns.,M.Kes. Lahir di Kediri tanggal 6 Juli 1976. Sampai saat ini menjadi Staf Pengajar Program Studi Ilmu Keperawatan di STIKES Surya Mitra Husada. Menyelesaikan DIII Keperawatan di Akademi Keperawatan Darul 'Ulum Jombang pada tahun 1998. Menyelesaikan S1 Program Studi Ilmu Keperawatan di Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga pada tahun 1999 sampai 2002, S2 Program Magister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya pada tahun 2007 sampai 2009 dan, S3 Program Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya tahun 2016



Dr. Nurwijayanti., SPd., M.Kes, lahir di Kabupaten Ngawi tanggal 04 januari 1976. Jenjang pendidikan dasar ia tempuh di SDN Karangtengah V dan di SLTP Negeri 1 Ngawi. Adapun jenjang Pendidikan menengahnya di SMANegeri 1 Kab Ngawi. Kemudian, ia melanjutkan kuliah di Universitas Negeri Malang mengambil Jurusan Pendidikan Biologi Setelah wisuda, pada bulan desember 2003 lulus dari program magister di Universitas Airlangga mengambil program studi ilmu kesehatan masyarakat peminatang izi masyarakat

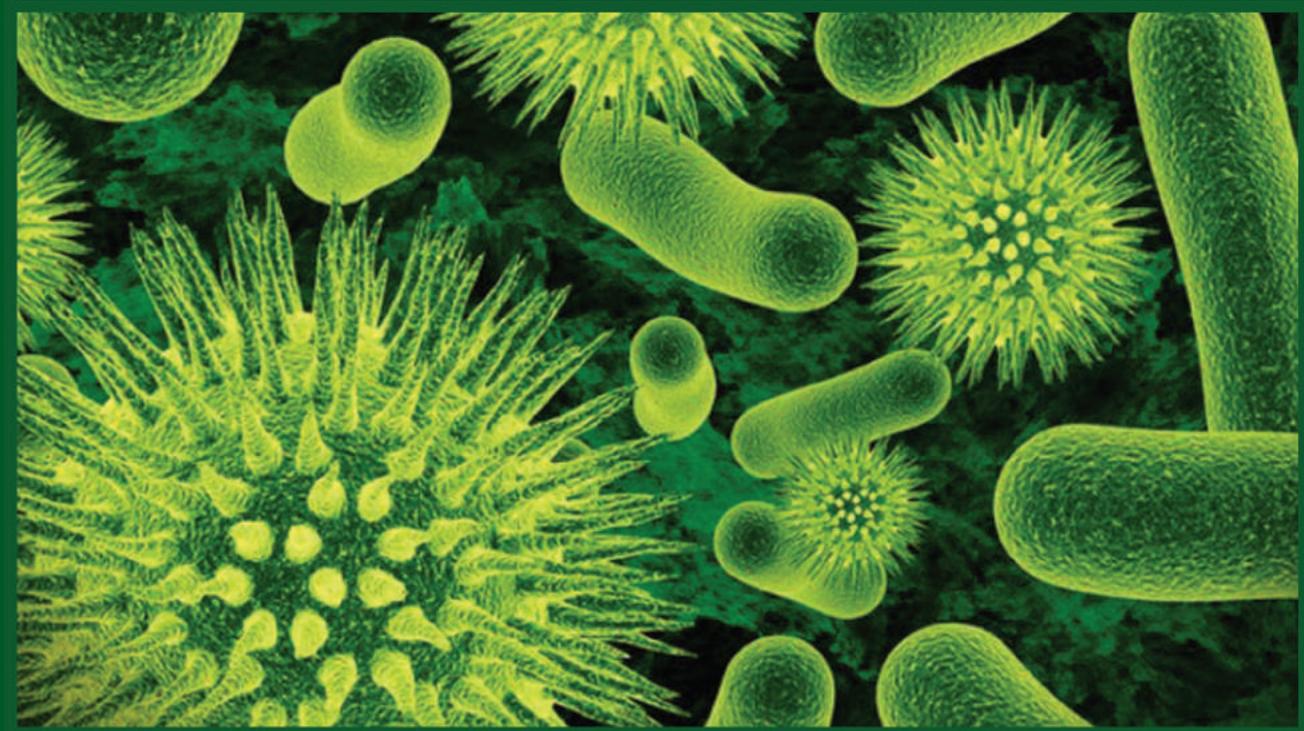
Dan tahun 2004 bergabung menjadi dosen tetap di STIKES Surya Mitra Husada Kediri pada program studi kesehatan masyarakat. Pada tahun 2012 mengambil program doctor di Universitas Brawijaya dan lulu tahun 2016. Dan pada saat ini aktif sebagai dosen di pasca sarjana kesehatan masyarakat dan aktif menjalankan TRIDHARMA Perguruan Tinggi.



Yuly Peristiwati
Nurwijayanti



BIOLOGI DASAR MANUSIA DAN BIOLOGI PERKEMBANGAN



BIOLOGI DASAR MANUSIA DAN BIOLOGI PERKEMBANGAN

Dr. Yuly Peristiwati., S.Kep Ns.,M.Kes
Dr. Nurwijayanti., SPd., M.Kes,



BIOLOGI DASAR MANUSIA DAN BIOLOGI PERKEMBANGAN

Dr. Yuly Peristiwati., S.Kep Ns.,M.Kes
Dr. Nurwijayanti.,SPd., M.Kes

BIOLOGI DASAR MANUSIA DAN BIOLOGI PERKEMBANGAN

Dr. Yuly Peristiowati., S.Kep Ns.,M.Kes

Dr. Nurwijayanti.,SPd., M.Kes



Edisi Asli

Hak Cipta © 2018, pada penulis

Griya Kebonagung 2, Blok I2, No. 14

Kebonagung, Sukodono, Sidoarjo

Telp. : 0812-3250-3457

Website : www.indomediapustaka.com

E-mail : indomediapustaka.sby@gmail.com

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari Penulis.

UNDANG-UNDANG NOMOR 19 TAHUN 2002 TENTANG HAK CIPTA

1. Barang siapa dengan sengaja dan tanpa hak mengumumkan atau memperbanyak suatu ciptaan atau memberi izin untuk itu, dipidana dengan pidana penjara paling lama 7 (**tujuh**) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp 5.000.000.000,00 (lima miliar rupiah)**.
2. Barang siapa dengan sengaja menyiarkan, memamerkan, mengedarkan, atau menjual kepada umum suatu ciptaan atau barang hasil pelanggaran Hak Cipta atau Hak Terkait sebagaimana dimaksud pada ayat (1), dipidana dengan pidana penjara paling lama 5 (**lima**) tahun dan/atau denda paling banyak **Rp 500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah)**.

Peristiowati, Yuly

Nurwijayanti

Biologi Dasar Manusia dan Biologi Perkembangan/Yuly Peristiowati,

Nurwijayanti

Edisi Pertama

—Sidoarjo: Indomedia Pustaka, 2018

Anggota IKAPI No. 195/JTI/2018

1 jil., 17 × 24 cm, 188 hal.

ISBN: 978-602-6417-70-1

1. Kesehatan

I. Judul

2. Biologi Dasar Manusia dan Biologi Perkembangan

II. Yuly Peristiowati, Nurwijayanti

Kata Pengantar

Puji syukur kepada Allah SWT, karena atas perkenan Nya Buku Biologi Dasar Manusia dan Biologi Perkembangan untuk S1 Ilmu Kedokteran, S1 Ilmu Keperawatan, S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat dan DIII Kebidanan, serta D IV Kebidanan, dan Bidang Kesehatan Umumnya ini dapat diselesaikan sesuai pada waktunya. Buku ini merupakan pedoman pembelajaran bagi mahasiswa S1 Ilmu Keperawatan, S1 Ilmu Kesehatan Masyarakat dan DIII Kebidanan, serta D IV Kebidanan, staf pengajar yang bertindak sebagai narasumber dan fasilitator. Di dalam buku ini, akan dibahas tentang konsep-konsep dasar Biologi dan Perkembangan Biologi yang berhubungan dengan Ilmu Kesehatan yang lainnya. Kami menyadari bahwa belum dapat memenuhi seluruh kebutuhan akan informasi dalam bidang Perkembangan Biologi Modern, tetapi kami berharap buku ini dapat bermanfaat bagi para pembacanya. Terutama di bidang Ilmu Kesehatan. Strategi pembelajaran antara lain adalah dengan Pemberian Kuliah dan print out materi kuliah yang telah diberikan, memberi kuiz atau pre test sebelum dan sesudah perkuliahan, penugasan, Diskusi, membuat Summary atau ringkasan dari bahan kuliah yang telah diberikan, serta bila telah 3 sampai 4 kali pertemuan Mahasiswa diberi tugas membuat Makalah Kelompok dan Makalah Personal, mengenai Materi Kuliah yang telah diberikan, ditambah Jurnal dan Literatur lain, membuat powerpoint untuk di persentasikan, kemudian diadakan diskusi diantara mereka, dosen sebagai penengah, bila mahasiswa sudah tidak bisa menemukan jawaban, maka Dosen yang memberikan

jawaban yang paling tepat. Akhir kata kami menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah mendukung kami, dan kepada Yth. Para Penulis yang bukunya kami gunakan sebagai Bahan Referensi, sehingga karya tulis kami dapat terwujud dalam bentuk buku Biologi Dasar Manusia dan Biologi Perkembangan.

Semoga buku ini bermanfaat bagi Mahasiswa, Staf Pengajar serta seluruh komponen terkait dalam proses Pendidikan, Mahasiswa Ilmu Kesehatan : Keperawatan, Kesehatan Masyarakat, DIII, DIV Kebidanan, serta seluruh Masyarakat yang berkecimpung di Bidang Kesehatan.

Kediri, Mei, 2018

Penulis

Daftar Isi

Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	v
Bab 1 Biologi Perkembangan	1
1.1. Pengertian Biologi.....	1
1.2. Mekanisme Perkembangan Biologi	2
1.3. Konsep Perkembangan Biologi.....	2
1.4. Biologi Sistem Perkembangan	3
Bab 2 Mengenal Sel.....	5
2.1. Sel.....	5
2.2. Organisme Multi Seluler.....	6
2.3. Sel Prokariotik dan Eukariotik.....	7
2.4. Mengenal Jaringan	15
Bab 3 Transkripsi Pada Prokariotik.....	29
3.1. Transkripsi (Genetik)	29
3.2. Kelompok Organisme	31
3.3. Struktur RNA.....	32

Bab 4	Transkripsi Pada Eukariotik	43
	4.1. Transkripsi.....	43
	4.2. Komponen yang Terlibat Transkripsi.....	43
	4.3. Mekanisme Transkripsi Eukariotik.....	44
	4.4. Produk Hasil Transkripsi.....	50
	4.5. Pemrosesan Pasca Transkripsi.....	51
	4.6. Pemotongan dan Penyambungan RNA.....	51
Bab 5	Struktur Sel.....	53
	5.1. Bagian Struktur Sel.....	53
	5.2. Struktur Membran Sel.....	66
Bab 6	Kromosom dan Pembelahan Sel.....	69
	6.1. Definisi Kromosom.....	69
	6.2. Sel Dalam Biologi Molekuler	71
	6.3. Biakan Jaringan	71
Bab 7	Mengenal Mikroskope.....	75
	7.1. Mengenal Awal Mikroskop.....	75
	7.2. Sejarah Mikroskop	76
	7.3. Penggunaan Mikroskop.....	81
	7.4. Jenis Mikroskop.....	81
	7.5. Teknik Pewarnaan	83
	7.6. Pemeriksaan Spesimen.....	83
Bab 8	Biologi Modern	85
	8.1. Pengertian Biologi Modern.....	85
	8.2. Dasar Biologi Modern.....	86
	8.3. Hubungan Struktur dan Fungsi	89
	8.4. Konsep Reaksi Kimia	89
	8.5. Reaksi Kimia dalam Biologi Modern.....	92
Bab 9	Mengenal Mikrobiologi.....	95
	9.1. Pengertian Mikrobiologi	95
	9.2. Mikrobiologi Modern.....	96
	9.3. Sejarah Perkembangan Mikrobiologi	97

Bab 10	Mengenal Imunisasi.....	105
	10.1. Konsep Imunisasi.....	105
	10.2. Jenis Imunisasi.....	106
BAB 11	Pembuatan Produksi Steril	109
	11.1. Definisi Produk Steril	109
	11.2. Syarat produksi Steril.....	110
	11.3. Pembuatan Produk Steril.....	110
BAB 12	Mengenal Sterilisasi	115
	12.1. Protap dan SOP Sterilisasi alat	115
	12.2. Pencucian dan Pembilasan	116
	12.3. Desinfeksi Tingkat Tinggi	118
	12.4. Pengenal Sterilisasi.....	123
	12.5. Jenis Sterilisasi	124
	12.6. Cara Sterilisasi	124
BAB 13	Mengenal Immunologi	133
	13.1. Definisi Immunologi.....	133
	13.2. Pengertian Immunologi.....	134
	13.2. Antigen.....	136
	13.3. Innate Immunity.....	137
	13.4. Adaptive Immunity.....	137
	13.5. Sejarah Immunologi.....	137
	13.6. Pengertian Sistem Imun	138
BAB 14	Mengenal Biologi Molekuler.....	149
	14.1. Pengertian Dasar Biologi Molekuler.....	149
	14.2. Biomolekul	154
	14.3. Bentuk senyawa Molekuler.....	154
	14.4. Fungsi Biomolekul	155
	14.5. Enzym.....	155
	14.6. Asam Nukleat.....	156
	14.7. Struktur Asam Nukleat.....	157
	14.8. Pengertian Biologi Molekuler	160

BAB 15 Aplikasi Biologi Molekuler dalam bidang kesehatan	161
15.1. Pengertian	161
15.2. Tehnik Biologi Molekuler	162
15.3. Fungsi Biologi Molekuler	164
Daftar Pustaka	167
Glosarium	171
Curriculum Vitae	173
Indeks	179



BAB 1 PERKEMBANGAN BIOLOGI

1.1 Pengertian Biologi perkembangan

Adalah proses pertumbuhan dan perkembangan organisme. Biologi perkembangan Modern mempelajari control genetic pertumbuhan sel, diferensiasi sel dan morfogenesis, yang merupakan proses yang menimbulkan jaringan, organ dan anatomi. Embriologi merupakan subbidang, studi organisme antara tahap 1 sel (umumnya, zigot) dan akhir tahap embrio, yang tak perlu awal kehidupan bebas. Embriologi awalnya merupakan ilmu yang lebih deskriptif sampai abad ke-20. Embriologi dan biologi pengembangan kini menghadapi bermacam-macam langkah yang diperlukan untuk pembentukan badan organisme hidup yang benar dan sempurna. Penemuan biologi perkembangan dapat membantu memahami malafungsi perkembangan seperti aberasi kromosom, sebagai contoh, Down syndrome. Pengertian spesialisasi sel selama embriogenesis dapat melindungi informasi pada bagaimana mengkhususkan sel batang pada jaringan dan organ yang spesifik, yang dapat menimbulkan kloning spesifik organ untuk tujuan medis. Proses penting secara biologis lainnya yang terjadi selama perkembangan ialah apoptosis - "bunuh diri" sel. Untuk alasan ini, banyak model pengembangan digunakan untuk menguraikan fisiologi dan dasar molekuler proses seluler ini.

1.2 Mekanisme perkembangan molekul

Selam paruh kedua abad ke-21 macam-macam molekul yang terlibat dalam perkembangan embrio diidentifikasi. Faktor turunan merupakan regulator kunci dari yang gen ditampakkan dalam sel. Kontrol turunan dalam bermacam-macam tipe sel yang berbeda membuat setiap tipe sel (epitel, otot, neuron, dsb) menunjukkan jumlah berbeda dari protein yang mungkin. Faktor turunan diatur oleh jalan kecil transduksi sinyal yang menyampaikan sinyal dari luar sel ke nukleus sel. Jalan kecil transduksi sinyal sering melibatkan reseptor, enzim, dll seperti protein kinase. 1 kelas gen kunci yang secara berbeda diatur oleh faktor turunan dalam macam-macam sel yang berbeda ialah gen untuk protein adhesi sel. Protein adhesi sel di antara pengatur morfogenesis kunci.

1.3 Konsep-konsep dalam biologi perkembangan

Allantois, amnion, blastosis, blastomer, blastula, blastulasi, korion, kepompong, pembelahan, ektoderm, embrio, embriogenesis, embriogeni, embriologi, endoderm, membran ekstra-embrio, fetus (atau janin), gastrula, gastrulasi, lapisan kuman, plasma kuman, pengecambahan, induksi, juvenil, larva, efek keibuan, mesoderm, metamorfosis, genom, morfogenesis, morula, neoteni, perkebnagan saraf, nimfe, ontogeni, oosperma, ovisme, paedogenesis, pangenesis, filogeni, primordium, pupa, permulaan, bibit, teratologi, zigot.

1.3.1 Organisme model pengembangan

Yang sering menggunakan organisme model dalam biologi perkembangan termasuk berikut ini:

- Chordata
 - o *Cephalochordata* *Branchiostoma lanceolatum*
 - o Ikan zebra *Danio rerio*
 - o Katak *Xenopus laevis*
 - o Ayam *Gallus gallus*
 - o Tikus *Mus musculus* (embriogenesis mamalia)
- Invertebrata
 - o *Sea urchin*
 - o *Caenorhabditis elegans*
 - o Lalat buah *Drosophila melanogaster* (embriogenesis *Drosophila*)

- Tanaman (Embriogenesis tanaman)
 - o *Arabidopsis thaliana*
 - o Jagung
 - o *Antirrhinum*

1.4 Biologi sistem perkembangan

Simulasi pengembangan multisel komputer ialah metodologi riset untuk memahami fungsi proses yang sangat kompleks yang dilibatkan dalam perkembangan organisme. Ini termasuk simulasi sinyal, interaksi multisel, dan jaringan genom reguler sel dalam pengembangan struktur dan proses multisel. *Genom minimal* untuk organisme multiseluler minimal dapat meratakan jalan untuk memahami proses kompleks seperti itu *in vivo*.

Ilmu biologi modern sangat luas, dan eklektik, serta terdiri dari berbagai macam cabang, dan subdisiplin. Namun, meskipun lingkupnya luas, terdapat beberapa konsep umum yang mengatur semua penelitian, sehingga menyatukannya dalam satu bidang. Biologi umumnya mengakui sel sebagai satuan dasar kehidupan, gen sebagai satuan dasar pewarisan, dan evolusi sebagai mekanisme yang mendorong terciptanya spesies baru. Selain itu, organisme diyakini bertahan dengan mengonsumsi, dan mengubah energi serta dengan meregulasi keadaan dalamnya agar tetap stabil, dan vital. Subdisiplin biologi didefinisikan berdasarkan skala organisme yang dipelajari, jenis organisme yang dipelajari, dan metode yang digunakan untuk mempelajarinya antara lain:

- a. Biokimia mempelajari kimia kehidupan.
- b. Biologi molekuler terkait dengan interaksi antar molekul biologis.
- c. Botani mempelajari biologi tumbuhan
- d. Biologi seluler meneliti satuan dasar semua kehidupan, yaitu sel
- e. Fisiologi mempelajari fungsi fisik, dan kimia jaringan organ, dan sistem organ suatu organisme
- f. Biologi evolusioner meneliti proses yang menghasilkan keanekaragaman hayati; dan ekologi mempelajari interaksi antara organisme dengan lingkungannya.

Pada zaman dahulu kala, terutama zaman Yunani, orang lebih banyak mempelajari filsafat. Dari filsafat ini, selanjutnya berkembang adanya filsafat alam dan filsafat moral. Filsafat alam mempunyai turunan ilmu-ilmu alam (*the natural sciences*), sedangkan filsafat moral berkembang menjadi ilmu-ilmu sosial (*the social sciences*). Nah, ilmu-ilmu alam ini dibagi lagi menjadi dua bagian, yakni ilmu abiotik/non hayati (*the physical science*) dan ilmu hayat (*the biological science*). Ilmu hayat inilah yang biasa disebut dengan nama biologi. Biologi dimaksudkan sebagai ilmu yang mempelajari makhluk

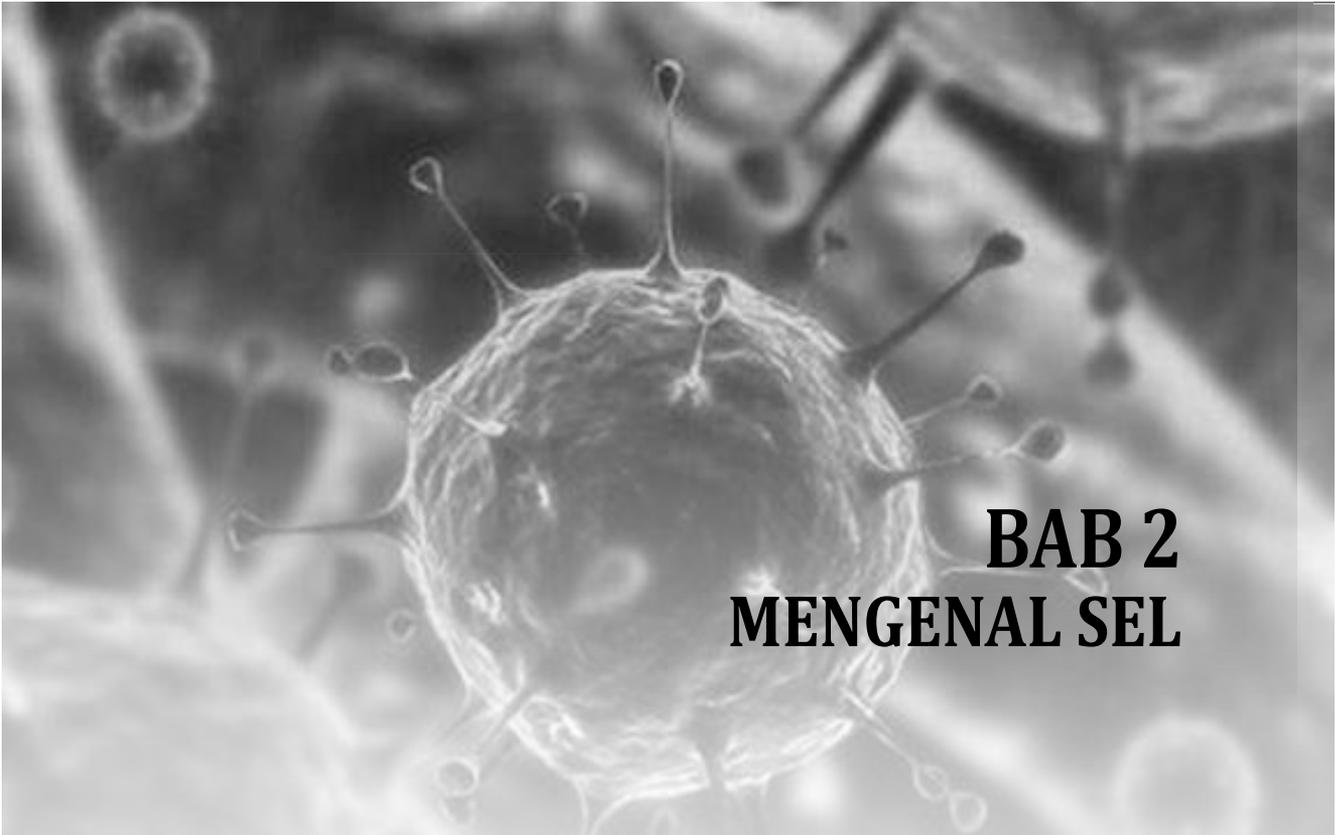
hidup. Hal ini sesuai, dengan asal kata biologi dari bahasa Yunani, yakni bios yang berarti 'hidup' dan logos yang berarti 'ilmu'. Biologi terus berkembang seiring penelitian dan penemuan-penemuan baru. Terkait dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, contohnya adalah perkembangan mikroskop. Ketika mikroskop pertama kali ditemukan, kemampuannya untuk melihat objek-objek mikroskopis masih sangat terbatas. Kemudian berkembang mikroskop seperti yang umum kita gunakan saat ini yang disebut sebagai mikroskop cahaya karena sumber sinarnya adalah cahaya.

Setelah itu, berkembang pula mikroskop elektron, yaitu mikroskop yang sumber sinarnya adalah elektron, sehingga pengamatan dengan mikroskop ini dapat dilakukan dengan lebih detail dibandingkan dengan mikroskop cahaya. Dengan dukungan teknologi lain, kajian biologi pun mengalami perkembangan, sehingga muncullah penemuan-penemuan baru seperti dalam biologi molekuler, dan bioteknologi.

Akibat perkembangan teknologi yang semakin pesat, saat ini biologi sudah merambah pada hal-hal yang dulunya tidak mungkin dilakukan. Biologi akan selalu berkembang sesuai dengan perkembangan kehidupan manusia dan teknologi. Berbagai cabang biologi mengkhususkan diri pada setiap kelompok organisme, seperti botani (ilmu tentang tumbuhan), zoologi (ilmu tentang hewan), dan mikrobiologi (ilmu tentang jasad renik). Perbedaan-perbedaan dan pengelompokan berdasarkan ciri-ciri fisik kelompok organisme dipelajari dalam sistematika, yang di dalamnya mencakup pula taksonomi dan paleobiologi. Berbagai aspek kehidupan dikaji pula dalam biologi. Ciri-ciri fisik bagian tubuh dipelajari dalam anatomi dan morfologi, sementara fungsinya dipelajari dalam fisiologi. Perilaku hewan dipelajari dalam etologi. Perkembangan ciri fisik makhluk hidup dalam kurun waktu panjang dipelajari dalam evolusi, sedangkan pertumbuhan dan perkembangan dalam siklus kehidupan dipelajari dalam biologi perkembangan. Interaksi antarsesama makhluk dan dengan alam sekitar mereka dipelajari dalam ekologi; Mekanisme pewarisan sifat yang berguna dalam upaya menjaga kelangsungan hidup suatu jenis makhluk hidup dipelajari dalam genetika.

Saat ini bahkan berkembang aspek biologi yang mengkaji kemungkinan berevolusinya makhluk hidup pada masa yang akan datang, juga kemungkinan adanya makhluk hidup di planet-planet selain bumi, yaitu astrobiologi. Sementara itu, perkembangan teknologi memungkinkan pengkajian pada tingkat molekul penyusun organisme melalui biologi molekuler serta biokimia, yang banyak didukung oleh perkembangan teknik komputasi melalui bidang bioinformatika.

Ilmu biologi banyak berkembang pada abad ke-19, dengan ilmuwan menemukan bahwa organisme memiliki karakteristik pokok. Biologi kini merupakan subyek pelajaran sekolah dan Universitas di seluruh dunia, dengan lebih dari jutaan orang ingin mengetahui lebih jauh tentang Biologi dan Kehidupan.



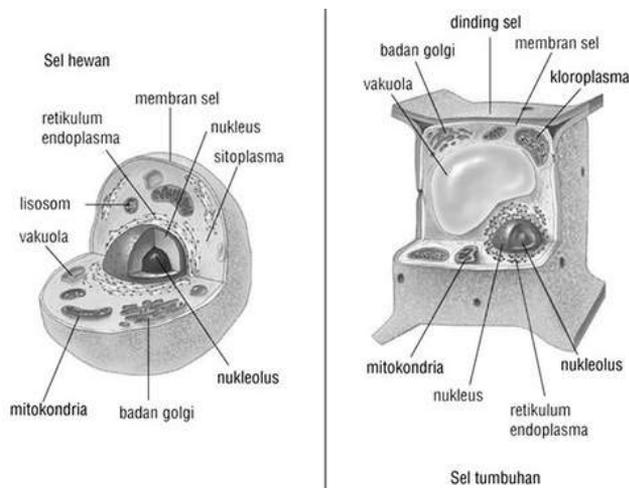
BAB 2 MENGENAL SEL

2.1. SEL

Pengertian Sel adalah unit struktural dan fungsional terkecil penyusun *Mahluk Hidup*. Definisi tentang pengertian sel tersebut mungkin sedikit sukar untuk dipahami, oleh karena itu definisi Sel dapat kita sederhanakan. Sel adalah bagian yang terkecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang. Jenis Sel terdiri dari Uni Seluler dan Multiseluler.

Uni seluler contohnya sel Prokariota, dan contoh sel Multiseluler adalah Eukariota. Sel hanya dapat dilihat dengan Mikroskop. Sel akan berkembang menjadi Jaringan, dan jaringan akan berkembang menjadi Organ, organ akan berkembang menjadi organ organ dan menjadi Organel. Organ organ sel tubuh manusia yang multiseluler terdiri dari Organ Mata, organ hidung, organ thorak, organ abdomen. Organ disebut pula dengan traktus, terdiri dari traktus repirasi, traktus digestivus, traktus genitalis, traktus uroretralis.

Sel adalah satuan terkecil penyusun *Mahluk Hidup*. Tubuh kita (manusia) terdiri dari beribu-ribu atau bahkan berjuta sel-sel, begitu pula dengan Tumbuhan dan Hewan. *Gambar sel hewan dan tumbuhan* dapat dilihat dibawah ini:



Gambar.2.10. sel hewan dan sel tumbuhan.
 Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>

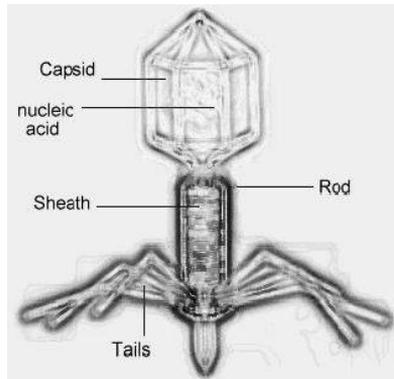
Menurut *Campbell* *Sel* berasal dari kata “*cella*” yang berarti ruangan berukuran kecil. Maka sel merupakan unit (kesatuan zahra) terkecil organisasi yang menjadi dasar kehidupan dalam arti *biologi*. Semua fungsi kehidupan diatur dan berlangsung di dalam sel, karena itulah sel dapat berfungsi secara autonomy asalkan kebutuhan hidupnya terpenuhi.

2.2. Organime Multiseluler dan Organime Uniseluler

Organisme (Mahluk Hidup) yang terdiri dari banyak sel disebut Multiseluler, contohnya adalah Manusia, Hewan dan Tumbuhan. Sedangkan Organisme yang hanya memiliki satu sel saja disebut Uniseluler, contohnya adalah bakteri dan ganggang. Jadi Dapat disimpulkan bahwa Organisme Multiseluler adalah organisme yang tubuhnya terdiri dari banyak sel sedangkan Organisme Uniseluler adalah organisme yang hanya memiliki satu sel saja sebagai penyusun tubuhnya.

Perbedaan organisme multiseluler dan organesme uniseluler selain dari jumlah sel penyusun tubuhnya adalah Organime Multiseluler biasanya memiliki tubuh yang besar dan dapat dilihat oleh mata tanpa menggunakan alat bantu, sedangkan Organisme Uniseluler biasanya berukuran Mikroskopis dan harus menggunakan Mikroskop untuk melihatnya.

Apakah virus mempunyai sel?



Gambar.2.11. struktur virus
Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>

Apakah virus mempunyai sel? Jawabannya tentu tidak, karena virus adalah aseluler. Aseluler adalah tidak memiliki sel, hal ini lah yang menyebabkan perdebatan tentang masuknya Virus ke dalam mahluk hidup atau tidak. Karena Virus adalah organisme Aseluler, lalu bagaimanakah cara virus hidup dan berkembang biak? Pada dasarnya Virus tidak bisa bereproduksi sendiri karena tidak mempunyai sel dan Virus tidak bisa hidup tanpa sel inangnya. Karena tidak dapat hidup tanpa sel inang, virus juga tidak dapat berkembang biak tanpa sel inang. Kondisi virus tanpa sel inang sering disebut fase pasif atau beku.

2.3. Sel Prokariotik dan Eukariotik

Pada dasarnya sel terbagi menjadi dua jenis, yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. **Sel prokariotik**, merupakan tipe sel yang tidak memiliki sistem endomembran sehingga sel tipe ini memiliki materi inti yang tidak dibatasi oleh sistem membran, tidak memiliki organel yang dibatasi oleh sistem membran. Sel eukariotik memiliki organel yang dibatasi oleh sistem membran yang sering disebut sebagai membran inti.

2.1.1. Organella Sel:

Tabel 2.1 Organella – organella Sel

No.	Nama Organel	Fungsi bagi Sel
1	Nucleus	<ul style="list-style-type: none">• Mengorganisasikan gen saat terjadi pembelahan sel• Memproduksi mRNA untuk mengkodekan protein• Sebagai tempat sintesis ribosom• Tempat terjadinya replikasi dan transkripsi dari DNA• Mengatur kapan dan dimana ekspresi gen harus dimulai, dijalankan dan diakhiri
2	Nukleolus	<ul style="list-style-type: none">• Mensintesis berbagai macam molekul RNA yang digunakan dalam perakitan ribosom• Digunakan untuk sintesis protein
3	Ribosom	<ul style="list-style-type: none">• Tempat sintesis protein dari asam amino
4	Reticulum Endoplasma	<ul style="list-style-type: none">• Tempat perlekatan ribosom• Memperkaya senyawa protein hasil sintesis ribosom yang melekat di permukaan membrannya• Transport zat dalam sel menghubungkan nucleus dengan ruang sel
5	Mitokondria	<ul style="list-style-type: none">• Penghasil energy karena terlibat dalam proses respirasi sel• Pembangkit tenaga
6	Lisosom	<ul style="list-style-type: none">• Organ pencernaan intraseluler
7	Sentrosom/ Sentirol	<ul style="list-style-type: none">• Memegang peranan penting dalam pembelahan sel
8	Badan Golgi	<ul style="list-style-type: none">• Ekskresi sel• Pembentukan dinding sel• Pembentukan lisosom

No.	Nama Oranel	Fungsi bagi Sel
9	Badan Mikro	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai proteksi sel terhadap sifat toksin yang tinggi dari oksigen
10	Sitoskeleton	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan kekuatan mekanik pada sel • Menjaga kerangka sel • Membantu gerakan substansi satu bagian sel ke bagian yang lain
11	Mikrotubulus	<ul style="list-style-type: none"> • Mengarahkan gerakan komponen-komponen sel • Mempertahankan bentuk sel • Membantu pembelahan sel secara mitosis
12	Plastida	<ul style="list-style-type: none"> • Mensintesis lemak, protein dan pati • Menghasilkan warna sel tumbuhan
13	Plasmodesmata	<ul style="list-style-type: none"> • Menjadi pintu masuk keluarnya zat • Meneruskan rangsang dari sel satu ke sel berikutnya
14	Vakuola	<ul style="list-style-type: none"> • Memelihara tekanan osmotik sel • Penyimpanan hasil sintesa berupa glikogen, fenol • Mengadakan sirkulasi zat dalam sel
15	Membran Sel	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai lalu lintas molekul dan ion secara dua arah • Menerima rangsang (pada hewan)
16	Dinding Sel	<ul style="list-style-type: none"> • Sebagai pelindung berbagai komponen di dalam sel • Pemberi bentuk sel • Pemberi sokongan bagi tumbuhan berkayu maupun tidak berkayu

Sumber: (<https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

2.1.2 Struktur sel :

Sel adalah bagian dasar yang menyusun setiap organ makhluk hidup. Struktur sel terdiri dari bagian membran, organel, dan sitoplasma. Struktur sel prokariotik dan eukariotik berbeda. Begitu pula struktur sel tumbuhan dan sel hewan. Struktur tersebut berfungsi untuk menjalankan fungsi sel seperti metabolisme, penyimpanan gen, pembelahan sel, dan sintesis DNA

1. Membran

Membran adalah bagian yang menutupi atau membungkus sel. Terdapat dua jenis membran (penutup luar) sel yaitu membran sel dan dinding sel. Fungsinya sama-sama untuk melindungi sel, membungkus sel, dan mengatur keluar masuknya zat.

a. Membran Sel

Membran sel adalah pemisah antara ekstraseluler (bagian luar sel) dan intraseluler (bagian dalam sel). Fungsi membran sel adalah untuk membatasi sel dan sebagai media keluar masuknya zat ke dalam maupun ke luar sel. Membran sel dimiliki oleh semua sel.

b. Dinding Sel

Dinding sel adalah lapisan kaku dan kuat di luar membran sel yang mengelilingi beberapa jenis sel. Dinding sel merupakan ciri khas dari sel tumbuhan, beberapa jenis bakteri, dan alga. Fungsi dinding sel adalah untuk memberikan kekuatan dan dukungan struktural terhadap stres mekanik dan infeksi. Cairan dalam sel tumbuhan dapat mengembang sehingga menimbulkan tekanan turgor. Tekanan ini jika tidak ada yang menahan, dapat menyebabkan sel tersebut pecah. Maka dari itu, diperlukan dinding sel pada sel tumbuhan.

2. Organel

Organel adalah komponen-komponen yang menyusun sel seperti halnya organ dalam tubuh. Organel ini sangat penting karena berguna untuk mendukung seluruh kegiatan dan fungsi sel.

a. Sitoskeleton

Sitoskeleton adalah kerangka sel. Fungsinya adalah untuk menyokong struktur sel dan organel lain pada sel. Sitoskeleton juga membentuk sentriol. Sitoskeleton terdiri dari mikrofilaran, filamen tengah, dan mikrotubulus. Sitoskeleton dimiliki oleh semua jenis sel.

b. Ribosom

Ribosom adalah organel kecil, padat, dan tidak bermembran namun berperan penting sebagai tempat sintesis protein. Dalam sebuah sel terdapat banyak

ribosom yang tersebar di sitoplasma dan melekat di retikulum endoplasma kasar. Ribosom dimiliki oleh semua jenis sel.

c Retikulum Endoplasma

Retikulum endoplasma atau disingkat RE adalah organel yang berupa kumpulan kantung seperti membran. Retikulum endoplasma hanya ada di sel eukariotik. Terdapat dua jenis RE yaitu RE kasar dan RE halus. RE kasar terdapat banyak ribosom dan menempel dengan inti sel. Sedangkan RE halus tidak memiliki ribosom. Fungsi RE kasar adalah untuk sintesis protein. Fungsi RE halus adalah untuk sintesis lipid, metabolisme karbohidrat, dan detoksifikasi obat-obatan.

d Badan Golgi

Badan golgi atau aparatus golgi adalah organel terikat membran yang berperan dalam sistem ekskresi sel. Bentuknya berupa kantung pipih bertumpuk-tumpuk mulai dari yang besar maupun kecil. Badan golgi dapat ditemukan di hampir semua sel eukariotik.

e Mitokondria

Mitokondria adalah organel yang berperan penting dalam proses respirasi sel. Mitokondria menghasilkan energi ATP yang sangat berguna bagi kelangsungan sel. Salah satu keunikan dari mitokondria adalah memiliki DNA sendiri. Ilmuwan bahkan percaya bahwa mitokondria dahulu pernah hidup bebas. Mitokondria terdapat pada sel eukariotik.

f Lisosom

Lisosom adalah organel berwujud kantong agak bulat yang dikelilingi membran tunggal. Di dalamnya terdapat enzim hidrolitik untuk mengontrol pencernaan intraseluler. Fungsi lisosom adalah untuk mencerna makromolekul seperti polisakarida, lipid, fosfolipid, asam nukleat, dan protein. Lisosom dapat ditemukan di hampir semua sel hewan kecuali sel darah merah.

g Sentriol

Sentriol adalah organel yang berperan penting dalam pembelahan sel melalui proses yang disebut mitosis. Sentriol hanya ditemukan pada sel hewan. Meskipun sel tumbuhan tidak memiliki sentriol, tumbuhan tetap dapat melakukan pembelahan sel.

h. Plastida

Plastida adalah organel yang menghasilkan warna pada sel tumbuhan. Plastida hanya terdapat pada sel tumbuhan. Fungsi plastida sangat penting karena disinilah fotosintesis berlangsung dan menghasilkan energi ATP bagi tumbuhan. Plastida terdiri dari tiga jenis yaitu kloroplas, kromoplas, dan leukoplas.

i. Peroxisom

Peroxisom adalah organel mengandung protein reseptor yang terbungkus oleh membran tunggal yang terbuat dari lipid. Peroxisom dapat ditemukan di hampir setiap sel eukariotik. Fungsi peroksisom adalah untuk menyederhanakan rantai asam lemak yang panjang melalui proses beta oksidasi. Selain itu, peroksisom juga berfungsi mentransfer hidrogen ke oksigen dan menetralkan racun yang dihasilkan oleh proses transfer tersebut.

j. Vakuola

Vakuola adalah organel berupa rongga diselaputi oleh membran (tonoplas) yang berisi cairan seperti air, asam organik, enzim, asam amino, lipid, glukosa, alkaloid, garam mineral, asam, dan basa. Vakuola dapat dijumpai pada hampir semua jenis sel. Hanya saja ukuran vakuola pada sel tumbuhan sangat besar bahkan mendominasi volume sel tumbuhan. Vakuola pada sel hewan berukuran kecil namun jumlahnya lebih dari satu. Fungsi vakuola adalah sebagai tempat penyimpanan.

k. Inti Sel

Inti sel atau nukleus adalah bagian yang menyimpan kode genetik dalam bentuk DNA. Fungsi inti sel adalah untuk mengatur seluruh kegiatan sel dan menyimpan DNA. DNA disimpan di dalam kromosom. Di dalam nukleus terdapat cairan yang disebut nukleoplasma. Inti sel hanya terdapat di dalam sel eukariotik. DNA di dalam sel prokariotik bercampur dengan sitoplasma.

3. Sitoplasma

Sitoplasma adalah cairan yang berada dalam sel dan bagian luar organel sel. Kandungan utamanya adalah air sampai 90%. Fungsi sitoplasma adalah untuk melarutkan berbagai zat kimia dan sebagai tempat berlangsungnya beragam reaksi kimia.

a. Konsep Sel

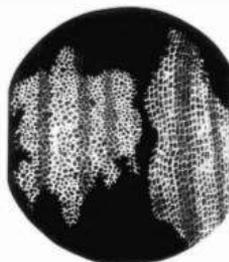
Dapat dikatakan bahwa sel mampu hidup terpisah dari sel lain seperti bakteri yang merupakan organisme uniseluler. Setiap kegiatan yang dilakukan oleh organisme pada dasarnya dapat dilakukan oleh sel.

A. Perkembangan konsep sel

Konsep sel mulai berkembang sejak pertama kali dipelajari oleh Robert Hooke tahun 1665 sampai tahun 1836 oleh Mathias Scheilden dan Theodor Schwann yang menyatakan sel sebagai unit structural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup.

1. Robert Hooke

Robert Hooke adalah orang yang pertama kali mengamati sel pada tahun 1665. Sel yang diamati oleh Robert Hooke berasal dari sayatan tipis gabus melalui mikroskop. Hooke mendapati sayatan tipis gabus tersebut berongga dan bersegi enam seperti yang kamu dapat lihat pada Gambar 1.1. Hooke menamakannya sebagai sel yang artinya adalah ruangan kecil.



Gambar 2.1. Penampang melintang sayatan tipis gabus yang diamati Robert Hooke
(Sumber: <http://dixdoc.blogspot.co.id/2010/12/konsep-sel.html>)

2. Teori terbaru

Teori yang dikemukakan oleh Hooke kemudian dilanjutkan oleh Mathias Scheilden dan Theodor Schwann pada tahun 1836 yang membuktikan bahwa sel bukanlah rongga kosong melainkan berisi protoplasma yang berfungsi mendukung segala aktivitas makhluk hidup. Dari penelitian-penelitian yang mereka lakukan disimpulkan sebuah teori sel yaitu bahwa semua makhluk hidup tersusun atas sel. Teori ini berkembang lagi dengan gagasan baru yaitu setiap sel berasal dari sel lainnya dan sel merupakan unit structural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup. Sekarang mari kita pelajari arti dari sel sebagai unit struktural dan fungsional.

3. Sel sebagai unit structural

Sebagai unit struktural terkecil dari makhluk hidup, sel merupakan bagian yang paling kecil yang dapat berdiri sendiri. Artinya bahwa tidak ada lagi bagian yang lebih kecil dari sel yang dapat dikatakan sebagai unit makhluk

hidup. Oleh karena itu sel merupakan penyusun dasar tubuh makhluk hidup.

4. Sel sebagai unit fungsionalitas dan hereditas

Semua kegiatan makhluk hidup pada dasarnya terjadi pada tingkat sel. Sel melakukan respirasi, transportasi, sintesis, reproduksi, respon, dan masih banyak kegiatan makhluk hidup lainnya. Oleh karena itu sel sebagai unit fungsional terkecil bermakna bahwa semua kegiatan makhluk hidup dilakukan pada tingkat sel. Sebagai unit hereditas bermakna bahwa semua sifat sel dapat diwariskan dari satu generasi ke generasi selanjutnya.

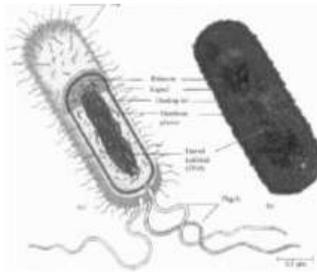
B. Jenis sel

Secara umum sel memiliki dua jenis utama yaitu sel prokariotik dan sel eukariotik. Perhatikanlah kedua gambar di samping. Sel prokariotik gambar 2.2 sebelah atas dan sel eukariotik gambar 2.3 sebelah bawah .

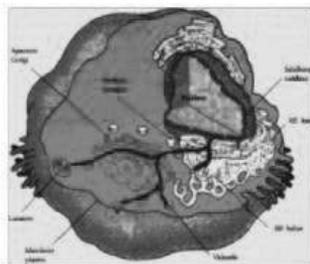
1. Sel prokariotik

Sel prokariotik dicirikan oleh tidak adanya membran inti sedangkan sel eukariotik memiliki membran inti. DNA sel prokariotik berbentuk sirkuler dan juga memiliki DNA sirkuler lain yang disebut plasmid.

Perbedaan apa yang kamu dapat lihat dari kedua gambar tersebut



Gambar 2.2. Sel Prokariotik
(Sumber: <http://dixdoc.blogspot.co.id/2010/12/konsep-sel.html>).



Gambar 2.3. Sel Eukariotik
(Sumber: <http://dixdoc.blogspot.co.id/2010/12/konsep-sel.html>).

Sekarang persamaan apa yang ada diantara keduanya? Sel prokariotik dan sel eukariotik sama-sama memiliki membran plasma, sitoplasma, dan ribosom. Walaupun kelihatannya sederhana segala aktivitas kehidupan dapat dilakukan oleh sel prokariot. Pada sel prokariotik aktivitas sel terjadi pada sitoplasma dan membran sel sedangkan pada sel eukariotik memiliki aktivitas yang lebih rumit.

2. Sel eukariotik

Sel eukariotik lebih bersifat kompleks dibandingkan dengan sel prokariotik. Sel eukariotik terdiri dari tiga bagian besar yaitu membran sel, sitoplasma dan inti sel. Kesatuan inti sel dan sitoplasma disebut dengan protoplasma. Sitoplasma dapat dipisahkan lagi menjadi sitosol yaitu cairan sel dan organel-organel yang memiliki bentuk dan fungsi khusus dalam mendukung aktivitas sel.

2.4 Mengenal Jaringan

1. Jaringan Hewan Dan Tumbuhan

Jaringan dalam biologi adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Jaringan-jaringan yang berbeda dapat bekerja sama untuk suatu fungsi fisiologi yang sama membentuk organ. Jaringan dipelajari dalam cabang biologi yang dinamakan histologi, sedangkan cabang biologi yang mempelajari berubahnya bentuk dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit adalah histopatologi.

Jaringan dimiliki oleh organisme yang telah memiliki pembagian tugas untuk setiap kelompok sel-selnya. Organisme bertalus, seperti alga ("ganggang") dan fungi ("jamur"), tidak memiliki perbedaan jaringan, meskipun mereka dapat membentuk struktur-struktur khas mirip organ, seperti tubuh buah dan sporofor. Tumbuhan lumut dapat dikatakan telah memiliki jaringan yang jelas, meskipun ia belum memiliki jaringan pembuluh yang jelas.

2. Jaringan Hewan dan Jaringan Manusia)

Ada empat kelompok jaringan dasar yang membentuk tubuh semua hewan, termasuk manusia dan organisme multiseluler tingkat rendah seperti artropoda: jaringan epitelium, jaringan pengikat, jaringan penyokong, dan jaringan saraf.

3. Jaringan epitelium.

Jaringan yang disusun oleh lapisan sel yang melapisi permukaan organ seperti permukaan kulit. Jaringan ini berfungsi untuk melindungi organ yang dilapisinya, sebagai organ sekresi dan penyerapan.

Jaringan epitel terdiri dari 3 macam:

1. Eksotelium: epitel yang membungkus bagian luar tubuh
2. Endotelium: epitel yang melapisi organ dalam tubuh
3. Mesotelium: epitel yang membatasi rongga tubuh

- **Fungsi jaringan epitelium yakni:**

- a. *Absorpsi*, misalnya pada usus yang menyerap sari-sari makanan
- b. *Sekresi*, contohnya testis yang mensekresikan sperma
- c. *Ekskresi*, kulit yang mengeluarkan keringat
- d. *Transportasi*, mengatur tekanan osmosis dalam tubuh
- e. *Proteksi*, kulit melindungi jaringan tubuh di bawahnya
- f. *Penerima rangsang*, kulit yang menanggapi rangsang dari luar
- g. *Pernapasan*, kulit katak berfungsi sebagai alat pernapasan
- h. *Alat gerak*, selaput kaki pada kulit katak membantu dalam pergerakan
- g. *Mengatur suhu tubuh*, kulit mengatur suhu tubuh dengan mengeluarkan keringat jika tubuh kepanasan.

- **Berdasarkan bentuk dan susunannya, jaringan epitel dibedakan menjadi:**

- a. *Epitel pipih berlapis tunggal*, antara lain terdapat pada pembuluh darah, pembuluh limfa, selaput bagian dalam telinga, kapsula glomerulus pada ginjal. Fungsinya terkait dengan proses difusi dan filtrasi atau penyaringan.
- b. *Epitel pipih berlapis banyak*, Misalnya jaringan yang melapisi rongga mulut, epidermis, esofagus, vagina, rongga hidung. Fungsinya terkait dengan proteksi atau perlindungan.
- c. *Epitel kubus berlapis tunggal*, Misalnya sel epitel yang melapisi permukaan dalam lensa mata, permukaan ovary atau indung telur, saluran nefron ginjal.
- d. *Epitel Kubus Berlapis banyak*, Misalnya, epitel yang membentuk saluran kelenjar minyak dan kelenjar keringat pada kulit.
- e. *Epitel Silindris Berlapis Tunggal*, Misalnya, jaringan yang melapisi permukaan dalam lambung, jonjot usus, kelenjar pencernaan, saluran pernapasan bagian atas. Fungsinya berhubungan dengan sekresi, adsorpsi dan proteksi.
- f. *Epitel Silindris Berlapis Banyak*, Terdapat pada saluran ekskresi kelenjar ludah dan kelenjar susu, uretra serta permukaan alat tubuh yang basah.

- g. *Epitel Silindris Berlapis Banyak Semu (Epitel Silindris Bersilia)*, Terdapat pada saluran ekskresi besar, saluran reproduksi jantan, saluran pernapasan.
Fungsi berhubungan dengan proteksi atau perlindungan, sekresi dan gerakan zat yang melewati permukaan.
- h. *Epitel Transisional*, Merupakan epitel berlapis yang sel-selnya tidak dapat digolongkan berdasarkan bentuknya. Bila jaringan menggelembung, bentuknya berubah. Biasanya membrane dasarnya tidak jelas.

- **Jaringan Ikat.**

Sesuai namanya, jaringan ikat berfungsi untuk mengikat jaringan dan alat tubuh. Contoh jaringan ini adalah jaringan darah.

- a. **Macam-Macam Jaringan Ikat**

Jaringan ikat dalam tubuh mahluk hidup terdiri atas dua macam, yakni jaringan ikat umum dan jaringan ikat khusus. Kedua jaringan ini memiliki beberapa jenis jaringan lagi yakni sebagai berikut :

- 1. Jaringan Ikat Umum**

Jaringan ikat umum ini terdiri atas jaringan-jaringan berikut.

- a. *Jaringan Ikat Longgar*

Jaringan ikat ini merupakan jaringan terbanyak yang dimiliki tubuh. Jaringan ini terdiri ataskumpulan sel mast, sel makrofag, sel fibroblast, sel lemak, serat kolagen, dan serat elastin.

- b. *Jaringan Ikat Padat*

Jaringan ikat ini lebih sering disebut sebagai jaringan pengikat serabut putih.

Alasannya karena pada matriknya terdapat serat-serat berhimpitan yang terbentuk dari seratkolagen. Jaringan ini membentuk tempat perlekatan otot dengan tulang yang disebut tendon danmembentuk tempat persendian tulang dengan tulang yang dikenal dengan istilah ligamen.Jaringan ini terdiri atas dua jenis jaringan, yakni jaringan ikat padat teratur dan jaringan ikatpadat tidak teratur.

2. Jaringan Ikat Khusus

Jaringan ikat khusus ini terdiri atas darah, kartilago, dan tulang.

a. Darah

Darah adalah jaringan ikat yang sebagian besar pembentuknya berupa cairan, matriks dalam darah tersusun oleh garam mineral, protein terlarut, dan air. Matriks darah ini disebut plasma. Fungsi darah merupakan alat transport substansi dari satu bagian ke bagian lain dalam organ tubuh, darah juga berperan penting sebagai sistem kekebalan.

b. Kartilago

Kartilago merupakan jaringan ikat pembentuk material rangka yang fleksibel dan kuat yang tersusun oleh serabut kolagen dalam matriks. Lokasi kartilago banyak ditemukan di bagian ujung tulang keras, telinga, hidung, dan ruas tulang belakang.

c. Tulang

Tulang merupakan jaringan ikat yang keras dan kaku. Seperti halnya kartilago, jaringan ini tersusun oleh serabut kolagen dalam matriks, dan di dalamnya memiliki kalsium yang dapat diserap oleh darah.

3. Jaringan otot.

Jaringan otot terbagi atas tiga kategori yang berbeda yaitu otot licin yang dapat ditemukan di organ tubuh bagian dalam, otot lurik yang dapat ditemukan pada rangka tubuh, dan otot jantung yang dapat ditemukan di jantung.

1. Bagian-bagian otot:

-*Sarkolema* adalah membran yang melapisi suatu sel otot yang fungsinya sebagai pelindung otot

-*Sarkoplasma* adalah cairan sel otot yang fungsinya untuk tempat dimana miofibril dan miofilamen berada

-*Miofibril* merupakan serat-serat pada otot.

-*Miofilamen* adalah benang-benang/filamen halus yang berasal dari miofibril. Miofibril terbagi atas 2 macam, yakni : (1) Miofilamen homogen (terdapat pada otot polos). (2) Miofilamen heterogen (terdapat pada otot jantung/otot cardiac dan pada otot rangka/otot lurik). Di dalam miofilamen terdapat protein kontraktil yang disebut aktomiosin (aktin dan miosin), tropopin dan tropomiosin. Ketika otot kita berkontraksi (memendek) maka protein aktin yang sedang

bekerja dan jika otot kita melakukan relaksasi (memanjang) maka miosin yang sedang bekerja.

2. Jaringan otot terdiri dari:

a. Otot Polos (*otot volunter*)

Otot polos adalah salah satu otot yang mempunyai bentuk yang polos dan bergelondong. Cara kerjanya tidak disadari (tidak sesuai kehendak) / involuntary, memiliki satu nukleus yang terletak di tengah sel. Otot ini biasanya terdapat pada saluran pencernaan seperti: lambung dan usus.

b. Otot Lurik (*otot rangka*)

Otot rangka merupakan jenis otot yang melekat pada seluruh rangka, cara kerjanya disadari (sesuai kehendak), bentuknya memanjang dengan banyak lurik-lurik, memiliki nukleus banyak yang terletak di tepi sel. Contoh otot pada lengan.

c. Otot Jantung (*otot cardiac*)

Otot jantung hanya terdapat pada jantung. Otot ini merupakan otot paling istimewa karena memiliki bentuk yang hampir sama dengan otot lurik, yakni mempunyai lurik-lurik tapi bedanya dengan otot lurik yaitu bahwa otot lurik memiliki satu atau dua nukleus yang terletak di tengah/tepi sel. Dan otot jantung adalah satu-satunya otot yang memiliki percabangan yang disebut diskus interkalaris. Otot ini juga memiliki kesamaan dengan otot polos dalam hal cara kerjanya yakni involuntary (tidak disadari).

D. Jaringan saraf.

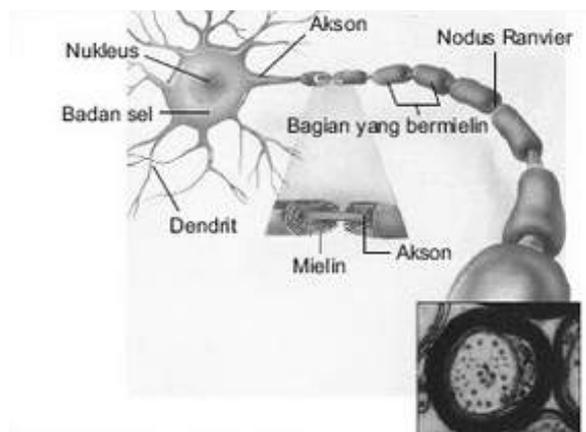
adalah jaringan yang berfungsi untuk mengatur aktivitas otot dan organ serta menerima dan meneruskan rangsangan.

Bagian dan Fungsi Jaringan Saraf - Jaringan saraf terdiri dari sistem saraf pusat dan sistem saraf tepi. bagian - bagian dan fungsi jaringan saraf.

a. Bagian Bagian Jaringan Saraf

Jaringan saraf terdiri atas sel-sel saraf yang disebut neuron. Sel saraf ini mempunyai struktur bercabang-cabang ke berbagai bagian tubuh untuk mengatur aktivitasnya. Neuron mendapat suplai makanan melalui sel neuroglia yang menyelubunginya. Neuron terdiri atas bagian-bagian berikut.

1. Badan sel saraf yang mengandung inti sel dan neuroplasma.
2. Neurit atau akson atau cabang panjang, berfungsi membawa impuls meninggalkan badan sel saraf
3. Dendrit atau cabang pendek, berfungsi membawa impuls ke badan sel saraf.



Gambar 2.4. Akson dan Neurilema

Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>

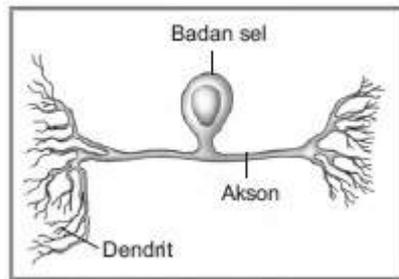
Akson dikelilingi oleh sel penyokong yang disebut sel Schwann. Akson diselubungi oleh selaput yang dinamakan neurilema. Sebelah dalam neurilema terdapat selubung mielin yang mengandung fosfolipid. Bagian akson yang tidak tertutup oleh selubung mielin dinamakan nodus Ranvier. Akson bercabang di dekat ujung (terminal akson). Titik pertemuan antara terminal akson yang satu dengan neuron yang lain disebut sinapsis. Titik pertemuan (sinapsis) ini berfungsi meneruskan rangsang ke sel saraf yang lain dengan cara mengeluarkan bahan kimia yang disebut neurotransmitter.

Badan sel saraf memiliki sebuah inti dan bangun perikarion yang berhubungan dengan akson membentuk huruf V, yang dinamakan aksonhilok. Retikulum endoplasma dan ribosom membentuk granula yang dinamakan badan nissl.

b. Fungsi Badan Sel Saraf

1. *Neuron Afferent (Neuron Sensorik)*

Neuron afferent menyampaikan pesan dari organ ke saraf pusat, baik sumsum tulang belakang atau otak. Oleh karena itu, penerima rangsang ini sering disebut juga neuron sensorik.

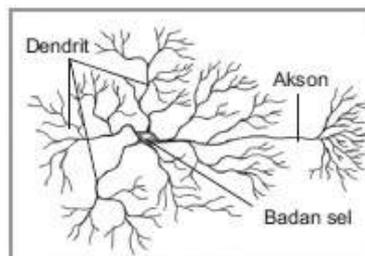


Gambar 2.5. .Neuron afferent

Sumber, <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>

2. *Neuron Intermedier (Interneuron)*

Neuron intermedier menyampaikan impuls dari neuron sensorik atau dari neuron intermedier yang lain ke neuron motorik. Antara saraf satu dengan yang lain saling berhubungan. Antara saraf yang satu dengan lainnya di hubungkan oleh akson. Hubungan antara sesama saraf melalui titik temu antara ujung akson neuron yang satu dengan dendrit neuron yang lain, yang disebut dengan sinaps. Fugsi sinaps adalah meneruskan rangsang dari sel saraf yang satu ke sel saraf yang lain. Sinaps mengeluarkan zat untuk mempermudah meneruskan rangsang yang disebut neurotransmitter.

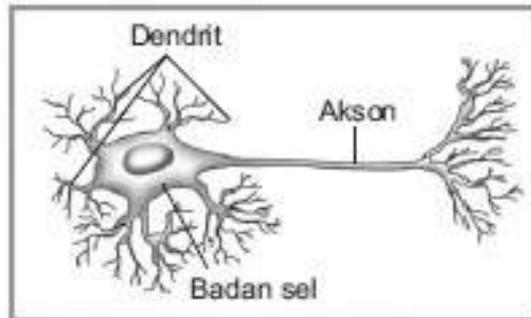


Gambar.2.6.Neuron Intermedier (Interneuron)

Sumber, <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>

3. *Neuron Efferent (Neuron Motorik)*

Neuron efferent meneruskan impuls saraf yang diterima dari neuron intermedier. Pesan yang dikirim menentukan tanggapan tubuh terhadap rangsang yang diterima oleh neuron aferen. Dendrit dari neuron eferen menempel di otot sehingga sering disebut juga neuron motorik.



Gambar: 2.7. Neuron Efferent (Neuron Motorik)
(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Badan sel saraf terletak di pusat saraf dan ganglion. Ganglion adalah kumpulan badan sel saraf yang letaknya tertentu, misalnya di kiri-kanan sumsum tulang belakang.

c. **Fungsi Jaringan Saraf**

Sel saraf mempunyai beberapa fungsi berikut.

1. Merespon perubahan lingkungan (iritabilitas).
2. Membawa impuls-impuls saraf (pesan) ke pusat saraf maupun sebaliknya (konduktivitas).
3. Bereaksi aktif terhadap rangsang yang datang berupa gerakan pindah atau menghindar.

Jaringan penyokong

Adalah jaringan yang terdiri dari jaringan tulang rawan dan jaringan tulang yang berfungsi untuk memberi bentuk tubuh, melindungi tubuh, dan menguatkan bentuk tubuh. Jaringan penyokong atau penguat disebut juga *stereon*.

Jaringan ini berfungsi untuk menguatkan tubuh tanaman.

Jaringan penyokong terbagi menjadi :

1. Kolenkim mempunyai ciri :
 - o Penguat organ tua dan muda terutama pada tanaman lunak
 - o Tersusun atas sel hidup dengan protoplasma aktif
 - o Sifatnya plastis yaitu dapat dipanjangkan tapi tidak bisa dikembalikan/dipendekkan
 - o Selnya bisa mengandung kloroplas atau disebut juga klorenkim
 - o Bentuk memanjang dengan penebalan tidak merata
 - o Pada tumbuhan monokotil tidak berbentuk.

2. Sklerenkim mempunyai ciri sebagai penguat atau pelindung, yang selnya mengalami penebalan sekunder dengan zat kayu (*lignin*). Sklerenkim punya dua bentuk yaitu serabut atau serat dan sklereid atau sel batu.

Serabut atau Serat cirinya :

Selnya panjang terdapat pada berbagai bagian tanaman letaknya pada bagian floem dan xilem untuk tanaman dikotil serta pada bagian daun untuk tanaman monokotil

3. Sklereid atau Sel Batu cirinya :

Selnya pendek berasal dari parenkim yang dindingnya menebal dan punya noktah bentuknya ada yang membulat, batang, bintang dan panjang dapat diamati dengan zat warna anilin sulfat.

D. Jaringan Limfe/Getah Bening

Asal jaringan limfe adalah bagian dari darah yang keluar dari pembuluh darah, komponen terbesarnya adalah air dimana terlarut zat-zat antara lain glukosa, garam-garam, asam lemak. Komponen selulernya adalah limfosit. Jaringan limfe menyebar ke seluruh tubuh melalui pembuluh limfe. Fungsi jaringan limfe selain untuk kekebalan tubuh (adanya limfosit) juga untuk mengangkut cairan jaringan, protein, lemak, garam mineral dan zat-zat lain dari jaringan ke sistem pembuluh darah.

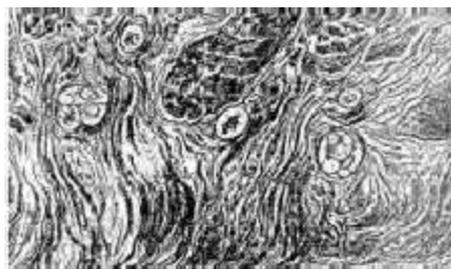
E. Tulang Rawan (Kartilago)

Jaringan tulang rawan pada anak-anak berasal dari jaringan embrional yang disebut mesenkim, pada orang dewasa berasal dari selaput tulang rawan atau perikondrium yang banyak mengandung kondroblas atau pembentuk sel-sel tulang rawan. Fungsinya untuk menyokong kerangka tubuh.

Ada 3 macam jaringan tulang rawan :

a. Kartilago hialin

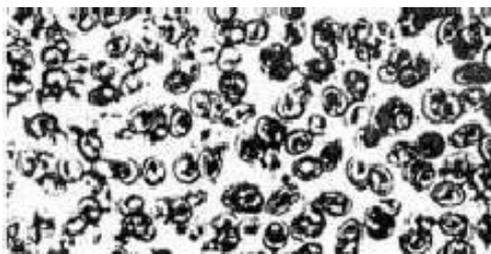
Matriksnya bening kebiruan. Terdapat pada permukaan tulang sendi, cincin tulangrawan pada batang tenggorok dan cabang batang tenggorok, ujung tulang rusuk yang melekat pada tulang dada dan pada ujung tulang panjang. Kartilago hialin merupakan bagian terbesar dari kerangka embrio juga membantu pergerakan persendian, menguatkan saluran pernafasan, memberi kemungkinan pertumbuhan memanjang tulang pipa dan memberi kemungkinan tulang rusuk bergerak saat bernafas.



Gambar 2.8. Cartilago fibrosa
(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

b. Kartilago fibrosa

Matriksnya berwarna gelap dan keruh. Jaringan ini terdapat pada perekatan ligamen-ligamen tertentu pada tulang, persendian tulang pinggang, pada calmam antar ruas tulang belakang dan pada pertautan antar tulang kemaluan kiri dan kanan. Fungsi utama untuk memberikan proteksi dan penyokong.



Gambar 2.9. Cartilago hialin
(Sumber: <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

- c. Kartilago elastik
Matriksnya berwarna keruh kekuning-kuningan. Jaringan ini terdapat pada dauntelinga, epiglottis, pembuluh eustakius dan laring.

F. Jaringan Tulang

Jaringan tulang terdiri dari sel-sel tulang atau osteon yang tersimpan di dalam matriks, matriksnya terdiri dari zat perekat kolagen dan endapan garam-garam mineral terutama garam kalsium (kapur). Tulang merupakan komponen utama dari kerangka tubuh dan berperan untuk melindungi alat-alat tubuh dan tempat melekatnya otot kerangka. goyah, ketaatan menurun, dan pada beberapa daerah terjadi kekacauan. Beberapa diantara kelompok masyarakat mulai mencari pegangan rohani yang dia pandang lebih tepat.

Tulang dapat dibagi menjadi 2 macam :

- a. Tulang keras, bila matriks tulang rapat dan padat.
Contoh : tulang pipa.
- b. Tulang spons, bila matriksnya berongga.
Contoh : tulang pendek.

G. Jaringan Darah

Jaringan darah merupakan jaringan penyokong khusus, karena berupa cairan. Bagian-bagian dari jaringan darah adalah :

- a. Sel darah
Dibagi menjadi sel darah merah (eritrosit) berfungsi untuk mengangkut oksigen dan sel darah putih (leukosit) berfungsi untuk melawan benda-benda asing yang masuk ke dalam tubuh.
- b. Keping-keping darah (trombosit)
Berfungsi dalam proses pembekuan darah.
- c. Plasma darah
Komponen terbesar adalah air, berperan mengangkut sari makanan, hormon, zat sisa hasil metabolisme, antibodi dan lain-lain.

H. Jaringan Tumbuhan

Jaringan tumbuhan relatif lebih homogen daripada jaringan hewan. Tumbuhan tidak memiliki kemampuan lokomosi (berpindah)/bergerak secara aktif sebagaimana hewan. Meskipun demikian, banyak sel-sel baru terbentuk untuk berbagai jaringan sebagai kompensasi banyaknya sel-sel yang mati,

yang menjadi pasif karena berperan sebagai sel-sel penyimpan cadangan energi (misalnya pada buah atau umbi) atau metabolit sekunder, dan untuk mengisi jaringan baru karena tumbuhan selalu bertambah massanya, khususnya bagitumbuhan tahunan. Jaringan yang aktif memperbanyak diri dan tidak memiliki fungsi khusus disebut *jaringan meristematik*, sementara jaringan yang telah mantap dengan fungsinya disebut *jaringan tetap/permanen*.

a. Jaringan meristematik

Jaringan meristematik terdiri dari sel-sel meristem, suatu analog dari sel-sel punca (*stem cells*) hewan. Jaringan ini dapat ditemukan pada titik-titik tumbuh di ujung batang dan akar (disebut meristem pucuk/ujung/apikal), di bawah kulit kayu (sebagai kambium gabus maupun kambium pembuluh, disebut meristem tepi/lateral), dan di tepi ruas atau buku, serta pada pangkal tangkai daun (meristem antara/interkalar). Jaringan ini, terutama meristem ujung, mudah diinduksi untuk diperbanyak secara *in vitro*. Dalam jargon kultur jaringan, sel-sel ini dikatakan bersifat *embrionik* ("dapat membentuk embrio"). Jaringan meristematik juga terbentuk apabila ada bagian tumbuhan yang terbuka, misalnya karena terluka. Mobilisasi beberapa fitohormon, biasanya auksin dan sitokinin, akan memicu terbentuknya sel-sel meristem yang membentuk semacam jaringan tidak terdiferensiasi yang disebut kalus. Jaringan meristem adalah jaringan yang terus menerus membelah.

b. Jaringan meristem dapat dibagi 2 macam, yaitu :

1. Jaringan Meristem Primer

Jaringan meristem yang merupakan perkembangan lebih lanjut dari pertumbuhan embrio. Contoh: ujung batang, ujung akar. Meristem yang terdapat di ujung batang dan ujung akar disebut meristem apikal. Kegiatan jaringan meristem primer menimbulkan batang dan akar bertambah panjang. Pertumbuhan jaringan meristem primer disebut pertumbuhan primer.

2. Jaringan Meristem Sekunder

Jaringan meristem sekunder adalah jaringan meristem yang berasal dari jaringan dewasa yaitu kambium dan kambium gabus. Pertumbuhan jaringan meristem sekunder disebut pertumbuhan sekunder. Kegiatan jaringan meristem menimbulkan pertambahan besar tubuh tumbuhan.

I. Jaringan Dewasa

Jaringan dewasa dikategorikan menjadi tiga kelompok utama:

1. Epidermis(jaringan pelindung, terdiri dari sel-sel yang menyusun lapisan luar daundan bagian-bagian tumbuhan yang masih muda),
2. Jaringan pengangkut(menyusun xilem dan floem),
3. Jaringan dasar (mencakup parenkim, klorenkim, kolenkim, dan sklerenkim).

Epidermis melindungi bagian dalam organ sehingga tidak bersentuhan langsung dengan pengaruh keadaan di luar organ. Epidermis dapat dilindungi oleh lapisan tipis di bagian luar yang dikenal sebagai kutikula. Dapat juga ditemukan lapisan malam (wax). Sel-sel epidermis biasanya berbentuk segi empat apabila dilihat dari samping, berjajar homogen. Namun demikian, epidermis dapat mengalami perubahan menjadi sel-sel penutup atau sel penjaga stomata beserta beberapa sel tetangga, trikoma(miang atau rambut daun/batang), duri, serta rambut kelenjar.

K. Jaringan pengangkut

Dimiliki oleh tumbuhan berpembuluh(*Tracheophyta*). *Gymnospermae* memiliki jaringan trakeida, serabut trakeida, dan parenkim kayu sebagai penyusun xilem. *Angiospermae* memiliki tambahan jaringan trakea selain jaringan yang dimiliki *Gymnospermae*.

Floem (pembuluh tapis) tersusun dari jaringan buluh tapis dan sel-sel pengiring.

Jaringan dasar menyusun sebagian besar tubuh tumbuhan (biomassa). Kelompok jaringan ini memiliki banyak fungsi tergantung tempat ia berada. Seringkali ia mengisi bagian terbesar dari suatu organ, menyusun daging buah, kulit batang, isi umbi atau rimpang yang menyimpan pati atau metabolit sekunder tertentu (seperti alkaloid dan terpenoid). Jaringan ini juga dapat mengalami kematian dengan mengosongkan isi sel-selnya untuk membentuk struktur berongga (aerenkim) sepertiruang dalam gelembung pada tangkai daun eceng gondok atau rongga dalam buluh bambu.

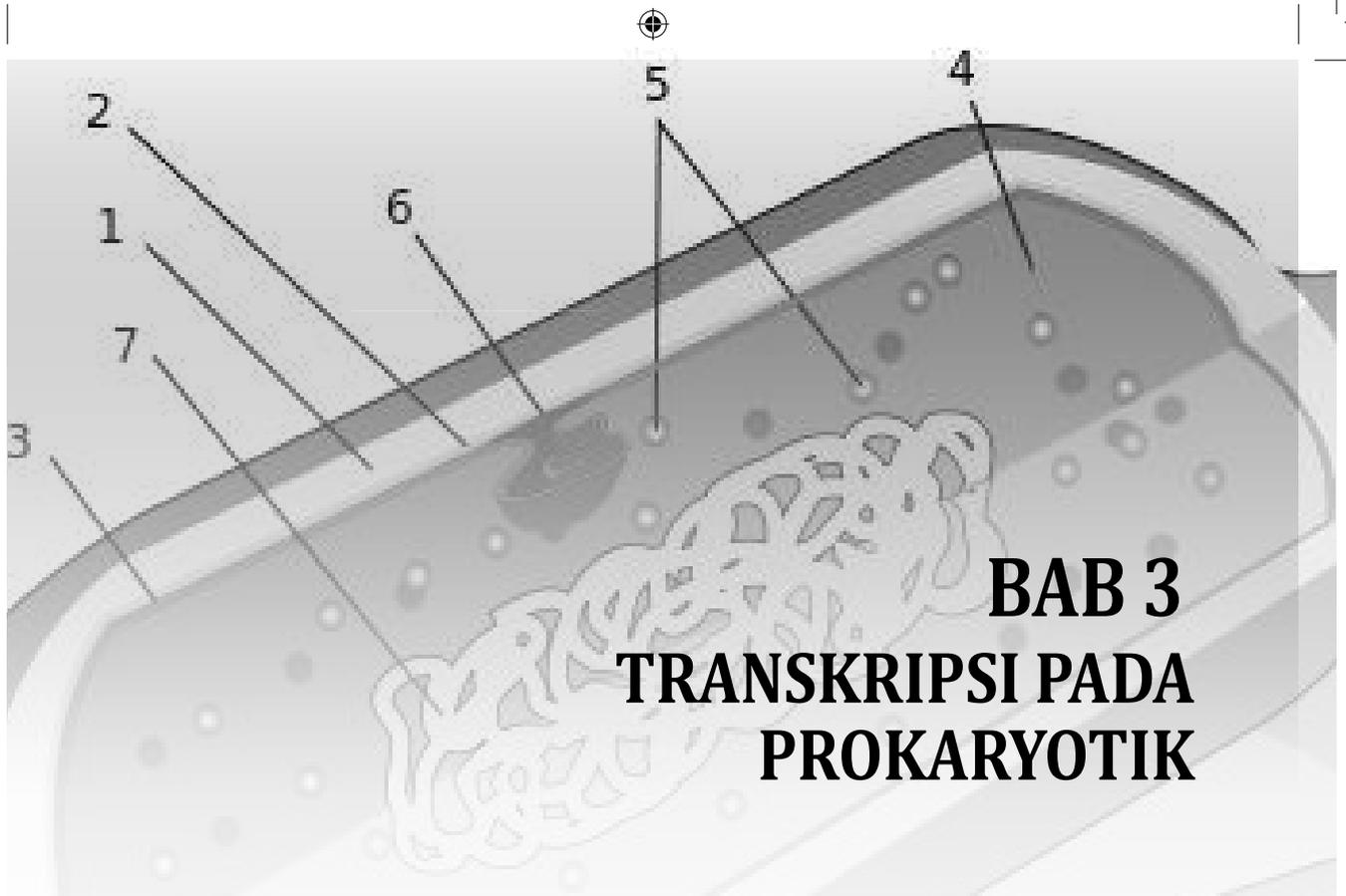
1. Fungsi Jaringan Pengangkut

Jaringan pengangkut bertugas mengangkut zat-zat yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Ada 2 macam jaringan; yakni xilem atau pembuluh kayu dan floem atau pembuluh lapis/pembuluh kulit kayu.Xilem bertugas

mengangkut air dan garam-garam mineral terlarut dari akar keseluruhan bagian tubuh tumbuhan. Xilem ada 2 macam: trakea dan trakeid. Floem bertugas mengangkut hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.

2 Jaringan Gabus

Fungsi jaringan gabus adalah untuk melindungi jaringan lain agar tidak kehilangan banyak air, mengingat sel-sel gabus yang bersifat kedap air. Pada Dikotil, jaringan gabus dibentuk oleh kambium gabus atau felogen, pembentukan jaringan gabus ke arah dalam berupa sel-sel hidup yang disebut feloderm, ke arah luar berupa sel-sel mati yang disebut felem.



BAB 3 TRANSKRIPSI PADA PROKARYOTIK

3.1. Transkripsi (Genetik)

Transkripsi (bahasa Inggris: *transcription*) dalam genetika adalah pembuatan RNA dengan menyalin sebagian berkas DNA. Transkripsi adalah bagian dari rangkaian ekspresi genetik. Pengertian asli "transkripsi" adalah alih aksara atau penyalinan. Di sini, yang dimaksud adalah mengubah "teks" DNA menjadi RNA. Sebenarnya, yang berubah hanyalah basa nitrogentimina di DNA yang pada RNA digantikan oleh urasil. Proses Transkripsi berlangsung di dalam inti sel atau di dalam matriks mitokondria dan plastida. Transkripsi dapat dipicu oleh rangsangan dari luar maupun tanpa rangsangan. Pada proses tanpa rangsangan, transkripsi berlangsung terus-menerus (gen-gennya disebut gen konstitutif atau "gen pengurus rumah", *house-keeping genes*). Sementara itu, gen yang memerlukan rangsangan biasanya gen yang hanya diproduksi sewaktu-waktu; gennya disebut gen regulatorik karena biasanya mengatur mekanisme khusus. Rangsangan akan mengaktifkan bagian promoter inti, segmen gen yang berfungsi sebagai pencerp RNA polimerase yang terletak di bagian hulu bagian yang akan disalin (disebut *transcription unit*), tidak jauh dari ujung 5' gen. Promoter inti terdiri dari kotak TATA, kotak CCAAT dan kotak GC. Sebelum RNA polimerase dapat terikat pada promoter inti, faktor transkripsi TFIID akan membentuk kompleks dengan kotak TATA. [9] Inhibitor dapat mengikat pada kompleks TFIID-TATA dan mencegah terjadinya kompleks dengan faktor transkripsi lain, namun hal ini dapat dicegah dengan TFIIA

yang membentuk kompleks DA-TATA. Setelah itu TFIIB dan TFIIF akan turut terikat membentuk kompleks DABF-TATA. Setelah itu RNA polimerase akan mengikat pada DABF-TATA, dan disusul dengan TFIIE, TFIIH dan TFIIJ. Kompleks tersebut terjadi pada bagian kotak TATA yang terletak sekitar 10-25 pasangan basa di bagian hulu (*upstream*) dari kodon mulai (AUG). Adanya faktor transkripsi ini akan menarik enzim RNA polimerase mendekati ke DNA dan kemudian menempatkan diri pada tempat yang sesuai dengan kodon mulai (TAC pada berkas DNA). Berkas DNA yang ditempel oleh RNA polimerase disebut sebagai *berkas templat*, sementara berkas pasangannya disebut sebagai *berkas kode* (karena memiliki urutan basa yang sama dengan RNA yang dibuat). Pada awal transkripsi, enzim guaniltransferase menambahkan gugus m⁷Gppp pada ujung 5' untai pre-mRNA. Sejumlah ATP diperlukan untuk membuat RNA polimerase mulai bergerak dari ujung 3' (ujung karboksil) berkas templat ke arah ujung 5' (ujung amino). pre-mRNA yang terbentuk dengan demikian berarah 5' → 3'. Pergerakan RNA polimerase akan berhenti apabila ia menemui urutan basa yang sesuai dengan kodon berhenti, dan deret AAUAAA akan ditambahkan pada pangkal 3' pre-mRNA.[10] Setelah proses selesai, RNA polimerase akan lepas dari DNA, sedangkan pre-mRNA akan teriris sekitar 20 bp dari deret AAUAAA dan sebuah enzim, poli(A) polimerase akan menambahkan deret antara 150 - 200 adenosina untuk membentuk pre-mRNA yang lengkap yang disebut mRNA primer. Tergantung intensitasnya, dalam satu berkas *transcription unit* sejumlah RNA polimerase dapat bekerja secara simultan. Intensitas transkripsi ditentukan oleh keadaan di sejumlah bagian tertentu pada DNA. Ada bagian yang disebut *suppressor* yang menekan intensitas, dan ada yang disebut *enhancer* yang memperkuatnya.

Hasil

Hasil transkripsi adalah berkas RNA yang masih "mentah" yang disebut mRNA primer. Di dalamnya terdapat fragmen berkas untuk protein yang mengatur dan membantu sintesis protein (translasi) selain fragmen untuk dilanjutkan dalam translasi sendiri, ditambah dengan bagian yang nantinya akan dipotong (intron). Berkas RNA ini selanjutnya akan mengalami proses yang disebut sebagai proses pascatranskripsi (*post-transcriptional process*).

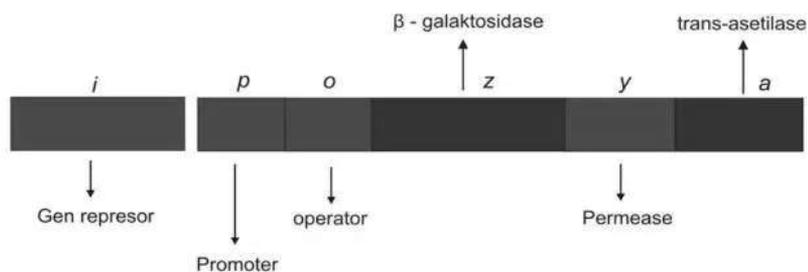
Transkripsi merupakan tahapan penting dalam sintesis protein atau ekspresi gen. Proses transkripsi terjadi pada nukleus (*prokaryotik: nukleoid*) di mana DNA diterjemahkan menjadi kode-kode dalam bentuk basa nitrogen membentuk rantai RNA yang bersifat single strain. Namun, pada rantai RNA yang terbentuk basa Timin digantikan dengan basa Urasil. Pada prokaryotik, rantai RNA langsung ditranslasikan sebelum transkripsi selesai. Sedangkan pada eukaryotik, rantai di bawa menuju sitoplasma (ribosom) untuk ditranslasi menjadi produk gen. Pembentukan RNA pada proses transkripsi melibatkan enzim RNA polymerase. Fungsi dasar kedua yang harus

dijalankan oleh DNA sebagai materi genetik adalah fungsi fenotipik. Artinya, DNA harus mampu mengatur pertumbuhan dan diferensiasi individu organisme sehingga dihasilkan suatu fenotipe tertentu. Fungsi ini dilaksanakan melalui ekspresi gen, yang tahap pertamanya adalah proses transkripsi, yaitu perubahan urutan basa molekul DNA menjadi urutan basa molekul RNA. Dengan perkataan lain, transkripsi merupakan proses sintesis RNA menggunakan salah satu untai molekul DNA sebagai cetakan (templat) nya.

3.2. Kelompok (Organisasi), Gen Pada Prokaryot

Pada Umumnya, gen yang mengkode protein pada prokaryot berupa gen dengan copy tunggal (*single copy*), sedangkan gen yang mengkode tRNA dan rRNA berupa gen dengan jumlah copy banyak (*multiple copies*). Gen-gen pada prokaryot yang bertanggungjawab dalam jalur biokimia tertentu pada umumnya dikelompokkan dalam struktur operon. Suatu operon adalah organisasi beberapa gen structural yang ekspresinya dikendalikan oleh satu promotor yang sama, contohnya operon lac yaitu operon yang mengendalikan kemampuan metabolisme laktosa pada bakteri E.Coli.

Dalam operon *lac* terdapat tiga macam gen structural yang mengkode protein yang berbeda, yaitu gen Z (mengkode β galaktosidase), gen Y (*mengkode permease*) dan gen A (*mengkode trans-asetilase*). Masing-masing gen structural tersebut mempunyai kodon inisiasi (awal) dan kodon terminasi, tetapi ekspresinya dikendalikan oleh satu promotor yang sama. Pada waktu ditranskripsi, operon *lac* akan menghasilkan satu mRNA yang membawa kode-kode genetic untuk tiga macam polipeptida yang berbeda (disebut mRNA polisistronik). Dalam operon *lac* terdapat tiga macam gen structural yang mengkode tiga macam enzim, yaitu β -galaktosidase, *permease* dan *trans-asetilase*. Ketiga gen structural tersebut diatur ekspresinya oleh satu promotor yang sama (p). Operator adalah bagian dari promotor tempat penempelan protein repressor yang dikode oleh gen *i*.



Gambar 3.1. Operon Lac pada Escherocia coli

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture18/>)

3.3. Struktur RNA polimerase E. coli

Enzim RNA polimerase pada E. coli sekurang-kurangnya terdiri atas lima subunit, yaitu alfa (α), beta (β), beta prima (β'), omega (ω), dan sigma (σ). Pada bentuk lengkapnya, atau disebut sebagai holoenzim, terdapat dua subunit α dan satu subunit untuk masing-masing subunit lainnya sehingga sering dituliskan dengan $\alpha_2\beta\beta'\omega\sigma$. Holoenzim RNA polimerase diperlukan untuk inisiasi transkripsi. Namun, untuk elongasi transkripsi tidak diperlukan faktor σ sehingga subunit ini dilepaskan dari kompleks transkripsi begitu inisiasi selesai. Sisanya, yakni $\alpha_2\beta\beta'\omega$, merupakan enzim inti (core enzyme) yang akan melanjutkan proses transkripsi. Laju sintesis RNA oleh RNA polimerase E. coli dapat mencapai sekitar 40 nukleotida per detik pada suhu 37°C. Untuk aktivitasnya enzim ini memerlukan kofaktor Mg^{2+} . Setiap berikatan dengan molekul DNA enzim RNA polimerase E. coli dapat mencakup daerah sepanjang lebih kurang 60pb. Meskipun kebanyakan RNA polimerase seperti halnya yang terdapat pada E. coli mempunyai struktur multisubunit, hal itu bukanlah persyaratan yang mutlak. RNA polimerase pada bakteriofag T3 dan T7, misalnya, merupakan rantai polipeptida tunggal yang ukurannya jauh lebih kecil daripada RNA polimerase bakteri. Enzim tersebut dapat menyintesis RNA dengan cepat, yaitu sebanyak 200 nukleotida per detik pada suhu 37°C.

a. Subunit α (alfa)

Dua subunit α yang identik terdapat pada RNA polimerase inti. Kedua-duanya disandi oleh gen *rpoA*. Ketika bakteriofag T4 menginfeksi E.coli, subunit α akan dimodifikasi melalui ribosilasi ADP suatu arginin. Hal ini berkaitan dengan berkurangnya afinitas pengikatan promoter sehingga subunit α diduga kuat memegang peranan dalam pengenalan promoter.

b. Subunit β (Beta)

Seperti halnya subunit α , subunit β juga terdapat pada RNA polimerase inti. Subunit ini diduga sebagai pusat katalitik RNA polimerase, yang dibuktikan melalui hasil penelitian mengenai penghambatan transkripsi menggunakan antibiotik. Antibiotik rifampisin merupakan inhibitor potensial bagi RNA polimerase yang menghalangi inisiasi tetapi tidak mempengaruhi elongasi. Kelompok antibiotik ini tidak menghambat polimerase eukariot sehingga sering digunakan untuk mengatasi infeksi bakteri Gram positif dan tuberkulosis. Rifampisin telah dibuktikan berikatan dengan subunit β , dan mutasi-mutasi yang menyebabkan resistensi terhadap rifampisin telah dipetakan pada gen *rpoB*, yaitu gen yang menyandi subunit β . Selanjutnya, kelompok antibiotik yang lain, yakni streptolidigin, ternyata menghambat elongasi transkripsi, dan mutasi-mutasi yang menyebabkan resistensi terhadap antibiotik ini juga dipetakan pada gen *rpoB*. Kedua hasil penelitian

tersebut mendukung pendapat bahwa subunit b diduga mempunyai dua domain yang bertanggung jawab terhadap inisiasi dan elongasi transkripsi.

c. Subunit b'

Subunit b' juga terdapat pada RNA polimerase inti. Subunit yang disandi oleh gen *rpoC* ini mengikat dua ion Zn^{2+} yang diduga berpartisipasi dalam fungsi katalitik polimerase. Suatu polianion, yakni heparin, terbukti mengikat subunit b'. Heparin menghambat transkripsi secara *in vitro* dan juga berkompetisi dengan DNA dalam pengikatan RNA polimerase. Hal ini mendukung pendapat bahwa subunit b' diduga bertanggung jawab terhadap pengikatan DNA cetakan.

d. Faktor s

Faktor s yang paling umum dijumpai pada *E. coli* adalah *s70* (disebut demikian karena mempunyai berat molekul 70 kDa). Pengikatan faktor s pada RNA polimerase inti akan mengubah enzim tersebut menjadi holoenzim. Faktor s memegang peranan yang penting dalam pengenalan promoter tetapi tidak diperlukan untuk elongasi transkripsi. Kontribusi faktor s dalam pengenalan promoter adalah melalui penurunan afinitas enzim inti terhadap tempat-tempat nonspesifik pada molekul DNA hingga 10^4 , disertai dengan peningkatan afinitas terhadap promoter. Banyak organisme prokariot, termasuk *E. coli*, mempunyai beberapa faktor s. Semuanya terlibat dalam pengenalan kelompok-kelompok promoter tertentu. Faktor s dilepaskan dari RNA polimerase inti ketika sintesis RNA mencapai panjang 8 hingga 9 nukleotida. Enzim inti tersebut kemudian akan bergerak di sepanjang molekul DNA sambil menyintesis untai RNA. Sementara itu, faktor s dapat segera bergabung dengan RNA polimerase inti lainnya dan melakukan inisiasi transkripsi kembali. Jumlah faktor s di dalam sel lebih kurang hanya 30% dari jumlah RNA polimerase inti sehingga hanya sepertiga di antara kompleks RNA polimerase yang akan dijumpai dalam bentuk holoenzim pada suatu waktu tertentu.

e. Promoter S70 Pada *E. coli*

Seperti telah dikatakan di atas, promoter merupakan tempat tertentu pada molekul DNA yang mempunyai urutan basa spesifik untuk pengikatan RNA polimerase dan inisiasi transkripsi. Promoter yang berbeda akan dikenali oleh faktor s RNA polimerase yang berbeda pula. Meskipun demikian, faktor s yang paling umum dijumpai pada *E. coli* adalah *s70*. Promoter pertama kali dikarakterisasi melalui percobaan mutasi yang meningkatkan atau menurunkan laju transkripsi gen-gen seperti halnya gen-gen struktural pada operon *lac*. Mutagenesis promoter-promoter pada *E. coli* menunjukkan bahwa urutan basa yang menentukan fungsi

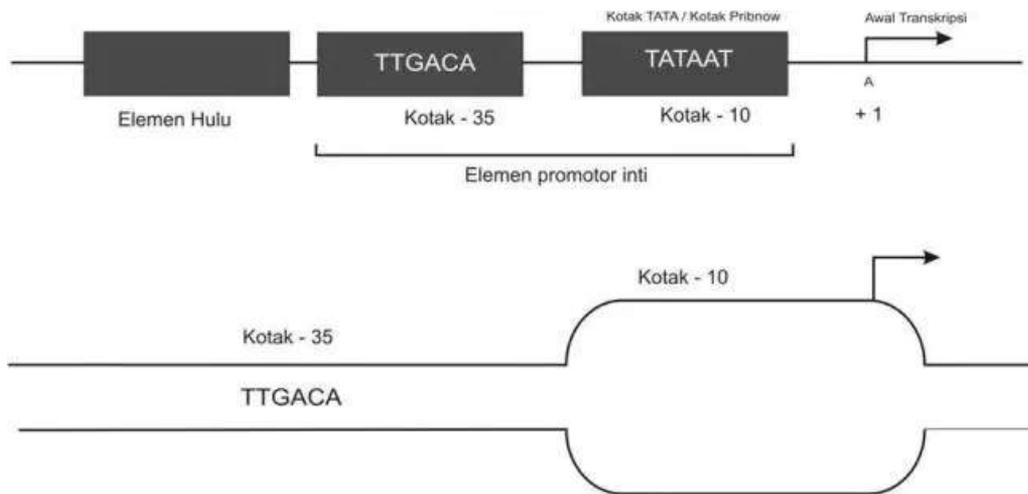
promoter tersebut hanyalah suatu urutan yang sangat pendek. Promoter s70 terdiri atas urutan basa sepanjang 40 hingga 60 pb. Daerah antara -55 dan +20 telah diketahui merupakan daerah pengikatan RNA polimerase, sedangkan daerah antara -20 dan +20 diketahui sangat terlindung dari aktivitas nuklease oleh DNase I. Hal ini menunjukkan bahwa daerah tersebut sangat berkaitan dengan polimerase yang menghalangi akses nuklease menuju DNA. Mutagenesis promoter memperlihatkan bahwa urutan hingga lebih kurang -40 mempunyai peranan yang penting bagi fungsi promoter. Selain itu, dua urutan sepanjang 6 pb pada posisi sekitar -10 dan -35 terbukti sangat penting bagi fungsi promoter pada *E. coli*.

f. Urutan -10

Urutan yang paling lestari (konservatif) pada promoter s70, atau sering dikatakan sebagai urutan konsensus, adalah urutan sepanjang 6 pb yang dijumpai pada promoter-promoter berbagai macam gen pada *E. coli*. Urutan ini terpusat di sekitar posisi -10 jika dilihat dari tapak inisiasi transkripsi dan dinamakan kotak Pribnow karena ditemukan oleh Pribnow pada tahun 1975. Urutan konsensus pada kotak Pribnow adalah TATAAT. Kedua basa pertama (TA) dan T yang terakhir merupakan basa-basa yang paling konservatif. Urutan heksamer ini dipisahkan sejauh 5 hingga 8 pb dari tapak inisiasi, dan urutan penyela yang memisahkan urutan -10 dengan tapak inisiasi tersebut tidaklah konservatif. Urutan -10 nampaknya merupakan urutan tempat terjadinya inisiasi pembukaan heliks oleh RNA polimerase.

g. Urutan -35

Pada terlihat bahwa selain urutan -10, terdapat pula urutan heksamer lain yang konservatif, yaitu urutan di sekitar posisi -35, yang terdiri atas TTGACA. Urutan ini akan lebih konservatif lagi pada promoter-promoter yang efisien. Tiga basa pertama (TTG) merupakan posisi yang paling konservatif. Pada kebanyakan promoter urutan -35 dipisahkan sejauh 16 hingga 18 pb dari kotak Pribnow, dan urutan penyela bukanlah urutan yang penting.



Struktur Promoter Prokaryot

Gambar 3.2. Struktur Promoter Prokaryot

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture19/>)

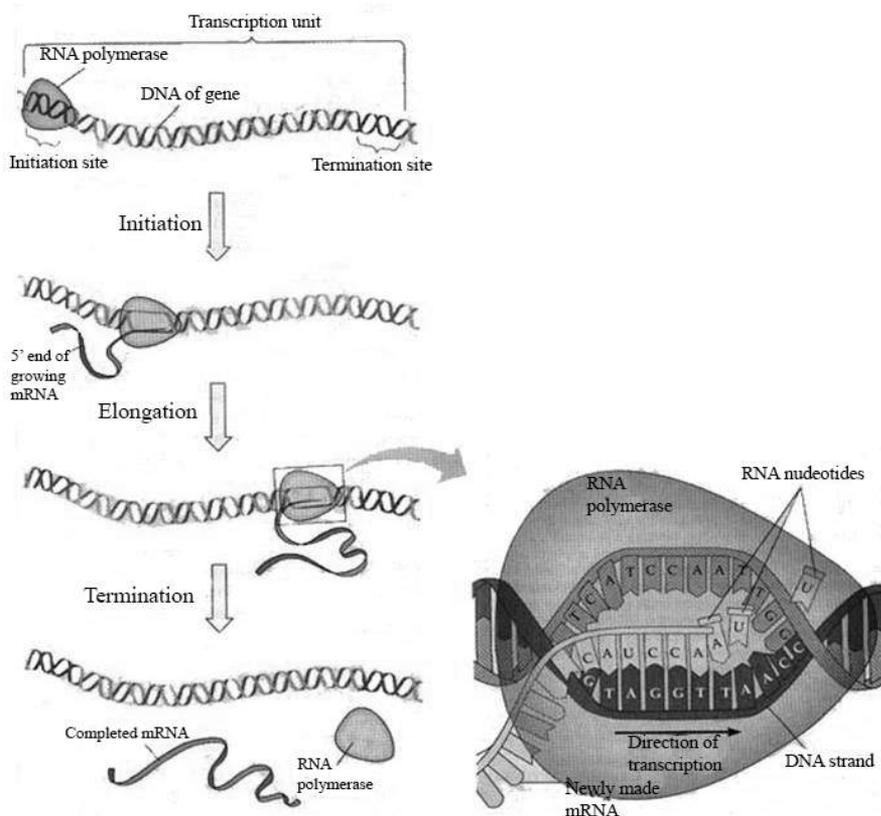
h. Tapak Inisiasi Transkripsi

Pada 90% di antara semua gen, tapak inisiasi transkripsi (posisi +1) berupa basa purin, dan dalam hal ini G lebih umum dijumpai daripada A. Di samping itu, basa C dan basa T sering kali mengapit tapak inisiasi sehingga terdapat urutan CGT atau CAT

i. Efisiensi Promoter

Urutan-urutan konsensus tersebut di atas khas dijumpai pada promoter-promoter yang kuat. Akan tetapi, di antara promoter yang berbeda sebenarnya terdapat variasi urutan yang cukup nyata, yang dapat mengakibatkan perbedaan efisiensi transkripsi hingga 1.000 kali. Secara garis besar, fungsi daerah-daerah pada promoter dapat dijelaskan sebagai berikut. Urutan -35 merupakan urutan pengenalan yang akan meningkatkan pengenalan dan interaksi dengan faktor s RNA polimerase, urutan -10 penting untuk inisiasi pembukaan heliks, dan urutan di sekitar tapak inisiasi mempengaruhi inisiasi transkripsi. Sementara itu, urutan 30 basa pertama yang akan ditranskripsi juga mempengaruhi transkripsi. Urutan ini mengatur laju pelepasan promoter dari RNA polimerase, yang memungkinkan reinisiasi transkripsi dapat dilakukan oleh kompleks polimerase lainnya. Pada akhirnya hal ini akan berpengaruh terhadap laju transkripsi dan kekuatan promoter. Pentingnya pemisahan untai DNA pada reaksi inisiasi diperlihatkan

oleh pengaruh superkoiling negatif DNA cetakan yang pada umumnya akan memacu laju transkripsi. Hal ini diduga karena struktur superkoil tersebut hanya memerlukan sedikit energi untuk membuka heliks. Beberapa urutan promoter tidak cukup mirip dengan urutan konsensus yang akan ditranskripsi dengan kuat pada kondisi normal. Sebagai contoh, promoter *lac* (Plac), yang memerlukan faktor aktivasi tambahan berupa protein reseptor cAMP atau cAMP protein receptor (CPR) untuk mengikat suatu tempat pada DNA yang letaknya berdekatan dengan urutan promoter tersebut agar pengikatan RNA polimerase dan inisiasi transkripsi dapat ditingkatkan. Sejumlah promoter lainnya, misalnya untuk gen-gen yang berhubungan dengan kejut panas, mempunyai urutan konsensus tertentu yang hanya dapat dikenali oleh RNA polimerase dengan faktor s selain s70.



Gambar 3.3. Tahapan transkripsi pada prokariot

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture20/>)

Berdasarkan gambar di atas, transkripsi pada prokariot berlangsung dalam tiga tahap, yaitu inisiasi, elongasi, dan teminasi.

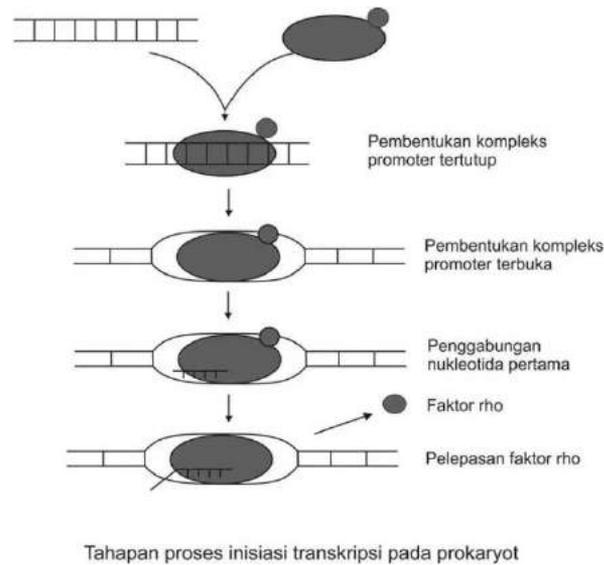
k. Pengikatan Promoter

Pada awalnya, RNA polimerase inti ($\alpha_2\beta\beta'$) mempunyai afinitas nonspesifik terhadap DNA. Keadaan ini dikenal sebagai pengikatan longgar, dan sifatnya cukup stabil. Namun, begitu faktor σ bergabung dengan enzim inti tersebut hingga terbentuk holoenzim, terjadilah pengurangan afinitas nonspesifik terhadap DNA hingga 20.000 kali. Sejalan dengan hal itu, faktor σ juga meningkatkan pengikatan holoenzim pada tempat pengikatan promoter yang tepat hingga 100 kali. Dengan demikian, akan terjadi peningkatan spesifisitas holoenzim yang tajam dalam mengenali promoter. Pada genom *E. coli* holoenzim dapat mencari dan mengikat promoter dengan sangat cepat. Bahkan, karena begitu cepatnya, maka proses ini tidak mungkin terjadi melalui pengikatan dan pelepasan holoenzim dari DNA secara berulang-ulang. Kemungkinan yang masuk akal hanyalah melalui pergeseran holoenzim di sepanjang molekul DNA hingga mencapai urutan promoter. Pada promoter, holoenzim mengenali urutan -35 dan -10. Kompleks awal antara holoenzim dan promoter dikenal sebagai kompleks tertutup (closed complex).

l. Pembukaan Heliks

Agar pita antisens dapat diakses untuk perpasangan basa antara DNA dan RNA yang disintesis, untai ganda (heliks) DNA harus dibuka terlebih dahulu oleh enzim RNA polimerase. Pada kebanyakan gen pembukaan heliks oleh RNA polimerase akan dimudahkan oleh struktur superkoiling negatif DNA sehingga transkripsi dapat ditingkatkan. Namun, tidak semua promoter dapat diaktivasi oleh superkoiling negatif sehingga terisyaratkan bahwa perbedaan topologi DNA dapat mempengaruhi transkripsi. Hal ini mungkin karena adanya perbedaan hubungan sterik pada urutan -35 dan -10 di dalam heliks. Sebagai contoh, promoter untuk subunit enzim DNA girase justru dihambat oleh superkoiling negatif. Seperti kita ketahui, DNA girase adalah enzim yang bertanggung jawab untuk superkoiling negatif pada genom *E. coli* sehingga superkoiling negatif ini dapat bertindak sebagai umpan balik yang menghambat ekspresi DNA girase. Pembukaan awal heliks DNA akan menyebabkan pembentukan kompleks terbuka (open complex) dengan RNA polimerase. Proses ini dikenal sebagai pengikatan ketat.

m. Inisiasi

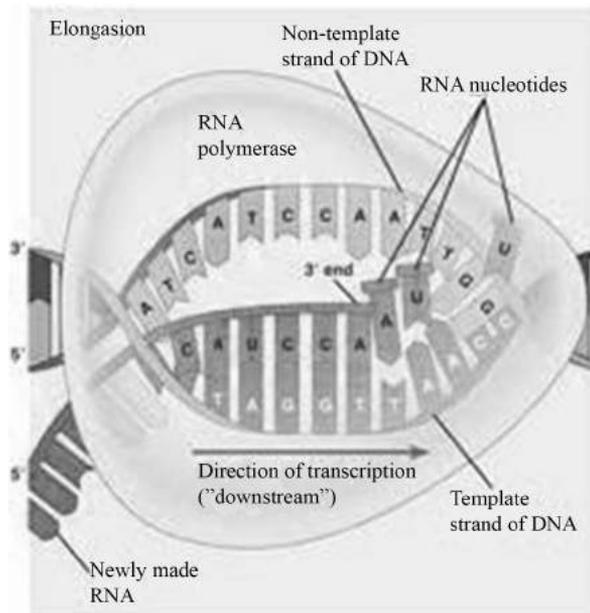


Gambar 3.4. Tahapan proses Inisiasi pada Prokariot

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture21/>)

Berbeda dengan sintesis DNA, sintesis RNA dapat berlangsung tanpa adanya molekul primer. Oleh karena hampir semua tapak inisiasi transkripsi berupa basa G atau A, maka nukleosida trifosfat pertama yang digunakan untuk sintesis RNA adalah GTP atau ATP. Mula-mula RNA polimerase akan menggabungkan dua nukleotida pertama dan membentuk ikatan fosfodiester di antara kedua nukleotida tersebut. Selanjutnya, sembilan basa pertama ditambahkan tanpa disertai pergeseran RNA polimerase di sepanjang molekul DNA. Pada akhir penambahan masing-masing basa ini akan terdapat peluang yang nyata terjadinya aborsi untai RNA yang baru terbentuk itu. Proses inisiasi abortif mempengaruhi laju transkripsi secara keseluruhan karena proses tersebut memegang peranan utama dalam menentukan waktu yang dibutuhkan oleh RNA polimerase untuk meninggalkan promotor dan memungkinkan RNA polimerase lainnya menginisiasi putaran transkripsi berikutnya. Waktu minimum untuk pengosongan promotor ini adalah 1 hingga 2 detik, suatu waktu yang relatif lama bila dibandingkan dengan waktu untuk tahap-tahap transkripsi lainnya.

n. Elongasi



Gambar 3.5. Proses Elongasi

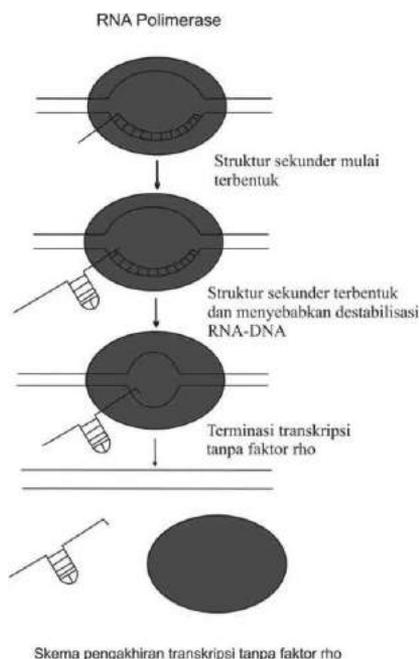
(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture22/>)

Jika inisiasi berhasil, RNA polimerase melepaskan faktor σ , dan bersama-sama dengan DNA dan RNA nasen (RNA yang baru disintesis), akan membentuk kompleks terner atau kompleks yang terdiri atas tiga komponen. Dengan adanya kompleks terner ini RNA polimerase dapat berjalan di sepanjang molekul DNA. Artinya, promoter akan ditinggalkannya untuk kemudian ditempati oleh holoenzim RNA polimerase berikutnya sehingga terjadi reinisiasi transkripsi. Bagian DNA yang mengalami pembukaan heliks, atau disebut dengan gelembung transkripsi (transcription bubble), akan terlihat bergeser di sepanjang molekul DNA sejalan dengan gerakan RNA polimerase. Panjang bagian DNA yang mengalami pembukaan heliks tersebut relatif konstan, yakni sekitar 17 pb sedangkan ujung 5' molekul RNA yang disintesis akan membentuk heliks hibrid dengan pita antisens DNA sepanjang lebih kurang 12 pb. Ukuran ini ternyata tidak mencapai satu putaran heliks. RNA polimerase *E. coli* bergerak dengan kecepatan rata-rata 40 nukleotida per detik. Akan tetapi, angka ini dapat bervariasi sesuai dengan urutan lokal DNA (urutan DNA yang telah dicapai oleh RNA polimerase). Tetap dipertahankannya bagian DNA yang mengalami pembukaan heliks menunjukkan bahwa RNA polimerase

membuka heliks DNA di depan gelembung transkripsi dan menutup heliks DNA di belakangnya. Dengan demikian, heliks hibrid RNA-DNA harus berputar setiap kali terjadi penambahan nukleotida pada RNA nasen.

p. Terminasi

RNA polimerase tetap terikat pada DNA dan melangsungkan transkripsi hingga mencapai urutan terminator (sinyal stop), yang pada umumnya berupa struktur seperti tusuk konde (hairpin). Struktur yang terdiri atas batang dan lengkung (loop) ini terjadi karena RNA hasil transkripsi mengalami komplementasi diri. Biasanya, bagian batang sangat kaya dengan GC sehingga sangat stabil (GC mempunyai ikatan rangkap tiga). Di sebelah downstream (3') dari struktur tusuk kode sering kali terdapat urutan yang terdiri atas empat U atau lebih. RNA polimerase akan segera berhenti begitu struktur tusuk konde RNA disintesis. Bagian ujung RNA yang mengandung banyak U tersebut mempunyai ikatan yang lemah dengan basa-basa A pada DNA cetakan sehingga molekul RNA hasil sintesis akan dengan mudah terlepas dari kompleks transkripsi. Selanjutnya, pita DNA cetakan yang sudah tidak berikatan atau membentuk hibrid dengan RNA segera menempel kembali pada pita DNA komplementernya. RNA polimerase inti pun akhirnya terlepas dari DNA.

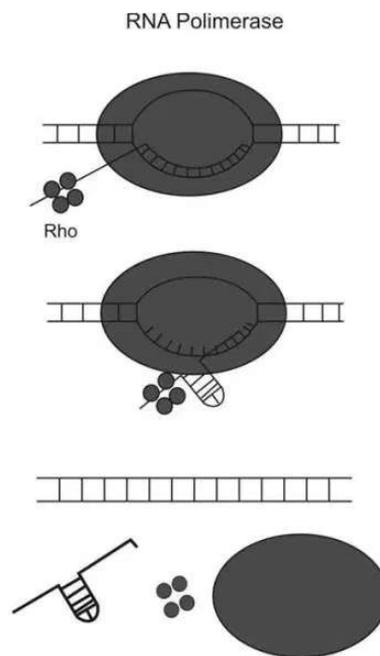


Gambar 3.6. Transkripsi factor rho

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture23-2/>)

o. Terminasi menggunakan protein rho

Selain karena adanya struktur tusuk konde, terminasi transkripsi dapat juga terjadi dengan bantuan suatu protein khusus yang dinamakan protein rho (ρ). Rho merupakan protein heksamer yang akan menghidrolisis ATP dengan adanya RNA untai tunggal. Protein ini nampak terikat pada urutan sepanjang 72 basa pada RNA, yang diduga lebih disebabkan oleh pengenalan suatu struktur spesifik daripada karena adanya urutan konsensus. Rho bergerak di sepanjang RNA nasen menuju kompleks transkripsi. Pada kompleks transkripsi ini rho memungkinkan RNA polimerase untuk berhenti pada sinyal terminator tertentu. Sinyal-sinyal terminator ini, seperti halnya sinyal terminator yang tidak bergantung kepada rho, lebih dikenali oleh RNA daripada oleh DNA cetaknya. Adakalanya terminator tersebut juga berupa struktur tusuk konde tetapi tidak diikuti oleh urutan poli U.



Skema pengakhiran transkripsi yang tergantung pada faktor rho

Gambar 3.7. Pengakhiran transkripsi

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-prokaryotik/picture24/>)



BAB 4 TRANSKRIPSI PADA EUKARIOTIK

4.1. Pengertian Transkripsi

Adalah proses pembentukan RNA baik mRNA, tRNA, maupun rRNA dengan menggunakan cetakan DNA. Proses penyalinan ini, dilakukan oleh RNA polymerase. Pada sel prokariot, pembentukan beberapa jenis RNA dilakukan satu jenis enzim RNA polymerase. Sedangkan pada sel eukariot, setiap jenis RNA disintesis oleh satu jenis RNA polymerase.

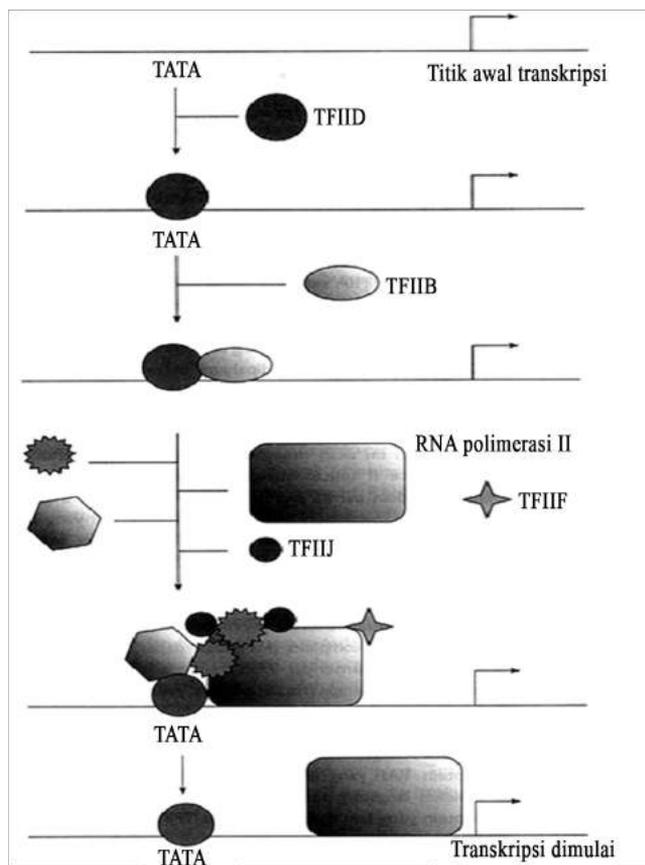
4.2. Komponen Yang Terlibat Dalam Transkripsi Pada Eukariot

1. DNA Cetakan (DNA Templet)
2. Enzim RNA Polymerase I, II, dan III
3. Faktor transkripsiumum dan khusus (TFTFIIB,D,E,F,H)
4. Promoter : TATA box (TATAAAA)

4.3. Mekanisme Transkripsi Pada Eukariot

Mekanisme transkripsi pada eukariot pada dasarnya menyerupai mekanisme pada prokariot. Namun, begitu banyaknya polipeptida yang berkaitan dengan mesin transkripsi pada eukariot menjadikan mekanisme tersebut jauh lebih kompleks daripada mekanisme pada prokariot. Secara umum mekanisme transkripsi dimulai dari inisiasi, elongasi dan terminasi. Tetapi pada eukariot terdapat tiga gen kelas yang berperan dalam proses transkripsi, karena itu transkripsi harus dilakukan pada masing-masing gen kelas tersebut.

a. Transkripsi gen Kelas II



Gambar 4.1. Pembentukan kompleks pra-inisiasi transkripsi pada eukariot
(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-eukariotik/picture15-2/>)

Transkripsi gen kelas II dilakukan oleh RNA polimerase II yang dibantu oleh beberapa faktor transkripsi umum

Penyusunan kompleks faktor transkripsi umum dan RNA polimerase II pada daerah promotor membentuk kompleks pra inisiasi yang akan segera mengawali transkripsi jika ada nukleotida. Ikatan semacam ini membuat daerah promotor menjadi terbuka sehingga RNA polimerase II dapat membaca urutan DNA pada cetakan. Faktor transkripsi umum yang berperan dalam mengarahkan RNA polimerase II kepromotor adalah TFIIA, TFIIB, TFIID,TFIIE, TFIIF, TFIIH dan TFIIJ. Faktor-faktor transkripsi tersebut akan menempel ke daerah promotor secara beratahap sebelum akhirnya terbentuk kompleks pra inisiasi. Penempelan faktor transkripsi tersebut terjadi dengan urutan (1) pertama-tama TFIID menempel pada bagian kotak TATA pada promotor, yang dibantu oleh faktor TFIIA sehingga membentuk kompleks DA. (2) kemudian diikuti oleh penempelan TFIIB, (3) TFIIF selanjutnya menempel diikuti oleh penempelan RNA polimerase II, (4) akhirnya faktor TFIIE akan menempel diikuti oleh TFIIH dan TFIIJ. Kompleks pra inisiasi yang terbentuk disebut kompleks DABPolFEH.

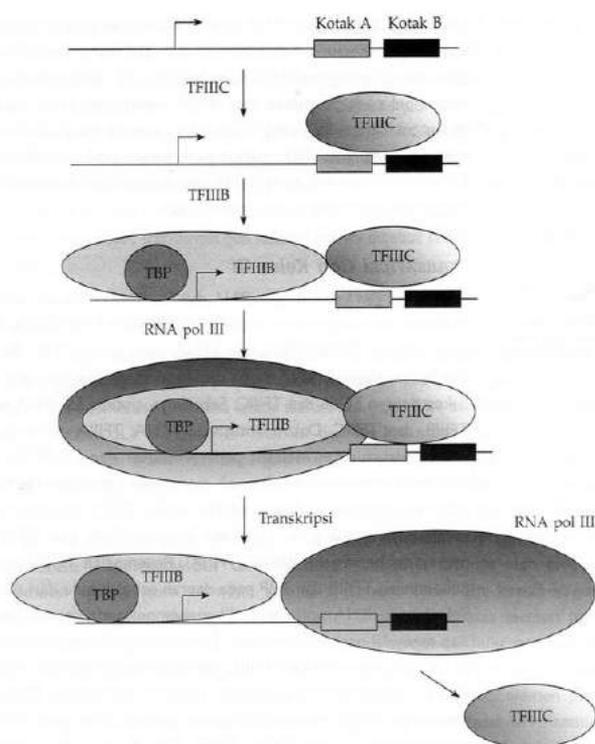
Setelah terbentuk kompleks pra inisiasi RNA polimerase II siap untuk melakukan proses transkripsi jika ada nukleotida. Faktor transkripsi yang penting untuk mengawali inisiasi proses transkripsi adalah TBP, TFIIB, TFIIF, dan RNA polimerase II tanpa adanya TFIIE dan TFIIH, sebenarnya sudah dapat terjadi transkripsi namun tidak sempurna. Pembentukan transkripsi yang tidak sempurna tersebut menandakan telah terbentuknya kompleks inisiasi termasuk terjadinya pembukaan DNA secara lokal dan pembentukan ikatan pospodiester pertama. Dalam hal ini faktor TFIIE dan TFIIH tidak diperlukan dalam proses inisiasi melainkan diperlukan dalam proses pelepasan dari promotor yang menandai dimulainya transkripsi (pemanjangan transkrip) secara aktif. Pelepasan dari promotot tersebut dikatalisis oleh aktifitas DNA helikase yang dimiliki oleh TFIIH sehingga menyebabkan terbukanya DNA pada daerah promotor. Hal ini dilakukan dengan cara memuntir DNA di daerah hilir dari bagian yang berikatan dengan faktor transkripsi yang lain sehingga terbentuk gelembung transkripsi. Pembentukan gelembung transkripsi memungkinkan RNA polimerase untuk memulai transkripsi dan bergerak dari hilir sepanjang 10-12 nukleotida. Pergerakan RNA polimerase tersebut dibantu oleh aktifitas TFIIH yang menyebabkan pemanjangan gelembung transkripsi.

Faktor TFIIH mempunyai banyak peranan salah satunya adalah proses fosforilasi RNA polimerase II menjadi bentuk IIO. TFIIH diketahui mempunyai aktifitas kinase CTD. Bentuk RNA polimerase IIO inilah yang selanjutnya melakukan proses pemanjangan transkripsi. Fosforilasi terjadi pada asam-asam amino pada bagian CTD yang ada pada subunit RNA polimerase II yang paling besar. Dengan

demikian dapat dikatakan bahwa proses fosforilasi RNA polimerase II menjadi inisiasi dan selanjutnya terjadi pemanjangan transkripsi. fosforilasi pada RNA polimerase II menyebabkan terjadinya komfirmasi kompleks inisiasi menjadi bentuk yang siap untuk melakukan pemanjangan transkripsi. Pemanjangan transkripsi tersebut dapat terjadi karena fosforilasi RNA polimerase II menyebabkan ikatan antara CTD dan TBP menjadi lemah. Dengan adanya nukleotida maka kompleks pemanjangan (elongation kompleks) dapat meneruskan pemanjangan transkripsi (RNA).

Proses pemanjangan transkripsi akan berjalan sampai RNA polimerase II mencapai daerah terminator. Terminasi transkripsi dapat terjadi karena adanya aktifitas fosfatase yang spesifik untuk CTD sehingga mengembalikan RNA polimerase II menjadi bentuk yang tidak mengalami fosforilasi. Dalam keadaan tidak mengalami fosforilasi RNA polimerase II dapat digunakan lagi untuk proses transkripsi berikutnya.

b. Transkripsi gen klas III



Gambar. 4.2. Pembentukan Kompleks pra-inisiasi gen kelas III

(Sumber : <https://kamrantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-eukariotik/picture16/>)

Transkripsi gen kelas III (gen tRNA dan 5S rRNA) dilakukan oleh RNA polimerase III dibantu oleh sekelompok protein yang dikenal sebagai faktor transkripsi TFIII yang meliputi; TFIIIA, TFIIB, dan TFIIC serta protein TBP.

Mekanisme transkripsi gen kelas III pertama-tama, faktor TFIIC menempel pada kotak A dan kotak B yang ada pada promotor internal. Penempelan TFIIC tersebut mendorong penempelan TFIIB dan TBP pada daerah sebelah hulu dari titik awal replikasi. Selanjutnya, RNA polimerase III menempel pada daerah awal transkripsi dan siap memulai proses transkripsi. Pada saat transkripsi dimulai RNA polimerase III menyebabkan TFIIC terlepas dari ikatannya dengan kotak A dan kotak B pada daerah promotor internal, sementara TFIIB tetap berada ditempatnya untuk memulai rangkaian proses transkripsi berikutnya. Secara invitro kompleks ikatan TFIIIA, TFIIB, TFIIC, dan RNA polimerase III tersebut dapat mendukung proses transkripsi sampai kurang lebih 40 kali. Selama rangkaian proses tersebut, RNA polimerase III akan berdisosiasi dan berasosiasi kembali ke dalam kompleks protein setiap kali terjadi proses transkripsi. Sejauh ini diketahui bahwa terminasi transkripsi gen kelas III terjadi pada suatu daerah tertentu dan tidak melibatkan protein khusus. RNA Pol III terdapat di dalam nukleoplasma dan sekurang-kurangnya terdiri atas 16 subunit yang berbeda. Enzim ini menyintesis prekursor tRNA, 5S rRNA, serta berbagai snRNA dan RNA sitosolik. Transkrip pertama yang dihasilkan dari gen-gen tRNA merupakan molekul prekursor yang akan diproses menjadi RNA matang. Daerah kontrol transkripsi gen-gen tRNA terletak di sebelah hilir tapak inisiasi transkripsi. Ada dua urutan yang sangat konservatif di dalam gen tRNA, yaitu kotak A (5'- TGGCNNAGTGG - 3') dan kotak B (5'- GGTTCGANNCC - 3'). Kedua urutan ini juga menyandi urutan penting di dalam tRNA sendiri, yang disebut dengan kala D (D-loop) dan kala T Ψ C. Hal ini berarti bahwa urutan yang sangat konservatif di dalam tRNA juga merupakan urutan promoter yang sangat konservatif. Dua faktor pengikatan DNA yang kompleks telah diketahui memegang peranan penting dalam inisiasi transkripsi tRNA oleh RNA Pol III. TFIIC mengikat baik kotak A maupun kotak B di dalam promoter tRNA. Sementara itu, TFIIB mengikat daerah sejauh 50 pb ke arah hulu dari kotak A. TFIIB terdiri atas tiga subunit, yang salah satu di antaranya adalah TBP, suatu faktor inisiasi umum yang diperlukan oleh ketiga RNA polimerase. Subunit yang kedua dan ketiga masing-masing dinamakan BRF dan B". Faktor TFIIB tidak memiliki spesifisitas urutan sehingga tempat pengikatannya bergantung kepada posisi pengikatan TFIIC pada DNA. TFIIB memungkinkan RNA Pol III untuk melakukan inisiasi transkripsi. Begitu TFIIB terikat, TFIIC dapat dikeluarkan tanpa mempengaruhi transkripsi. Oleh karena itu, TFIIC dapat dilihat sebagai faktor perakitan untuk penempatan faktor inisiasi TFIIB. RNA Pol III mentranskripsi gen 5S rRNA, yang merupakan

satu-satunya subunit rRNA yang ditranskripsi secara terpisah. Seperti halnya gen-gen rRNA lainnya yang ditranskripsi oleh RNA Pol I, gen-gen 5S rRNA tersusun secara tandem (berurutan) di dalam suatu rumpun gen. Pada manusia terdapat suatu rumpun yang berisi sekitar 2.000 gen. Promoter gen 5S rRNA mengandung daerah kontrol internal yang dinamakan kotak C. Letaknya sekitar 81 hingga 99 pb ke arah hilir dari tapak inisiasi transkripsi. Selain itu, terdapat juga kotak A yang berada pada posisi sekitar +50 hingga +65. Kotak C pada promoter 5S rRNA berperan sebagai tempat pengikatan protein spesifik, yaitu TFIIA. TFIIA bekerja sebagai faktor perakitan yang memungkinkan TFIIC berinteraksi dengan promoter 5S rRNA. Sementara itu, kotak A akan menstabilkan pengikatan TFIIC sehingga faktor ini berikatan dengan DNA pada posisi yang relatif sama dengan posisi pengikatan pada promoter tRNA. Begitu TFIIC terikat pada DNA, TFIIB dapat berinteraksi dengan kompleks pengikatan tersebut dan memungkinkan RNA Pol III untuk melakukan inisiasi transkripsi. Banyak gen yang ditranskripsi oleh RNAs Pol III bergantung kepada urutan hulu untuk regulasi transkripsinya. Beberapa promoter seperti U6 snRNA dan gen-gen RNA kecil dari virus Epstein-Barr hanya menggunakan urutan regulator yang letaknya di sebelah hulu dari tapak inisiasi transkripsinya. Daerah penyandi U6 snRNA mempunyai sebuah kotak A yang khas. Akan tetapi, urutan ini tidak diperlukan untuk transkripsi. Daerah hulu pada U6 snRNA mengandung urutan khas promoter RNA Pol II, yang meliputi kotak TATA pada posisi -30 hingga -23. Promoter ini juga memiliki beberapa urutan di daerah hulu sebagai tempat pengikatan faktor transkripsi lainnya seperti pada kebanyakan gen U RNA yang ditranskripsi oleh RNA Pol II. Hal ini mendukung pendapat bahwa faktor-faktor transkripsi umum dapat mengatur gen-gen yang ditranskripsi baik oleh RNA Pol II maupun oleh RNA Pol III. Terminasi transkripsi oleh RNA Pol III nampaknya hanya memerlukan pengenalan polimerase berupa urutan nukleotida sederhana. Urutan ini terdiri atas sekelompok residu dA yang efisiensi terminasinya dipengaruhi oleh urutan di sekitarnya. Urutan 5'-GCAAAGC-3' merupakan sinyal terminasi yang efisien untuk gen 5S rRNA pada *Xenopus borealis*.

c. Transkripsi gen kelas I

Transkripsi gen kelas I dilakukan oleh RNA polimerase I. proses transkripsi gen kelas I juga dimulai dengan pembentukan kompleks pra inisiasi yang dilakukan oleh RNA polimerase I dan dua faktor transkripsi yaitu SL1 dan UBF (Upstream binding factor). SL1 merupakan faktor transkripsi yang mempunyai spesifisitas untuk suatu species, artinya dapat membedakan antara promotor gen pada manusia dan promotor gen pada hewan. Faktor SL1 diketahui berperan dalam penyusunan kompleks pra inisiasi RNA polimerase 1. Spesifisitas SL1 terhadap suatu promotor dibantu oleh elemen promotor utama (core promoter elemen).

Transkripsi gen kelas I dimulai dari daerah promotor antara dan berakhir pada sisi sebelah hulu promotor utama. Hal ini dimaksudkan untuk mengantarkan molekul RNA polimerase I dalam jumlah besar kesisi inisiasi. Secara rinci mekanisme inisiasi transkripsi gen kelas I sampai saat ini belum diketahui secara jelas. Selain faktor SL1 inisiasi transkripsi gen kelas I juga memerlukan faktor transkripsi UBF. Faktor UBF inilah yang menempel pada daerah promotor gen rRNA secara langsung dan bukan RNA polimerase I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor SL1 yang berasal dari manusia tidak berikatan langsung pada DNA sedangkan SL1 yang berasal dari mencit dapat menempel pada promotor gen rRNA mencit sehingga faktor faktor transkripsi SL1 yang berasal dari manusia hanya aktif terhadap promotor manusia sedangkan SL1 mencit juga aktif pada promotor mencit. Sebaliknya, faktor transkripsi UBF yang berasal dari manusia dapat menggantikan fungsi UBF dari mencit dan sebaliknya.

RNA Pol I bertanggung jawab dalam sintesis rRNA secara terus-menerus selama interfase. Sel manusia mengandung lima rumpun (cluster) gen penyandi rRNA yang terdiri atas sekitar 40 salinan dan terletak pada kromosom-kromosom yang berbeda. Masing-masing gen rRNA menghasilkan transkrip 45S rRNA yang panjangnya lebih kurang 13.000 nukleotida (nt). Transkrip ini akan terbagi menjadi sebuah 28S (5.000 nt), 18S (2.000 nt), dan 5,8S (160 nt) rRNA. Transkripsi salinan gen-gen rRNA secara berkesinambungan diperlukan untuk mencukupi produksi rRNA yang selanjutnya akan dikemas ke dalam ribosom.

Masing-masing rumpun gen rRNA dikenal sebagai daerah pengatur nukleolar (nucleolar organizer region) karena nukleolus mengandung kala (loop) DNA berukuran besar yang sesuai dengan rumpun-rumpun gen tersebut. Setelah sebuah sel dihasilkan dari mitosis, sintesis rRNA akan dimulai kembali dan nukleoli yang kecil akan muncul pada lokasi kromosomal yang ditempati oleh gen-gen rRNA. Selama sintesis rRNA berlangsung aktif, transkrip pra-rRNA dikemas di sepanjang gen-gen rRNA dan jika divisualisasikan menggunakan mikroskop elektron akan nampak sebagai 'struktur pohon natal'. Di dalam struktur ini transkrip-transkrip RNA dikemas dengan rapat di sepanjang molekul DNA dan masing-masing muncul tegak lurus dari DNA. Transkrip yang pendek dapat dilihat pada bagian awal gen tersebut. Transkrip akan makin bertambah panjang pada bagian-bagian berikutnya untuk kemudian menghilang ketika mencapai ujung unit transkripsi. Promoter-promoter gen pra-rRNA pada mamalia mempunyai suatu daerah kontrol transkripsi bipartit, yang terdiri atas elemen inti atau core element dan elemen kontrol hulu atau upstream control element (UCE). Elemen inti meliputi tapak awal transkripsi dan terbentang dari posisi -31 hingga +6, yang merupakan urutan esensial untuk transkripsi. Sementara itu, UCE mempunyai panjang sekitar 50 hingga 80 pb yang dimulai dari posisi -100. UCE bertanggung jawab untuk peningkatan transkripsi

sekitar 10 hingga 100 kali bila dibandingkan dengan laju transkripsi oleh elemen inti saja. UCE akan berikatan dengan suatu protein spesifik pengikat DNA, yang disebut dengan faktor pengikatan hulu atau upstream binding factor (UBF). Selain dengan UCE, UBF juga berikatan dengan suatu urutan di sebelah hulu elemen inti. Kedua urutan yang berikatan dengan UBF tersebut tidak mempunyai kesamaan yang nyata. Sebuah molekul UBF diduga mengikat UCE, sedangkan sebuah molekul UBF lainnya mengikat urutan yang kedua. Selanjutnya, kedua molekul UBF akan saling berikatan melalui interaksi protein-protein sehingga terbentuk struktur kela (loop) pada segmen DNA di antara kedua tempat pengikatan tersebut. Selain UBF, terdapat faktor lain yang esensial untuk transkripsi RNA Pol I. Faktor ini adalah faktor selektivitas atau selectivity factor (SL1), yang akan berikatan dengan kompleks UBF-DNA dan kemudian menstabilkannya. SL1 berinteraksi dengan bagian hilir elemen inti yang bebas. Pengikatan kompleks UBF-DNA oleh SL1 memungkinkan RNA Pol I untuk memasuki kompleks tersebut dan melakukan inisiasi transkripsi. Saat ini SL1 telah diketahui mengandung beberapa subunit, antara lain berupa suatu protein yang dinamakan protein pengikat TATA atau TATA-binding protein (TBP). TBP diperlukan untuk inisiasi ketiga RNA polimerase eukariot, dan nampaknya merupakan faktor penting dalam transkripsi eukariot. Ketiga subunit SL1 lainnya dikenal sebagai faktor-faktor yang berasosiasi dengan TBP atau TBP-associated factors (TAFs), dan di antara subunit tersebut yang diperlukan untuk transkripsi RNA Pol I dinamakan TAF1s. Pada *Acanthamoeba*, suatu eukariot sederhana, terdapat elemen kontrol tunggal di daerah promoter gen rRNA yang terletak sekitar 12 hingga 72 pb ke arah hulu dari titik awal transkripsi. Tempat ini akan diikat oleh faktor TIF-1, yang homolog dengan SL1. Dengan pengikatan ini RNA Pol I akan dapat melakukan inisiasi transkripsi. Pada waktu RNA Pol I bergerak di sepanjang molekul DNA, faktor TIF-1 tetap terikat pada tempat semula sehingga memungkinkan terjadinya inisiasi transkripsi oleh RNA Pol I yang lain, dan beberapa putaran transkripsi dapat berlangsung. Oleh karena itu, mekanisme ini dapat dilihat sebagai sistem kontrol transkripsi yang sangat sederhana. Di sisi lain, untuk vertebrata nampaknya terdapat suatu UBF tambahan yang bertanggung jawab atas pengikatan promoter oleh SL1 secara spesifik.

4.4. Terdapat 3 produk hasil transkripsi pada eukariot antara lain :

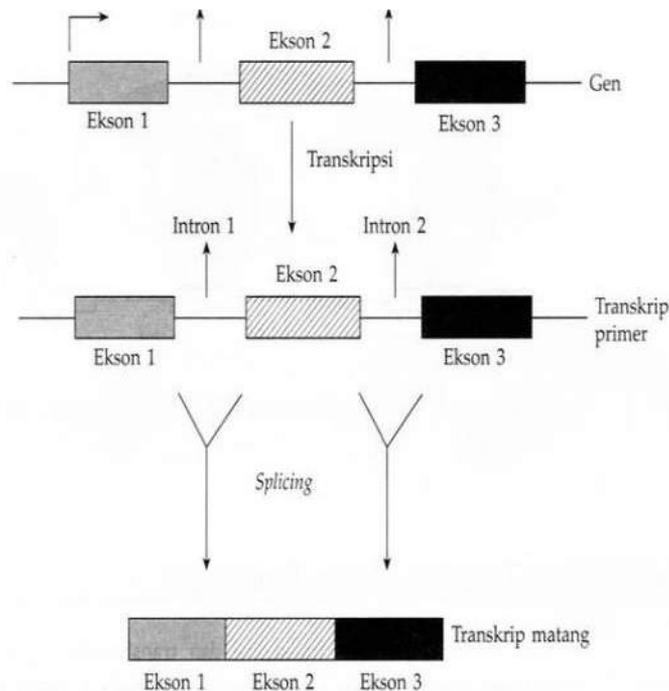
1. RNA polimerase I (RNA Pol I) mentranskripsi sebagian besar gen rRNA. Enzim ini terdapat di dalam nukleoli dan tidak sensitif terhadap α -amanitin.
2. RNA polimerase II (RNA Pol II) mentranskripsi semua gen penyandi protein dan beberapa gen RNA nuklear kecil (snRNA). Enzim ini terdapat di dalam nukleoplasma dan sangat sensitif terhadap α -amanitin.

3. RNA polimerase III (RNA Pol III) mentranskripsi gen-gen tRNA, 5S rRNA, U6 snRNA dan beberapa RNA kecil lainnya. Enzim ini terdapat di dalam nukleoplasma dan agak sensitif terhadap α -amanitin.

4.5. Pemrosesan Pasca Transkripsi

Pada prokariot proses transkripsi dan translasi berlangsung hampir secara serentak, artinya bahwa sebelum transkripsi selesai dilakukan translasi sudah dapat dimulai. Hal ini dapat terjadi karena pada prokariot tidak ada hambatan struktural sel karena semua komponen transkripsi dan translasi terletak pada ruangan sitoplasma yang sama. Sebaliknya pada eukariot transkripsi berlangsung di dalam nucleus sedangkan translasi berlangsung di dalam sitoplasma dengan demikian translasi baru dapat dijalankan jika proses transkripsi sudah selesai dilakukan. Jeda waktu semacam ini disebut fase pasca transkripsi. Pada fase ini terjadi beberapa proses yang unik pada eukariot antara lain (1) pemotongan dan penyambungan RNA (RNA splicing), (2) poliadenilasi (penambahan gugus poli-A pada ujung 3' mRNA), (3) penambahan tudung (cap) pada ujung 5' mRNA.

4.6. Pemotongan dan Penyambungan RNA (splicing)



Gambar 4.8. Proses Splicing RNA

(Sumber : <https://kamriantiramli.wordpress.com/2011/04/28/transkripsi-pada-eukariotik/picture17/>)





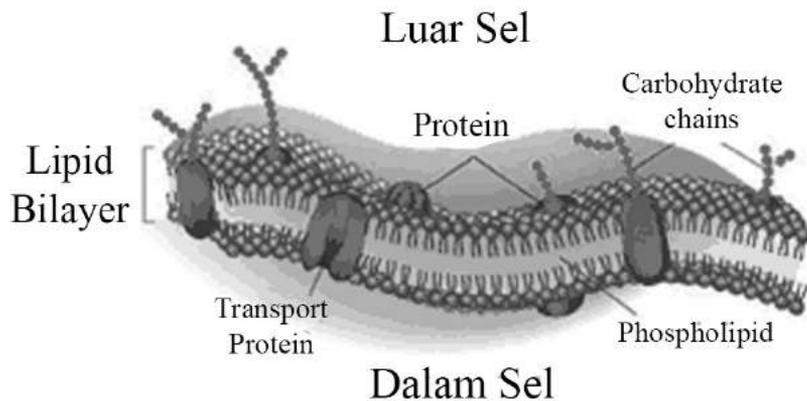
BAB 5 STRUKTUR SEL

5. 1. Bagian Struktur sel

5.1.1. Membran Sel (Plasmalemma atau Selaput Plasma)

Merupakan membran sel atau selaput yang letaknya paling luar yang terbentuk dari senyawa kimia Lipoprotein (gabungan protein dan lemak) dengan perbandingan 50:50. Lipid penyusun membran yaitu pospolid.

Protein yang ada di permukaan luar dan dalam disebut protein instriksik yang mempunyai sifat hidrofilik (larut dalam air) dan yang ada dan menembus kedua lapis lipid disebut protein instriksi yang mempunyai sifat hidrofobik (tidak larut dalam air). Oleh karenanya membran sel bersifat Selektif Permeabel (Semi Permeabel) yang artinya hanya bisa dilewati oleh molekul tertentu saja.



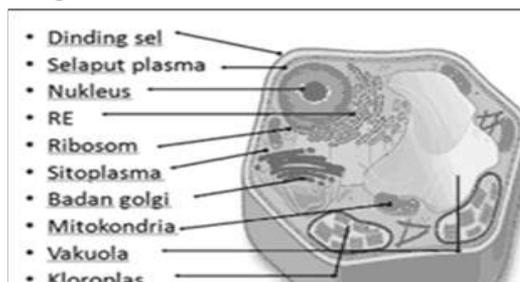
Gambar 5.1. Membran sel
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

5.1.2. Fungsi dari Membran Sel:

- Melindungi sel
- Mengatur keluar masuk (pertukaran) zat dari sel satu ke sel lainnya
- Penerima rangsang dari luar sel
- Tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia

Khusus sel tumbuhan, selain selaput plasma terdapat satu struktur yang letaknya diluar selaput plasma yaitu Cell Wall atau Dinding Sel. Tersusun dari dua lapisan senyawa Selulosa. Diantara kedua lapisan selulosa terdapat rongga yang dinamakan Lamel Tengah (Middle Lamel) yang bisa terisi oleh zat penguat (contoh: chitine, pektin, suberine, lignin). Pada sel tumbuhan terkadang juga terdapat celah yang disebut Noktah. Di notah/pit ini sering dijumpai penjuluran Sitoplasma yang disebut Plasmodesma yang mempunyai fungsi hampir sama dengan fungsi saraf pada hewan.

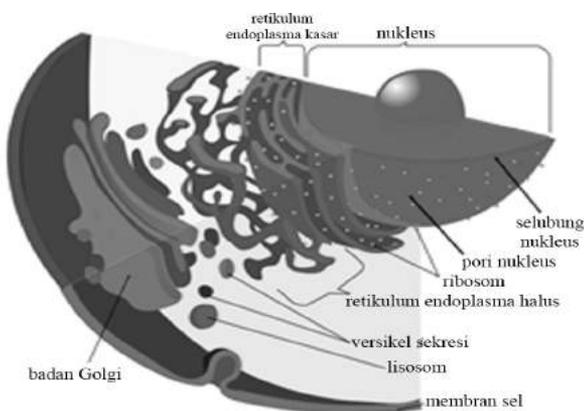
Sitoplasma dan Organel Sel



Gambar.5.2 Sitoplasma
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Bagian cair dalam sel disebut dengan Sitoplasma yang ada dalam dua bentuk yaitu Fase Sol (padat) dan Fase Gel (cair) dan khusus cairan yang berada di dalam inti sel disebut Nukleoplasma. Sitoplasma disusun oleh 90% air dimana air menjadi penyusun utamanya, dan berfungsi melarutkan zat-zat kimia dan tempat reaksi kimia sel. Organel sel sendiri merupakan benda-benda solid yang ada di dalam sitoplasma dan menjalankan fungsi kehidupan (bersifat hidup). Terdapat berbagai macam *organel sel*, organel sel tersebut yaitu:

a. Retikulum Endoplasma (RE)



Gambar.5.3. R.E

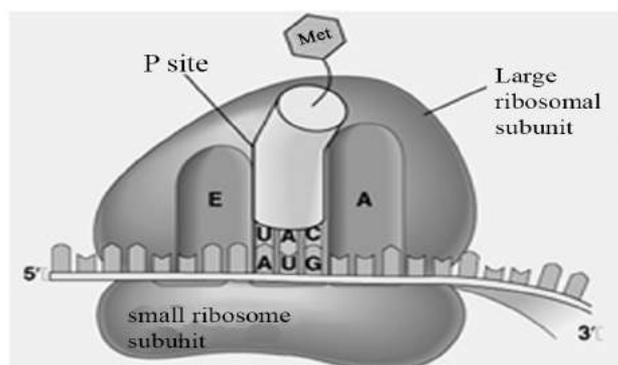
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Retikulum Endoplasma merupakan organel yang berupa sistem membran berlipat-lipat menghubungkan membran sel dengan membran inti berbentuk seperti benang-benang jala. Ikut berperan juga dalam proses transpor zat intra sel. Ada dua macam Retikulum Endoplasma yaitu *RE Kasar* dan *RE Halus*. Struktur Retikulum Endoplasma hanya bisa dilihat dengan mikroskop elektron.

Fungsi RE Halus:

- Sebagai transpor atau pengangkut sintesis lemak dan steroid.
- Tempat menyimpan fosfolipid, glikolipid, dan steroid
- Melaksanakan detoksifikasi drug dan racun
- Tidak terdapat ribosom di RE Halus
- Fungsi RE Keras: transpor atau pengangkut sintesis protein, terdapat juga di ribosom.

b. Ribosom (*Ergastoplasma*)



Gambar5.4. . Ribosome
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

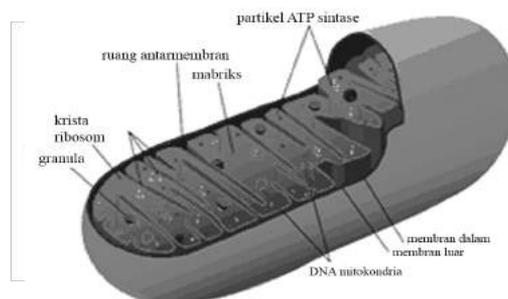
Ribosom merupakan organel pen sintensis protein. Ribosom kerap menempel satu sama lain dan membentuk rantai yang sering disebut polisom atau pololiribosom. Struktur ribosom berbentuk bulat bundar terdiri dari dua partikel besar dan kecil, ada yang soliter dan ada yang melekat sepanjang R.E.

Ribosom adalah organel sel terkecil yang tersuspensi dalam sel. Antara satu ribosom dengan yang lainnya diikat oleh mRNA. Menurut kecepatan sedimentasi dibedakan menjadi ribosom sub unit kecil (40s) dan ribosom sub unit besar (60s)

Fungsi Ribosom:

Sebagai tempat berlangsungnya sintesis protein dan contoh organel tidak bermembran. Oleh penyusun utamanya yaitu asam ribonukleat dan berada bebas di dalam sitoplasma ataupun melekat pada RE.

c. Mitokondria (The Power House)

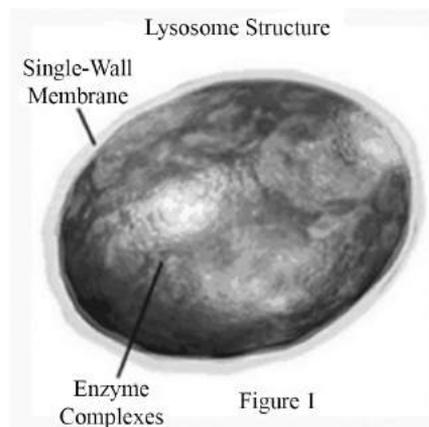


Gambar.5.5. Mitokondria
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Di dalam biologi Mitokondria diberi julukan *The Power House* karena merupakan organel yang mempunyai fungsi sebagai tempat respirasi aerob untuk pembentukan ATP sebagai sumber energi sel. Mitokondria memiliki dua lapisan membran yaitu membran dalam dan membran luar.

Membran dalam membentuk tonjolan-tonjolan ke arah dalam (membran krista). Krista mempunyai fungsi memperluas permukaan agar proses pengikatan oksigen dalam respirasi sel berlangsung semakin efektif. Terdapat Matriks Mitokondria yang terletak diantara membran krista dan banyak mengandung enzim pernafasan atau sitokrom, protein, dna dan ribosom yang memungkinkan sintesis enzim-enzim respirasi secara otonom. Untuk melintasi membran mitokondria memerlukan mekanisme transpor aktif. Matriks Mitokondria berfungsi sebagai tempat berlangsungnya respirasi untuk menghasilkan energi.

d. Lisosom



Gambar.5.6. Lisosom
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Lisosom dihasilkan oleh aparatus golgi yang penuh dengan protein. Berbentuk kantong-lantong kecil dan menghasilkan enzim-enzim hidrolitik seperti fosfatase, lipase, dan proteolitik. Enzim hidrolitik mempunyai fungsi untuk mencerna makanan yang masuk ke dalam sel secara fagositosis. Lisosom menghasilkan zat kekebalan sehingga banyak ditemui pada sel darah putih, bersifat autofagi, autolisis, dan menghancurkan makanan secara edsosistosis. Fungsi organel sel lisosom ini ialah sebagai penghasil dan penyimpan enzim pencernaan seluler. Salah satunya yaitu *Lisozym*.

Ada dua macam lisosom yaitu lisosom primer dan sekunder, lisosom primer memproduksi enzim yang belum aktif. Berfungsi sebagai vakuola makanan. Lisosom sekunder adalah lisosom yang terlibat dalam kegiatan mencerna, berfungsi sebagai autofagosom.

Lisosom mempunyai peran dalam peristiwa:

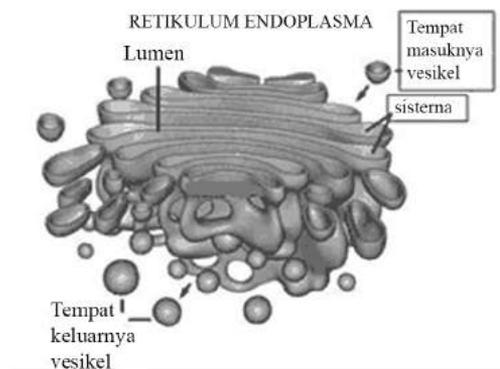
Pencernaan intrasel: mencerna materi secara fagositosis

Eksositosis: pembebasan sekret keluar sel

Autofagi: penghancuran organel sel yang telah rusak

Autolisis: penghancuran diri sel dengan cara melepas enzim pencernaan dari dalam lisosom ke dalam sel, contoh proses ini yaitu hilangnya ekor berudu ketika proses menuju dewasa.

e. Badan Golgi (Aparatus Golgi = Diktiosom)

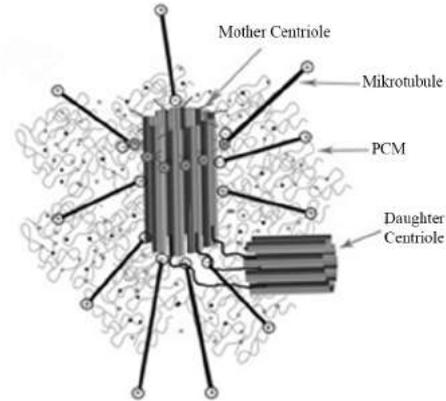


Gambar.5.7. Badan Golgi
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Badan golsi terdiri dari kumpulan vesikel pipih yang mempunyai bentuk berkelok-kelok (sisternae) atau berbentuk seperti kantong pipih. Badan golgi yang ada di dalam sel tumbuhan disebut diktiosom, dimana kebanyakan berada di dekat membran sel. Di dalam badan golgi terdapat banyak enzim pencernaan yang belum aktif, seperti koenzim dan zimogen. Dihasilkan juga lendir yang disebut musin, badan golgi juga dapat membentuk lisosom. Badan golgi bisa bergerak mendekati membran sel untuk mensekresikan isinya ke luar sel, karena ini disebut juga organes sekresi.Organel sel ini dihubungkan dengan fungsi ekskresi sel, dan struktur nya dapat dilihat dengan menggunakan mikroskop cahaya biasa. Badan golgi banyak ditemui di

organ tubuh yang melaksanakan fungsi ekskresi atau sel-sel penyusun kelenjar (contoh: ginjal).

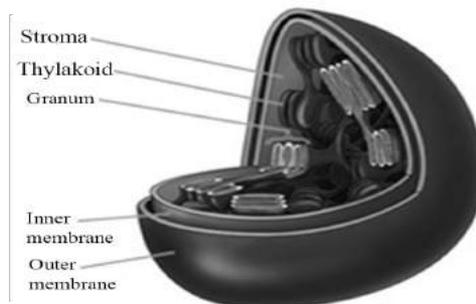
f. Sentrosom (Sentrinol)



Gambar.5.8. Sentrosome
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Hal yang sangat penting yaitu setrosom hanya bisa ditemukan pada sel hewan. Sentrosom disaat reproduksi sel akan membelah menjadi sentriol. Struktur sentrosom berbentuk bintang dengan fungsi untuk pembelahan sel (Meiosis maupun Mitosis). Sentrinol berbentuk layaknya tabung dan tersusun oleh mikrotubulus yang terdiri 9 triplet, terletak disalah satu kutub inti sel. Sentrinol berperan dalam kegiatan pembelahan sel dengan membentuk benang spindel. Benang ini yang menarik kromosom menuju ke kutub sel berlawanan.

g. Plastida



Gambar.5.9. Plastida
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Plastida ialah organel yang umumnya berisi pigmen. Plastida yang berisi pigmen klorofil disebut kloroplas, fungsinya yaitu sebagai organel utama dalam proses fotosintesis. Kloroplas berasal dari proplastida, proplastida berukuran lebih kecil dari kloroplas dimana terdapat sedikit bahkan tanpa membran internal.

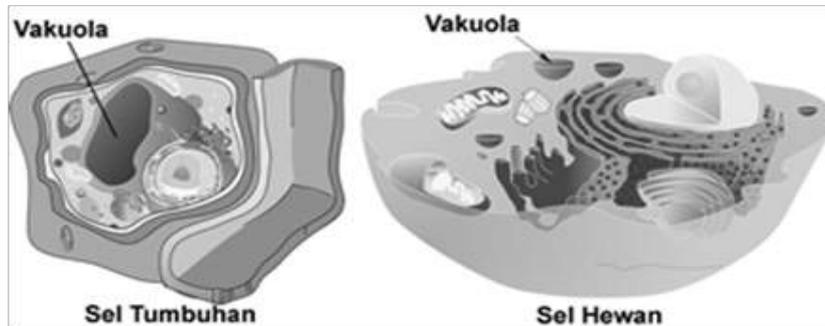
Kloroplas terbungkus membran ganda, membran yang berperang mengatur keluar masuk senyawa atau ion ke dan dari dalam kloroplas. Di membran internal kloroplas ada pigmen fotosintesis yang banyak ditemui di permukaan luar membran internal yang disebut tilakoid. Sedangkan plastida yang berisi pigmen selain klorofil (contoh: fikosantin, xantofil, karoten) disebut dengan kromoplas. Plastida yang tidak mempunyai warna (tidak berwarna) disebut leukoplas.

Ada macam-macam leukoplas berdasarkan bahan yang dikandungnya yaitu elaioplas (lipoplas) berisi lemak, amiloplas berisi amilum, dan proteoplas berisi protein. Yang dapat dilihat dengan mikroskop cahaya biasa.

Tiga jenis plastida, yaitu:

1. Lekoplas yaitu plastida berwarna putih yang berfungsi sebagai tempat menyimpan makanan. terdiri dari:
Amiloplas: tempat menyimpan amilum
Elaioplas (Lipidoplas): tempat menyimpan lemak/minyak
Proteoplas: tempat menyimpan protein.
2. Kloroplas yaitu plastida berwarna hijau yang berfungsi menghasilkan klorofil dan tempat berlangsungnya fotosintesis
3. Kromoplas yaitu plastida yang mengandung pigmen, misalnya:
Fikodanin (biru)
Fikosantin (kuning)
Karotin (kuning)
Fikoeritrin (merah)

h. Vakuola (RonggaSel)



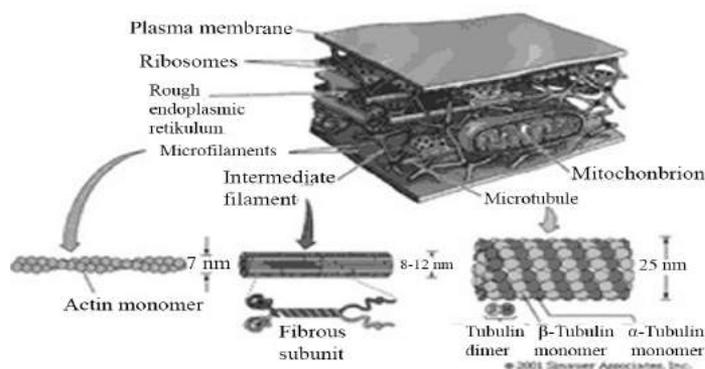
Gambar5.10.Vakuola

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Vakuola tidak dimasukkan dalam organel sel oleh beberapa ahli, benda ini bisa dilihat melalui mikroskop cahaya biasa. Vakuola berisi garam-garam organik, tanin (zat penyamak), glikosida, minyak eteris, enzyme, alkaloid, dan butir-butir pati. Selaput pembatas antara vakuola dengan sitoplasma disebut Tonoplas. Pada beberapa spesies terdapat vakuola kontraktil dan vakuola nonkontraktil.

Pada beberapa terdapat vakuola kecil atau bahkan tidak ada, kecuali hewan bersel satu. Hewan bersel satu terdapat dua jenis vakuola yaitu vakuola makanan dengan fungsi dalam proses pencernaan intrasel dan vakuola kontraktil yang berfungsi sebagai osmoregulator.

i. Mikrotubulus



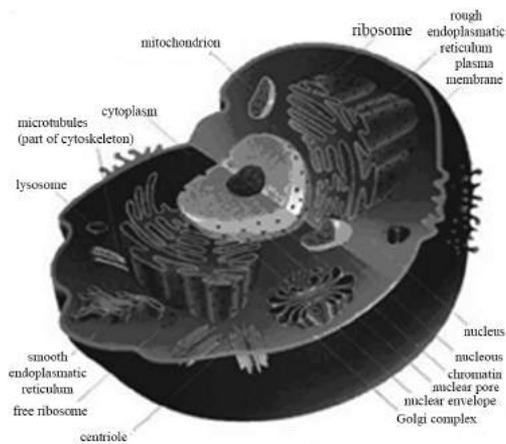
Gambar.5.11. Mikrotubulus

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Mikrotubulus berbentuk benang silindris, kaku dan mempunyai fungsi untuk membentuk silia, flagela, sentriol dan benang-benang spindel, serta mempertahankan bentuk sel dan sebagai rangka sel. Contoh organel ini antaranya yaitu benang-benang gelembung pembelahan.

Mikrotubulus ini disusun oleh protein yang disebut tubulin. Diameter mikrotubulus kira-kira 25 nm. Organel ini merupakan serabut penyusun sitoskeleton terbesar.

j. Mikrofilamen

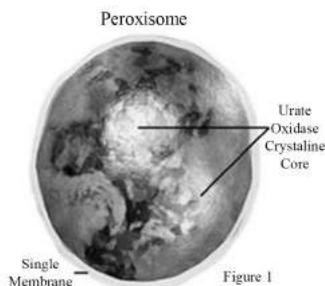


Gambar.5.12 Mikrofilamen

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Organel mikrofilamen mirip seperti mikrotubulus tetapi mempunyai diameter yang lebih kecil. Bahan pembentuk mikrofilamen adalah miosin dan aktin seperti yang ditemui pada otot. Berdasarkan hasil penelitian, mikrofilamen ikut andil dalam proses pergerakan sel, eksositosis, dan endositosis. Contohnya yaitu gerakan amuba.

k. Peroxisom (Badan Mikro)



Gambar.5.13. Peroxisom

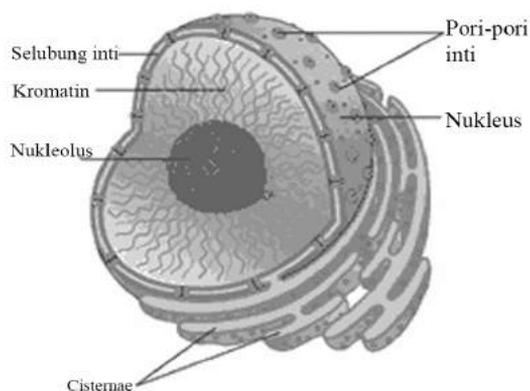
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Peroksisom atau badan mikro mempunyai ukuran sama seperti Lisosom dan dibentuk dalam Retikulum Endoplasma Granular. organel peroksisom ini terus menerus berasosiasi dengan organel sel lain, banyak juga mengandung enzim katalase dan oksidase yang banyak disimpan dalam sel-sel hati.

Peroksisom memiliki fungsi mengurangkan peroksida (H_2O_2) dimana ini merupakan sisa metabolisme yang bersifat toksik menjadi oksigen dan air. Badan mikro pada tumbuhan disebut Gliosisom, ikut andil dalam proses pengubahan senyawa lemak menjadi sukrosa.

4 Inti Sel (Nukleus)

Nukleus merupakan bagian sel yang berukuran lebih besar dibanding dengan organel sel seperti biasanya, mempunyai ukuran 10 - 20 nm. Letak inti sel (nukleus) terkadang di bagian tepi atau di tengah, mempunyai bentuk bulat atau lonjong seperti cakram. Inti sel atau Nukleus merupakan bagian sel yang mempunyai fungsi sebagai pusat pengendali aktivitas atau pusat perintah sel karena adanya benang-benang kromosom di dalam nukleus. Umumnya sel-sel mempunyai satu nukleus inti



Gambar.5.14. Nukleus

(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Inti sel (nukleus) dibatasi oleh membran inti atau selaput inti yang mempunyai kontrol keluar masuk nukleus. Nukleus diperlukan untuk mengontrol reaksi-reaksi kimia, pembelahan sel, dan pertumbuhan. Tetapi sesuai dengan fungsinya, ada juga sel yang mempunyai dua atau lebih inti. Nukleus juga mempunyai tugas untuk membawa perintah sintesis di inti DNA dikarenakan terdapat sandi DNA (DNA code) di dalamnya untuk menentukan urutan asam amino protein.

Inti sel merupakan pusat pengatur berbagai aktifitas sel. Nukleus mengandung DNA dalam jumlah besar yang disebut gen. Gen yang terdapat pada kromosom berfungsi untuk sintesa RNA yang mengatur karakteristik dari protein yang diperlukan untuk berbagai aktifitas enzimatik, serta mengatur reproduksi sel. Inti sel terdiri atas nukleolus, nukleoplasma dan membran inti sel. Membran dari inti sel terdiri 2 lapis, dimana lapisan luar berhubungan dengan membran retikulum endoplasma. Pada membran inti sel terdapat porus yang mempunyai diameter yang cukup besar sehingga dapat dilalui oleh molekul protein yang disintesa dalam inti sel. DNA adalah sejenis asam nukleat yang tergolong biomolekul utama penyusun berat kering setiap organisme. Di dalam sel, DNA umumnya terletak di dalam inti sel. Secara garis besar, peran DNA di dalam sebuah sel adalah sebagai materi genetik; artinya, DNA menyimpan cetak biru bagi segala aktivitas sel. Di antara perkecualian yang menonjol adalah beberapa jenis virus (dan virus tidak termasuk organisme) seperti HIV (Human Immunodeficiency Virus).

DNA berbentuk seperti rantai panjang ganda yang terpilin (double helix); yang terdiri dari : 1) gugus posfat 2) gugus pentose (gula) yaitu deoksiribosa dan 3) basa nitrogen . RNA berbentuk seperti rantai pendek yang tunggal. basa nitrogen yang terdapat dalam DNA berupa timin, adenin, guanin, dan sitosin; RNA adenin, guanin, sitosin, urasil. kadar DNA tetap kadar RNA berubah sesuai dengan aktivitas sintesis protein. DNA berperan dalam sintesis protein dan pewarisan sifat; RNA hanya berperan dalam sintesis protein. DNA hanya terdapat dalam intisel yaitu dalam kromosom sedangkan RNA bisa ada di dalam inti sel maupun di luar inti sel yaitu di dalam ribosom. perbedaannya adalah DNA disebut double helix sehingga ia memiliki sepasang rantai genetik, sedangkan RNA hanya memiliki satu rantai saja . DNA sebagai pengatur segala aktivitas makhluk hidup dan penentu genetik, sedangkan RNA sebagai bentuk perintah DNA yang salah satu perintahnya yaitu membuat protein pada ribosom. Struktur dasar RNA mirip dengan DNA. RNA merupakan polimer yang tersusun dari sejumlah nukleotida. Setiap nukleotida memiliki satu gugus fosfat, satu gugus gula ribosa, dan satu gugus basa nitrogen (basa N). Polimer tersusun dari ikatan berselang-seling antara gugus fosfat dari satu nukleotida dengan gugus gula ribosa dari nukleotida yang lain . Perbedaan RNA dengan DNA terletak pada satu gugus hidroksil tambahan pada cincin gula ribosa (sehingga dinamakan ribosa). Basa nitrogen pada RNA sama dengan DNA, kecuali basa timin pada DNA diganti dengan urasil pada RNA. Jadi tetap ada empat pilihan: adenin, guanin, sitosin, atau urasil untuk suatu nukleotida. Selain itu, bentuk konformasi RNA tidak berupa pilin ganda sebagaimana DNA, tetapi bervariasi sesuai dengan tipe dan fungsinya . RNA lebih tidak stabil daripada DNA

di dalam sel dan lebih rentan terhadap penguraian oleh enzim nuklease secara laboratorium .

Nukleus terdiri dari bagian-bagian:

Nukleoplasma (Kariolimfa)

Kromatin / Kromosom

Selapue Inti (Karioteka)

Nukleolus(anak inti)

Berdasarkan ada tidaknya selaput inti, dikenal dua penggolongan sel yaitu:

1. Sel Eukariotik (Sel yang mempunyai selaput inti)
2. Sel Prokariotik (Sel yang tidak memiliki selaput inti, contohnya pada ganggang biru, bakteri.Fungsi dari nukelus sendiri adalah mengatur semua aktivitas sel, karena di dalam nukleus terdapat kromosom yang berisikan ADN yang mengatur sintesis protein. Inti mempunyai tugas mengendalikan semua kegiatan sel mulai dari metabolisme sampai pembelahan sel.Pada sel eukariotik, inti diselubungi membran inti atau karioteka rangkap dua dan berpori, lain hal dengan sel prokariotik dimana sel ini tidak memiliki membran. Di dalam nukleus terdapat cairan yang biasa disebut nukleoplasma, kromosom yang biasanya berupa benang kromatin, serta Nukleolus (anak inti) yang digunakan sebagai tempat pembentukan asam ribonukleat (ARN). Itulah pembahasan lengkap mengenai struktur organel sel hewan dan tumbuhan dilengkapi gambar beserta fungsi organel sel, semoga bermanfaat untuk menyelesaikan tugas makalah, tugas sekolah, atau sekedar penambah informasi untuk kalian.

Terdapat 3 jenis RNA yang dibentuk oleh DNA, dimana tiap jenis RNA mempunyai fungsi yang berbeda, yaitu :

1. Messenger RNA (mRNA), berfungsi membawa kode genetik ke sitoplasma untuk mengatur sintesa protein
2. Transfer RNA (tRNA) untuk transport asam amino menuju ribosom untuk digunakan menyusun molekul protein
3. Ribosomal RNA (rRNA) untuk membentuk ribosom bersama dengan 75 protein lainnya.

5.2 Struktur Membran Sel

Sel memiliki sistem penyimpanan materi di dalam sel yang serupa dengan suatu kontainer yang berupa membran plasma, suatu lapisan tipis yang tidak dapat diamati dengan mikroskop cahaya. Membran plasma ini memisahkan isi sel dari lingkungannya. Isi sel (cairan intra sel) berbeda dari lingkungan luarnya, misalnya dalam hal kandungan ion. Sistem kompartementasi dapat terjadi karena adanya sistem membran plasma (membran sel) yang mampu mencegah proses difusi atau perpindahan molekul-molekul tertentu dari dalam ke luar atau sebaliknya dari luar ke dalam sistem membran. Kompartementasi ini memungkinkan masing-masing organel mempunyai fungsi khusus. Semua membran sel secara umum tersusun oleh lipid dan protein, disamping juga karbohidrat dan memiliki struktur umum yang sama. Lipid, protein dan karbohidrat tersebut secara bersama menyusun membran plasma atau membran internal.

5.2.1 Fungsi Membran Plasma

Membran plasma mempunyai fungsi, sifat, struktur, dan sistem transport yang sangat penting bagi proses hidup suatu sel. Fungsi membran plasma yaitu untuk membungkus sel, membatasi perluasan sel, sebagai filter yang sangat selektif, merupakan alat untuk transport aktif, mengontrol masuknya nutrisi dan keluarnya hasil metabolisme, menjaga perbedaan konsentrasi ion di dalam dan di luar sel, serta sebagai sensor untuk sinyal-sinyal yang terdapat di luar sel.

5.2.2 Sifat Membran Plasma

Sifat utama membran sel adalah sangat dinamis. Sifat membran yang dinamis ini sangat tergantung pada struktur dari membran plasma itu. Sebagai contoh sifat membran yang tergantung pada strukturnya adalah adanya dua lapisan lemak yang menyusun membran (lipid bilayer). Membran lemak dapat terbentuk secara spontan dari campuran lipid dalam lingkungan air bila konsentrasi lipid melampaui nilai kritis tertentu. Bila jumlah lipid kurang dari konsentrasi kritis tersebut maka lipid larut dalam air. Karena senyawa lipid ini merupakan molekul-molekul amphipatik, maka bila dalam konsentrasi cukup tinggi molekul-molekul lipid tersebut secara spontan membentuk agregat berupa lapisan-lapisan lemak dua lapis. Lapisan panjang lipid ini secara spontan dapat putus atau bergabung kembali satu sama lain, sehingga di dalam air sering terbentuk balon-balon vesikula. Mengingat sebagian besar komponen sel adalah air, maka prinsip ini pun rupanya juga berlaku di dalam sel dengan sistem kompartementasinya. Adanya sistem membran lemak di dalam sel memungkinkan sel untuk membelah diri tanpa kehilangan isi sel. Selain dari itu, juga memungkinkan terjadinya proses endositosis dan eksositosis, bahkan mengingat akan sifat fluiditas asam lemak penyusun membran

sel, memungkinkan adanya gerak pindah tempat, meskipun sel tersebut sesungguhnya tidak mempunyai alat gerak.

5.2.3 Lipid Membran Plasma

Lima puluh persen (50 %) dari komponen membran plasma adalah molekul lipid yang tidak larut dalam air, dan sangat mudah larut dalam pelarut organik, sedang sisa dari komponen tersebut sebagian besar adalah protein. Molekul-molekul lipid tersusun secara teratur sebagai dua lapisan lemak (lipida bilayer) setebal 5 nm. Lipid bilayer ini merupakan barrier yang semipermeabel untuk berbagai molekul yang larut dalam air.

Ada tiga macam molekul lipid yang terdapat pada lipid membran yaitu *phospholipid* (yang terbanyak), *cholesterol*, dan *glicolipid*. Ketiga jenis lemak tersebut bersifat *amphipatic* atau *amphipilic*, yang berarti mempunyai dua sifat yaitu bersifat hidrophilic (senang pada air/polar) dan hidrophobic (tidak senang air/non-polar). Sebagai contoh, phospholipid molekul mempunyai gugus kepala hidrophilic yang sifatnya non-polar yang dinamakan *hidrophobic hidrocarbon tail*.

Sebagian phospholipid dan glikolipid membentuk bilayer secara spontan apabila berada dalam lingkungan air. Sifat inilah yang menyebabkan membran sel dapat menutup kembali secara spontan apabila robek atau rusak. Sedangkan sifat penting lainnya dari membran plasma adalah fluiditasnya, oleh karena sifat ini sangat menentukan fungsi dari membran plasma.

5.2.4 Fluiditas Lipid Bilayer Dan Kolesterol

Keenceran lipid bilayer ditentukan oleh komposisinya yaitu macam asam lemak (jenuh dan tidak jenuh) dan kolesterol. Makin banyak kandungan asam lemak tidak jenuh menyebabkan lapisan lipida makin encer. Membran plasma dapat mengalami perubahan fisika kimia (transisi fase) yaitu dari fase encer (*liquid state*) menjadi fase seperti agar (*gel state*). Jika membran banyak mengandung asam lemak tidak jenuh, perubahan fase encer menjadi fase gel lebih sukar terjadi, artinya untuk terjadinya perubahan fase memerlukan suhu yang lebih rendah.

5.2.5 Protein Membran Plasma

Walaupun struktur dasar dari membran adalah molekul lipid, namun fungsi fisiologis dan patologis dari membran disebabkan oleh adanya protein yang tertanam dalam lipid bilayer tersebut. Jumlah dan jenis protein yang terdapat dalam membran plasma bervariasi dari sel ke sel. Molekul protein kebanyakan terlarut dalam lipid bilayer. Fungsi dari protein adalah sebagai media berbagai fungsi dari membran sel seperti: transport aktif molekul-molekul tertentu keluar masuk sel, sebagai enzim yang mengkatalisis reaksi-reaksi kimia yang berkaitan dengan membran plasma, sebagai penghubung

struktur membran plasma dengan sitoskeleton dan atau matriks sel atau sel yang berdekatan, dan sebagai reseptor untuk menerima sinyal-sinyal kimia yang berasal dari lingkungan sel.

5.2.6 Karbohidrat Membran Plasma

Pada permukaan sel eukariotik didapatkan molekul karbohidrat pada permukaan selnya. Molekul yang banyak didapatkan adalah rantai polisakarida dan rantai oligosakarida yang berikatan secara kovalen dengan membran protein dan rantai oligosakarida yang secara kovalen berikatan dengan lipid (glikolipid). Jumlah karbohidrat dalam plasma membran berkisar antara 2 – 10 % dari seluruh berat membran. Pada membran plasma didapatkan proteoglikan molekul yang mengandung rantai yang panjang dari polisakarida terkait dengan protein membran dan didapatkan terutama pada bagian luar dari membran sebagai matriks eksternal. Sebagaimana protein membran, karbohidrat membran distribusinya juga tidak simetris, karbohidrat yang sama tidak selalu ada pada permukaan dalam atau luar membran. Rantai karbohidrat dari glikolipid, glikoprotein dan proteoglikan pada membran sel atau membran internal selalu terletak pada membran nonsitoplasma. Pada membran plasma, karbohidrat terletak di bagian permukaan luar dari bilayer dan pada membran internal karbohidrat menghadap pada lumen dari kompartemen sel. Pada permukaan luar dari membran sel eukariotik terdapat daerah yang mengandung sangat kaya dengan karbohidrat, yang dapat ditunjukkan dengan memberikan pewarnaan ruthenium red. Selaput ini dinamakan sebagai glikokaliks. Glikokaliks selain mengandung karbohidrat, juga didapatkan glikoprotein dan proteoglikan yang disekresi sel dan diserap oleh permukaan luar membran plasma dan kemudian menjadi komponen dari matriks ekstra sel. Oligosakarida pada sisi luar membran plasma berbeda-beda dari satu spesies ke spesies lain, dan bahkan dari satu sel ke sel lainnya dalam satu individu. Keberagaman molekul dan lokasinya pada permukaan sel membuat oligosakarida dapat berfungsi sebagai penanda yang membedakan satu sel dari yang lain. Misalnya, empat kelompok darah manusia yang ditandai dengan A, B, AB, dan O mencerminkan keragaman oligosakarida pada permukaan sel darah merah. Membran plasma atau membran biologis merupakan contoh sempurna dari struktur supramolekul, banyak molekul yang disusun ke dalam tingkat organisasi yang lebih tinggi, dengan sifat-sifat baru yang muncul melebihi sifat-sifat molekul individunya. Salah satu sifat penting membran plasma adalah kemampuannya untuk mengatur transpor melintasi batas seluler, suatu fungsi yang mendasar untuk keberadaan sel sebagai sistem terbuka. Bentuk membran plasma yang mosaik fluida sesuai dengan fungsinya yaitu mengatur lalulintas molekuler sel.

A grayscale microscopic image of several chromosomes, showing their characteristic X-shaped structure with two sister chromatids joined at a centromere. The chromosomes are set against a dark background with some out-of-focus light spots.

BAB 6

PENGERTIAN KROMOSOM DAN PEMBELAHAN SEL

6.1. Definisi Kromosom

Kromosom merupakan struktur di dalam sel berupa deret panjang molekul yg terdiri dari satu molekul DNA. Kromosom mengandung bahan genetik yang menentukan sifat-sifat yang diturunkan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Di dalam sel setiap organisme terdapat sejumlah kromosom. Kromosom mengandung bahan genetik yang menentukan sifat-sifat suatu organisme. Karena susunan genetik kucing berbeda dengan susunan genetik monyet, maka zigot kucing tumbuh dan berkembang menjadi kucing. Setiap organisme memiliki dua set kromosom (diploid). Hanya gamet jantan dan betina memiliki satu set kromosom atau yang disebut dengan haploid. Walaupun setiap organisme memiliki dua set kromosom, jumlah total kromosom pada setiap organisme berbeda-beda.



Gambar.6.1. Sel Khromosome
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Tabel.2 Jumlah Khromosom pada berbagai individu

No	Organisme	Jumlah Kromosom
1	Manusia	46
2	Simpanse	48
3	Kuda	64
4	Anjing	78
5	Kucing	68
6	Monyet	40
7	Ayam	78
8	Katak	25
9	Ulat Sutra	56
10	Lalat	12
11	Nyamuk	6
12	Pinus	24
13	Kubis	18
14	Kacang ercis	14
15	Kapas	52
16	Kentang	48
17	Gandum	42
18	Padi	24
19	Kacang Merah	22
20	Ganggang Hijau	20

Kromosom manusia berjumlah 46 kromosom. Karena manusia berkembang biak secara seksual, maka 46 kromosom tersebut terdiri atas 23 kromosom yang berasal dari gamet jantan dan 23 berasal dari gamet betina, pertumbuhan dan perkembangan organisme hasil reproduksi seksual dengan terbentuknya Zigot. Selanjutnya, Zigot akan membelah menjadi beribu-ribu bahkan berjuta-juta sel. Perkembangan zigot hingga sampai menjadi berjuta karena sel tersebut terus membelah.

6.2. Mengenal Cell (sel) dalam kepentingan biomolekuler,

Adalah unit terkecil kehidupan semua makhluk hidup tersusun atau satu atau lebih sel. Sel-sel paling primitive yang masih hidup saat ini adalah bakteri. Sel dibatasi oleh membrane plasma, serta mengandung semua zat-zat kimiawi dan struktur yang diperlukan bagi keberlangsungan hidup tipe sel tertentu. Di dalam sel terdapat inti sel, dan di dalam inti sel ditemukan adanya nucleolus. Di dalam nucleolus ditemukan adanya khromosom. Pada organisme-organisme yang lebih kompleks, misalnya tumbuhan dan hewan. Setiap sel somatik mengandung satu set kromosom yang diwarisi dari induk (maternal). Khromosom tersusun dari DNA yang berasosiasi dengan berbagai protein. Tahun 1953 Watson dan Crick mempublikasikan model struktur DNA. Itulah kunci yang membuka ledakan bidang Biologi yang dikenal sebagai revolusi molekuler. Evaluasi organisma multisel, menyebabkan terjadinya diferensiasi sel, yang berarti bahwa sel yang berlainan mengalami evolusi untuk melakukan fungsi dan proses tertentu yang memberi kontribusi pada kesejahteraan organisme secara keseluruhan. Sel-sel berdiferensiasi untuk membentuk jaringan yang berpadu dengan jaringan lain dan untuk membentuk organ. Kurang lebih 70 tahun yang lalu pertama kali dilakukan percobaan dengan kultur sel dan jaringan sel yang mana pada waktu itu anti biotik sangat berperan untuk menghindari kontaminasi bakteri dan jamur. Sejak itu kultur sel sangat berarti dalam penelitian terutama dalam bidang virology. Awal keberhasilan isolasi virus dengan kultur sel adalah pada tahun 1949, pertama kali polio virus berhasil diisolasi.

6.3. Mengenal Biakan jaringan (kultur sel):

Ada dua jenis kultur sel yaitu

- a. **Kultur Primer (*primary cell culture*) dan *cell line* (*sel skunder*).** Cell culture dikenal dengan primary cells culture. Sel ini hanya mampu membelah 3-4 kali, karena mempunyai inti cell dan khromosom yang bersifat tidak stabil. Bila dipasasi lanjut maka primary cell culture akan membentuk Giant cells (Hasdianah, 2005). Primary cells culture jarang digunakan untuk diagnostik maupun untuk produksi vaksin, tetapi sering digunakan untuk mempelajari virus yang mempunyai sifat *latent*. Pada sel yang aktif, juga mempelajari virus yang belum dikenal atau belum terkarakterisasi dan terklasifikasi.

- b. Cell line (sel skunder)** bersifat tidak immortal, tidak mengalami deferensiasi, mempunyai inti sel dan khromosom bersifat stabil, sehingga dapat dipasasi berkali-kali, melebihi pasasi 50 (Hasdianah, 2005; Fedik, A.R, 2005). Diikuti dengan kariotyping cell dengan cara : mempersiapkan 0,1 ml MTX yang ditambahkan pada media *maintenance* kemudian diinkubasikan 7 jam pada CO2 Inkubator setelah itu disentrifus dan dilakukan aspirasi 15 menit. Ambil supernatant ditambahkan 0,1 ml thymidin buat preparat dengan jalan *fixative 5x* sampai dengan supernatant jernih. Teteskan pada obyek gelas, keringkan dan dilihat di bawah *microscope* fase kontras untuk melihat kromosom. Terlihat bentukan kromosom dan *inti cell* yang bersifat stabil walaupun telah dipasasi melebihi 50, yang menunjukkan sifat dari *cell line*. *Cell line* dapat disimpan dalam media *stored* pada suhu yang stabil (-80oC) dan *liquid nitrogen* (-196oC) sebagai *Mater Seed*.
- c. Penggunaan *cell line* sangat penting dalam bidang diagnosis penyakit, produksi vaksin dan bidang biomolekuler (bioteknologi) .Sebagai contoh Penggunaan *cell line* FKDL dan OL yang ditanam dengan virus terlihat adanya *cytopathogenic effect* (CPE) sebagai indikasi adanya pertumbuhan virus di dalam *cell line* tersebut. Dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan *cell line* sangat luas di bidang diagnosis, produksi vaksin dan bidang biomolekuler (bioteknologi). Selama ini kita dapat membeli cell line di ITCC Canada; dengan harga yang cukup tinggi dan memerlukan waktu yang cukup lama untuk tibanya *seedcellline* ini ke Indonesia. Dapat ditarik kesimpulan : bahwa memang *cell line* sangatlah penting dalam dunia medis; khususnya dibidang diagnosis, produksi vaksin maupun dibidang bioteknologi serta biomolekuler.

Soal :

1. Apa artinya Sel ?
2. Sebutkan bagian Sel pada Manusia,Hewan dan Tumbuh tumbuhan ?
4. Sebutkan beda dari sel Eukariota dan Sel Prokariota ?
5. Apa itu vakuola ?
6. Apa isi dari gen ?
7. Sebutkan Fungsi DNA dan RNA?
8. Dimana terdapat khromosom?
9. Berapa jumlah khromosom pada Manusia ?
10. Kapan pembuahan terjadi ?
11. Sebutkan perbedaan RE kasar dan RE halus?
12. Apa fungsi Lisosome?
13. Apa fungsi Badan Golgi ?

14. Apa fungsi Mitokhondria ?
15. Apa yang dimaksud mikrotubuli?
16. Ada berapa jenis jaringan ikat yang saudara ketahui ?
17. Terdiri dari apa saja jaringan ikat umum dan Jaringan ikat khusus.
18. Sebutkan bagian otot yang saudara ketahui?
19. Sebutkan fungsi jaringan syaraf ?
20. Apa yang dimaksud dengan Akson Hillock ?

BAB 7

MENGENAL MIKROSKOP

7.1. Penemuan awal Mikroskop



Gambar.7.1. .Mikroskop rancangan Robert Hooke menggunakan sumber cahaya lampu minyak.
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Mikroskop atau dalam Bahasa Inggris Microscope biasa kita jumpai di laboratorium, terutama di laboratorium biologi. Para peneliti menggunakan alat ini untuk mengamati benda-benda kecil yang sulit dilihat secara langsung menggunakan mata. Dari berbagai jenis mikroskop yang ada, jenis yang paling sering ditemui adalah mikroskop optis (Selain mikroskop optis masih ada jenis-jenis mikroskop yang lainnya, tapi sebelum membahas jenis-jenis mikroskop, simak beberapa hal tentang mikroskop berikut ini:

Mikroskop (bahasa Yunani: micros = kecil dan scopein = melihat) adalah sebuah alat untuk melihat objek yang terlalu kecil untuk dilihat secara kasat mata. Mikroskop merupakan alat bantu yang dapat ditemukan hampir diseluruh laboratorium untuk dapat mengamati organisme berukuran kecil

Alat untuk melihat benda yg tidak dapat dilihat dng mata biasa (spt kuman-kuman); kaca pembesar; dari kedua pengertian di atas dapat disimpulkan bahwa :Mikroskop adalah sebuah alat untuk mengamati benda atau micro organisme yang sulit dan atau tidak dapat diamati secara langsung oleh mata manusia.

7.2. Sejarah Mikroskop



Gambar.7.2. Mikroskop
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Secara umum, mikroskop pertama kali ditemukan oleh Zacharias Jansen dan ayahnya Hans pada abad ke-16 (Z Janssen c 1580 - 1638) yang berasal dari Belanda. Mikroskop ini terdiri dari tiga tabung dengan lensa berada pada kedua ujung tabung. Lensa okuler memiliki bentuk cembung sedangkan lensa objektifnya plano-convex. Untuk memfokuskan bayangan cukup dengan menggeser tabung keluar atau kedalam sambil mengamati sampel. Mikroskop ini memiliki perbesaran minimum 3 kali dan perbesaran maksimum 10 kali.

a. Mikroskop Optis



Gambar7.3.. Penemu Mikroskop
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Jenis paling umum dari mikroskop, dan yang pertama diciptakan, adalah mikroskop optis. Mikroskop ini merupakan alat optik yang terdiri dari satu atau lebih lensa yang memproduksi gambar yang diperbesar dari sebuah benda yang diletakkan di bidang fokal dari lensa tersebut.

Pada 1674 Leeuwenhoek dengan menggunakan mikroskop sederhana, dia dapat melihat mikroorganisme. Mikroorganisme terlihat dari setetes air danau yang diamati dengan menggunakan suatu lensa gelas. Benda-benda itu disebut 'animalcules' terlihat dalam berbagai bentuk, ukuran dan warna. Leeuwenhoek mengamati organisme yang dikorek dari sela-sela giginya. Kemudian hasil pengamatannya digambarkan dalam bentuk sketsa sel bakteri dengan bentuk seperti bola, batang, dan spiral sama seperti bentuk bakteri yang dikenal pada saat ini.

Antony van Leeuwenhoek telah membuat lebih dari 500 gambar mikroskop. Dalam desain dasar mikroskop Leeuwenhoek, sebagian orang menganggap itu hanyalah kaca pembesar (karena hanya terbuat dari 1 lensa saja), bukan mikroskop seperti yang digunakan sekarang (yang terdiri dari 2 lensa). Dibandingkan dengan mikroskop modern, mikroskop buatannya adalah perangkat yang sangat sederhana, hanya menggunakan satu lensa, terpasang dalam lubang kecil di piring kuning yang membentuk tubuh instrumen. Spesimen dipasang pada titik fokus yang menempel di depan lensa, dan posisi dan fokus bisa disesuaikan dengan memutar dua sekrup. Seluruh instrumen panjangnya hanya 3-4 inci dan harus diangkat mendekati mata dan memerlukan pencahayaan yang baik serta kesabaran yang besar dalam penggunaannya. Meskipun pada jaman ini telah ditemukan mikroskop 2 lensa yang hampir mirip dengan mikroskop saat ini, namun pada saat itu pembuatannya masih rumit dibandingkan mikroskop ala Leeuwenhoek. Dan

dengan ketrampilan Leewenhoek dalam membuat lensa, dia berhasil membuat mikroskop yang mampu memperbesar objek sampai lebih dari 200 kali sehingga gambar yang dihasilkan lebih jelas dan lebih terang. Meskipun ia sendiri tidak bisa menggambar dengan baik, ia mempekerjakan ilustrator untuk menggambar objek yang ia amati dan gambar itu digunakan untuk melengkapi uraian tertulis dari objek yang ia amati.

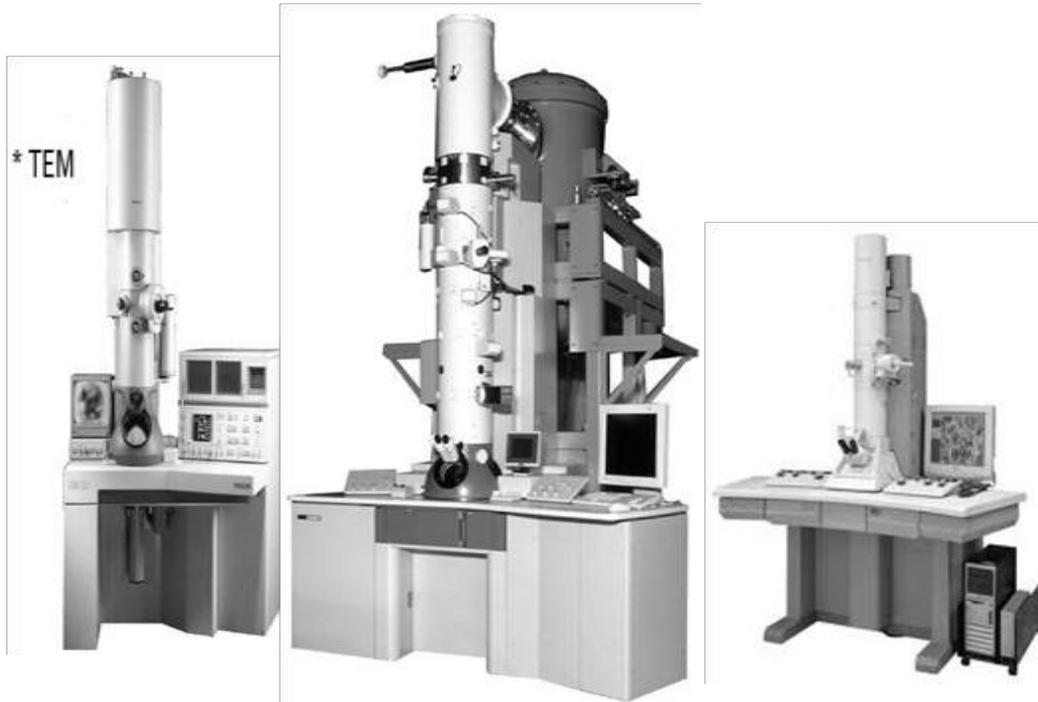
b. Mikroskop Elektron



Gambar.7.4.Mikroskop Elektron pertama
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Ernst Ruska adalah orang yang pertama kali menemukan mikroskop elektron. Dia lahir di Heidelberg pada tahun 1906 dan meninggal pada tahun 1988.

Menurutnya mikroskop elektron yang memiliki panjang gelombang 1000 kali lebih pendek dari gelombang cahaya dapat membuat objek terlihat lebih jelas dibandingkan dengan menggunakan mikroskop cahaya yang perbesarannya dibatasi oleh besarnya panjang gelombang cahaya. Dia membuat mikroskop elektron pertamanya pada tahun 1933. Atas prestasinya dalam optik elektron ini, Ernst mendapat penghargaan Nobel Fisika pada 1986.

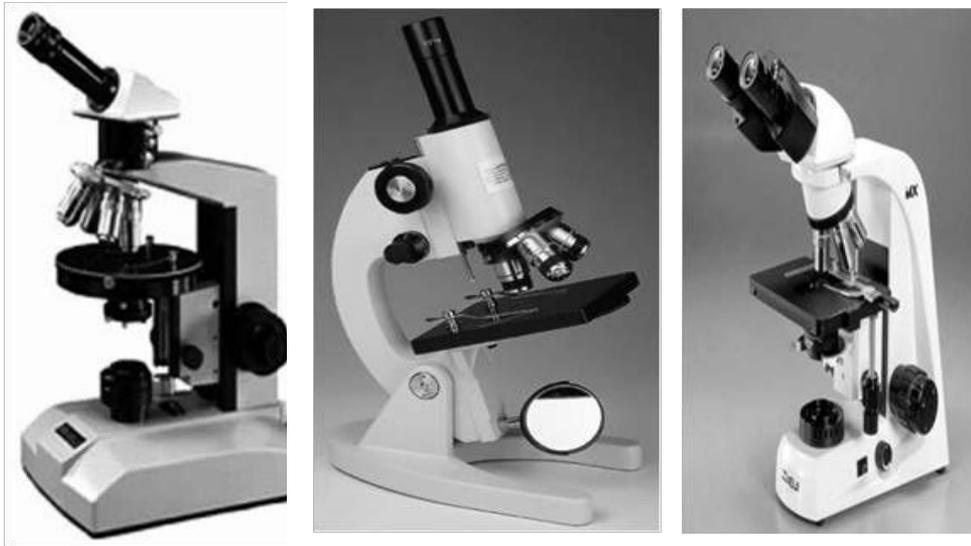


Gambar.7.5.Mikroskop Elektron
 (Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Sebagai gambaran mengenai mikroskop elektron kita uraikan sedikit dalam buku ini. **Mikroskop elektron** mempunyai perbesaran sampai 100 ribu kali, elektron digunakan sebagai pengganti cahaya. Mikroskop elektron mempunyai dua tipe, yaitu mikroskop elektron scanning (SEM) dan mikroskop elektron transmisi (TEM). SEM digunakan untuk studi detail arsitektur permukaan sel (atau struktur renik lainnya), dan obyek diamati secara tiga dimensi. Sedangkan TEM digunakan untuk mengamati struktur detail internal sel.

c. Jenis-Jenis Mikroskop

Mikroskop memiliki 3 varian jenis, yakni, Mikroskop Cahaya, Mikroskop Elektron, dan Mikroskop Stereo



Gambar. 7.6. Mikroskop Cahaya
 (Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

1. Mikroskop Cahaya mempunyai perbesaran maksimum 1000 kali. Mikroskop mempunyai kaki yang berat dan kokoh dengan tujuan agar dapat berdiri dengan stabil. Mikroskop cahaya memiliki tiga sistem lensa, yaitu lensa obyektif, lensa okuler, dan kondensor. Lensa obyektif dan lensa okuler terletak pada kedua ujung tabung mikroskop. Lensa okuler pada mikroskop bisa berbentuk lensa tunggal (monokuler) atau ganda (binokuler). Pada ujung bawah mikroskop terdapat tempat dudukan lensa obyektif yang bisa dipasangi tiga lensa atau lebih. Di bawah tabung mikroskop terdapat meja mikroskop yang merupakan tempat preparat. Sistem lensa yang ketiga adalah kondensor. Kondensor berperan untuk menerangi obyek dan lensa-lensa mikroskop yang lain.

2. Mikroskop Stereo



Gambar.7.7. Mikroskop Stereo
 (Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

7.3. Penggunaan Mikroskop

a. Cara Membuat Preparat

Obyek yang diletakkan pada meja benda yang akan diamati dengan menggunakan lensa obyektif dan lensa okuler pada mikroskop dinamakan preparat.

Pembuatan preparat dapat dilakukan dengan mengiris secara vertikal (tegak) dan horisontal (mendatar). Melalui pengirisan dengan arah vertikal dan horisontal akan diperoleh obyek dengan penampang melintang dan membujur.

Penampang melintang adalah sayatan yang tegak lurus dengan sumbu panjang (dapat dilihat pada gambar 6a, sedangkan penampang membujur adalah sayatan yang sejajar sumbu panjang. Sayatan membujur dapat dibuat dengan arah radial (menuju pusat) yang dapat dilihat pada gambar 6b atau sejajar dengan bidang yang melalui pusat dan arah tangensial (gambar 6c).

b. Cara Menggunakan Mikroskop

Pada dasarnya, cara menggunakan mikroskop sangat mudah bagi mereka yang telah mengetahui bagian-bagian dari alat itu sendiri. Dengan mengetahui bagian rinci dari mikroskop dan memahami fungsi masing-masing bagian, maka seseorang secara tidak langsung telah belajar seperdua bagian dari cara menggunakan mikroskop. Jika Anda telah memahami bagian-bagian yang dimaksud, saatnya Anda memulai penggunaan mikroskop.

7.4. Macam macam Mikroskop :

- a. **Mikroskop Cahaya (mikroskop Medan Terang)**, merupakan mikroskop yang biasa digunakan di laboratorium, merupakan mikroskop majemuk, karena memiliki 2 lensa yaitu lensa okuler dan lensa obyektif. Dengan teknik pewarnaan atau tidak, akan dapat diamati ciri-ciri morfologi keseluruhan bakteri, khamir, kapang, alga dan protozoa.
- b. **Mikroskop Pendar (Fluorescence Microscope)**, digunakan untuk memeriksa spesimen yang diwarnai dengan pewarna pendar (fluorescent dye), juga untuk mendeteksi benda asing atau antigen (spt bakteri, rickettsia atau virus) dalam jaringan.
- c. **Mikroskop Medan-Gelap (Dark-Field Microscope)**, digunakan untuk mengamati bakteri hidup, sehingga terlihat ciri morfologi yang khas dalam keadaan hidup dan dalam suspensi zat alir.

- d. **Mikroskop Fasekontras**, suatu tipe mikroskop cahaya yang memungkinkan kontras lebih besar antara substansi dengan berbagai ketebalan atau berbagai indeks bias. Dengan teknik ini ditemukan letak struktur di dalam sel yang tidak diwarnai yang tak termati dengan mikroskop medan terang
- e. **Mikroskop Elektron**, untuk pemeriksaan obyek yang sangat kecil, virus dan struktur ultra sel-sel mikroba.
- f. **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. Pada masa yang sama di Belanda, Antony van Leeuwenhoek, seorang pedagang kain, menciptakan mikroskopnya sendiri yang berlensa satu dan menggunakannya untuk mengamati berbagai hal. Ia berhasil melihat sel darah merah, spermatozoid, khamir bersel tunggal, protozoa, dan bahkan bakteri. Pada tahun 1673 ia mulai mengirimkan surat yang memerinci kegiatannya kepada Royal Society, perkumpulan ilmiah Inggris, yang lalu menerbitkannya. Pada salah satu suratnya, Leeuwenhoek menggambarkan sesuatu yang bergerak-gerak di dalam air liur yang diamatinya di bawah mikroskop. Ia menyebutnya *diertjen* atau *dierken* (bahasa Belanda: 'hewan kecil', diterjemahkan sebagai *animalcule* dalam bahasa Inggris oleh Royal Society), yang diyakini sebagai bakteri oleh ilmuwan modern.
- g. Pada tahun 1675–1679, ilmuwan Italia Marcello Malpighi menjabarkan unit penyusun tumbuhan yang ia sebut *utricle* ('kantong kecil'). Menurut pengamatannya, setiap rongga tersebut berisi cairan dan dikelilingi oleh dinding yang kukuh. Nehemiah Grew dari Inggris juga menjabarkan sel tumbuhan dalam tulisannya yang diterbitkan pada tahun 1682, dan ia berhasil mengamati banyak struktur hijau kecil di dalam sel-sel daun tumbuhan, yaitu kloroplas.

7.5. Teknik pewarnaan

Banyak senyawa organik berwarna (zat pewarna) digunakan untuk mewarnai mikroba untuk pemeriksaan mikroskopis. Telah dikembangkan prosedur pewarnaan untuk:

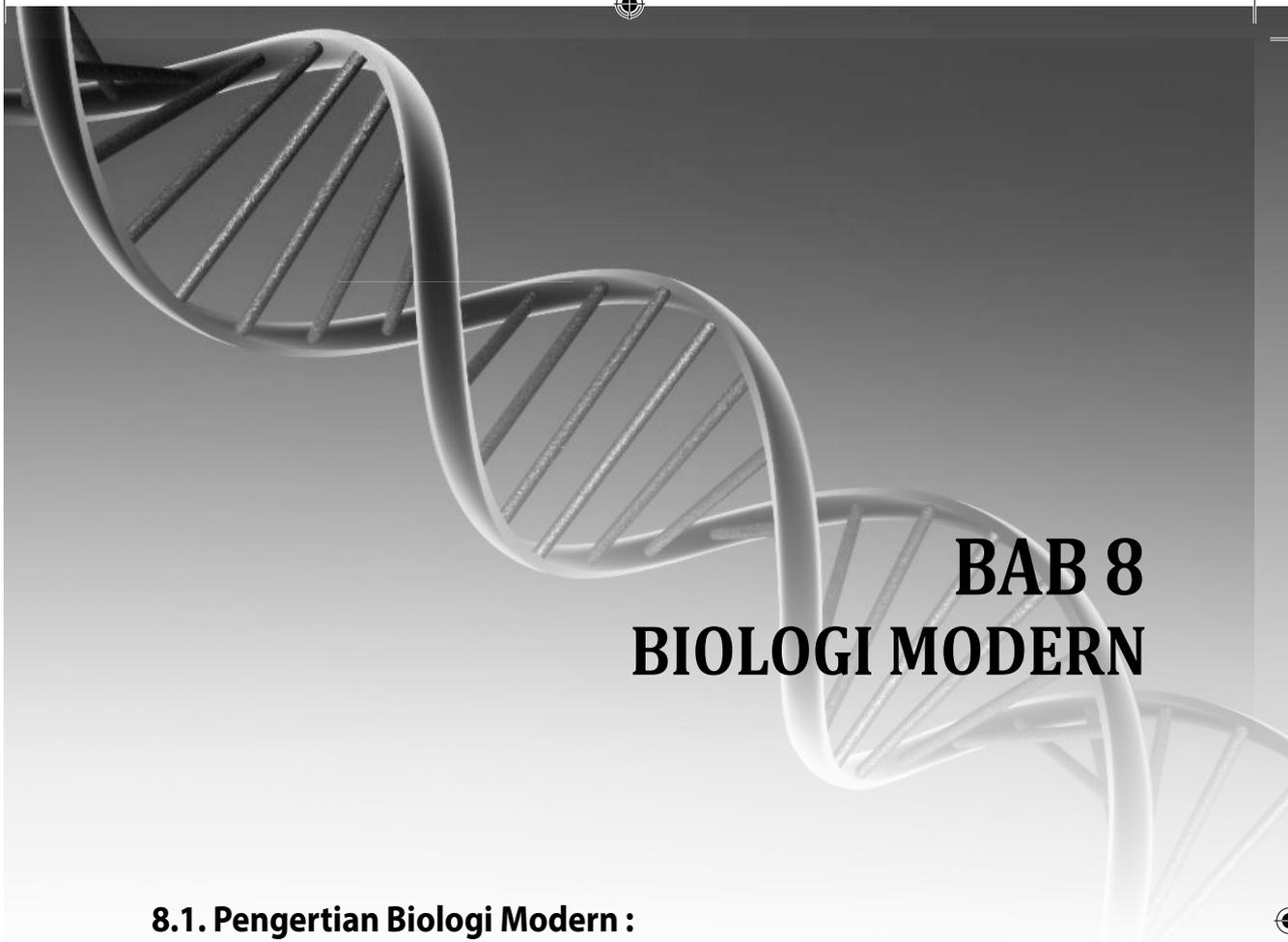
1. Mengamati dengan lebih baik tampak morfologi mikroba secara kasar
2. Mengidentifikasi bagian-bagian struktur sel mikroba
3. Membantu mengidentifikasi dan/atau membedakan organisme yang serupa

7.6. Langkah-langkah utama dalam mempersiapkan spesimen mikroba yang diwarnai untuk pemeriksaan mikroskopik adalah:

1. Penempatan olesan, atau lapisan tipis spesimen, pada kaca obyek
2. Fiksasi olesan itu pada kaca obyek, biasanya dengan pemanasan, menyebabkan mikroba melekat pada kaca obyek
3. Aplikasi pewarna tunggal (pewarnaan sederhana) atau serangkaian larutan pewarna atau reagen (pewarnaan diferensial).

Soal :

1. Sebutkan jenis sel.
2. Sebutkan fungsi sel ?
3. Siapa penemu Mikroskop?
4. Sebutkan isi Sitoskeleton ?
5. Apa isi Matriks ekstraseluler hewan ?
6. Dimana dapat ditemukan Peroksisom ?
7. Apa fungsi Ribosome ?
8. Pada sel apa terdapat Mitokhondria?
9. Apa fungsi Mikroskop?.
10. Sebutkan macam atau jenis Mikroskop ?



BAB 8

BIOLOGI MODERN

8.1. Pengertian Biologi Modern :

Biologi modern merupakan pandangan yang khas, cara memandang (paradigma) alam dan sistem kehidupan. Cara memandang tersebut bertujuan untuk diperolehnya kebenaran. Kebenaran dalam biologi adalah terletak pada obyeknya. Oleh karena kebenaran pada obyek, maka harus mengamati obyek seteliti mungkin dan sedapat mungkin harus mengamati keseluruhan obyek tersebut. Masalah yang dihadapi adalah obyek biologi sangat kompleks, sehingga sangat susah menjawab semua persoalan. Biologi modern mencoba untuk memberikan analisis untuk memperoleh fakta-fakta yang bisa memperjelas konsep. Di dalam biologi modern, makhluk hidup sekecil apapun adalah organisasi, karena itu disebut organisme. Oleh karena sulitnya menjelaskan secara utuh tentang makhluk hidup akibat kekompleksannya, maka yang dipelajari harus disederhanakan. Melalui penyederhanaan, maka yang dipelajari dapat fokus dan detail, yang berakibat informasi yang diperoleh dapat utuh. Hal-hal yang sulit dijawab harus dijelaskan (disederhanakan) dengan permodelan menggunakan hukum-hukum kimia, fisika dan matematika. Dalam kajian biologi modern, kompleksitas sistem kehidupan mengharuskan penggunaan model antara lain model-model sel yang secara struktural



dibuat jauh lebih sederhana agar mudah diamati oleh indera baik secara langsung maupun melalui perangkat instrumentasi laboratorium yang ada. Model biologis umumnya berupa isolat organella (bagian dari sel) atau sekedar reaksi-reaksi molekul biologis dalam lembaran membran atau tabung reaksi. Pengembangan konsep-konsep biologi dengan cara menyederhanakan obyek penelitian, dikenal sebagai pandangan **Reduksionisme**. Kajian dengan memakai sudut pandang ini, menghasilkan konsepsi bahwa makhluk hidup adalah suatu bentuk organisasi dengan menganggap sel sebagai unit dasar struktur dan fungsi organisasi tubuh makhluk hidup. Lebih lanjut disepakati bahwa seluruh proses hidup dianggap tidak pernah menyimpang dari kaidah-kaidah fisika dan kimia.

Kebalikan dari pandangan reduksionisme adalah pandangan holistik (kedokteran atau pengobatan Cina, India, Jawa menggunakan pendekatan atau pandangan ini). Menyederhanakan obyek harus dilakukan dengan kehati-hatian; melalui biologi modern yang berpandangan reduksionisme bisa saja dihasilkan organisme tanpa mata, sebab untuk terbentuknya mata harus ada gen khusus, gen khusus tersebut bekerja melalui enzim, dari kerja enzim akan terjadi differensiasi yang berakibat terbentuknya mata. Kalau gen atau protein enzim untuk differensiasi menjadi mata terganggu, maka tidak akan terbentuk mata. Padahal secara alami, organisme adalah dilengkapi dengan mata. Termasuk pula berbagai *Genetically Modified Organism*. Bahayanya bila tidak hati-hati adalah dalam biologi modern, manusia bisa dianggap sebagai reaksi kimia biasa, jadi tidak ada penghargaan (ini bila *modern biology approach only*). Namun reduksionisme juga tidak bisa dihindari, walaupun merupakan keterpaksaan, sebab suatu obyek agar bisa diamati dengan lebih baik, terpaksa mereduksi bagian dari makhluk hidup, jadi menghasilkan kajian yang sempit tetapi sangat dalam. Kebalikan dari reduksionisme adalah biologi holistik yaitu bidang biologi yang menganggap bahwa makhluk hidup sebagai unit terkecil dan bukan merupakan organisasi. Bidang biologi yang mewakili bidang biologi holistik antara lain adalah ekologi. Di dalam ekologi, individu adalah unit terkecil, dari sinilah ekologi sering menjadi *counter-measured* bagi hasil-hasil kajian teknologi berbasis biologi modern.

8.2. Dasar Biologi Modern

Lima Dasar Biologi Modern (Teori Sel, Evolusi, Genetika, Homeostasis, Energi)

Biologi adalah studi tentang hidup dan organisme hidup, termasuk struktur, fungsi, pertumbuhan, evolusi, distribusi, dan taksonomi. Ilmu biologi modern sangat luas, dan terdiri dari berbagai cabang dan sub-disiplin ilmu. Namun, meskipun ruang lingkup yang luas, ada beberapa konsep umum yang mengatur semua penelitian, sehingga semua bersama-sama dalam satu bidang.

8.2.1. Teori Sel

Menurut teori sel, sel adalah unit dasar kehidupan, dan semua kehidupan terdiri dari satu atau lebih sel disekresikan produk (seperti shell). Semua sel memisahkan diri dari sel-sel lain. Pada akhirnya, setiap sel dalam tubuh organisme multiseluler dari satu sel dalam sel telur yang telah dibuahi. Sel juga dianggap sebagai unit dasar dalam proses patologis, dan fenomena aliran energi terjadi pada sel sebagai bagian dari proses metabolisme.

8.2.2. Evolusi

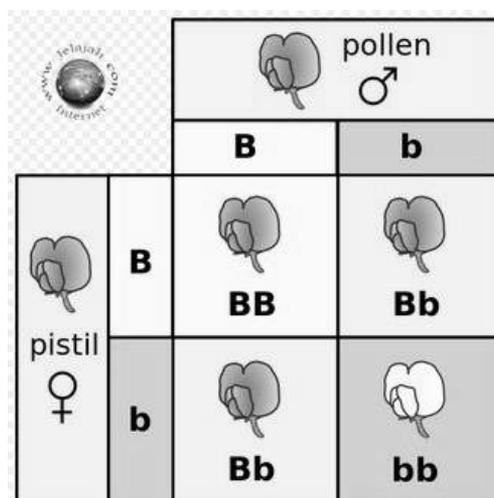
Salah satu konsep penting dalam biologi adalah konsep bahwa kehidupan berubah melalui evolusi, dan bahwa semua organisme memiliki nenek moyang yang sama. Berdasarkan teori evolusi, semua organisme di Bumi, baik yang hidup maupun yang sudah punah, datang dari nenek moyang yang kolektif. Nenek moyang terakhir diyakini muncul sekitar 3,5 miliar tahun yang lalu. Meskipun diperkenalkan dalam kamus ilmiah oleh Jean-Baptiste de Lamarck pada tahun 1809, sebuah evolusi baru dikonfirmasi sebagai teori ilmiah lima puluh tahun kemudian oleh Charles Darwin untuk menjelaskan mekanisme kekuatan pendorong: seleksi alam (Alfred Russel Wallace juga diakui sebagai salah satu penemu evolusi karena membantu penelitian dan percobaan yang berkaitan dengan konsep ini). Darwin menjelaskan bahwa spesies, dan ras berkembang melalui proses seleksi alam dan seleksi buatan atau pembiakan selektif. Penyimpangan genetik dianggap sebagai mekanisme tambahan dalam sintesis modern teori evolusi. Evolusi sekarang digunakan untuk menjelaskan keanekaragaman kehidupan di Bumi. Sejarah evolusioner spesies, dan hubungan genealogisnya dengan spesies lain disebut filogeni. Informasi tentang filogeni yang dihasilkan dari berbagai pendekatan, seperti perbandingan urutan DNA dilakukan di bidang biologi molekuler atau genomik, dan perbandingan fosil di bidang paleontologi. Untuk memperkirakan periode evolusi, ilmuwan juga menggunakan berbagai metode, seperti penanggalan radiokarbon. Ahli biologi menganalisis hubungan evolusioner dengan metode filogenetik, fenetika, dan kladistika.

8.2.3. Genetika

Gen adalah unit utama dari warisan dari semua organisme. Gen adalah bagian dari DNA yang mempengaruhi bentuk atau fungsi organisme. Semua organisme, dari bakteri ke hewan, memiliki mekanisme yang menerjemahkan DNA menjadi protein. Sel mentranskripsi DNA menjadi asam ribonukleat (ARN), dan kemudian menerjemahkan ribosom ARN menjadi protein, urutan asam amino. Kode translasi semua organisme pada dasarnya sama. Misalnya, urutan DNA yang kode untuk insulin dalam tubuh

manusia juga menyandikan insulin ketika dimasukkan ke dalam organisme lain seperti tanaman.

ADN biasanya dalam bentuk kromosom linear pada eukariota, dan kromosom melingkar di prokariota. Kromosom adalah struktur yang terdiri dari DNA dan histon. Seri kromosom dalam sel, dan unit lainnya dari warisan yang dapat ditemukan di mitokondria, kloroplas, dan tempat-tempat lain secara kolektif disebut genom. Pada eukariota, DNA genom yang terletak di inti, bersama-sama dengan sejumlah mitokondria, dan kloroplas.



Gambar 5.1. Gen pembawa sifat yang diturunkan
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

8.2.4. Homeostasis

Hipotalamus mengeluarkan CRH, yang membuat kelenjar pituitari mensekresi ACTH. Kemudian, ACTH membuat korteks adrenal untuk mensekresikan glukokortikoid, seperti kortisol. Glukokortikoid kemudian mengurangi tingkat sekresi hipotalamus dan kelenjar hipofisis ketika jumlah yang cukup glukokortikoid dirilis. Homeostasis adalah kemampuan sistem terbuka untuk mengatur stabilitas lingkungan dengan menyesuaikan keseimbangan dinamis diatur oleh mekanisme peraturan yang relevan. Semua organisme hidup, apakah uniseluler atau multiseluler, mengalami homeostasis. Untuk menjaga keseimbangan dinamis, dan menjalankan fungsi tertentu secara efektif, sistem harus melacak, dan respon terhadap gangguan. Setelah gangguan pelacakan, sistem biologi biasanya merespon melalui umpan balik negatif. Artinya, sistem ini adalah untuk menstabilkan situasi dengan mengurangi atau meningkatkan aktivitas organ atau sistem. Contohnya adalah rilis glukagon ketika kadar gula dalam tubuh terlalu rendah.

8.2.5. Energi

Keberlanjutan dari suatu organisme tergantung pada masukan terus menerus dari energi. Reaksi kimia yang membentuk struktur, dan fungsi-fungsi tertentu dapat mengambil energi dari zat ke dalam makanan untuk membantu bentuk dan memelihara sel-sel baru. Dalam proses ini, molekul bahan kimia yang menjadi bermain makanan dua peran; pertama, makanan mengandung energi yang dapat dimodifikasi untuk mendukung reaksi kimia biologis; kedua, makanan sedang mengembangkan struktur molekul baru. Organisme yang berperan dalam menyediakan energi untuk ekosistem disebut autotrof. Hampir semua autotrof organisme memperoleh energi dari matahari. Tanaman dan penggunaan fototrof lain dari energi matahari melalui proses fotosintesis yang mengubah bahan baku menjadi molekul organik, seperti ATP, yang dapat diselesaikan obligasi untuk menghasilkan energi. Namun, beberapa ekosistem tergantung hanya pada kemotrof yang mendapatkan energi dari metana, sulfida, atau sumber energi non-surya lainnya. Beberapa energi yang diperoleh digunakan untuk memproduksi biomassa yang dapat mempertahankan hidup dan dukungan pertumbuhan dan perkembangan. Sebagian sisa-satunya energi menjadi panas, dan molekul knalpot. Proses penting yang mengubah energi yang terperangkap dalam zat kimia menjadi energi yang berguna bagi kehidupan disebut metabolisme, dan respirasi sel.

8.3. Hubungan Struktur dan Fungsi

Di dalam biologi, dikenal hukum tentang hubungan struktur dan fungsi, dimana hal ini berlaku dalam organisasi tubuh. Jadi kalau ada struktur, mesti ada fungsi. Kalau ada struktur tetapi tidak ada fungsi, pasti sesuatu tersebut akan rudimenter. Sebaliknya, bagian yang tidak difungsikan akan mengecil. Struktur menyesuaikan dengan fungsi. Dari struktur tubuh, dapat diketahui kebiasaan.

Dalam hukum biologi, sistem kehidupan sangat efisien, artinya energinya sedikit tetapi pekerjaannya bisa sangat banyak. Konsekuensi efisiensi tinggi, akhirnya sangat kompleks. Contoh, sel manusia pekerjaannya sangat banyak dibanding sel bakteri.

8.4. Konsep Reaksi Kimia dalam Biologi

Delapan puluh persen komponen sitoplasma adalah air. Molekul air berikatan satu sama lain dengan ikatan lemah. Molekul air memiliki polaritas. Segala sesuatu yang bereaksi, paling baik kalau dalam keadaan terlarut. Muncul konsep, reaksi kimia dalam biologi adalah reaksi dalam keadaan terlarut. Air sebagai media proses kehidupan (sebagai media, tidak berpihak, semua diberi peluang yang sama).

Ikatan kimia terdiri dari ikatan kovalen, ikatan hidrogen, ikatan ion, daya Van der Waals, dan ikatan hidrofobik. Ikatan kovalen merupakan ikatan kuat antara 2 atau lebih atom dengan memanfaatkan 1 elektron di kulit atom terluar. Ikatan lemah mudah terbentuk dan mudah terlepas. Ikatan dengan kebutuhan energi rendah antara 2 atom dalam 1 molekul atau 2 atom yang masing-masing adalah anggota dari 2 molekul. Persitiwa-peristiwa biologis adalah ikatan kimia. Senyawa-senyawa yang memiliki hidrogen membentuk ikatan lemah. Asam amino satu dengan yang lain membentuk ikatan hidrogen, sehingga polipeptida yang panjang bisa berlipat-lipat. Basa purin, pirimidin, DNA, RNA membentuk ikatan lemah pada masing-masing basa nitrogen. Ikatan lemah yang berupa ikatan hidrogen ini bisa putus, akibat panas. Contoh: air dipanaskan, lepas, ikatan hidrogen putus. DNA dipanaskan, menjadi DNA yang hanya 1 untai saja. Panas tersebut dapat diganti dengan enzim.

Atom-atom struktur tetap karena selalu menjaga jarak akibat daya van der Waals, di samping juga adanya muatan listrik.

Enzim + substrat ikatan lemah, tetapi karena banyak menjadi kuat, substrat menjadi berubah produk. Pada Enzim — Substrat, kalau ikatan terlalu sedikit, maka mudah lepas dan tidak berefek. Inhibisi terhadap reaksi enzimatik ada dua yaitu kompetitif dan allosterik. Pada allosterik, sebelum bereaksi enzim ada yang mengikat, sehingga tidak bisa bereaksi dengan substrat. (<http://listya123.blogspot.co.id/2010/12/konsep-biologi-modern-dan-pandangan.html>).

8.4.1. DNA (Program Kehidupan)

DNA merupakan untai senyawa kimia yang secara jelas bisa diikuti. Dalam reaksinya: DNA — transkripsi — mRNA — translasi — protein (sebagai pelaku proses hidup). DNA dapat dikatakan tidak hanya mengkode enzim, melainkan juga mengkode protein, sebab 99% enzim adalah protein. Protein membran sel misalnya, bersifat hidrofilik dan hidrofobik, ini agar protein tidak semuanya berada di luar membran atau semuanya di dalam membran, sebab kalau semua berada di dalam atau semua berada di luar maka tidak bisa memfasilitasi pengangkutan zat. Protein dapat bergerak, karena dia adalah pelaku proses hidup, misalnya aktin dan miosin.

8.4.2. Molecular Cell Biology (MCB)

Molecular Cell Biology adalah kajian biologi sel dengan pendekatan molekular. Biologi modern pada intinya adalah *molecular biology*. Istilah biologi sel sendiri pada saat ini berbeda dengan sitologi. Sitologi adalah istilah yang dipakai untuk bidang ilmu yang mempelajari sel pada era sebelum 1980. Bedanya dengan biologi sel, sitologi hanya mempelajari tentang struktur dan fungsi pada sel saja. Sedangkan pada biologi sel, disamping mempelajari struktur dan fungsi, juga menekankan pada kajian bahwa sel

adalah sistem yang dinamik, jadi memperhatikan juga proses di dalam sel. *Molecular Cell Biology* bisa diterapkan dalam taksonomi genetika yakni genetika molekular. Jadi yang dipelajari dalam genetika bukan lagi persilangan dan penurunan sifat organisme, tetapi sudah berada pada kawasan molekulnya. Hal ini sesuai dengan pandangan reduksionisme yang digunakan. Sebab ketika orang berpikir reduksionis, ada banyak hal yang dapat dikerjakan. Misalnya, pada saat berbicara tentang protein, kita dapat menerapkan hukum kimia dan fisika. Berkaitan dengan statistik, biologi modern tidak terlalu mementingkan statistik, yang diutamakan adalah fakta. *Logical reasoning* sangat penting. Meskipun statistik mengatakan ada hubungan, bagi biologi modern adalah belum tentu, karena harus ada hubungan yang logis.

8.4.3. Teknologi Kloning dan Stem Cell

a. *Cloning* (kloning)

Teknologi kloning merupakan penerapan ilmu genetika. Klon adalah sekelompok organisme dari genotipe identik, yang dihasilkan oleh semacam reproduksi aseksual dan beberapa proses seksual misalnya haploid yang dibentuk sendiri. Istilah klon awalnya dipakai untuk menyatakan bibit unggul tanaman karet yang diperbanyak secara vegetatif. Tahun 1971 ke atas, ditemukan teknik baru yang memungkinkan terjadinya pertukaran DNA antar organisme yang tidak sejenis. Teknologi DNA rekombinan atau disebut *kloning gena* memberikan sifat yang potensial dan tidak terbatas untuk menciptakan bentuk-bentuk baru kombinasi gen yang pada saat ini tidak dijumpai dalam teknologi alami sehingga akan dapat direayasa organisme-organisme baru.

Proses kloning dapat digambarkan secara sederhana sebagai berikut :

1. Mempersiapkan sel stem : suatu sel awal yang akan tumbuh menjadi berbagai sel tubuh. Sel ini diambil dari manusia yang hendak dikloning.
Sel stem diambil inti sel yang mengandung informasi genetic kemudian dipisahkan dari sel.
2. Mempersiapkan sel telur : suatu sel yang diambil dari sukarelawan perempuan kemudian intinya dipisahkan. Inti sel dari sel stem diimplantasikan ke sel telur
Sel telur dipicu supaya terjadi pembelahan dan pertumbuhan. Setelah membelah (hari kedua) menjadi sel embrio. Sel embrio yang terus membelah (disebut blastosis) mulai memisahkan diri (hari ke lima) dan siap diimplantasikan ke dalam rahim. Embrio tumbuh dalam rahim menjadi bayi dengan kode genetik persis sama dengan sel stem donor. Dari pengertian kloning dan prosesnya di atas yang menghasilkan individu baru dan mempunyai sifat genetik yang “identik” (sama).

b. *Stem Cell*

Yang dimaksud dengan *stem cell* adalah sel yang belum mengalami differensiasi. *Stem cell* dapat menghasilkan atau memperbaharui dirinya sendiri, atau dapat pula berkembang menjadi satu atau lebih sel dengan tipe tertentu yang telah terspesialisasi. Sumber *stem cell* adalah *embryonic (blastocyst dan gonadal)*, *fetal*, *infant*, atau *adult*. *Stem cells* harus disertai data DNA (sebelum dipakai harus dites ulang, jangan sampai tertukar); hal ini untuk kepentingan *labelling*. Ketika *stem cell* ditanam, harus mengalami differensiasi. *Stem cell* tidak mempunyai program kematian sel.

c. *In Vitro Fertilization (IVF)*

Secara alami pada hewan kelas tinggi dan manusia, keturunan didapatkan dengan fertilisasi, yaitu bertemunya sel-sel telur (gonad) dan sperma menjadi zigot. Zigot secara normal akan tumbuh dengan memperbanyak diri menjadi beberapa sel morula dan blastula dan selanjutnya berdifferensiasi menjadi organ-organ. Penggandaan zigot, kecuali secara alami di dalam rahim (timbulnya anak kembar), juga bisa dilakukan di laboratorium sebagaimana yang terjadi pada IVF (*In Vitro Fertilization* = bayi tabung). Zigot pertama adalah hasil fertilisasi, zigot yang lainnya yang berasal dari zigot pertama adalah hasil kloning.

IVF berhubungan erat dengan ART (*Assisted Reproductive Technology*) yaitu program untuk membantu agar bisa terjadi pertemuan antara spermatozoa dengan ovum, agar bisa menghasilkan keturunan (bagi yang bermasalah). Di dalam IVF ini harus memperhatikan kualitas ovum (ukuran, kekeruhan, tingkat granulasi, dan sel-sel pendukung).

Problem etika dari IVF adalah pada saat pengambilan oosit dari tubuh wanita, oosit yang diambil harus banyak (jadi orangnya harus dibius). Oosit yang banyak ini untuk cadangan oosit dan cadangan embrio, karena bisa saja pada saat proses ada yang mati di tengah proses yang masih berjalan. Hal inilah yang menjadi problem etika, karena tidak semuanya setelah mencapai tahap blastula, ditanamkan kembali ke uterus. Masalah lain : kalau yang ditanamkan kembali ke tubuh wanita, sudah terlalu besar, ini sudah terlambat, demikian juga bila masih terlalu kecil (terlalu dini) ; kedua-duanya akan menyebabkan kegagalan proses *impantasi* di uterus.

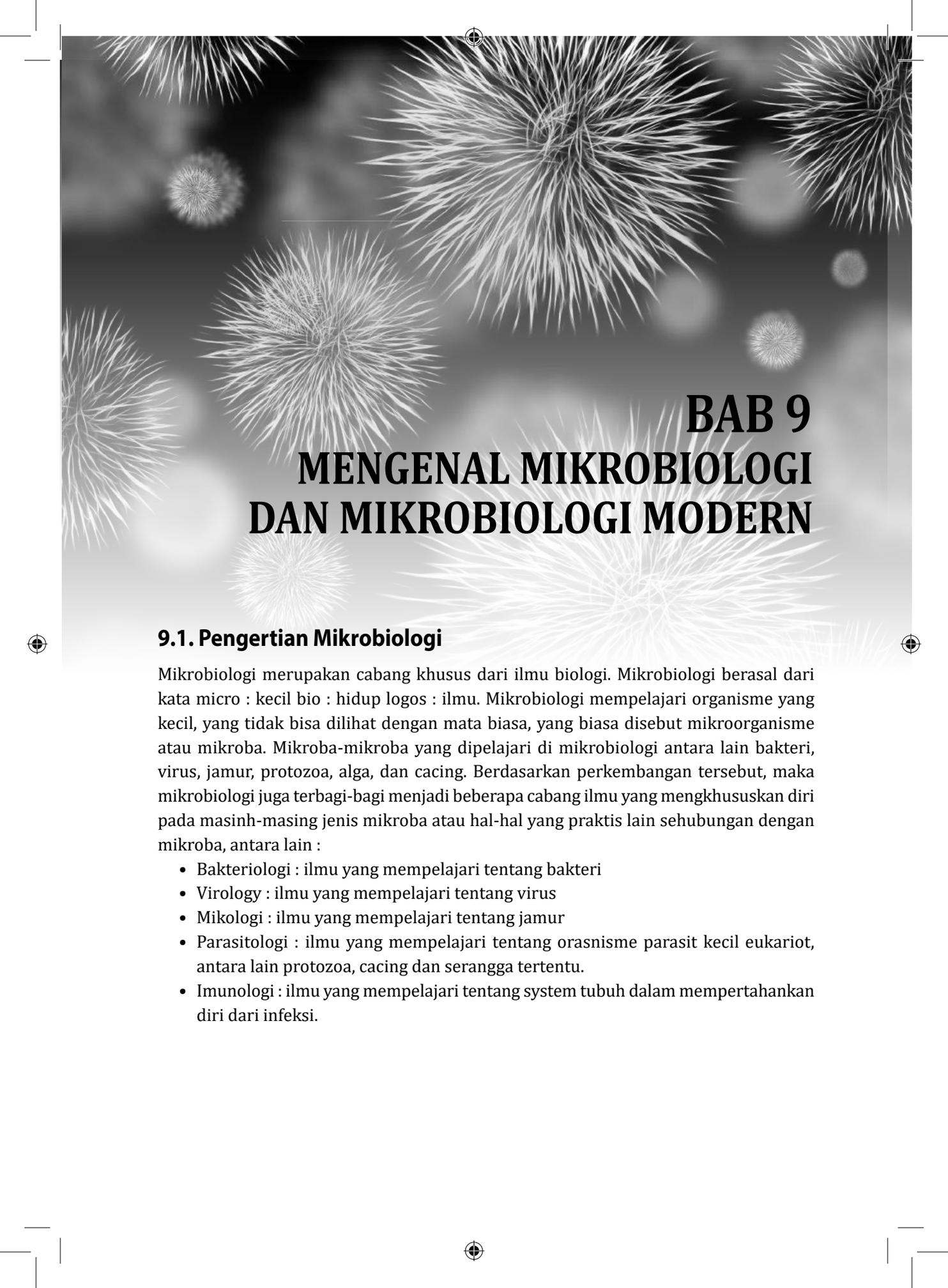
8.5. Dasar Biologi Modern

8.5.1. Teori sel

Sel (biologi)

Menurut teori sel, sel merupakan satuan dasar kehidupan, dan semua kehidupan terdiri dari satu atau lebih atau produk sel yang disekresikan (seperti tempurung).

Sejarah evolusioner spesies, dan hubungan genealogisnya dengan spesies lain disebut filogeni. Informasi tentang filogeni dihasilkan dari berbagai macam pendekatan, seperti perbandingan rangkaian ADN yang dilakukan dalam bidang biologi molekuler atau genomika, dan perbandingan fosil dalam bidang paleontologi. Untuk memperkirakan jangka waktu terjadinya evolusi, ilmuwan juga menggunakan berbagai metode, seperti penanggalan radiokarbon. Ahli biologi menganalisis hubungan evolusioner dengan metode filogenetika, fenetika, dan kladistika.



BAB 9

MENGENAL MIKROBIOLOGI DAN MIKROBIOLOGI MODERN

9.1. Pengertian Mikrobiologi

Mikrobiologi merupakan cabang khusus dari ilmu biologi. Mikrobiologi berasal dari kata micro : kecil bio : hidup logos : ilmu. Mikrobiologi mempelajari organisme yang kecil, yang tidak bisa dilihat dengan mata biasa, yang biasa disebut mikroorganisme atau mikroba. Mikroba-mikroba yang dipelajari di mikrobiologi antara lain bakteri, virus, jamur, protozoa, alga, dan cacing. Berdasarkan perkembangan tersebut, maka mikrobiologi juga terbagi-bagi menjadi beberapa cabang ilmu yang mengkhususkan diri pada masing-masing jenis mikroba atau hal-hal yang praktis lain sehubungan dengan mikroba, antara lain :

- Bakteriologi : ilmu yang mempelajari tentang bakteri
- Virology : ilmu yang mempelajari tentang virus
- Mikologi : ilmu yang mempelajari tentang jamur
- Parasitologi : ilmu yang mempelajari tentang organisme parasit kecil eukariot, antara lain protozoa, cacing dan serangga tertentu.
- Imunologi : ilmu yang mempelajari tentang system tubuh dalam mempertahankan diri dari infeksi.

Sesuai dengan keberadaan dan peranan mikroba yang ada dimana-mana, maka mikrobiologi juga berkembang diberbagai bidang dan muncul berbagai disiplin ilmu berdasarkan penerapan mikrobiologi dalam masing-masing bidang tersebut, antara lain :

- Mikrobiologi kesehatan
- Mikrobiologi industry
- Mikrobiologi pertanian
- Mikrobiologi lingkungan
- Bioteknologi dan sebagainya

9.2. Mikrobiologi Modern

Memasuki abad ke-20, mulai berkembang dua cabang mikrobiologi yang masih saling berhubungan: mikrobiologi dasar (**basic**) dan mikrobiologi teraplikasi (**applied**). Mikrobiologi dasar mengacu pada penemuan-penemuan baru di bidang ini. Sedangkan mikrobiologi teraplikasi mengacu pada aspek pemecahan masalah (**problem solving**) yang berhubungan dengan bidang mikrobiologi modern . Sejak ditemukannya konsep tentang DNA maka bidang mikrobiologi pun memasuki era molekuler. Keberhasilan sekuensing DNA berhasil mengungkap hubungan filogenetik (evolusi) di antara berbagai jenis bakteri.

9.2.1. Istilah yang dipakai pada anti mikroorganisme:

Bakteriostatik : Kemampuan menghambat perkembangbiakan bakteri temporer. Jadi pada saat zat ini tidak ada, bakteri dapat berkembangbiak kembali

Bakterisidal : Bahan kimia yang mematikan bakteri secara permanen.

Disinfektan : Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk mematikan mikroorganisme pathogen yang ada pada benda mati.

Steril : Bebas dari kehidupan mikroorganisme patogen.

Septik : Adanya bakteri patogen di dalam jaringan hidup yang dalam suatu proses infeksi.

9.2.2. Mekanisme kerja dari zat anti mikroorganisme

1. Perusakan DNA
2. Denaturasi protein
3. Gangguan pada gugus sulfhidril
4. Antagonisme kimiawi
5. perusakan pada dinding sel bakteri

9.2.3. Faktor-faktor yang memengaruhi resistensi mikroorganisme terhadap zat-zat antimikroorganisme

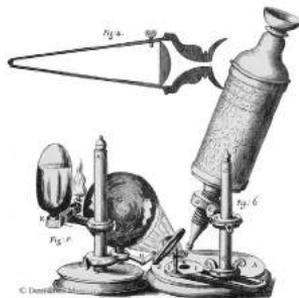
1. Unsur-unsur fisik, yang meliputi:
 1. Panas
 2. Penyinaran oleh sinar UV
 3. pendinginan pada suhu yang standar
2. Unsur-unsur kimia, yang meliputi:
 1. Alkohol
 2. Ion logam berat
 3. Detergen
 4. Oksidator

9.3. Sejarah perkembangan mikrobiologi

- 1.1. Era Robert Hooke dan Antonie van Leeuwenhoek
- 1.2. Era Pasteur
- 1.3. Era Robert Koch
- 1.4. Era mikrobiologi umum
 - 1.4.1. Martinus Beijerinck dan teknik kultur pengkayaan
 - 1.4.2. Sergei Winogradsky dan konsep kemolitotrofi
2. Mikrobiologi modern
3. Istilah yang dipakai pada anti mikroorganisme
4. Mekanisme kerja dari zat anti mikroorganisme
5. Faktor-faktor yang memengaruhi resistensi mikroorganisme terhadap zat-zat antimikroorganisme.

9.3.1. Perkembangan mikrobiologi

a. Era Robert Hooke dan Antonie van Leeuwenhoek.

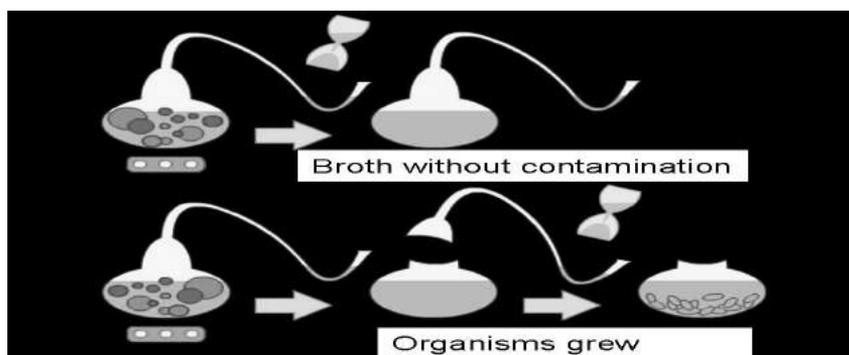


Gambar. 9.1 Ilustrasi dari mikroskop yang digunakan oleh Robert Hooke pada tahun 1664. Lensa objektif dipasang di ujung tuas pengatur (G), dengan fokus pada spesimen menggunakan lensa tunggal (1)

Robert Hooke (1635-1703) adalah matematikawan, sejarawan alam, dan ahli mikroskopi asal Inggris. Dalam bukunya yang terkenal, *Micrographia* (1665), Hooke mengilustrasikan struktur badan buah dari suatu jenis kapang. Ini adalah deskripsi pertama tentang mikroorganisme yang dipublikasikan..

Orang pertama yang melihat bakteri adalah Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723), seorang pembuat mikroskop amatir berkebangsaan Belanda.. Pada tahun 1684, Antonie van Leeuwenhoek menggunakan mikroskop yang sangat kecil hasil karyanya sendiri untuk mengamati berbagai mikroorganisme dalam bahan alam. Mikroskop yang digunakan Leeuwenhoek pada saat itu berupa kaca pembesar tunggal berbentuk bikonveks dengan spesimen yang diletakkan di antara sudut aperture kecil pada penahan logam. Alat itu dipegang dekat dengan mata dan objek yang ada di sisi lain lensa disesuaikan untuk mendapatkan fokus[3]. Dengan alat itulah, Leewenhoek mendapatkan kontras yang sesuai antara bakteri yang mengambang dengan latar belakang sehingga dapat dilihat dan dibedakan dengan jelas. Dia menemukan bakteri pada tahun 1676 saat mempelajari infusi lada dan air (*pepper-water infusion*). Van Leeuwenhoek melaporkan temuannya itu lewat surat pada Royal Society of London, yang dipublikasikan dalam bahasa Inggris pada tahun 1684. Ilustrasi van Leewenhoek tentang mikroorganisme temuannya dikenal dengan nama "wee animalcules".

b. Era Pasteur



Gambar.9.3. Skema percobaan Pasteur

(Sumber : <http://www.scribd.com/doc/46779127/Aplikasi-Mikrobiologi-Dalam-Bidang-Kebidanan>, diakses 20 Januari, 2017)

Bertahun-tahun setelahnya, banyak observasi lain yang menegaskan hasil pengamatan van Leeuwenhoek, namun peningkatan tentang pemahaman sifat dan keuntungan mikroorganisme berjalan sangat lambat sampai 150 tahun berikutnya. Baru pada abad ke 19, yaitu setelah produksi mikroskop meningkat pesat, barulah keingintahuan manusia akan mikroorganisme mulai berkembang lagi. Louis Pasteur dikenal luas karena berhasil menumbangkan teori *Generatio Spontanea*, organisme hidup terjadi begitu saja. Percobaan Pasteur menggunakan kaldu yang disterilkan dan labu leher angsa membuktikan tentang adanya mikroorganisme.

c. Era Robert Koch

Robert Koch (1870-an) dari Jerman, juga menangani masalah antraks. Ia mengisolasi bakteri bentuk batang dengan ujungnya agak persegi (basilus) dari darah biri-biri yang mati karena antraks. Ia berhasil mengasingkan kuman antraks dalam bentuk biakan murni (pure culture) dengan mempergunakan medium, dan membuktikan bahwa kuman tersebut dapat menimbulkan penyakit yang sama bila dimasukkan ke dalam tubuh binatang percobaan. Berdasarkan penemuan tersebut lahirlah Postulat Koch.

Sejak abad ke-16, telah diketahui bahwa ada suatu agen penyebab penyakit yang dapat menularkan penyakit.. Setelah penemuannya, dipercaya bahwa mikroorganisme adalah agen yang dimaksud, namun belum ada pernah ada bukti. Robert Koch (1842-1910), seorang dokter berkebangsaan Jerman adalah orang pertama yang menemukan konsep hubungan antara penyakit menular dan mikroorganisme dengan menyertakan bukti eksperimental. Konsep yang dikemukakan oleh Koch dikenal sebagai Postulat Koch dan kini menjadi standar emas penentuan penyakit menular.

d. Postulat Koch yaitu :

- 1) Mikroorganisme tertentu selalu dapat dijumpai berasosiasi dengan penyakit tertentu.
- 2) Mikroorganisme itu dapat diisolasi dan ditumbuhkan menjadi biakan murni di laboratorium.
- 3) Biakan murni mikroorganisme tersebut harus mampu menimbulkan penyakit yang sama pada binatang percobaan.
- 4) Penggunaan prosedur laboratorium memungkinkan diperolehnya kembali mikroorganisme yang disuntikan itu dari hewan yang dengan sengaja diinfeksi dalam percobaan. Kemudian Koch menemukan bakteri yang menimbulkan tuberculosis dan kolera. Pada tahun 1900, semua jenis mikroorganisme penyebab pelbagai penyakit penting telah dapat diketahui seperti *Bacillus anthracis*, *Corynebacterium diphtheriae*, *Salmonella typhosa*, *Neisseria*

gonorrhoeae, Clostridium perfringens, Clostridium tetani, Shigella dysenteriae, Treponema pallidum dan lain-lain.

e. Era mikrobiologi

Mikrobiologi umum merujuk pada aspek mikrobiologi non medis. Dua raksasa yang dikenal pada era ini adalah Beijerinck dan Winogradsky. Keduanya memulai aspek mikrobiologi lingkungan

f. Martinus Beijerinck dan teknik kultur pengkayaan

Martinus Beijerinck (1851-1931) adalah profesor berkebangsaan Belanda yang berkontribusi besar terhadap teknik kultur pengkayaan.. Pada teknik ini, mikroorganisme diisolasi dari alam dan ditumbuhkan di laboratorium dengan memanipulasi nutrisi dan kondisi inkubasinya. Dengan menggunakan teknik ini, Beijerinck berhasil mengisolasi kultur murni berbagai mikroorganisme air dan tanah untuk pertama kalinya.

g. Sergei Winogradsky dan konsep kemolitotrofi

Pekerjaan Sergei Winogradsky (1856-1953), asal Rusia, mirip dengan yang dilakukan Beijerinck, namun dia mendalami bakteri yang terlibat dalam siklus nitrogen dan siklus sulfur.. Konsep kemolitotrofi yang dicetuskannya berkaitan dengan adanya hubungan antara oksidasi senyawa anorganik dengan konservasi energi.. Dengan menggunakan teknik pengkayaan, Winogradsky berhasil mengisolasi bakteri pengikat nitrogen, *Clostridium pasteurianum* yang bersifat anaerob, dan sebagai cikal bakal konsep fiksasi nitrogen.



Gambar 9.4. . Seorang pekerja di laboratorium sedang mengamati pertumbuhan bakteri pada cawan petri.

(Sumber : <http://www.scribd.com/doc/46779127/Aplikasi-Mikrobiologi-Dalam-Bidang-Kebidanan>, diakses 20 Januari, 2017)

h. Antisepsis

Sepsis berarti infeksi; antisepsis berkenaan dengan cara-cara pemberantasan atau pencegahan infeksi. Dalam tahun 1864 seorang ahli bedah Inggris, Joseph Lister (1827-1912) mencatat 45% dari pasiennya meninggal setelah pembedahan. Kemudian ia mencari cara untuk mencegah angka kematian akibat pembedahan yang terinfeksi mikroba, maka Lister menggunakan larutan encer asam karbolat (fenol) untuk merendam perlengkapan bedah dan menyemprot ruang bedah.

Kemudian luka dan torehan yang dilindungi dengan cara ini jarang terjadi kena infeksi dan dengan cepat menjadi sembuh. Sekarang banyak sekali macam zat kimia, seperti alkohol dan larutan iodium, dan teknik fisik seperti saringan udara dan lampu ultraviolet germisidal yang digunakan untuk menurunkan jumlah mikroba di kamar bedah dan kamar anak-anak untuk merawat bayi yang prematur.

i. Kemoterapi

Paul Ehrlich (1845-1915) ahli fisika Jerman mengembangkan bahan-bahan kimia yang dapat membunuh mikroba tanpa merugikan si penderita.

Gerhard Domagk (1930) seorang ilmuwan Jerman menemukan sekelompok senyawa sulfonamide (obat sulfa) efektif untuk pengobatan beberapa infeksi oleh bakteri. Pada tahun 1929, Alexander Fleming seorang bakteriolog Skotlandia melaporkan hasil penelitiannya tentang suatu substansi yang dihasilkan jamur *Penicillium notatum* yang menghambat pertumbuhan bakteri pada medium biakan laboratorium. Penisilin adalah antibiotik, suatu substansi yang dihasilkan oleh satu mikroorganisme yang dalam jumlah yang sangat kecil dapat menghambat pertumbuhan jasad renik lain. Penemuan penisilin membuka jalan bagi penemuan dan produksi komersial berbagai antibiotik lain.

9.3.2. Mikrobiologi modern

Memasuki abad ke-20, mulai berkembang dua cabang mikrobiologi yang masih saling berhubungan: mikrobiologi dasar (basic) dan mikrobiologi terapan (applied). Mikrobiologi dasar mengacu pada penemuan-penemuan baru di bidang ini. Sedangkan mikrobiologi terapan mengacu pada aspek pemecahan masalah (problem solving) yang berhubungan dengan bidang ini. Sejak ditemukannya konsep tentang DNA maka bidang mikrobiologi pun memasuki era molekuler. Keberhasilan sekuensing DNA berhasil mengungkap hubungan filogenetik (evolusi) di antara berbagai jenis bakteri.

9.3.3. Istilah yang dipakai pada anti mikroorganisme

Bakteriostatik : Kemampuan menghambat perkembangbiakan bakteri temporer Jadi pada saat zat ini tidak ada, bakteri dapat berkembangbiak kembali

Bakterisidal : Bahan kimia yang mematikan bakteri secara permanen. **Disinfektan** : Bahan-bahan kimia yang digunakan untuk mematikan mikroorganisme patogen yang ada pada benda mati.

Steril : Bebas dari kehidupan mikroorganisme patogen.

Septik : Adanya bakteri patogen di dalam jaringan hidup yang dalam suatu proses infeksi.

9.3.4. Kerja dari zat anti mikroorganisme

1. Perusakan DNA
2. Denaturasi protein
3. Gangguan pada gugus sulfhidril
4. Antagonisme kimiawi
5. perusakan pada dinding sel bakteri

9.3.5. Faktor yang memengaruhi resistensi mikroorganisme terhadap zat-zat antimikroorganisme:

a. Unsur-unsur fisik, yang meliputi:

1. Panas
2. Penyinaran oleh sinar UV
3. pendinginan pada suhu yang standar
4. Unsur-unsur kimia, yang meliputi:
5. Alkohol
6. Ion logam berat
7. Detergen
8. Oksidator

b. Aplikasi Dalam Bidang Kebidanan

Semenjak dipastikannya bahwa jasad renik merupakan penyebab penyakit tertentu, banyak perhatian ditujukan kepada pengembangan cara-cara untuk pencegahan dan pengobatan terhadap penyakit tersebut. Penyebab etiologis (agen kausatif) untuk sebagian besar penyakit bacterial yangdikenal masa kini ditemukan secara berturut-turut dalam waktu singkat antara tahun 1876 dan 1898. Aplikasi mikrobiologi dalam bidang kesehatan terdiri atas ilmu pengobatan, yaitu etiologi dan diagnosis penyakit menular, dan kesehatan masyarakat, yaitu cara-cara pengendalian timbulnya dan tersebarnya penyakit. Metode pencegahan

dan pengobatan untuk memberantas penyakit karena mikroorganisme meliputi imunisasi (missal vaksinasi), antiseptis (cara-cara untuk meniadakan atau mengurangi kemungkinan infeksi), kemoterapi (perawatan pasien dengan bahan kimia), dan cara-cara kesehatan masyarakat (missal pemurnian air, pembuangan limbah, dan pengawetan makanan).



BAB 10

MENGENAL IMUNISASI

10.1. Konsep Imunisasi

10.1.1. Pengertian Imunisasi

Imunisasi merupakan usaha memberikan kekebalan pada bayi dan anak dengan memasukkan vaksin ke dalam tubuh agar tubuh membuat zat anti untuk mencegah terhadap penyakit tertentu. Sedangkan yang dimaksud vaksin adalah bahan yang dipakai untuk merangsang pembentukan zat anti yang dimasukkan ke dalam tubuh melalui suntikan seperti vaksin BCG, DPT, Campak (Alimul, 2008).

10.1.2. Tujuan Pemberian Imunisasi

Pemberian imunisasi pada anak mempunyai tujuan agar tubuh kebal terhadap penyakit tertentu, kekebalan tubuh juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor di antaranya terdapat tingginya kadar antibodi pada saat dilakukan imunisasi, potensi antigen yang disuntikkan, waktu antara pemberian imunisasi, mengingat efektif dan tidaknya imunisasi tersebut akan tergantung dari faktor yang mempengaruhinya sehingga kekebalan tubuh dapat diharapkan pada diri anak. Tujuan pemberian imunisasi adalah untuk mencegah penyakit dan kematian bayi dan anak-anak yang disebabkan oleh wabah yang sering muncul. Pemerintah Indonesia sangat mendorong pelaksanaan program imunisasi sebagai cara untuk menurunkan angka kesakitan, kematian pada

bayi, balita/ anak-anak pra sekolah. Untuk tercapainya program tersebut perlu adanya pemantauan yang dilakukan oleh semua petugas baik pimpinan program, supervisor dan petugas imunisasi vaksinasi. Tujuan pemantauan adalah untuk mengetahui sampai dimana keberhasilan kerja, mengetahui permasalahan yang ada.

10.1.3. Hal ini perlu dilakukan untuk memperbaiki program.

- a. Pemantauan (dimonitor) adalah sebagai berikut :

Pemantauan ringan adalah memantau hal-hal sebagai berikut apakah pelaksanaan pemantauan sesuai dengan jadwal yang telah ditetapkan, apakah vaksin cukup tersedia, pengecekan lemari es normal, hasil imunisasi dibandingkan dengan sasaran yang telah ditetapkan, peralatan yang cukup untuk penyuntikan yang aman dan steril, apakah diantara 6 penyakit yang dapat dicegah dengan imunisasi dijumpai dalam seminggu.

Cara memantau cakupan imunisasi dapat dilakukan melalui cakupan dari bulan ke bulan dibandingkan dengan garis target, dapat digambarkan masing-masing desa. Untuk mengetahui keberhasilan program dapat dengan melihat seperti, bila garis pencapaian dalam 1 tahun terlihat antara 75-100% dari target, berarti program sangat berhasil. Bila garis pencapaian dalam 1 tahun terlihat antara 50-75% dari target, berarti program cukup berhasil dan bila garis pencapaian dalam 1 tahun dibawah 50% dari target berarti program belum berhasil. Bila garis pencapaian dalam 1 tahun terlihat dibawah 25% dari target berarti program sama sekali tidak berhasil. Untuk tingkat kabupaten dan provinsi, maka penilaian diarahkan pada penduduk tiap kecamatan dan kabupaten.

- b. Memonotoring evaluasi pemakaian vaksin. (Notoatmodjo, 2003)

10.2. Jenis Imunisasi

Imunisasi dibedakan dalam dua jenis, yaitu imunisasi aktif dan pasif.

a). Imunisasi aktif

Merupakan pemberian zat sebagai antigen yang diharapkan akan terjadi suatu proses infeksi buatan sehingga tubuh mengalami reaksi imunologi spesifik yang akan menghasilkan respons seluler dan humoral serta dihasilkannya sel memori, sehingga apabila benar-benar terjadi infeksi maka tubuh secara tepat dapat merespon.

Dalam imunisasi aktif terdapat empat macam kandungan dalam setiap vaksinnya antara lain :

1. Antigen merupakan bagian dari vaksin yang berfungsi sebagai zat atau mikroba guna terjadinya semacam infeksi buatan dapat berupa poli sakarida, toksoid atau virus dilemahkan atau bakteri dimatikan.
2. Pelarut dapat berupa air steril atau juga berupa cairan kultur jaringan.
3. Preservatif, stabiliser, dan antibiotika yang berguna untuk menghindari tubuhnya mikroba dan sekaligus untuk stabilisasi antigen.
4. Adjuvan yang terdiri dari garam aluminium yang berfungsi untuk meningkatkan imunogenitas antigen.

b). Imunisasi pasif

Merupakan pemberian zat (imunoglobulin) yaitu suatu zat yang dihasilkan melalui suatu proses infeksi yang berasal dari plasma manusia atau binatang yang digunakan untuk mengatasi mikroba yang diduga sudah masuk dalam tubuh yang terinfeksi .





BAB 11

PEMBUATAN PRODUK STERIL

11.1. Definisi Produk Steril

Produk steril adalah sediaan terapeutis dalam bentuk terbagi-bagi yang bebas dari mikroorganisme hidup. Sediaan parenteral ini merupakan sediaan yang unik diantara bentukobat terbagi-bagi, karena sediaan ini disuntikkan melalui kulit atau membran mukosakebagian dalam tubuh. Karena sediaan mengelakkan garis pertahanan pertama dari tubuh yang paling efisien, yakni membran kulit dan mukosa, sediaan tersebut harus bebas dari kontaminasi mikroba dan dari komponen toksik dan harus mempunyai tingkat kemurnian tinggi dan luar biasa. Semua komponen dan proses yang terlibat dalam penyediaan produk ini harus dipilih dan dirancang untuk menghilangkan semua jenis kontaminasi secara fisik, kimia atau mikrobiologi. Produk steril hendaklah dibuat dengan persyaratan khusus dengan tujuan memperkecil resiko pencemaran mikroba, partikulat, dan pirogen yang sangat tergantung dari keterampilan pelatihan dan sikap dari personil yang terlibat. Pemastian mutu sangatlah penting dan cara pembuatan ini harus sepenuhnya mengikuri secara ketat metode pembuatan dan prosedur yang dengan seksama dan tervalidasi. Pelaksanaan proses akhir atau penggunaan produk jadi tidak dapat di jadikan sebagai satu-satunya andalan untuk menjamin sterilitas atau aspek mutu lain.

11.2. Syarat Produk Steril

1. Pembuatan produk steril hendaklah dilakukan di area yang bersih.
2. Hendaklah melalui ruang penyangga untuk personil dan / atau peralatan dan bahan. Area bersih hendaklah dijaga tingkat kebersihannya sesuai standar kebersihan yang ditetapkan dan dipasok dengan udara yang melewati filter dengan efisiensi yang sesuai.
3. Berbagai kegiatan persiapan komponen, pembuatan produk dan pengisian hendaklah dilakukan di ruang terpisah di dalam area bersih. Kegiatan pembuatan produk steril dapat digolongkan dalam dua kategori yaitu; pertama produk yang disterilkan dalam wadah akhir dan disebut juga sterilisasi akhir, kedua produk yang diproses secara aseptik pada sebagian atau semua tahap.
4. Area bersih untuk pembuatan produk steril digolongkan berdasarkan karakteristik lingkungan yang dipersyaratkan. Tiap kegiatan pembuatan membutuhkan tingkat kebersihan yang sesuai dalam keadaan operasional untuk meminimalkan risiko pencemaran oleh partikel dan/ atau bahan yang ditangani.
5. Kondisi “operasional” dan “non-operasional” hendaklah ditetapkan untuk tiap ruang bersih. Keadaan “non-operasional” adalah kondisi di mana fasilitas telah terpasang dan beroperasi, lengkap dengan peralatan produksi tetapi tidak ada personil. Kondisi “operasional” adalah kondisi dimana fasilitas dalam keadaan jalan sesuai modus pengoperasian yang ditetapkan dengan sejumlah tertentu personel yang sedang bekerja. Agar tercapai kondisi “operasional” maka area tersebut hendaklah didesain untuk mencapai tingkat kebersihan udara tertentu pada kondisi “non-operasional”.

11.3. Pada pembuatan produk steril dibedakan 4 kelas kebersihan.

Kelas A : zona untuk kegiatan yang berisiko tinggi, misalnya zona pengisian, wadah tutup karet, ampul dan vial terbuka, penyambungan secara aseptik. Umumnya kondisi ini dicapai dengan memasang unit aliran udara laminar (*laminar air flow*) di tempat kerja. System udara laminar hendaklah mengalirkan udara dengan kecepatan merata berkisar 0,36 – 0,54 m/ detik (nilai acuan) pada posisi kerja dalam ruang bersih terbuka.

Kelas B untuk pembuatan dan pengisian secara aseptik, kelas ini adalah lingkungan latar belakang untuk zona kelas A.

Kelas C dan D: area ini bersih untuk melakukan tahap pembuatan produk

Tabel. 10.1 : contoh kegiatan yang dapat dilakukan di berbagai kelas

Kelas	Contoh kegiatan untuk produk dengan sterilisasi akhir
A	Pengisian produk, bila ada resiko diluar kebiasaan
C	Pembuatan larutan, bila ada resiko diluar kebiasaan. Pengisian produk
D	Pembuatan larutan dan penyiapan komponen sebelum proses pengisian

Kelas	Contoh kegiatan pembuatan secara aseptik
A	Pembuatan pengisian secara aseptik
C	Pembuatan larutan yang akan di saring
D	Penanganan komponen setelah pencucian

Tabel 10.2 : jumlah partikulat di udara untuk kelas diatas

Kelas	Non operasional (b)			Operasional (b)
	Jumlah maksimum pertikel / m ³ yang diperbolehkan untuk kelas setara atau lebih tinggi dari (a)			
A	0,5µm (d)	5µm (d)	0,5µm (d)	5µm (d)
B(c)	3.500	1(e)	350.000	2000
C(c)	3.500	1(e)	3.500.000	20.000
D(c)	3.500.000	20.000	Tidak ditetapkan(T)	Tidak ditetapkan(T)

Catatan:

- Pengukuran partikel berdasarkan penggunaan alat penghitung partikel udara “diskret” (tidak kontinu) untuk mengukur konsentrasi partikel sama atau lebih tinggi dari ambang batas yang ditetapkan. System pengukuran secara terus menerus hendaklah digunakan untuk memantau konsentrasi partikel di zona kelas A, dan disyaratkan juga untuk lingkungan kelas B.
- Untuk pengukuran rutin volume sample total yang di ambil tidak kurang dari 1m³ untuk kelas A dan B dan diajukan juga untuk kelas C.
- Jumlah partikulat seperti yang tercantum pada table di atas untuk keadaan “non-operasional”, setelah kegiatan selesai dan tanpa personel, hendaklah dicapai segera setelah “pembersihan” yang berkisar antara 15 – 20 menit (angka acuan). Jumlah partikulat untuk kelas A “kondisi operasional” seperti yang tercantum pada table di atas hendaklah selalu di pertahankan setiap kali produk atau wadah terbuka terpapar ke lingkungan sekelilingnya. Ada kemungkinan jumlah partikulat tidak memenuhi standar pada titik pengisian ketika proses pengisian berlangsung, hal ini masih dapat diterima karena timbulnya partikel atau percikan (droplets) dari produk itu sendiri.
- Untuk dapat mencapai kelas kebersihan udara B, C dan D, jumlah pertukaran udara hendaklah disesuaikan dengan ukuran ruangan, dan peralatan serta personel yang ada dalam ruangan tersebut. Diperkirakan sekurang-kurangnya mempunyai pertukaran udara 20 kali perjam pada ruang dengan pola aliran yang baik. System tata udara untuk kelas kebersihan ruangan A, B hendaklah dilengkapi dengan filter udara ahir yang tepat misalnya HEPA.
- Pedoman yang diberikan untuk jumlah partikel maksimum yang diperbolehkan pada kondisi “non-operasional” dan “operasional” kurang lebih sesuai dengan kelas kebersihan dalam EN / ISO 14644-1 pada ukuran partikel 0,5 µm.
- Area tersebut diharapkan sepenuhnya bebas dari partikel yang berukuran lebih besar dari 5 µm. Karena tidak mungkin untuk menunjukkan tidak adanya partikel dengan pengukuran statistik yang bermakna maka batas ditetapkan menjadi 1 partikel/ m³. Pada saat kualifikasi ruang bersih hendaklah diperlihatkan bahwa area tersebut dapat selalu memenuhi batas yang telah ditetapkan.
- Persyaratan dan batas akan tergantung pada jenis kegiatan yang dilakukan
 6. Area tersebut hendaklah dipantau selama kegiatan berlangsung untuk mengendalikan kebersihan partikulat dari berbagai kelas terhadap.
 7. Dimana kegiatan berlangsung kegiatan aseptik, hendaklah sering dilakukan pemantauan misalnya dengan cawan papar (settle plates), pengambilan sample udara secara volumetric (volumetric air), dan pengambilan sample permukaan (dengan menggunakan cara apus dan cawan kontak). Pengambilan

sample selama kegiatan berlangsung hendaklah tidak mempengaruhi perlindungan zona. Hasil pemantauan hendaklah menjadi bahan pertimbangan ketika melakukan pengkajian catatan best dalam rangka pelulusan produk jati. Permukaan tempat kerja dan personil di pantau setelah suatu kegiatan kritis selesai dilakukan . pemantauan tambahan secara mikrobiologis jug dibutuhkan diluar kegitaan produksi misalnya setelah vlidasi system, pembersihan dan sanitasi.

Tabel 10.2 : jumlah partikulat di udara untuk kelas diatas

Batas yang disarankan untuk cemaran mikroba (*)				
Kelas	Sampel udara cfu/ m(3)	Cawan papir (dia. 90mm) cfu/4jam (")	Cawan kontak (dia.55mm) cfu/ plate	Sarung tangan 5 jari cfu/ sarung tangan
A	<1	<1	<1	<1
B	10	5	5	5
C	100	50	25	-
D	200	100	50	-

Catatan:

(*) Ini adalah nilai rata-rata.

(**) Cawan papir dapat di paparkan kurang dari 4 jam

8. Batas waspada (*alert limit*) dan batas bertindak (*action limit*) hendaklah ditetapkan sebagai hasil pemantauan jumlah partikulat dan mikroba. Bila batas tersebut dilampaui, maka prosedur tetap hendaklah menguraikan tindakan perbaikan yang harus dilakukan.

Soal:

1. Sebutkan jumlah partikulat untuk ruang Kelas A?
2. Sebutkan Minimal Partikulat untuk ruang yang steril ?
3. Apa yang dilakukan bila ruangan tidak steril?
4. Sebutkan jenis kelas jumlah partikulat yang saudara ketahui?
5. Sebutkan syarat untuk ruang laboratorium penelitian?





BAB 12

MENGENAL STERILISASI

12.1. Protap dan sop sterilsasi alat kesehatan, peralatan laboratorium dan linen

- I. **PENGERTIAN** Suatu tindakan untuk membunuh kuman pathogen dan apatogen beserta sporanya pada peralatan perawatan dan kedokteran dengan cara merebus, stoom, panas tinggi atau menggunakan bahan kimia.
- II. **UNIT KERJA** Puskesmas dan ruang laboratorium.
- III. **TUJUAN** Untuk menjamin kualitas alkes, peralatan laboratorium dan linen dalam keadaan steril.
- IV. **SASARAN** Peralatan kesehatan, peralatan laboratorium dan linen bekas pakai.
- V. **TENAGA 1** orang tenaga paramedis
- VI. **KEBUTUHAN SARANA DAN PRASARANA**
 - A. Medis
 1. Sterilisator kering yang terhubung dengan aliran listrik 1 buah.
 2. Sterilisator basah atau autoclave 1 buah.
 3. Larutan hypochlorite/klorin 0,5%.
 4. Sarung tangan 1 pasang.

B. Non Medis

1. Ruang 3 X 4 meter dengan ventilasi dan penerangan yang cukup 1 buah.
2. Panci untuk mengukus 1 buah.
3. Bak perendaman 1 buah.
4. Wastafel dengan air mengalir 1 buah.
5. Sabun (batang atau cair) dengan antiseptic maupun non antiseptic 1 buah.
6. Handuk / lap sekali pakai (tisu) untuk mengeringkan tangan 1 buah.
7. Tempat sampah medis beralas plastik dan tertutup 1 buah. 8. Tempat sampah non medis beralas plastik 1 buah.

VII. **PROSEDUR TETAP**

- A. Dekontaminasi.
- B. Pencucian dan pembilasan.
- C. Desinfeksi tingkat tinggi atau sterilisasi.

VIII. **CARA MELAKSANAKAN KEGIATAN**

A. **Dekontaminasi**

1. Memakai sarung tangan (Lihat SOP Memakai dan Melepas Handscoen).
2. Menyiapkan bak perendaman yang diisi dengan larutan klorin 0,5 % dengan cara :
Mencampur 1 sendok makan kaporit dengan 1 liter air.
Mengaduk larutan sampai terlarut.
3. Memasukkan alat – alat kesehatan atau alat laboratorium yang sudah terpakai dan bisa digunakan lagi kedalam bak perendaman dengan cara:
Mengambil satu persatu alkes dengan korentang.
Memasukan satu persatu alkes atau peralatan laboratorium kedalam bak perendaman klorin 0,5% dengan korentang.
4. Biarkan selama kurang lebih 10 menit.

12.2. Pencucian dan Pembilasan

1. Membuka kran air dengan cara memutar searah jarum jam (model kran bukan putaran) dengan tangan kanan.
2. Mengambil peralatan bekas pakai yang sudah didekontaminasi (hati-hati bila memegang peralatan yang tajam, seperti gunting dan jarum jahit). Agar tidak merusak benda – benda yang terbuat dari plastik atau karet, jangan dicuci secara bersamaan dengan peralatan dari logam atau kaca.

Bila memungkinkan gunakan bak perendaman yang berbeda caranya dengan mengambil satu persatu alkes atau peralatan laboratorium yang sudah didekontaminasi dengan korentang.

3. Mencuci dengan hati-hati semua benda tajam atau yang terbuat dari kaca dengan cara :
 - a. Menggunakan sikat dengan air dan sabun untuk menghilangkan sisa darah dan kotoran dengan cara : menyikat dengan perlahan, searah dan berulang-ulang di bawah air mengalir sampai sisa darah dan kotoran bersih di semua permukaan.
 - b. Membuka engsel, gunting dan klem dengan cara memutar skrup secara perlahan ke kiri sampai terlepas. Menyikat dengan seksama terutama pada bagian sambungan dan sudut peralatan dengan cara : menyikat dengan perlahan, searah dan berulang-ulang di bawah air mengalir sampai tidak tampak noda darah atau kotoran.
 - c. Memastikan sudah tidak ada sisa darah dan kotoran yang tertinggal pada peralatan dengan cara melihat dengan membolak balik di bawah penerangan yang cukup terang.
 - d. Mengulangi prosedur di atas setiap benda sedikitnya tiga kali (atau lebih bila perlu) dengan air dan sabun atau detergen.
 - e. Membilas benda- benda tersebut dengan air bersih dengan cara : Mengambil satu persatu alkes dan peralatan laboratorium. Membilas satu persatu di bawah air mengalir.

4. Mengulangi prosedur tersebut untuk benda- benda lain. Jika peralatan akan didesinfeksi tingkat tinggi secara kimiawi (misalkan dalam larutan klorin 0,5%), tempatkan peralatan dalam wadah yang bersih dan biarkan kering sebelum mulai proses (DTT) dengan cara :
 - Menyiapkan baki yang bersih dan kering.
 - Ambil alat satu-persatu sesuai dengan jenisnya (mis : tabung reaksi dengan tabung reaksi, beaker glass dengan beaker glass).

5. Peralatan yang akan di desinfeksi tingkat tinggi dengan cara dikukus / rebus, atau di sterilisasi di dalam autoclave / oven panas kering, tidak perlu dikeringkan dulu sebelum proses sterilisasi dimulai.

6. Selagi masih menggunakan sarung tangan, cuci sarung tangan dengan air dan sabun, kemudian bilas dengan seksama menggunakan air bersih dengan cara :
 - Meletakkan tangan yang masih bersarung tangan di bawah air mengalir.
 - Mengambil sabun.
 - Menggosokkan kedua tangan dengan sabun sampai bersih.
7. Melepas sarung tangan (lihat SOP memasang dan melepas handscoen)
8. Menggantungkan sarung tangan dan biarkan kering dengan cara diangin-anginkan dengan cara :
 - Menggantungkan sarung tangan dengan posisi jari dari sarung tangan di bawah, kemudian dijepit memakai jepitan yang telah dicuci di tempat jemuran.
 - Meletakkan jemuran di tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung.
9. Mencuci tangan dengan sabun dan air mengalir (lihat SOP mencuci tangan).

12.3. Desinfeksi Tingkat Tinggi / Sterilisasi Metode Sterilisasi yang dapat dipilih :

1. AUTOCLAVE

- a. Menuangkan air suling secukupnya ke dalam autoclave.
- b. Menuang air suling sampai batas tertentu ke dalam autoclave.
- c. Menata tabung reaksi atau peralatan gelas lain di dalam wadah aluminium bagian dalam sedemikian rupa hingga tersedia ruangan untuk Bergeraknya uap air secara bebas diantara alat- alat selama sterilisasi, letakkan wadah ke dalam autoclave dengan cara : tabung reaksi diambil satu-persatu dengan korentang, kemudian disusun di dalam wadah aluminium yang sudah terdapat di dalam autoclave dengan jarak minimal 0,5 cm dengan alat yang lain.
- d. Meletakkan tutup sterilisator pada tubuh sterilisator dan meletakkan baut-baut penahan ke atas tempat yang sesuai dengan tutup sterilisator, kemudian kencangkan masing-masing murnya secara bersama pada tempat yang berlawanan dengan cara : memutar baut pada sudut yang bersilangan dan diputar kearah kanan, baru pada dua baut pada sisi sebelahnya kearah kanan sampai erat dan tidak bisa diputar lagi.
- e. Membuka pengatur klep pengaman, dalam keadaan terbuka penahan tersebut letaknya lurus. Pasang pemanasnya. Uap yang terbentuk pada dasar sterilisator akan mengalir ke atas di seputar wadah bagian dalam dan kemudian ke bawah diantara labu-labu dan tabung-tabung ke dasar wadah, memaksa keluarnya udara dari dasar ke atas melalui tabung pengeluaran fleksibel dan klep pengaman.

- f. Bila uap air mulai keluar dengan deras (menimbulkan bunyi mendesis) tutuplah klep pengaman dengan cara mendorong pengaturinya ke bawah sehingga posisinya mendatar. Tekanan dalam sterilisator akan naik dan dapat dibaca pada alat pengukur tekanan.
- g. Mempertahankan tekanan pada suhu 1210C, dengan cara mengurangi pemanasan seperlunya untuk mempertahankan tekanan tersebut dengan cara : mengecek tekanan dan suhu pada alat penunjuk suhu dan tekanan.
- h. Menyeterilkan media dan peralatan dengan cara mempertahankan tekanan 1 atm selama 15-20 menit dengan cara : membiarkan alat bekerja selama 15-20 menit sambil terus diawasi pada tekanan 1 atm.
- i. Mengawasi tekanan selama proses sterilisasi dengan cara : mengawasi angka yang tertera pada penunjuk tekanan.
- j. Mematikan pemanasan dan tunggulah sampai tekanan kembali nol. dengan cara : mematikan alat dengan cara mencabut steker listrik dan mendiarkannya selama 15 menit sambil dibuka penutupnya.
- k. Bila alat penunjuk tekanan sudah mencapai nol dan suhu telah turun sampai jauh di bawah 1000C, bukalah pengatur klep pengaman dengan cara meluruskannya untuk mengeluarkan sisa uap yang tertinggal di dalam. Kendurkan mur, lepaskan baut-bautnya dan angkat tutupnya.
- l. Membuang air yang tersisa di dalam sterilisator dan keringkan baik-baik semua bagiannya dengan cara : menunggu sampai alatnya dingin kemudian membersihkan air yang tersisa sebanyak kurang lebih 1 cm dengan lap yang bersih sampai kering.

2. STERILISASI PANAS KERING (OVEN)

- a. Membuka pintu oven dan meletakkan alat-alat yang akan disterilisasi dengan rapi. Bila memungkinkan letakkan dalam nampan sesuai dengan klasifikasi penggunaannya (misal : heating set, partus set, THT set dan lain-lain) dengan cara : Menyusun alat yang akan disterilkan dalam bak instrument tertutup dengan posisi yang sama (searah). Memasukkan bak instrumen yang telah disusun ke dalam oven.
- b. Menutup pintu oven dengan cara : Memastikan semua peralatan sudah masuk dengan benar. Menutup pintu oven dengan rapat.
- c. Tunggu sampai suhu mencapai 1700 C dan biarkan selama 60 menit.
- d. Setelah selesai, tunggu sampai suhu turun, buka pintu oven, keluarkan alat-alat yang sudah steril dengan menggunakan korentang steril dengan cara :
 - Menunggu sekitar 15 menit setelah lampu indikator mati. Membuka pintu oven pelan-pelan.
 - Mengeluarkan alat yang telah disterilkan dengan korentang.

- e. Untuk mendinginkan peralatan steril dilarang membuka bungkus atau tutupnya.

3. METODE ALTERNATIF REBUS ATAU KUKUS

- a. Mengambil panci dengan penutup yang rapat dengan cara : Menaruh panci di tempat yang datar berdekatan dengan alat pemanas.
- b. Merendam peralatan di dalam air sehingga semuanya terendam air dengan cara : Mengisi panci dengan alat yang akan disterilkan. Menambahkan air setinggi kurang lebih 2,5 cm di atas alat yang akan direbus. Pastikan semua alat yg akan di rebus telah di penuh air. Menutup rapat panci.
- c. Memulai memanaskan air.
- d. Menghitung waktu saat air mulai mendidih dengan cara : Menghitung waktu saat air mulai mendidih dengan timer selama 20 menit.
- e. Jangan tambahkan benda apapun ke dalam air mendidih setelah penghitungan waktu mulai. Rebus selama 20 menit, catat lama waktu perebusan di dalam buku khusus. Biarkan peralatan kering dengan cara diangin-anginkan sebelum digunakan atau disimpan. Pada saat peralatan kering gunakan segera atau simpan dalam wadah disinfeksi tingkat tinggi bertutup. Peralatan bisa disimpan sampai satu minggu asalkan penutup tidak dibuka.
- f. Mengganti air setiap kali mendisinfeksi peralatan dengan cara: Membuang sisa airMengulangi kembali prosedur di atas

4. METODE ALTERNATIF DENGAN MENGGUNAKAN UAP PANAS (BAHAN KARET / SARUNG TANGAN)

- 1. Mengambil panci perebus dengan tiga susun nampan pengukus.
- 2. Gulung sarung tangan bagian atas sehingga setelah DTT selesai, dapat dipakai tanpa membuat terkontaminasi baru dengan cara :
 - a. Menggulung sarung tangan dimulai dari ujung jari sarung tangan ke arah lubang sarung tangan.
 - b. Melipat sarung tangan sedemikian rupa sehingga bagian dalam sarung tangan berada di luar.
- 3. Meletakkan bahan yang akan disterilisasi pada nampan pengukus yang berlubang di bawahnya. Agar mudah dikeluarkan dari bagian atas nampan pengukus. Agar proses DDT berjalan efektif, harap perhatikan jumlah maksimal kapasitas nampan dengan cara : meletakkan bahan yang akan disterilisasi satu-persatu ke dalam nampan pengukus dengan jarak minimal 0,5 cm.

4. Ulangi proses tersebut hingga semua nampan terisi. Susun tiga nampan pengukus di atas panci perebus berisi air. Letakkan panci perebus kosong di sebelah kompor.
5. Letakkan penutup di atas nampan pengukus paling atas dengan cara : menutup panci setelah memastikan semua peralatan yang akan disterilkan masuk semua ke dalam panci.
6. Jika uap air keluar dari celah-celah di antara panci pengukus, mulailah penghitungan waktu. Catat lamanya pengukusan.
7. Kukus bahan selama 20 menit, buka tutup panci dan letakkan dalam posisi terbalik.
8. Angkat nampan pengukus paling atas yang berisi sarung tangan dan goyangkan perlahan-lahan agar air yang tersisa dapat menetes keluar dengan cara : Membuka tutup panci dan meletakkannya dengan bagian dalam menghadap ke atas. Mengangkat nampan paling atas. Menggoyangkan nampan di dalam panci secara perlahan-lahan dengan cara memiringkannya ke kanan dan kekiri.
9. Letakkan nampan pengukus di atas panci perebus kosong dengan cara : Menyiapkan panci kosong dengan ukuran yang sama dengan panci pengukus. Meletakkan nampan yang sudah ditiriskan di atas panci yang kosong tersebut.
10. Biarkan kering dengan di angin-anginkan sampai kering dalam nampan selama 4-6 jam.
11. Jika sudah kering, letakkan dalam wadah DTT lalu tutup rapat, bisa bertahan sampai satu minggu. Catatan Memberi label pada peralatan yang sudah steril dengan mencantumkan nama, jenis peralatan, tanggal dan jam disterilkan.

5. MEMPROSES LINEN

A. PROSEDUR TETAP

1. Memakai sarung tangan rumah tangga dan APD (Alat Pelindung Diri).
2. Menyortir (mengumpulkan, membawa dan memilih).
3. Membinatu (mencuci, mengeringkan, melipat).
4. Menyimpan dan mendistribusikan.

B. CARA MELAKSANAKAN KEGIATAN

Memakai sarung tangan rumah tangga dan APD Lihat SOP Menyortir (mengumpulkan, membawa dan memilih linen)

- a. Mengumpulkan dan membawa linen dalam kantong kain, plastik, konteiner tertutup dengan cara : Menyiapkan kantong plastik/ kontainer tertutup. Dalam mengumpulkan linen kotor usahakan seminimal mungkin kontak dengan linen. Memasukkan linen ke dalam kantong plastik/ container tertutup.

- b. Jangan memilih / mencuci linen kotor di area perawatan pasien.
 - c. Tangani linen kotor sesedikit mungkin dan jangan dikocok.
 - d. Membawa kain kotor dan bersih secara terpisah.
 - e. Memilih linen kotor. Area memilih linen kotor harus terpisah dari area lain. Cukup ventilasi Ada pembatas dinding antara area linen bersih dan linen kotor.
3. Mencuci linen Dekontaminasi sebelum mencuci tidak diperlukan kecuali linen kotor sekali dan akan dicuci dengan tangan (barulah merendam linen dalam klorin 0,5%) dengan cara :
- a. Menyiapkan air yang telah bercampur dengan klorin, dengan cara seperti yang telah disebutkan di atas (mencampur klorin dan air).
 - b. Memasukkan linen yang kotor ke dalam air yang telah disiapkan.
 - c. Merendam linen selama kurang lebih 10 menit.
4. Mencuci dengan tangan
- a. Cuci linen yang kotor sekali terpisah dari linen yang tidak kotor dengan cara : Menyediakan 2 ember yang masing-masing sudah terisi air. Mencuci linen di masing-masing ember.
 - b. Cuci semuanya dalam air dengan sabun cair untuk mengeluarkan kotorannya. Pakai air hangat kalau ada. Tambahkan pemutih misal 30-60 ml kira-kira 2-3 sendok meja. Dan klorin 0,3% untuk membantu membersihkan dan tindakan terhadap bakteri.
 - c. Periksa kebersihan cucian, cuci ulang kalau ternyata masih kotor / bernoda dengan cara : Membentangkan linen yang sudah dicuci di bawah penerangan yang cukup. Mengamati linen apakah masih ada noda yang tersisa.
 - d. Bilas dengan air bersih dengan cara : Membuang air bekas cucian. Membilas linen yang telah dicuci dengan air mengalir sampai tidak berbusa lagi.
5. Mencuci dengan mesin cuci
- a. Cuci linen yang kotor sekali terpisah dari linen yang tidak kotor caranya: Memisahkan linen yang kotor dengan yang sangat kotor. Memasukkan linen yang sangat kotor terlebih dahulu ke dalam mesin cuci sambil diberi air dan sabun.
 - b. Mengoperasikan mesin cuciSesuaikan suhu dan siklus waktu dari mesin cuci Pakai air hangat kalau ada Tambahkan pemutih misal

- 30-60 ml kira-kira 2-3 sendok meja dan klorin 0,3% untuk membantu membersihkan dan tindakan terhadap bakteri
- c. Periksa kebersihan cucian, cuci ulang kalau ternyata masih kotor / bernoda dengan cara seperti di atas.
 - d. Bilas dengan air bersih dengan cara seperti di atas.
6. Mengeringkan , memeriksa dan melipat linen
- a. Keringkan di udara / mesin sebelum di proses selanjutnya. Bila di keringkan di udara di bawah sinar matahari linen jangan menyentuh tanah jauhkan dari debu dan asap.
 - b. Setelah linen kering periksa adanya lubang dan area yang berlubang. Kalau ada bahan tersebut harus dibuang atau dipotong kecil-kecil untuk lap.
 - c. Linen yang bersih dan kering harus disetrika dan dilipat.
7. Menyimpan linen kering Simpan di area penyimpanan tertutup yang bersih dengan cara :
- a. Menyiapkan almari khusus penyimpanan linen.
 - b. Masukkan linen yang telah terlipat satu-persatu.
 - c. Gunakan penghalang fisik untuk memisahkan kamar melipat dan penyimpanan dari area kotor.
 - d. Rak harus selalu bersih.
 - e. Linen yang disimpan ditangani sesedikit mungkin
8. Membawa linen bersih Linen bersih harus dibungkus atau ditutupi selama dibawa untuk mencegah kontaminasi.
9. Mendistribusikan linen bersih
- a. Lindungi linen bersih sampai dibawa untuk digunakan dengan trolley tertutup.
 - b. Jangan meninggalkan linen extra di kamar pasien.
 - c. Tangani linen bersih sesedikit mungkin.
 - d. Jangan menggebutkan/mengibaskan linen bersih karena akan mengeluarkan debu.
 - e. Bersihkan kasur kotor sebelum menaruh linen bersih di atasnya.

12.4. MENGENAL STERILISASI

- a. **Terminologi dan Definisi**
- b. **Sterilisasi** : suatu proses kimiawi atau fisik untuk membunuh atau mengeliminasi semua mikroorganisme
- c. **Desinfektan** : suatu agen (kimia) yg mengaktivasi virus atau membunuh bentuk vegetatif bakteri, namun bukan spora
- d. **Antiseptik** : suatu agen yg menghambat/mencegah pertumbuhan bakteri
- d. **Dekontaminasi** : suatu prosedur cara desinfeksi atau sterilisasi suatu alat atau bahan yg akan digunakan
- e. **Sanitasi** : suatu agen (kimia) yg digunakan untuk mengurangi jumlah bakteri vegetatif
- f. **Cide (sida)** : kemampuan untuk membunuh target:
 - bakterisida/germisida : membunuh bakteri (vegetatif)
 - virusida : membunuh virus spesifik
 - fungisida : membunuh spora jamur
 - sporisida : membunuh spora bakteri
- g. **static (statik)** : mencegah pertumbuhan
 - bakteriostatik : mencegah pertumbuhan bakteri (vegetatif)
 - tuberculostatik : mencegah pertumbuhan *Mycobacterium tuberculosis*

12.5. Jenis Strilisasi

- a. *Steril (Suci Hama)* artinya bebas dari segala mikroba baik pathogen maupun tidak. Tindakan untuk membuat suatu benda menjadi steril disebut sterilisasi.
- b. *Desinfektan* adalah zat kimia yang digunakan untuk membunuh mikroba pathogen pada benda-benda, misalnya pada lantai ruangan, meja operasi, dan sebagainya. Tindakannya disebut desinfeksi.
- c. *Zat antiseptic* adalah zat kimia yang digunakan untuk membunuh mikroba pathogen yang terdapat pada jaringan tubuh untuk mencegah terjadinya sepsis atau infeksi. Tindakannya disebut tindakan antiseptic, misalnya menghapus kulit yang akan disuntik dengan kapas alcohol (ethanol) 70%.
- d. *Germicida* adalah suatu zat yang dapat membunuh mikroba (germ = kuman). Zat yang dapat membunuh jamur disebut fungisida. Bakteriostatika adalah zat yang menghambat pertumbuhan dan perkembangbiakan bakteri. Zat yang dapat membunuh virus disebut virusida.

12.6. Cara Sterilisasi dan Desinfeksi

a. Pembersihan

Pembersihan benda-benda atau permukaan tubuh akan mengurangi jumlah mikroba sehingga memperkecil kemungkinan terjadinya infeksi. Misalnya, cuci tangan dengan sabun dan dibilas dengan air mengalir sebelum melakukan operasi.

b. Sinar matahari, Sinar Ultraviolet, Sinar X dan Sinar Gamma

Sinar ultraviolet dalam sinar matahari bersifat germicida, dapat membunuh bakteri bentuk vegetative maupun bentuk spora, walaupun untuk membunuh bentuk spora waktunya harus lebih lama. Karena itu, menjemur pakaian, tempat tidur, alat-alat makan ataupun benda-benda lainnya, penting untuk membunuh mikroba, terutama mikroba pathogen. Sinar ultraviolet juga digunakan untuk desinfeksi air. Sinar ultraviolet digunakan untuk sterilisasi ruang bedah, ruang industry farmasi dimana obat-obat steril dimasukkan kedalam vial atau ampul, juga ruangan industry makanan dimana bahan-bahan makanan dimasukkan kedalam kaleng. Walaupun sinar ultraviolet sangat ganas terhadap mikroba, tetapi daya tembusnya kurang, sehingga hanya dapat mematikan mikroba-mikroba yang terdapat pada permukaan saja. Sinar X dan sinar Gamma dapat membunuh mikroba karena merusak DNA dan menyebabkan ionisasi komponen sel lainnya. Radiasi dengan sinar X atau sinar Gamma sering digunakan untuk sterilisasi benda-benda yang tidak tahan suhu tinggi, misalnya pompa suntik dari plastic, obat-obatan, alat-alat operasi. Selain untuk sterilisasi dalam bidang esehatan, radiasi tidak digunakan secara rutin karena mahal dan berbahaya. Dalam bidang industry, radiasi dengan sinar gamma sering digunakan untuk sterilisasi daging. Karena sinar ini memiliki daya tembus yang tinggi, maka radiasi dapat dilakukan setelah dagingnya dikemas. Sebagai sumber sinar gamma yang sering digunakan dalam industry adalah Cobalt-60.

c. Pendinginan

Suhu rendah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba terhenti. Cara ini dipakai untuk mengawetkan bahan makanan yang mudah membusuk, misalnya daging karena pada suhu rendah ini, bahan makanan itu tidak akan dirombaknya. Pada suhu -20°C (suhu lemari pendingin pada umumnya) mikroba tidak bisa merombak makanan sehingga tidak terjadi pembusukan. Beberapa bakteri ptogen mati pada suhu 0°C misalnya neiseria gonorhoe, treponema palida.

d. Pemanasan

Umumnya bakteri bentuk vegetative umumnya mati dalam waktu 5 – 10 menit pada suhu 65 °C, hal ini sama saja, bakteri yang mampu berbentuk spora maupun tidak. Seangkan bentuk spora perlu waktu lebih lama misalnya bentuk spora *Clostridium botulinum* pada suhu 100°C mati dalam waktu 5 jam. Pemanasan dapat mematikan bakteri, karena mengumpalkan protoplasmanya, koagulasi protoplasma ini akan lebih cepat bila terdapat lebih banyak air. Karena itu, sterilisasi dengan uap air panas akan lebih cepat bila dibandingkan dengan udara panas kering.

12.6.1. Macam – macam Cara Sterilisasi dengan Pemanasan :

1. Pemanasan dengan nyala api

Cara ini dipakai untuk membuat steril jarum inokulasi, pipet dsb. Dalam kehidupan sehari-hari, misalnya membakar peniti sebelum dipakai mengeluarkan duri dari nanah. Cara ini dapat pula dipakai untuk mensterilkan pisau operasi dalam keadaan darurat.

2. Pemanasan dengan udara panas

Cara ini dipakai untuk membuat steril alat-alat dari gelas seperti tabung reaksi, petridish, botol dan alat-alat dari katun. Dengan cara ini pemanasan dilakukan sampai suhu 170°C selama satu jam atau 140°C selama dua jam. Bila bahan dari katun suhu jangan lebih dari 180°C karena akan terbakar. Juga pada pendinginannya, bila suhu mencapai 100°C, oven jangan dulu dibuka sebab alat-alat dari gelas akan pecah karena pendinginan yang mendadak.

3. Pemanasan merendam dalam air mendidih

Merendam dalam air mendidih adalah cara yang mudah, murah, dan cukup efektif sebagai tindakan desinfeksi. Cara ini sudah lama dikerjakan orang.

Air mendidih pada tekanan 1 atmosfer, suhunya 100°C. dengan menggodok ini bentuk vegetative akan mati dalam waktu 5-15 menit sedangkan bentuk spora akan mati dalam waktu 1-6 jam. Cara ini banyak digunakan untuk membuat steril jarum dan pompa suntik atau alat-alat operasi asalkan dipastikan bahwa alat tersebut tidak berhubungan dengan sumber-sumber spora, seperti debu tanah. Lama penggodokan dengan cara ini adalah 15-30 menit dan akan lebih baik bila ditambahkan 1-3% Na_2CO_3 , karena mempunyai daya untuk menghancurkan dinding spora. Dengan cara ini, ini kita tidak melakukan sterilisasi karena masih

mungkin terdapat spora. Dalam kehidupan sehari-hari cara menggodok dipakai untuk desinfeksi botol susu dan dotnya untuk bayi minum.

4. Pemanasan dengan uap air yang mengalir

Prinsipnya hampir sama dengan dandang untuk menanak nasi. Cara ini pertama kali dilakukan oleh Robert Koch. Suhu uap air pada tekanan barometer 76 cmHg adalah 100°C. Dengan cara ini juga, hanya membunuh bakteri bentuk vegetative. Di laboratorium cara ini dipakai untuk membuat steril tabung reaksi, object glass atau petri-dish, untuk mematikan mikroba pathogen, sebelum alat-alat tersebut dicuci agar tidak membahayakan. Lamanya pemanasan adalah 1 jam, sedangkan untuk membunuh bentuk spora butuh waktu 2-16 jam.

5. Pemanasan dengan uap air yang ditekan

Alatnya disebut Autoclave. Cara ini paling baik karena suhu yang dicapainya tinggi dan air untuk koagulasi protein banyak. Dengan alat ini, besarnya tekanan uap air yang diperlukan dapat diatur. Makin besar tekanan uap airnya, makin tinggi pula suhu yang dicapainya. Lamanya pemanasan tergantung pada tekanan uap yang dipegunakan, serta besar dan macamnya benda yang akan disterilkan. Pada tekanan uap 2 atmosfer dimana suhu yang dicapai 120°C, lama pemanasannya cukup selama 10-20 menit. Dengan cara ini, baik bentuk vegetative maupun spora akan mati, sehingga mencapai steril sempurna.

6. Pemanasan cara sterilisasi benda – benda yang tidak tahan suhu tinggi

Obat suntik, air susu atau pembersihan bakteri bila dipanaskan terlalu tinggi, akan menjadi rusak. Untuk benda-benda seperti ini, Pasteur atau Tyndall telah menciptakan cara sterilisasi khusus yang disebut Pasteurisasi dan tyndalisasi.

a. Pasteurisasi

Dengan pasteurisasi ini kita tidak membuat steril, tetapi hanya membunuh mikroba tertentu saja. Pasteurisasi dilakukan terhadap air susu juga pada pembuatan anggur. Suhu yang diberikan dan lamanya pasteurisasi bergantung pada jenis mikroba yang akan dibunuhnya.

b. Tyndalisasi

Dengan tyndalisasi kita membuat steril suatu benda secara fraksi (sebagian-sebagian). Cara ini dilakukan untuk membuat steril benda-benda yang tidak tahan suhu lebih dari 100°C.

e. Pengeringan

Air sangat penting untuk kehidupan mikroba, terutama karena mikroba mengambil makanan dari luar dalam bentuk larutan. Pengerinan akan menyebabkan larutan disekeliling mikroba menjadi hipertonis, sehingga air keluar dari sel mikroba dan mikroba mati. Gangguan tekanan osmotik ini akan diperhebat bila ditambahkan garam dan bumbu-bumbu, seperti halnya pada pembuatan ikan asin atau dendeng. Cara ini bukanlah tindakan sterilisasi, melainkan pengawetan, karena dengan pengerinan ini hanya menyebabkan berhentinya pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroba.

Beberapa bakteri yang akan segera mati karena pengerinan misalnya: *Neisseria gonorrhoea* dan *Neisseria meningitides*, sedangkan *Streptococcus pyogenes* dan *Mycobacterium tuberculosis* dapat tahan sampai berminggu-minggu.

f. Penyaringan

Filtrasi dapat dipergunakan untuk membuat steril cairan atau larutan yang thermolabil (mudah rusak karena pemanasan), seperti serum, enzyme, atau antibiotika.

Contoh filter antara lain : Filter Seitz dibuat dari asbest, filter Berkefeldt dibuat dari diatomea., Filter Chamberland dibuat dari porcelain.

12.6.2.Desinfektan

a. Desinfektan dibagi dalam beberapa golongan, yaitu :

1. Golongan phenol dan turunannya

Misalnya : phenol, cresol, exylresorcinol, hexachlorophene. Larutan phenol 2 – 5 % dipakai sebagai desinfektan pada sputum, urine, feces atau alat – alat terkontaminasi. Virus dan bakteri bentuk spora, lebih tahan lama terhadap phenol dibanding dengan bakteri bentuk vegetative. Daya germicida phenol akan berkurang pada suhu rendah dan bila ada sabun.

Orang yang pertama kali menggunakan phenol (carbolic acid) sebagai desinfektan adalah Joseph Lister (1827 – 1912), seorang ahli bedah Inggris. Phenol juga dipakai sebagai desinfektan standart untuk mengukur kekuatan lainnya. Prinsip kerja phenol adalah mendenaturasikan protein.

2. Alkohol

Etil alcohol merupakan desinfektan yang paling sering dipakai untuk desinfeksi kulit, digunakan kadar etil alcohol 70 %. Daya kerjanya yaitu mengkoagulasikan protein dan menarik air sel.

3. Yodium

Merupakan germisida tertua. Kurang baik kelarutannya dalam air. Lebih baik larutanya kedalam alcohol atau dalam larutan KJ atau NaJ. Preparatnya disebut yodium tincture yang dapat berupa NaJ 2 % ditambah yodium 2 % dilarutkan dalam etanol 70 % atau yodium 7 % di tambah KJ 5 % dilarutkan dalam etanol dalam 83 % atau yodium 5 % dilarutkan dalam KJ 10 % dalam air. Preparat lain adalah betadin yang banyak digunakan untuk membersihkan luka dan tindakan antiseptic pada kulit sebelum pembedahan. Betadin terdiri atas preparat yodium dan deterjen. Betadin tidak menimbulkan rasa sakit sehingga lebih disukai terutama bagi anak – anak. Yodium merupakan bakterisida yang paling kuat bahkan bersifat sporisida, fungisida dan virusida. Diduga daya kerjanya yodium berikatan dengan protein sel.

4. Preparat Chlor

Preparat chlor banyak dipakai untuk desinfeksi air minum, misalnya kaporit. Daya kerjanya berdasarkan proses oksidasi.

5. Logam berat dan senyawanya

CUSO₄ dipakai untuk desinfeksi kolam renang karena sebagai bakterisida dapat membunuh ganggang algae dalam larutan 2/1000000.

6. Zat warna

Misalnya gentian violet terutama menghambat pertumbuhan bakteri gram positif. Acriflavin digunakan untuk tindakan antiseptic selaput lender dan penobatan luka. Daya kerjanya berikatan dengan protein bakteri.

7. Sabun dan Detergent sintesis

Sabun adalah ikatan antara natrium atau kalium dengan asam lemak tinggi dan bersifat germisida walaupun tidak begitu kuat. Sabun juga menyebabkan menurunnya tegangan permukaan sehingga mikroba mudah terlepas dari kulit atau pakaian. Berbagai zat yang bersifat germisida sering ditambahkan pada sabun.

8. Senyawa Ammonium Quartener

Misalnya: zephiran, ph vermerol

9. Oxidator

Misalnya H₂O₂, KMnO₄ sering dipakai untuk mencuci luka.

10. Aerosol

Adalah zat kimia sebagai anti microbial yang disemprotkan keudara sehingga membentuk butiran – butiran halus (1 – 2 mikron) dan tetap tersuspensi dalam udara untuk waktu yang cukup lama dipergunakan untuk desinfeksi ruangan .

11. Dengan Fumigasi

Yang sering dipakai adalah formaldehyde dan ethylene oxide. Formaldehde hanya berbentuk gas pada konsentrasi tinggi dan suhu agak tinggi, sedang pada suhu kamar zat tersebut berbentuk padat.

Cara fumigasi ini digunakan untuk desinfeksi suatu ruangan setelah selesai ditempati penderita suatu penyakit menular, misalnya bekas ruangan penderita pest paru-paru.

b. Syarat yang ideal untuk Desinfektan atau Germicida

- a. Toksisitas yang tinggi terhadap mikroba. Kemampuan untuk membunuh mikroba adalah syarat utama germicida dan diharapkan mempunyai spectrum yang seluas-luasnya walaupun dalam konsentrasi (kadar) kecil.
- b. Kelarutannya tinggi. Harus larut baik dalam air atau cairan jaringan agar daya kerjanya efektif.
- c. Stabilitasnya tinggi. Harus stabil sebab kalau susunan kimianya berubah, maka akan berubah pula daya germicidanya.
- d. Tidak bersifat toxis terhadap manusia dan binatang, yang paling ideal adalah sangat toxis pada mikroba, tetapi tidak toxis terhadap manusia dan binatang.
- e. Homogen, preparatnya harus homogeny, terbagi rata, walaupun bercampur dengan zat-zat lainnya.
- f. Tidak mudah membentuk ikatan zat kimia dengan zat organik lainnya, kecuali dengan zat organik yang ada didalam sel mikroba, sebab bila mudah berikatan dengan senyawa organik lainnya, maka konsentrasinya yang akan sampai ke mikroba akan berkurang.
- g. Bersifat toxis terhadap mikroba pada suhu kamar atau suhu badan (sesuai dengan penggunaannya).
- h. Tidak bersifat korosif dan tidak member warna. Tidak menjadikan logam menjadi berkarat atau rusak, tidak merusak kain dan tidak mewarnai kain sehingga tampaknya buruk.
- i. Tidak berbau yang mengganggu, kalau bisa berbau wangi.

- j. Daya tembusnya tinggi. Diharapkan mempunyai daya tembus yang besar sehingga dapat mematikan mikroba yang terdapat dilapisan yang lebih dalam.
- k. Bersifat detergen (membersihkan/mencuci).
- l. Harganya murah dan mudah dibuat.

Sampai sekarang belum ada germicida (desinfektan) yang memenuhi semua syarat ini.

c. Tujuan Desinfeksi

1. Mengeliminasi semua agen yang tidak diinginkan (patogen)
2. Mengurangi atau mengeliminasi resiko paparan (spill, dekon permukaan)
3. Mengeliminasi resiko kontaminasi :
 - Peralatan farmasi dan kedokteran
 - Industri makanan dan minuman
 - Pekerjaan biomedis (kultur atau media)

12.6.3. Karakteristik desinfektan ideal:

1. Spektrum luas
2. Efisiensi tinggi
3. Tidak terpengaruh oleh faktor lain (temp, pH, kelembaban, detergen, dll)
4. Ramah lingkungan (tidak beracun, tidak korosif, dan tidak mudah terbakar)
5. Tidak berbau
6. Murah
7. Stabil

Soal :

1. Sebutkan definisi Steril, Suci hama, dan bersih?
2. Sebutkan cara Sterilisasi basah?
3. Sebutkan cara Sterilisasi Kering?
4. Bagaimana cara melakukan Filtrasi?
5. Apa itu Autoclaf, dan sebutkan cara penggunaan alat tersebut?





BAB 13

MENGENAL IMUNOLOGI

13.1. Definisi Imunologi

- a. Adalah ilmu yang mempelajari struktur dan fungsi imunitas. Imunologi berasal dari ilmu kedokteran dan penelitian awal akibat dari imunitas sampai penyakit. Sebutan imunitas yang pertama kali diketahui adalah selama wabah Athena tahun 430 SM. Thucydides mencatat bahwa orang yang sembuh dari penyakit sebelumnya dapat mengobati penyakit tanpa terkena penyakit sekali lagi.[109] Observasi imunitas nantinya diteliti oleh Louis Pasteur pada perkembangan vaksinasi dan teori penyakit kuman.[110] Teori Pasteur merupakan perlawanan dari teori penyakit saat itu, seperti teori penyakit miasma. Robert Koch membuktikan teori ini pada tahun 1891, untuk itu ia diberikan hadiah nobel pada tahun 1905. Ia membuktikan bahwa mikroorganisme merupakan penyebab dari penyakit infeksi. Virus dikonfirmasi sebagai patogen manusia pada tahun 1901 dengan penemuan virus demam kuning oleh Walter Reed.. Imunologi membuat perkembangan hebat pada akhir abad ke-19 melalui perkembangan cepat pada penelitian imunitas humoral dan imunitas selular.[113] Paul Ehrlich mengusulkan teori rantai-sisi yang menjelaskan spesifisitas reaksi antigen-anti bodi

- b. Imun = kebal/proteksi/bebas
ilmu yang mempelajari tentang system kekebalan dalam tubuh benda asing dalam menetralisasi benda asing dalam tubuh diperlukan komunikasi semua komponen molekul imun yang dikenal dengan system imun jika system imun mengalami kegagalan maka mengakibatkan imunodefisiensi

- b. Autoimun = suatu penyakit yang menyebabkan tubuh tidak bisa mengenali organ di dalam tubuh semuanya dianggap sebagai benda asing bias ditekan dengan antiimunoglobulin seperti cortisone yang menekan kekebalan

13.2. Pengertian Imunologi

Imunologi adalah suatu cabang yang luas dari ilmu biomedis yang mencakup kajian mengenai semua aspek sistem imun (kekebalan) pada semua organisme. Imunologi antara lain mempelajari peranan fisiologis sistem imun baik dalam keadaan sehat maupun sakit; malfungsi sistem imun pada gangguan imunologi (penyakit autoimun, hipersensitivitas, defisiensi imun, penolakan allograft), karakteristik fisik, kimiawi, dan fisiologis komponen-komponen sistem imun *in vitro*, *in situ*, dan *in vivo*. Imunologi memiliki berbagai penerapan pada berbagai disiplin ilmu dan karenanya dipecah menjadi beberapa subdisiplin. Imunitas atau kekebalan adalah sistem mekanisme pada organisme yang melindungi tubuh terhadap pengaruh biologis luar dengan mengidentifikasi dan membunuh patogen serta sel tumor. Imunitas adalah merupakan jawaban reaksi tubuh terhadap bahan asing secara molekuler maupun seluler. Secara histories imunitas merupakan perlindungan terhadap penyakit, yang lebih spesifik dikenal dengan *infectious disease*. Imunitas berasal dari kata latin yaitu *immunitas*. Secara umum, imunitas merupakan respon molekul atau seluler yang mekanismenya terbagi menjadi dua yaitu *innate immunity* dan *adaptive immunity*. Sebagai bahan pemicu respon imun tersebut dikenal dengan antigen dan sebagai jawaban reaksi imun dengan antibodi. Sistem ini mendeteksi berbagai macam pengaruh biologis luar yang luas, organisme akan melindungi tubuh dari infeksi, bakteri, virus sampai cacing parasit, serta menghancurkan zat-zat asing lain dan memusnahkan mereka dari sel organisme yang sehat dan jaringan agar tetap dapat berfungsi seperti biasa. Deteksi sistem ini sulit karena adaptasi patogen dan memiliki cara baru agar dapat menginfeksi organisme.

Imunologi adalah ilmu yang mempelajari tentang imunitas atau kekebalan akibat adanya rangsangan molekul asing dari luar maupun dari dalam tubuh manusia. Manusia mempunyai sistem pelacakan dan penjagaan terhadap benda asing yang dikenal dengan sistem imun, dimana dapat melindungi tubuh terhadap penyebab penyakit *pathogen* seperti virus, bakteri, parasit, jamur. Sistem imun terbagi menjadi

dua yaitu imun non spesifik (*innate immunity*) dan sistem imun spesifik (*adaptive immunity*). Kedua sistem ini yang melindungi tubuh dan mengeliminasi agen penyakit. Jika tubuh kita tidak memiliki pertahanan tubuh yang tinggi, pada akhirnya tubuh kita akan jatuh sakit dan mungkin akan berujung kepada kematian. Dibutuhkan sistem kekebalan tubuh untuk menjaga agar tubuh kita bisa melawan serangan apapun baik dari dalam maupun dari luar. Sistem imunitas yang sehat adalah jika dalam tubuh bisa membedakan antara diri sendiri dan benda asing yang masuk ke dalam tubuh. Biasanya ketika ada benda asing yang memicu respons imun masuk ke dalam tubuh (antigen) dikenali maka terjadilah proses pertahanan diri. Secara garis besar, sistem imun menurut sel tubuh dibagi menjadi sistem imun humoral dan sistem imun seluler. Sistem imun humoral terdiri atas antibody (Imunoglobulin) dan sekret tubuh (saliva, air mata, serumen, keringat, asam lambung, pepsin, dan lain-lain). Sedangkan sistem imun dalam bentuk seluler berupa makrofag, limfosit, neutrofil beredar di dalam tubuh kita. Tubuh kita mempunyai banyak sekali mekanisme pertahanan yang terdiri dari berbagai macam sistem imun yaitu organ limfoid (thymus, lien, sumsum tulang) beserta sistem limfatiknya. Organ tubuh kita yang juga termasuk dalam mekanisme pertahanan tubuh yaitu jantung, hati, ginjal dan paru-paru. Sistem limfatik baru akan dikatakan mengalami gangguan jika muncul tonjolan kelenjar yang membesar dibandingkan pada umumnya. Hal ini dikarenakan kelenjar limfe sedang berperang melawan kuman yang masuk ke dalam tubuh. Organ limfoid seperti thymus sendiri mempunyai tanggung jawab dalam pembentukan sel T dan penting bagi para bayi baru lahir, karena tanpa thymus, bayi yang baru lahir akan mempunyai sistem imun yang buruk. Leukosit (sel darah putih) dihasilkan oleh thymus, lien dan sumsum tulang. Leukosit bersirkulasi di dalam badan antara organ tubuh melalui pembuluh limfe dan pembuluh darah. Dengan begitu, sistem imun bekerja terkoordinasi baik memonitor tubuh dari kuman ataupun substansi lain yang bisa menyebabkan problem bagi tubuh. Ada dua tipe leukosit pada umumnya, yaitu fagosit yang bertugas memakan organisme yang masuk ke dalam tubuh dan limfosit yang bertugas mengingat dan mengenali yang masuk ke dalam tubuh serta membantu tubuh menghancurkan mereka. Sedangkan sel lainnya adalah netrofil, yang bertugas melawan bakteri. Jika kadar netrofil meningkat, maka bisa jadi ada suatu infeksi bakteri di dalamnya. Limfosit sendiri terdiri dari dua tipe yaitu limfosit B dan limfosit T. Limfosit dihasilkan oleh sumsum tulang, tinggal di dalamnya dan jika matang menjadi limfosit sel B, atau meninggalkan sumsum tulang ke kelenjar thymus dan menjadi limfosit sel T. Limfosit B dan T mempunyai fungsi yang berbeda dimana limfosit B berfungsi untuk mencari target dan mengirimkan tentara untuk mengunci keberadaan mereka. Sedangkan sel T merupakan tentara yang bisa menghancurkan ketika sel B sudah mengidentifikasi keberadaan mereka. Jika terdapat antigen (benda asing yang masuk ke dalam tubuh) terdeteksi, maka beberapa tipe sel bekerjasama untuk mencari tahu siapa mereka dan memberikan respons. Sel-sel ini memicu limfosit

B untuk memproduksi antibodi, suatu protein khusus yang mengarahkan kepada suatu antigen spesifik. Antibodi sendiri bisa menetralkan toksin yang diproduksi dari berbagai macam organisme, dan juga antibodi bisa mengaktifkan kelompok protein yang disebut komplemen yang merupakan bagian dari sistem imun dan membantu menghancurkan bakteri, virus, ataupun sel yang terinfeksi.

13.3. Istilah Agen Asing (*Antigen*).

- Agen infeksius = bakteri, virus, parasit, jamur
- Agen non infeksius = protein, hormone, peptide, protein, DNA, mRNA, polisakarida, dsb
- Bahan asing tersebut disebut dengan antigen

Pada mulanya imunologi merupakan cabang mikrobiologi yang mempelajari tentang respon tubuh, terutama respon kekebalan terhadap penyakit infeksi. Pada tahun 1546 Girolamo Fracastoro mengajukan teori kontagion yang menyatakan bahwa pada penyakit infeksi terdapat suatu zat yang dapat memindahkan suatu penyakit dari individu ke individu yang lain, tetapi zat tersebut sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata dan pada waktu itu belum dapat diidentifikasi.

a. Edward Jenner

Pada tahun 1798, Edward Jenner mengamati bahwa seseorang dapat terhindar dari infeksi variola secara alamiah, bila ia terpajan sebelumnya dengan cacar sapi (cow pox). Sejak saat itu mulai di pakailah vaksin cacar walaupun pada waktu itu belum diketahui bagaimana mekanisme yang sebenarnya terjadi. Penelitian ilmiah mengenai imunologi baru dimulai sejak Louis Pasteur pada tahun 1880 menentukan penyebab penyakit infeksi dan dapat membiak mikroorganisme serta menetapkan teori kuman (germ theory) penyakit. Penemuan ini kemudian dilanjutkan dengan diperolehnya vaksin rabies pada manusia tahun 1885. Hasil karya Pasteur ini merupakan dasar perkembangan vaksin selanjutnya yang merupakan pencapaian gemilang di bidang imunologi yang memberi dampak positif pada penurunan morbiditas dan mortalitas penyakit infeksi pada anak.

13.4. Imun Non Spesifik (Innate Immunity)

- Monosit
- Basofil
- Eosinofil
- Polimorfonuklear (PMN)
- Dendrid sel
- Langerhans sel
- Komplemen

13.5. Imun Spesifik (Adaptive Immunity)

- sel T : Kekebalan Seluler (Th, Th 1, Th 2, ADCC, CTL)
- sel B : Kekebalan Humoral (Ig A, Ig B, Ig M, Ig E, Ig D)

13.6. Sejarah Immunologi

b. Robert Koch

Pada tahun 1880, Robert Koch menemukan kuman penyebab penyakit tuberkulosis. Dalam rangka mencari vaksin terhadap tuberkulosis ini, ia mengamati adanya reaksi tuberkulin yang merupakan reaksi hipersensitivitas lambat pada kulit terhadap kuman tuberkulosis. Reaksi tuberkulin ini kemudian oleh Mantoux dipakai untuk mendiagnosis penyakit tuberkulosis pada anak. Vaksin tuberkulosis ditemukan pada tahun 1921 oleh Calmette dan Guérin yang dikenal dengan vaksin BCG (Bacillus Calmette- Guérin). Kemudian diketahui bahwa tidak hanya mikroorganisme hidup yang dapat menimbulkan kekebalan, bahan yang tidak hidup pun dapat menginduksi kekebalan.

c. Alexander Yersin dan Roux

Setelah Roux dan Yersin menemukan toksin difteri pada tahun 1885, Von Behring dan Kitasato menemukan antitoksin difteri pada binatang tahun 1890. Sejak itu dimulailah pengobatan dengan serum kebal yang diperoleh dari kuda dan imunologi diterapkan dalam pengobatan penyakit pada anak. Pengobatan dengan serum kebal ini di kemudian hari berkembang menjadi pengobatan dengan imunoglobulin spesifik atau globulin gamma yang diperoleh dari manusia.

d. Clemens Von Pirquet

Dua dokter anak Clemens Vor Pirquet dari Austria dan Bella Shick dari Hongaria melaporkan pada tahun 1905, bahwa anak yang mendapat suntikan serum kebal berasal dari kuda terkadang menderita panas, pembesaran kelenjar, dan eritema yang dinamakan penyakit serum (serum sickness). Selain itu peneliti perancis Charles Richet dan Paul Portier pada tahun 1901 menemukan bahwa reaksi kekebalan yang diharapkan timbul dengan menyuntikan zat toksin pada anjing tidak terjadi, bahkan yang terjadi adalah keadaan sebaliknya yaitu kematian sehingga dinamakan dengan istilah Anafilaksis (tanpa pencegahan). Clemens Vor Pirquet pada tahun 1906 memakai istilah reaksi alergi untuk reaksi imunologi ini.

e. Metchnikoff

Pada tahun 1883, Metchnikoff sebenarnya telah mengatakan bahwa pertahanan tubuh tidak saja diperankan oleh faktor hormonal, tetapi leukosit juga berperan dalam pertahanan tubuh terhadap penyakit infeksi. Pada waktu itu peran leukosit baru dikenal fungsi fagositosisnya, beliaulah yang menemukan sel makrofag.

13.7. Pengertian Sistem Imun

Sistem imun adalah sistem perlindungan tubuh dari pengaruh luar yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme. Jika sistem kekebalan bekerja dengan benar, sistem ini akan melindungi tubuh dari infeksi bakteri dan virus, serta menghancurkan sel kanker dan zat asing lain dalam tubuh. Jika sistem kekebalan dalam tubuh melemah, kemampuan melindungi tubuh juga berkurang, sehingga menyebabkan patogen termasuk virus yang menyebabkan demam dan flu dapat berkembang dalam tubuh. Sistem kekebalan juga memberikan pengawasan terhadap sel tumor dan terhambatnya sistem ini juga telah dilaporkan meningkatkan resiko terkena beberapa jenis kanker.

a. Fungsi Sistem Imun

Melindungi tubuh dari infeksi penyebab penyakit dengan menghancurkan dan menhilangkan mikroorganisme atau substansi asing (bakteri, virus, parasit, jamur serta tumor) yang masuk ke dalam tubuh, menghilangkan jaringan atau sel yang mati atau rusak untuk perbaikan jaringan, mengenali sel atau jaringan yang abnormal. Sasaran utama yaitu bakteri, patogen dan virus. Leukosit merupakan sel imun utama (disamping sel plasma, makrofag, dan sel mast).

b. Respon Imun

Respon imun merupakan respon yang ditimbulkan oleh sel-sel dan molekul yang menyusun sistem imunitas setelah berhadapan dengan substansi asing (antigen). Respon imun ini juga banyak didefinisikan sebagai respons tubuh berupa suatu urutan kejadian yang kompleks terhadap antigen, untuk mengeliminasi antigen tersebut. Respons ini dapat melibatkan berbagai macam sel dan protein, terutama sel makrofag, sel limfosit, komplemen, dan sitokin yang saling berinteraksi secara kompleks. Respon imun bertanggung jawab mempertahankan kesehatan tubuh, yaitu mempertahankan tubuh terhadap serangan sel patogen maupun sel kanker.

Respon imun terbagi menjadi dua jenis berdasarkan mekanisme pertahanan tubuh yaitu :

- a. Respon imun spesifik : Menghancurkan senyawa asing yang sudah dikenalnya
- b. Respon imun nonspesifik : Lini pertama terhadap sel sel atipikal (sel asing, mutan yang cedera) Mencakup : Peradangan, interferon, sel NK dan sistem komplemen

Respon sistem imun tubuh pasca rangsangan substansi asing (antigen) adalah munculnya sel fungsional yang akan menyajikan antigen tersebut kepada limfosit untuk dieliminasi. Setelah itu muncul respon imun nonspesifik dan/atau respon imun spesifik, tergantung kondisi survival antigen tersebut. Apabila dengan respon imun spesifik sudah bisa dieliminasi dari tubuh, maka respon imun spesifik tidak akan terinduksi. Apabila antigen masih bisa bertahan (survival), maka respon imun spesifik akan terinduksi dan akan melakukan proses pemusnahan antigen tersebut.

c. Antigen dan Antibodi

A. Antigen

Antigen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan dapat bereaksi dengan antibodi. Macam-macam antigen antara lain imunogen adalah bahan yang dapat merangsang respon imun dan haptan adalah bahan yang dapat bereaksi dengan antibodi. Antigen tersusun atas epitop dan paratop. Epitop atau Determinan adalah bagian dari antigen yang dapat mengenal/menginduksi pembentukan antibodi, sedangkan paratop adalah bagian dari antibodi yang dapat mengikat epitop.

1. Jenis antigen berdasarkan determinannya:
 - a. Unideterminan, univalen : jenis epitop satu dan jumlahnya satu
 - b. Unideterminan, multivalen : jenis epitop satu, jumlah lebih dari satu

- c. Multideterminan, univalenten : jenis epitop lebih dari satu dan jumlahnya satu
 - d. Multideterminan, multivalenten : jenis epitop lebih dari satu, jumlah lebih dari satu
2. Jenis i antigen berdasarkan spesifiktasnya
 - a. Heteroantigen → dimiliki banyak spesies
 - b. Xenoantigen → dimiliki spesies tertentu
 - c. Alloantigen → dimiliki satu spesies
 - d. Antigen organ spesifik → dimiliki organ tertentu
 - e. Autoantigen → berasal dari tubuhnya sendiri
 3. Jenis antigen berdasarkan kandungan bahan kimianya:
 - a. Karbohidrat merupakan imunogenik
 - b. Lipid: tidak imunogenik merupakan hapten
 - c. Asam nukleat merupakan antigen yang tidak imunogenik
 - d. Protein merupakan imunogenik

B. Antibodi

Antibodi adalah protein serum yang mempunyai respon imun (kekebalan) pada tubuh yang mengandung Immunoglobulin (Ig). Ig dibentuk oleh sel plasma (proliferasi sel B) akibat kontak/dirangsang oleh antigen. Macam Immunoglobulin: Ig G, Ig A, Ig M, Ig E dan Ig D.

- a. Immunoglobulin G

Terbanyak dalam serum (75%). Dapat menembus plasenta membentuk imunitas bayi sampai berumur 6 sampai dengan 9 bulan. Mempunyai sifat opsonin berhubungan erat dengan fagosit, monosit dan makrofag. Berperan pada imunitas seluler yang dapat merusak antigen seluler berinteraksi dengan komplemen, sel K, eosinofil dan neutrofil.
- b. Immunoglobulin A

Sedikit dalam serum. Banyak terdapat dalam saluran nafas, cerna, kemih, air mata, keringat, ludah dan air susu. Fungsinya menetralkan toksin dan virus, mencegah kontak antara toksin/ virus dng sel sasaran dan menggumpalkan/ mengganggu gerak kuman yang memudahkan fagositosis.
- c. Immunoglobulin M

Tidak dapat menembus plasenta, dibentuk pertama kali oleh tubuh akibat rangsangan antigen sifilis, rubela, toksoplasmosis. Fungsinya

mencegah gerakan mikroorganisme antigen memudahkan fagositosis dan Aglutinosis kuat terhadap antigen.

d. **Imunoglobulin E**

Jumlah paling sedikit dalam serum. Mudah diikat oleh sel mastosit, basofil dan eosinofil. Kadar tinggi pada kasus: alergi, infeksi cacing, skistosomiasis, trikinosis. Proteksi terhadap invasi parasit seperti cacing.

e. **Imunoglobulin D**

Sedikit ditemukan dalam sirkulasi. Tidak dapat mengikat komplemen. Mempunyai aktifitas antibodi terhadap makanan dan autoantigen.

C. **Sistem Komplemen**

Sistem komplemen membantu antibodi atau sel fagositik untuk membersihkan patogen dalam tubuh. Komplemen merupakan bagian dari sistem imun non-spesifik (innate immune system), tetapi dapat juga berperan dalam sistem imun spesifik yang setiap waktu dapat diaktifkan kompleks imun.

Sistem komplemen terdiri dari sejumlah protein kecil yang ditemukan dalam darah, umumnya disintesis oleh hati, dan biasanya beredar sebagai prekursor tidak aktif (pro-protein). Ketika dirangsang oleh salah satu dari beberapa pemicu, protease dalam sistem memotong protein spesifik untuk melepaskan sitokin dan memulai kaskade memperkuat pemotongan lebih lanjut. Hasil akhir dari aktivasi kaskade ini adalah amplifikasi masif respon dan aktivasi sel-pembunuh MAC (membrane attack complex). Lebih dari 30 protein dan fragmen protein membentuk sistem komplemen, termasuk protein serum, protein serosal, dan reseptor membran sel.

Ada 3 jalur komplemen yaitu jalur klasik, jalur lektin, dan jalur alternatif. Ketiganya berbeda pada cara dimana mereka dimulai dan akhirnya menghasilkan enzim kunci disebut **C3 konvertase**. Jalur klasik, diinisiasi oleh aktivasi C1. C1 utamanya diaktivasi dengan interaksi dengan Fc molekul antibodi IgG atau IgM setelah mereka berikatan dengan antigen spesifik. C1 juga dapat berikatan langsung dengan permukaan beberapa patogen dan bisa juga CRP yang diproduksi selama respon fase akut pada imunitas nonspesifik.

- a) Jalur lektin, diaktifkan dengan interaksi karbohidrat mikrobial (lektin) dengan MBL atau fikolin yang ditemukan pada plasma dan cairan jaringan.
- b) Jalur alternatif, diaktifkan dengan pengikatan C3b ke permukaan mikrobial dan molekul antibodi.

Akhir dari ketiga jalur pada hakikatnya sama yaitu 6 manfaat fungsi pertahanan sbb:

- a. trigger inflamasi
- b. attract secara kemotaktik fagosit ke tempat infeksi
- c. promote penempelan antigen ke fagosit (menguatkan penempelan atau opsonisasi)
- d. menyebabkan lisis bakteri gram negatif dan sel manusia yang menyajikan epitop asing
- e. berperan penting dalam aktivasi limfosit B naif
- f. membuang kompleks imun berbahaya dalam tubuh

D. Macam-macam Imunitas

Imunitas dapat dibedakan menjadi imunitas alami dan imunitas buatan.

1. Imunitas alami

Imunitas alami yaitu kekebalan yang sudah dimiliki seseorang sejak lahir, misalnya kekebalan manusia terhadap penyakit-penyakit hewan atau dikenal sebagai kekebalan spesies walaupun ada juga penyakit hewan yang dapat menular pada manusia, misalnya penyakit tuberkulosis dari sapi yang ditularkan melalui susu sapi, penyakit antraks dari biri-biri dan sapi serta beberapa penyakit lainnya.

2. Imunitas buatan

Imunitas buatan yaitu kekebalan yang diperoleh seseorang selama hidupnya, imunitas ini dapat dibedakan lagi menjadi imunitas aktif dan imunitas pasif. Timbulnya imunitas aktif disebabkan oleh adanya rangsangan antigen tertentu dari kuman atau benda asing yang masuk ke dalam tubuh secara kebetulan atau sengaja sehingga tubuh menghasilkan antibodi tertentu pula sesuai dengan antigen yang harus dilawan. Masuknya antigen secara kebetulan, misalnya karena terinfeksi kuman penyakit campak, cacar air, atau gondong, seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Ada beberapa macam vaksin yang dikelompokkan berdasarkan jenis antigen yang terkandung di dalamnya, yaitu sebagai berikut :

- a. **Toksoid** yaitu larutan toksin diubah melalui perlakuan-perlakuan kimia dan fisika sehingga tidak bersifat racun lagi terhadap tubuh.
- b. **Bakteri** atau virus yang sudah dimatikan oleh sinar ultraungu, pemanasan, atau secara kimia, misalnya vaksin Salk pencegah kelumpuhan pada anak-anak karena polio.

- c. **Bakteri** atau virus yang sudah dilemahkan sehingga hanya menimbulkan infeksi ringan dalam waktu singkat, misalnya, vaksin cacar, tuberkolosis, antraks, dan vaksin Sabin pencegah polio.
- d. **Antigen** yang telah dipisahkan dari kuman penyebab penyakit tertentu, misalnya antigen yang diperoleh dari bakteri penyakit pneumonia.

Imunitas aktif biasanya diperoleh beberapa minggu setelah vaksinasi dan berguna sebagai tindak pencegahan terhadap beberapa penyakit, misalnya batuk rejan (pertusis), cacar (variola), hepatitis, polio, difteri, dan campak. Kekebalan tersebut dapat bertahan sampai bertahun-tahun bahkan ada yang seumur hidup. Imunitas pasif dilakukan dengan cara memasukkan antibody tertentu dalam bentuk serum, yaitu plasma darah yang sudah tidak mengandung fibrinogen. Dalam hal ini tubuh kita berperan aktif untuk mendapatkan kekebalan tersebut. Kekebalan yang diperoleh dengan cara ini biasanya bersifat sementara, yaitu berkisar dari beberapa minggu sampai beberapa bulan.

Serum yang mengandung antibodi diperoleh dari manusia atau hewan, seperti kuda dan kelinci yang tubuhnya telah diberi antigen dari kuman penyakit tertentu. Beberapa serum yang telah lama dikenal, misalnya serum yang mengandung antibodi terhadap kuman tetanus, difteri, campak, gondong, cacar, dan rabies. Imunitas pasif dapat juga berasal dari tubuh ibu yang masuk ke tubuh fetus melalui plasenta.. Hal ini sangat penting untuk melindungi bayi pada minggu-minggu pertama kelahiran terhadap beberapa penyakit. Zaat antibodi dapat juga diberikan dari ibu yang baru melahirkan melalui air susunya.

E. Reaksi Hipersensitivitas

Reaksi hipersensitivitas adalah reaksi imun yang patologik, tidak normal, yang terjadi akibat respon imun yang berlebihan terhadap suatu pajanan antigen yang sama untuk kedua kalinya, sehingga menimbulkan kerusakan jaringan tubuh. Robert Coombs dan Philip HH Gell (1963) membagi reaksi ini menjadi 4 tipe berdasarkan kecepatan dan mekanisme imun yang terjadi, yaitu tipe I, II, III dan IV.

1. TIPE I

Reaksi tipe I disebut juga reaksi cepat, atau reaksi alergi, yang timbul kurang dari 1 jam sesudah tubuh terpajan oleh alergen yang sama untuk kedua kalinya. Pada reaksi tipe ini, yang berperan adalah antibody IgE, sel

mast ataupun basofil, dan sifat genetik seseorang yang cenderung terkena alergi (atopi). Prosesnya adalah sebagai berikut:

- a. Ketika suatu alergen masuk ke dalam tubuh, pertama kali ia akan terpajan oleh makrofag. Makrofag akan mempresentasikan epitop alergen tersebut ke permukaannya, sehingga makrofag bertindak sebagai antigen presenting cells (APC). APC akan mempresentasikan molekul MHC-II pada Sel limfosit Th2, dan sel Th2 mengeluarkan mediator IL-4 (interleukin-4) untuk menstimulasi sel B untuk berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi sel Plasma. Sel Plasma akan menghasilkan antibodi IgE dan IgE ini akan berikatan di reseptor FC-εR di sel Mast/basofil di jaringan. Ikatan ini mampu bertahan dalam beberapa minggu karena sifat khas IgE yang memiliki afinitas yang tinggi terhadap sel mast dan basofil. Ini merupakan mekanisme respon imun yang masih normal.

- b. Namun, ketika alergen yang sama kembali muncul, ia akan berikatan dengan IgE yang melekat di reseptor FC-εR sel Mast/basofil tadi. Perlekatan ini tersusun sedemikian rupa sehingga membuat semacam jembatan silang(*crosslinking*) antar dua IgE di permukaan (yaitu antar dua IgE yang bivalen atau multivalen, tidak bekerja jika igE ini univalen). Hal inilah yang akan menginduksi serangkaian mekanisme biokimiawi intraseluler secara kaskade, sehingga terjadi granulasi sel Mast/basofil. Degranulasi ini mengakibatkan pelepasan mediator-mediator alergik yang terkandung di dalam granulnya seperti histamin, heparin, faktor kemotaktik eosinofil, dan platelet activating factor (PAF). Selain itu, peristiwa crosslinking tersebut ternyata juga merangsang sel Mast untuk membentuk substansi baru lainnya, seperti LTB4, LTC4, LTD4, prostaglandin dan tromboksan. Mediator utama yang dilepaskan oleh sel Mast ini diperkirakan adalah histamin, yang menyebabkan kontraksi otot polos, bronkokonstriksi, vasodilatasi pembuluh darah, peningkatan permeabilitas vaskular, edema pada mukosa dan hipersekresi.

Gejala yang ditimbulkan: bisa berupa urtikaria, asma, reaksi anafilaksis, angioedema dan alergi atopik.

2. TIPE II

Reaksi hipersensitifitas tipe II disebut juga dengan reaksi sitotoksik, atau sitolisis. Reaksi ini melibatkan antibodi IgG dan IgM yang bekerja

pada antigen yang terdapat di permukaan sel atau jaringan tertentu. Antigen yang berikatan di sel tertentu bisa berupa mikroba atau molekul2 kecil lain (hapten). Ketika pertama kali datang, antigen tersebut akan mensensitisasi sel B untuk menghasilkan antibodi IgG dan IgM. Ketika terjadi pemaparan berikutnya oleh antigen yang sama di permukaan sel sasaran, IgG dan IgM ini akan berikatan dengan antigen tersebut. Ketika sel efektor (seperti makrofag, netrofil, monosit, sel T cytotoxic ataupun sel NK) mendekat, kompleks antigen-antibodi di permukaan sel sasaran tersebut akan dihancurkan olehnya. Hal ini mungkin dapat menyebabkan kerusakan pada sel sasaran itu sendiri, sehingga itulah kenapa reaksi ini disebut reaksi sitotoksik/sitolisis (sito=sel, toksik=merusak, lisis=menghancurkan).

Prosesnya ada 3 jenis mekanisme yang mungkin, yaitu:

- a. Proses sitolisis oleh sel efektor. Antibodi IgG/IgM yang melekat dengan antigen sasaran, jika dihindangi sel efektor, ia (antibodi) akan berinteraksi dengan reseptor Fc yang terdapat di permukaan sel efektor itu. Akibatnya, sel efektor melepaskan semacam zat toksik yang akan menginduksi kematian sel sasaran. Mekanisme ini disebut ADCC (Antibody Dependent Cellular Cytotoxicity).
- b. Proses sitolisis oleh komplemen. Kompleks antigen-antibodi di permukaan sel sasaran didatangi oleh komplemen C1qrs, berikatan dan merangsang terjadinya aktivasi komplemen jalur klasik yang akan berujung kepada kehancuran sel.
- c. proses sitolisis oleh sel efektor dengan bantuan komplemen. Komplemen C3b yang berikatan dengan antibodi akan berikatan di reseptor C3 pada permukaan sel efektor.

Hal ini akan meningkatkan proses sitolisis oleh sel efektor. Keseluruhan reaksi di atas terjadi dalam waktu 5-8 jam setelah terpajan antigen yang sama untuk kedua kalinya. Contoh penyakit yang ditimbulkan: Reaksi transfusi, Rhesus Incompatibility, Mycoplasma pneumoniae related cold agglutinins, Tiroiditis Hashimoto, Sindroma Goodpasture's, Delayed transplant graft rejection.

3. TIPE III

Reaksi hipersensitifitas tipe III ini mirip dengan tipe II, yang melibatkan antibodi IgG dan IgM, akan tetapi bekerja pada antigen yang terlarut dalam serum.

Prosesnya adalah sebagai berikut:

Seperti tipe yang lainnya, ketika antigen pertama kali masuk, ia akan mensensitisasi pembentukan antibodi IgG dan IgM yang spesifik. Ketika pemaparan berikutnya oleh antigen yang sama, IgG dan IgM spesifik ini akan berikatan dengan antigen tersebut di dalam serum membentuk ikatan antigen-antibodi kompleks. Kompleks ini akan mengendap di salah satu tempat dalam jaringan tubuh (misalnya di endotel pembuluh darah dan ekstraseluler) sehingga menimbulkan reaksi inflamasi. Aktifitas komplemen pun akan aktif sehingga dihasilkanlah mediator-mediator inflamasi seperti anafilatoksin, opsonin, kemotaksin, adhesens imun dan kinin yang memungkinkan makrofag/sel efektor datang dan melisisnya. Akan tetapi, karena kompleks antigen antibodi ini mengendap di jaringan, aktifitas sel efektor terhadapnya juga akan merusak jaringan di sekitarnya tersebut. Inilah yang akan membuat kerusakan dan menimbulkan gejala klinis, dimana keseluruhannya terjadi dalam jangka waktu 2-8 jam setelah pemaparan antigen yang sama untuk kedua kalinya. Contoh penyakit yang ditimbulkan: Systemic Lupus Erythematosus, Erythema Nodosum, Polyarteritis nodosa, Arthus Reaction, Rheumatoid Arthritis, Elephantiasis (*Wuchereria bancrofti* reaction), Serum Sickness.

4. TIPE IV

Reaksi hipersensitifitas tipe IV berbeda dengan reaksi sebelumnya, karena reaksi ini tidak melibatkan antibodi akan tetapi melibatkan sel-sel limfosit. Umumnya reaksi ini timbul lebih dari 12 jam setelah pemaparan pada antigen, sehingga reaksi tipe ini disebut reaksi hipersensitifitas tipe lambat. Antigen untuk reaksi ini bisa berupa jaringan asing, mikroorganisme intraseluler (virus, bakteri), protein, bahan kimia yang dapat menembus kulit, dan lain-lain.

Ketika tubuh terpajan alergen pertama kali, ia akan dipresentasikan oleh sel dendritik ke limfonodus regional. Disana ia akan mensensitasi sel Th untuk berproliferasi dan berdiferensiasi menjadi sel DTH (Delayed Type Hypersensitivity). Bila sel DTH yang disensitasi terpajan ulang dengan antigen yang sama, ia akan melepas sitokin (berupa IFN- γ , TNF- β , IL-2, IL-3) dan kemokin (berupa IL-8, MCAF, MIF) yang akan menarik dan

mengaktifkan makrofag yang berfungsi sebagai sel efektor dalam reaksi hipersensitifitas. Contoh penyakit yang ditimbulkan: reaksi tuberkulin, dermatitis kontak.

Sistem imun adalah sistem perlindungan tubuh dari pengaruh luar yang dilakukan oleh sel dan organ khusus pada suatu organisme. Jika sistem kekebalan bekerja dengan benar, sistem ini akan melindungi tubuh dari infeksi bakteri dan virus, serta menghancurkan sel kanker dan zat asing lain dalam tubuh. Jika sistem kekebalan dalam tubuh melemah, kemampuan melindungi tubuh juga berkurang, sehingga menyebabkan patogen termasuk virus yang menyebabkan demam dan flu dapat berkembang dalam tubuh. Sistem kekebalan juga memberikan pengawasan terhadap sel tumor dan terhambatnya sistem ini juga telah dilaporkan meningkatkan resiko terkena beberapa jenis kanker.

Sistem imun berfungsi untuk melindungi tubuh dari infeksi penyebab penyakit dengan menghancurkan dan menngihilangkan mikroorganisme atau substansi asing (bakteri, virus, parasit, jamur serta tumor) yang masuk kedalam tubuh, menghilangkan jaringan atau sel yang mati atau rusak untuk perbaikan jaringan, mengenali sel atau jaringan yang abnormal. Sasaran utama yaitu bakteri, patogen dan virus. Leukosit merupakan sel imun utama (disamping sel plasma, makrofag, dan sel mast).

Soal :

1. Apakah yang dimaksud dengan Antigen,Antibodi ?
2. Sebutkan tipe limfosit yang saudara ketahui ?
3. Apa fungsi Limfosit B?
4. Monosit,basofil,eosinofil,termasuk jenis Imunitas yang mana?
5. Sebutkan jenis *Innate Immunity* yang saudara ketahui ?
6. Apa yang saudara ketahui tentang Loius Pasteur ?
7. Apa yang dimaksud dengan Respon Imun
8. Apa yang terjadi bila seseorang terkena Infeksi virus ?
9. Bagaimana terjadinya hipersensitivitas
10. Sebutkan Immunoglobulin yang berfungsi saat terjadi alergi





BAB 14

MENGENAL BIOMOLEKULER

14.1. Pengertian Dasar Biologi Molekuler

Biologi Molekuler merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari hubungan antara struktur dan fungsi molekul-molekul hayati serta kontribusi hubungan tersebut terhadap pelaksanaan dan pengendalian berbagai proses biokimia. Dengan kata lain ilmu ini adalah studi biologi pada tingkat molekuler. Oleh karena itu, materi kajian utama di dalam ilmu ini adalah makromolekul hayati, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat.

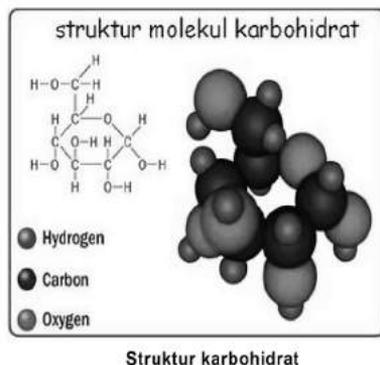
Biologi Molekuler sebagai cabang ilmu pengetahuan tergolong relatif masih baru dan merupakan ilmu multidisiplin yang melintasi sejumlah disiplin ilmu terutama Biokimia, Biologi Sel, dan Genetika. Akibatnya, seringkali terjadi tumpang tindih di antara materi-materi yang dibahas meskipun seharusnya ada batas-batas yang memisahkannya. Sebagai contoh, reaksi metabolisme yang diatur oleh pengaruh konsentrasi reaktan dan produk adalah materi kajian Biokimia. Namun, apabila reaksi ini dikatalisis oleh sistem enzim yang mengalami perubahan struktur, maka kajiannya termasuk dalam lingkup Biologi Molekuler. Demikian juga, struktur komponen intrasel dipelajari di dalam Biologi Sel, tetapi keterkaitannya dengan struktur dan fungsi molekul kimia di dalam sel merupakan cakupan studi Biologi Molekuler. Komponen dan proses replikasi DNA dipelajari di dalam Genetika, tetapi macam-macam enzim DNA polimerase beserta fungsinya masing-masing dipelajari di dalam Biologi Molekuler. Prinsip dasar

biomolekul adalah peran dan interaksi molekul-molekul hayati dalam mengontrol reaksi-reaksi biologis. Interaksi tersebut berlangsung di dalam sel (intrasel) maupun di luar sel (ekstasel) makhluk hidup. Inti reaksi biologis tersebut adalah berupa reaksi metabolisme pembentuk senyawa (anabolisme) atau penguraian senyawa (katabolisme) dengan bantuan enzim-enzim tertentu. Bahan dasar metabolisme tersebut diperoleh dari makromolekul yang terkandung dalam makanan yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Asam nukleat berperan dalam meregulasi reaksi metabolisme tubuh seperti proses pemeliharaan, transmisi, dan ekspresi informasi hayati yang meliputi replikasi, transkripsi, dan translasi.

Karbohidrat merupakan komponen pangan yang menjadi sumber energi utama dan sumber serat makanan. Komponen ini disusun oleh 3 unsur utama, yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Jenis-jenis karbohidrat sangat beragam dan mereka dibedakan satu dengan yang lain berdasarkan susunan atom-atomnya, panjang/pendeknya rantai serta jenis ikatan akan membedakan karbohidrat yang satu dengan lain. Dari kompleksitas strukturnya dikenal kelompok karbohidrat sederhana (seperti monosakarida dan disakarida) dan karbohidrat dengan struktur yang kompleks atau polisakarida (seperti pati, glikogen, selulosa dan hemiselulosa).

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Protein disusun oleh 20 asam amino. Asam nukleat adalah makromolekul terbesar dalam sel, berupa polimer linier sangat panjang disebut juga polinukleotida yang terdiri dari 106 atau lebih nukleotida. Nukleotida terdiri dari molekul gula dengan 5 atom C (pentosa), satu atau lebih gugus fosfat, dan basa nitrogen. Asam nukleat yang paling umum adalah Asam eoksiribonukleat (DNA) dan Asam ribonukleat (RNA). Asam Deoksiribonukleat (DNA) merupakan asam nukleat yang mengandung informasi genetik dan biasanya dalam bentuk kompleks nukleoprotein (DNA-protein) yang disebut kromosom. Tiap kromosom membawa informasi genetik yang dibutuhkan pada sintesis senyawa yang diperlukan untuk pemeliharaan, pertumbuhan dan replikasi sel. DNA merupakan molekul yang sangat besar dengan struktur sederhana, berupa 4 subunit nukleotida yang terikat dalam suatu rantai dengan urutan tertentu. Urutan nukleotida dalam DNA berfungsi sebagai sandi untuk menyampaikan semua informasi kepada sel guna membuat segala sesuatu untuk kebutuhan kehidupannya. Asam ribonukleat (RNA) berperan sebagai pembawa bahan genetik dan memainkan peran utama dalam ekspresi genetik. Prinsip dasar biomolekul adalah peran dan interaksi molekul-molekul hayati dalam mengontrol reaksi-reaksi biologis. Interaksi tersebut berlangsung di dalam sel (intrasel) maupun di luar sel (ekstasel) makhluk hidup. Inti reaksi biologis tersebut adalah berupa reaksi metabolisme pembentuk senyawa (anabolisme) atau penguraian senyawa (katabolisme)

dengan bantuan enzim-enzim tertentu. Bahan dasar metabolisme tersebut diperoleh dari makromolekul yang terkandung dalam makanan yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Asam nukleat berperan dalam mengatur reaksi metabolisme tubuh seperti proses pemeliharaan, transmisi, dan ekspresi informasi hayati yang meliputi replikasi, transkripsi, dan translasi.



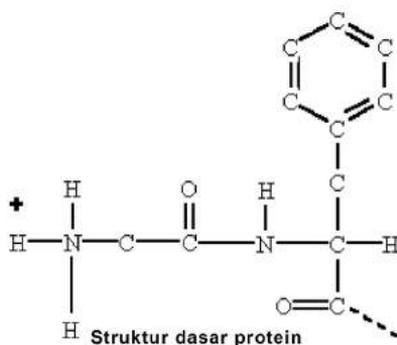
Gambar.13.1 Struktur Karbohidrat
(Sumber : <https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi>)

Karbohidrat merupakan komponen pangan yang menjadi sumber energi utama dan sumber serat makanan. Komponen ini disusun oleh 3 unsur utama, yaitu karbon (C), hidrogen (H) dan oksigen (O). Jenis-jenis karbohidrat sangat beragam dan mereka dibedakan satu dengan yang lain berdasarkan susunan atom-atomnya, panjang/pendeknya rantai serta jenis ikatan akan membedakan karbohidrat yang satu dengan lain. Dari kompleksitas strukturnya dikenal kelompok karbohidrat sederhana (seperti monosakarida dan disakarida) dan karbohidrat dengan struktur yang kompleks atau polisakarida (seperti pati, glikogen, selulosa dan hemiselulosa).



Gambar.13.2.Struktur Lemak
(Sumber : <http://andellaforester.blogspot.co.id/2014/04/dasar-biomolekuler.html>,siakses)

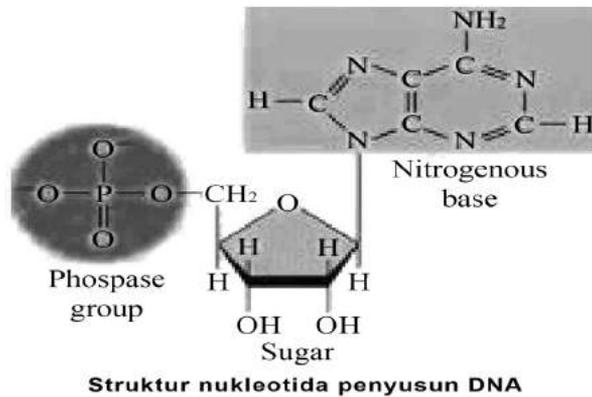
Lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter, kloroform, benzena dan hidrokarbon lainnya. Lemak disusun oleh 2 jenis molekul yaitu gliserol dan asam lemak. Gliserol adalah alkohol yang terdiri dari 3 atom karbon dengan setiap atom karbon mengikat satu gugus hidroksil. Asam lemak memiliki rangka karbon panjang, biasanya 16 atau 18 karbon, dengan gugus karboksil pada bagian ujungnya. Lemak terbentuk bila asam lemak berikatan dengan setiap gugus karboksil pada gliserol dan menghasilkan ikatan ester. Hasil dari reaksi ini adalah triasilgliserol. Seringkali dalam pembahasan nutrisi kita mengenal istilah lemak jenuh dan lemak tak jenuh. Kondisi tersebut dibentuk oleh jumlah ikatan rangkap yang terdapat pada asam lemak. Lemak tak jenuh memiliki satu atau lebih ikatan rangkap pada asam lemaknya.



Gambar.13.3. Struktur dasar Protein

(Sumber : <http://andellaforester.blogspot.co.id/2014/04/dasar-biomolekuler.html>, diakses)

Protein merupakan suatu zat makanan yang penting bagi tubuh, karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Protein disusun oleh 20 asam amino esensial membentuk ikatan peptida. Asam nukleat adalah makromolekul terbesar dalam sel, berupa polimer linier sangat panjang disebut juga polinukleotida yang terdiri dari 106 atau lebih nukleotida. Nukleotida terdiri dari molekul gula dengan 5 atom C (pentosa), satu atau lebih gugus fosfat, dan basa nitrogen.



Gambar 13.4. Struktur Nukleotida Penyusun DNA
 (Sumber : <http://andellaforester.blogspot.co.id/2014/04/dasar-biomolekuler.html>)

Asam nukleat yang paling umum adalah Asam deoksiribonukleat (DNA) dan Asam ribonukleat (RNA). Asam Deoksiribonukleat (DNA) merupakan asam nukleat yang mengandung informasi genetik dan biasanya dalam bentuk kompleks nukleoprotein (DNA-protein) yang disebut kromosom. Tiap kromosom membawa informasi genetik yang dibutuhkan pada sintesis senyawa yang diperlukan untuk pemeliharaan, pertumbuhan dan replikasi sel. DNA merupakan molekul yang sangat besar dengan struktur sederhana, berupa 4 subunit nukleotida yang terikat dalam suatu rantai dengan urutan tertentu. Urutan nukleotida dalam DNA berfungsi sebagai sandi untuk menyampaikan semua informasi kepada sel guna membuat segala sesuatu untuk kebutuhan kehidupannya. Asam ribonukleat (RNA) berperan sebagai pembawa bahan genetik dan memainkan peran utama dalam ekspresi genetik. Biologi Molekuler merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari hubungan antara struktur dan fungsi molekul-molekul hayati serta kontribusi hubungan tersebut terhadap pelaksanaan dan pengendalian berbagai proses biokimia. Dengan kata lain ilmu ini adalah studi biologi pada tingkat molekuler. Oleh karena itu, materi kajian utama di dalam ilmu ini adalah makromolekul hayati, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat.

Biologi Molekuler sebagai cabang ilmu pengetahuan tergolong relatif masih baru dan merupakan ilmu multidisiplin yang melintasi sejumlah disiplin ilmu terutama Biokimia, Biologi Sel, dan Genetika. Akibatnya, seringkali terjadi tumpang tindih di antara materi-materi yang dibahas meskipun seharusnya ada batas-batas yang memisahkannya. Sebagai contoh, reaksi metabolisme yang diatur oleh pengaruh konsentrasi reaktan dan produk adalah materi kajian Biokimia. Namun, apabila reaksi

ini dikatalisis oleh sistem enzim yang mengalami perubahan struktur, maka kajiannya termasuk dalam lingkup Biologi Molekuler. Demikian juga, struktur komponen intrasel dipelajari di dalam Biologi Sel, tetapi keterkaitannya dengan struktur dan fungsi molekul kimia di dalam sel merupakan cakupan studi Biologi Molekuler. Komponen dan proses replikasi DNA dipelajari di dalam Genetika, tetapi macam-macam enzim DNA polimerase beserta fungsinya masing-masing dipelajari di dalam Biologi Molekuler.

Prinsip dasar biomolekul adalah peran dan interaksi molekul-molekul hayati dalam mengontrol reaksi-reaksi biologis. Interaksi tersebut berlangsung di dalam sel (intrasel) maupun di luar sel (ekstrasel) makhluk hidup. Inti reaksi biologis tersebut adalah berupa reaksi metabolisme pembentuk senyawa (anabolisme) atau penguraian senyawa (katabolisme) dengan bantuan enzim-enzim tertentu. Bahan dasar metabolisme tersebut diperoleh dari makromolekul yang terkandung dalam makanan yaitu karbohidrat, lemak, dan protein. Asam nukleat berperan dalam meregulasi reaksi metabolisme tubuh seperti proses pemeliharaan, transmisi, dan ekspresi informasi hayati yang meliputi replikasi, transkripsi, dan translasi.

14.2. Biomolekul

Merupakan senyawa-senyawa organik sederhana pembentuk organisme hidup dan bersifat khas sebagai produk aktivitas biologis. Biomolekul dapat dipandang sebagai turunan hidrokarbon, yaitu senyawa karbon dan hidrogen yang mempunyai kerangka dasar yang tersusun dari atom karbon, yang disatukan oleh ikatan kovalen. Kerangka dasar hidrokarbon bersifat sangat stabil, karena ikatan tunggal dan ganda karbon-karbon menggunakan pasangan elektron bersama-sama secara merata. Biomolekul bersifat polifungsional, mengandung dua atau lebih jenis gugus fungsi yang berbeda. Pada molekul tersebut, tiap gugus fungsi mempunyai sifat dan reaksi kimia sendiri-sendiri.

14.3. Bentuk senyawa biomolekul

Senyawa-senyawa biomolekul biasanya dikenal dalam empat bentuk: protein, asam nukleat, karbohidrat, dan lipid. Keempat golongan biomolekul tersebut mempunyai sifat umum memiliki struktur yang relatif besar (berat molekul besar), dan karenanya disebut makromolekul.

Berat molekul (BM) protein berkisar antara 5000 sampai lebih dari 1 juta; berat molekul berbagai jenis asam nukleat berkisar sampai beberapa miliar, karbohidrat (polisakarida) dapat memiliki berat molekul sampai jutaan. Molekul lipid jauh lebih kecil (BM 750 sampai 1500). Tetapi karena lipid umumnya terbentuk dari ribuan

molekul sehingga membentuk struktur berukuran besar yang berfungsi seperti sistem makromolekuler, struktur lipid juga dapat dianggap sebagai makromolekul.

Protein merupakan polimer asam-asam amino, karbohidrat merupakan polimer monosakarida, asam nukleat merupakan polimer mononukleatida. Monomer lipid ada bermacam-macam, bergantung pada jenis lipidnya, diantaranya asam lemak, kolin, etanolamin, serin dan lain-lain

14.4. Fungsi biomolekul

Biomolekul mempunyai fungsi tertentu dalam sel, misalnya:

protein sebagai enzim, alat transpor, antibodi, hormon dan pembentuk membran;

karbohidrat sebagai sumber energi, komponen pembentuk membran dan dinding sel.

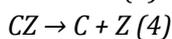
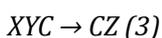
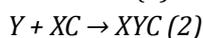
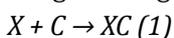
lipid sebagai sumber energi, hormon, dan pembentuk sel;

asam nukleat sebagai faktor genetika, koenzim, pembawa energi, dan pengatur biosintesis protein.

14.5. Enzim

Adalah biomolekul berupa protein yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia organik. Molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk. Jenis produk yang akan dihasilkan bergantung pada suatu kondisi/zat, yang disebut promotor. Semua proses biologis sel memerlukan enzim agar dapat berlangsung dengan cukup cepat dalam suatu arah lintasan metabolisme yang ditentukan oleh hormon sebagai promotor.

Enzim bekerja dengan cara bereaksi dengan molekul substrat untuk menghasilkan senyawa intermediet melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivasi lebih rendah, sehingga percepatan reaksi kimia terjadi karena reaksi kimia dengan energi aktivasi lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama. Sebagai contoh:



Meskipun senyawa katalis dapat berubah pada reaksi awal, pada reaksi akhir molekul katalis akan kembali ke bentuk semula. Sebagian besar enzim bekerja secara khas, yang artinya setiap jenis enzim hanya dapat bekerja pada satu macam senyawa atau reaksi kimia. Hal ini disebabkan perbedaan struktur kimia tiap enzim yang bersifat

tetap. Sebagai contoh, enzim α -amilase hanya dapat digunakan pada proses perombakan pati menjadi glukosa. Kerja enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama adalah substrat, suhu, keasaman, kofaktor dan inhibitor. Tiap enzim memerlukan suhu dan pH (tingkat keasaman) optimum yang berbeda-beda karena enzim adalah protein, yang dapat mengalami perubahan bentuk jika suhu dan keasaman berubah. Di luar suhu atau pH yang sesuai, enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan. Hal ini akan menyebabkan enzim kehilangan fungsinya sama sekali. Kerja enzim juga dipengaruhi oleh molekul lain. Inhibitor adalah molekul yang menurunkan aktivitas enzim, sedangkan aktivator adalah yang meningkatkan aktivitas enzim. Banyak obat dan racun adalah inhibitor enzim.

14.6. Asam Nukleat

Salah satu bidang penelitian modern yang paling menarik dewasa adalah mengenai asam nukleat. Asam nukleat berperan sebagai pengemban kode genetik bagi makhluk hidup. Harapan para peneliti semakin besar ketika ditemukannya teknik rekayasa genetik. Dengan menggunakan teknik rekayasa tersebut maka aspek genetika suatu makhluk hidup dapat dimodifikasi. Tonggak kemajuan era bioteknologi yang muncul sebagai teknologi handal masa kini dan akan datang ditandai oleh penemuan-penemuan di bidang rekayasa genetik, terutama kemajuan di bidang kloning gen. Rekayasa genetik merupakan teknik pengubahan gen organisme dan jalan manipulasi DNA.

Rekayasa genetik dikenal pula sebagai teknik DNA rekombinan yang didefinisikan sebagai. Pembentukan rekombinan baru dari material yang dapat diturunkan dengan cara penyisipan suatu molekul asam nukleat yang dihasilkan di luar sel ke dalam suatu vektor, sehingga memungkinkan penggabungan dan selanjutnya berkembang dalam host yang baru. Proses tersebut dikenal juga sebagai Gene Cloning, oleh karena organisme yang secara genetik terbentuk adalah identik dan membawa seluruh potongan DNA yang telah disisipkan. Sejak tahun 1978 telah ditemukan bahwa gen-gen yang mengarahkan sintesis insulin manusia, telah diurai ke dalam DNA dari bakteri *Escherichia coli*, yang selanjutnya berkembang biak dan menjadi pabrik insulin, yang memproduksi insulin manusia. Hormon pertumbuhan manusia (HGH, *Human Growth Hormone*) juga telah diproduksi dengan teknik genetik. Padahal sebelumnya, satu-satunya sumber hormon ini adalah kelenjar lendir yang diambil dari mayat. Pada tahun 1980, ditemukan produksi zat anti virus oleh bakteri yang disebut interveron manusia. DNA juga dapat digunakan untuk melacak suatu penyakit keturunan maupun penyakit yang disebabkan oleh infeksi, juga dapat mendeteksi adanya mikroorganisme patogen dalam bahan pangan.

14.7. Struktur dan Fungsi Asam Nukleat

Asam nukleat adalah suatu makromolekul yang mempunyai fungsi esensial dalam kelangsungan hidup organisme. Asam nukleat terbentuk dari satuan-satuan mononukleotida yang tersusun secara beraturan dalam untaian polimer nukleotida. Fungsi asam nukleat yang amat penting adalah peranan asam nukleat dalam mekanisme molekular yaitu menyimpan, mereplikasi dan mentranskripsi informasi genetika. Dalam sel asam nukleat juga berperan dalam hubungannya dengan metabolisme antara reaksi-reaksi transformasi energi. Selain itu, ditemukan pula beberapa nukleotida yang berperan sebagai ko-enzim antara lain sebagai ko-enzim pembawa energi, perpindahan asam asetat, zat gula, senyawa amina dan biomolekul lainnya, juga sebagai ko-enzim dalam oksidasi reduksi.

Nukleotida mengandung suatu basa nitrogen, satu unit gula (pentosa), dan satu gugus fosfat yang berikatan dengan gula. Jika satu basa nitrogen hanya berikatan dengan unit gula saja tanpa adanya gugus fosfat, disebut nukleosida.

a. Struktur karbohidrat

Ada dua macam asam nukleat DNA dan RNA. Perbedaan kedua asam nukleat tersebut terletak pada unit karbohidratnya. Karbohidrat yang terdapat pada asam nukleat di dalam inti sel adalah β -D-2-deoksiribosa, sehingga asam nukleatnya disebut *Deoksiribonucleic Acid* (DNA). Sedangkan gula yang terdapat pada asam nukleat dalam sitoplasma adalah β -D-2-ribosa dan asam nukleatnya dikenal dengan *Ribonucleic Acid* (RNA).

b. Struktur basa nitrogen

Ada empat macam basa nitrogen yang terdapat pada DNA, dua diantaranya merupakan derivat basa nitrogen purin yakni adenin dan guanin disingkat (A) dan (G), dan dua adalah derivat basa nitrogen pirimidin yakni sitosin (C) dan Timin (T).

Dalam RNA juga dijumpai empat macam basa yaitu adenin, guanin, sitosin, dan urasil, masing-masing disingkat (A), (G), (C), dan (U). Urasil derivat dari basa nitrogen pirimidin. Selain itu dikenal pula basa pirimidin lainnya yang tidak umum 5-metilsitosin dan 5-hidroksimetilsitosin. Basa purin lainnya yang tidak umum adalah 2-metiladenin dan 1-metilguanin. Selain komponen karbohidrat dan basa nitrogen, nukleotida juga disusun oleh komponen Pospat (H_2PO_4).

c. Struktur nukleosida

Nukleosida terbentuk akibat pengikatan secara kovalen antara unit karbohidrat dengan derivat basa nitrogen purin atau pirimidin. Pengikatan tersebut terjadi pada posisi C-1 karbohidrat dengan N-1 derivat basa pirimidin atau posisi N-9 derivat basa purin. Nukleosida dapat diperoleh dari hasil hidrolisis nukleotida dengan jalan pelepasan gugus fosfat.

d. Struktur nukleotida

Nukleotida (nukleosida fosfat) merupakan ester asam fosfat dari nukleosida. Asam fosfat terikat pada gugus hidroksil dari salah satu atom karbon dalam cincin pentosa. Nukleotida terdapat bebas di dalam sel, dan dapat terbentuk dari hidrolisis bertahap asam nukleat dengan enzim nuklease. Nukleotida juga terdiri dari dua golongan yakni ribonukleotida dan deoksiribonukleotida.

Bagian ester fosfat mempunyai fungsi sebagai jembatan pertautan antara nukleotida yang satu dengan nukleotida lainnya, dikenal sebagai fosfodiester. Pertautan itu terjadi antara gugus 5-hidroksi dari suatu nukleotida dengan gugus 3'-hidroksil nukleotida berikutnya dalam rantai. Pertumbuhan rantai suatu polinukleotida dimulai dari ujung molekul yang mempunyai ujung 5' bebas, dan bergerak ke ujung molekul yang mempunyai gugus 3' hidroksi bebas. Dapat dikatakan pertumbuhan rantai mengikuti pola dari 5' ke 3'. Perhatikan bahwa meskipun dua dari empat oksigen yang melekat pada fosfor setiap jembatan diikat sebagai ester fosfat, dan satu oksigen dalam kondisi ikatan ganda dengan fosfor, namun masih terdapat satu oksigen yang bebas dapat melepaskan protonnya.



Gambar 13.5. oksigen bebas yang melepaskan proton

(Sumber : <http://andellaforester.blogspot.co.id/2014/04/dasar-biomolekuler.html>, diakses)

e. Struktur primer polinukleotida DNA dan RNA

Asam nukleat merupakan polimer dari nukleotida. Unit-unit nukleotida tersebut berhubungan satu sama lain melalui jembatan *ester fosfat* antara gugus hidroksil C-3 pada nukleotida yang satu dengan gugus hidroksil C-5 pada nukleotida yang lain. Karena jembatan ester fosfat antara dua nukleotida itu mengandung dua ikatan ester fosfat maka disebut dengan jembatan *fosfodiester*.

Polinukleotida terdiri dari dua golongan, yaitu deoksi asam ribonukleat (DNA), yang terdiri dari unit-unit deoksiribonukleotida, dan asam ribonukleat (RNA) yang terdiri dari unit-unit ribonukleotida.

Metode metode Dasar yang digunakan dalam Biologimolekuler Dalam mempelajari biologi molekuler pada hakekatnya akan berkaitan dengan analisis makromolekul tersebut dapat dilakukan dengan berdasarkan rekreasi atau dengan mempelajari struktur fisiknya. Beberapa metode yang digunakan dalam studi biologimolekuler antara lain menggunakan radioisotop, sentrifugasi dan elektroforesis.

1. Radio Isotop

Isotop adalah elemen kimia yang mempunyai jumlah proton yang sama dalam inti atomnya, tetapi massa atomnya (jumlah proton dan neutron) berbeda.

Beberapa Isotop bersifat Labil dan mengalami peluruhan secara Spontan, yang kadang kadang diikuti penyebaran radiasi Elektromagnetik. Atom atom yang memiliki sifat yang demikian dinamakan sebagai radioisotop. Penggunaan Radioisotop untuk mendeteksi hasil suatu reaksi kimia terdiri dari autodiografi dan penggunaan alat seperti Geiger-Muller counter atau scintillation counter.

2. Sentrifugasi

Sentrifugasi digunakan untuk Fraksional sel atau pemisahan bagian bagian sel atau organel dan juga Pemisahan Molekuler. Prinsip prinsip Sentrifugasi berdasarkan atas fenomena bahwa Partikel yang tersuspensi di dalam suatu wadah (tabung) akan mengendap ke dasar wadah karena pengaruh gravitasi. Laju pengendapan akan mengendap ke dasar wadah karena pengaruh gravitasi. Laju Pengendapan akan dipercepat dengan alat Sentrifugase dengan diputar dengan kecepatan tinggi.

3. Elektroforesis

Elektroforesis merupakan metode pemisahan molecular selluler berdasarkan ukurannya dengan menggunakan medan listrik yang dialirkan pada suatu medium yang mengandung sampel yang akan dipisahkan. Teknik ini dapat digunakan untuk menganalisis DNA, RNA, maupun Protein.

14.8. Pengertian Biologi Molekuler

Ilmu yang mempelajari fungsi dan organisasi jasad hidup (organisme) di tinjau dari struktur dan regulasi molekuler atau komponen penyusunannya. Suatu ilmu yang mempelajari organisasi, aktivasi dan regulasi gen pada aras molekuler

14.8.1. Aspek Biologi Kehidupan

a. Jasad hidup ;

Jasad hidup selular Tersusun atas satuan unit sel

Contoh ; jamur, hewan dan manusia .

Jasad hidup non selular; jasad hidup bersifat parasit obligat /menunjukkan ciri – ciri hidup jika berada pada jasad hidup yang sesuai .

Contoh ; Virus,bakteriofag.

Berdasarkan satuan dasar hidup , jasad hidup di bedakan

- Jasad hidup bersel tunggal (unicelular)
- Jasad hidup bersel banyak(multiselular)

Berdasarkan organisasi dan struktur rinci sel , maka jasad hidup selular dibedakan ;

- Prokaryot (sederhana) ; pembagian ruang belum ada. Semua komponennya sel prokaryot, termasuk bahan genetiknya terletak di dalam sitoplasma.
- Eukaryot: lebih teratur dan pembagian ruang sudah jelas .

Soal:

1. Apa yang dimaksud Biomolekuler ?
2. Apa hubungan ilmu Biokimia dengan Biologi Molekuler ?
3. Apa fungsi pengetahuan Biomolekuler dalam Ilmu Kesehatan.
4. Apa alasan Saudara bahwa Ilmu Biomolekuler penting untuk diketahui sehubungan dengan ilmu penyakit?
5. Mengapa Asam Nukleat merupakan bahan penting dalam hubungannya dengan Biomolekuler,jelaskan pendapat Saudara.?



BAB 15

APLIKASI BIOMOLEKULER DALAM BIDANG KESEHATAN

15.1 Pengertian

Biologi molekuler merupakan kelanjutan dua cabang ilmu yang sudah ada sebelumnya, yaitu Genetika dan Ilmu Biokimia. Awal Biologi molekuler ditandai dengan adanya penemuan struktur heliks ganda DNA oleh Watson dan Crick pada tahun 1953. Penemuan lainnya adalah bahwa suatu gen menentukan suatu protein, mekanismenya dirumuskan dalam konsep yang dikenal sebagai dogma sentral yaitu urutan nukleotida dalam DNA menentukan urutan nukleotida dalam RNA yang selanjutnya menentukan urutan asam amino dalam protein. Perkembangan biologi molekuler menjadi lebih dipercepat dengan munculnya rekayasa genetika yang memungkinkan pengandaan dan isolasi gen sehingga struktur dan fungsi gen dapat dipelajari.

Peran sentral dalam kehidupan sel dimainkan oleh protein (polipeptida) dan DNA (gen). Selain peran tradisional protein sebagai enzim, protein memainkan berbagai peran lain seperti membentuk sitoskeleton dan matriks antar sel, reseptor, hormon, antibodi, faktor pertumbuhan, faktor transkripsi, dan berbagai peran lain. Protein tertentu secara langsung maupun tak langsung mengatur proliferasi dan diferensiasi sel, histogenesis, organogenesis, bahkan ada protein tertentu yang mengatur kematian sel (apoptosis). Semua sifat yang dimiliki oleh organisme ditentukan oleh gen-gen yang dimilikinya. Gen merupakan bagian-bagian dari urutan asam nukleat yang terdapat pada DNA. Terdapat

dua kategori gen, yaitu gen struktural dan gen regulator. Gen-gen struktural mengkode urutan asam amino dalam protein, seperti enzim, yang menentukan kemampuan biokimia dari organisme pada reaksi katabolisme dan anabolisme, atau berperan sebagai komponen tetap pada struktur sel. Gen-gen regulator berfungsi mengontrol tingkat ekspresi gen struktural, mengatur laju produksi protein produknya dan berhubungan dengan respon terhadap signal intra dan ekstraselular. Karena sintesis protein dikendalikan oleh gen, maka gen dapat dikatakan mengatur segala aspek kehidupan sel atau organisme.

Di bidang kesehatan perkembangan biologi molekuler memberi dampak pada hampir semua ilmu pre-klinik seperti: genetika, histologi, embriologi, fisiologi, mikrobiologi, parasitologi, patologi, imunologi, dan farmakologi. Salah satu bentuk peranan biologi molekuler dalam bidang kesehatan adalah adanya terapi molekuler seperti pada pengobatan penyakit SCID (Severe Combined Immuno Deficiency), penanggulangan penyakit keturunan seperti talasemia, fibrosis kistik, hemofilia, dan penyakit kanker.

15.2 Teknik Biologi Molekular

Sejak akhir 1950-an dan awal 1960-an, ahli biologi molekuler telah belajar untuk karakterisasi, mengisolasi, dan memanipulasi komponen molekul sel dan organisme. Komponen-komponen ini mencakup DNA, gudang informasi genetik, RNA, kerabat dekat dari DNA yang berkisar dari fungsi melayani sebagai copy pekerjaan sementara DNA untuk fungsi struktural dan enzim aktual serta bagian struktural dan fungsional dari aparat translasi, dan protein, tipe struktur dan enzim utama dari molekul dalam sel.

1. Reaksi berantai polimerase (PCR)

Reaksi berantai polimerase merupakan teknik yang sangat fleksibel untuk menyalin DNA. Dalam singkat, PCR memungkinkan satu DNA urutan yang akan disalin (jutaan kali), atau dimodifikasi secara tertentu. Sebagai contoh, PCR dapat digunakan untuk menambahkan situs enzim restriksi, atau untuk memutasikan (mengubah) basa tertentu pada DNA, yang terakhir adalah metode yang disebut sebagai "perubahan Cepat". PCR juga dapat digunakan untuk menentukan apakah suatu tertentu DNA fragmen ditemukan diperpustakaan cDNA. PCR memiliki banyak variasi, seperti reverse transcriptase PCR (RT-PCR) untuk amplifikasi RNA, dan baru-baru ini, real-time PCR (QPCR) yang memungkinkan untuk pengukuran kuantitatif dari DNA atau RNA molekul.

2. Gel elektroforesis

Elektroforesis gel adalah salah satu alat utama biologi molekular. Prinsip dasarnya adalah bahwa DNA, RNA, dan protein semuanya dapat dipisahkan dengan medan listrik. Dalam elektroforesis gel agarosa, DNA dan RNA dapat dipisahkan berdasarkan ukurandengan menjalankan DNA melalui gel agarosa. Protein dapat dipisahkan berdasarkan ukuran dengan menggunakan gel SDS-PAGE, atau atas dasar ukuran dan muatan listrik dengan menggunakan apa yang dikenal sebagai elektroforesis gel 2D.

3. Array

Sebuah DNA array adalah kumpulan bintik melekat pada dukungan solid seperti sebuahslide mikroskopmana tempatmasing-masing berisisatu ataulebihberuntai tunggal DNA fragmen oligonukleotida. Array memungkinkan untuk meletakkan jumlah besar bintik-bintik yang sangat kecil (100 diameter micrometre) pada slide tunggal. Setiap tempatmemiliki DNA molekul fragmenyang melengkapi satu DNA urutan (mirip dengan Southernblotting). Sebuah variasi dari teknik ini memungkinkan ekspresi gen dari suatu organisme padatahap tertentu dalam pembangunan yang berkualitas (profiling ekspresi). Dalam teknikini RNA dalam suatu jaringan diisolasi dan diubah menjadi cDNA berlabel. cDNA ini kemudianhibridisasi dengan fragmenpadaarraydanvisualisasihibridisasi dapatdilakukan. Sejakbeberapa array dapat dilakukan dengan posisi yang sama persis fragmen mereka sangat bergunauntuk membandingkan ekspresi gen dari dua jaringan yang berbeda, seperti kanker dan jaringansehat. Juga, kita dapat mengukur apa yang disajikan gen dan bagaimana ekspresi perubahandengan waktu atau dengan faktor-faktor lainnya. Misalnya, ragi roti biasa itu,""cerevisiae, berisisekitar 7000 gen; dengan microarray, orang dapat mengukur secara kualitatif bagaimana setiap gen diekspresikan, dan bagaimana perubahan ekspresi, misalnya, dengan perubahan suhu.

Ada banyak cara untuk membuat mikroarray; yang paling umum adalah chip silikon,mikroskop slide dengan bercak diameter ~ 100 micrometre, array kustom, dan array denganbintik-bintik yang lebih besar pada membran berpori (macroarrays). Ada bisa dimana saja dari100 tempat untuk lebih dari 10.000 pada array yang diberikan.Array juga dapat dilakukan dengan molekul lain selain DNA . Sebagai contoh, sebuah arrayantibodi dapat digunakan untuk menentukan apa yang protein atau bakteri yang hadir dalam sampel darah.



15.3 Fungsi Biologi Molekular Dalam Bidang Kesehatan

Biologi molekular memiliki beberapa peranan penting di bidang kesehatan. Beberapa teknik molekular telah digunakan secara luas seperti penelitian mengenai gen, protein dan interaksi antara gen, lingkungan dan penyakit. Penemuan-penemuan baru dalam bidang biologi molekular mempunyai banyak peran dalam kehidupan manusia, seperti menyingkap misteri dibalik penyakit yang dahulu tidak diketahui asal usulnya, terapi gen, dan produk-produk bioteknologi. Berikut ini adalah beberapa aplikasi biologi molekular di bidang kesehatan:

- a. Pengembangan produk farmasi seperti produk biosimilar (vaksin virus hepatitis B, produksi insulin rekombinan, dan lain-lain)
- b. Diagnosa penyakit dengan metode DNA rekombinan
- c. Diagnosa penyakit genetik berdasarkan teknik hibridisasi DNA rekombinan
- d. Terapi gen dalam pengobatan penyakit genetic
- e. Forensik dengan penggunaan "DNA fingerprinting"

1. Produk Farmasi

Bioteknologi telah menyediakan metode untuk produk farmasi yang memiliki keuntungan lebih murah, mengurangi resiko penggunaan produk akhir dan menghilangkan ketergantungan terhadap organ binatang. Beberapa produk farmasi selain insulin yang telah diproduksi dengan teknologi DNA rekombinan adalah sebagai berikut:

Tabel 1.1. Produk farmasi lain dengan teknologi DNA rekombinan

Produk	Kegunaan
Hormon adenocorticotropic	Pengobatan penyakit rematik
Pengobatan penyakit rematik	Terapi kanker dan infeksi virus
Sel beta faktor pertumbuhan	Pengobatan kelainan imun
Erythropoietin	Pengobatan anemia
Hormon pertumbuhan manusia	Terapi defisiensi pertumbuhan pada anak-anak Lymptoxin antitumor
Vaksin hepatitis B	Vaksin hepatitis B
Interleukin-2	Pengobatan kanker, merangsang sistem imun
Antibodi monoklonal	Terapi kanker dan rejeksi transplantasi
Nerve growth factor	Memperbaiki syaraf yang rusak
Praurokinase Antikoagulan	Praurokinase Antikoagulan
Platelet-derived growth factor	Mengobati arterosclerosis



2. Diagnosa penyakit

Diagnosis yang akurat dan cepat merupakan sesuatu yang mutlak pada diagnosa penyakit. Terdapat dua cara diagnosa penyakit menggunakan teknologi DNA rekombinan, yaitu :

- a. melibatkan penggunaan antibodi
- b. berdasarkan teknik hibridisasi DNA.

DNA dapat di isolasi dari darah pasien, yang mengandung DNA virus dan DNA manusia. Jikatelah diketahui virus yang dicari dan jika urutan DNA virus ini sudah tersedia dalam sumber literature maka dapat segera dirancang oligonukleotida pendek (probe) yang dilabeli radioaktif dan akan dapat berhibridisasi dengan DNA virus. Jadi apabila terdapat DNA virus dalam sampel, maka probe akan menempel dan dapat dilihat dengan autoradiografi. Masalah yang dihadapi dengan teknik ini adalah bila level infeksi rendah, hanya terdapat sedikit DNA virus, sehingga sulit dideteksi. Namun masalah ini dapat di atasi dengan adanya teknik PCR. PCR digunakan untuk memperbanyak DNA. Primer PCR dapat dirancang, yang akan memperbanyak potongan DNA virus. Setelah itu produk PCR dihibridisasi menggunakan probe seperti diatas. Diagnosa ini sangat akurat, spesifik dan cepat dibanding teknik tradisional seperti pengkulturan organisme.

3. Diagnosa dan pengobatan penyakit genetik

Penyakit genetik adalah penyakit yang disebabkan karena kerusakan informasi genetik baik tingkat gen maupun tingkat kromosom, dan diturunkan ke generasi berikutnya. Penyakit ini bisa disebabkan karena kerusakan pada banyak gen atau pada satu gen. Prinsip diagnosa berdasarkan teknik hibridisasi dapat digunakan untuk diagnosa penyakit genetik. Misalkan mutasi spesifik diketahui merupakan penyebab dari penyakit tertentu. Seperti penyakit Alzheimer, probe DNA yang dirancang dapat berhibridisasi untuk mendeteksi mutasi tersebut. Sehingga diagnosa genetik dapat dilakukan menggunakan teknik yang sama dengan yang digunakan untuk diagnosa penyakit infeksi. Pengobatannya dapat digunakan dengan terapi gen.

4. Terapi gen dalam pengobatan penyakit genetik

Terapi gen adalah teknik untuk mengoreksi gen-gen yang cacat yang bertanggung jawab terhadap suatu penyakit. Selama ini pendekatan terapi gen yang berkembang adalah menambahkan gen-gen normal ke dalam sel yang mengalami ketidak normalan. Pendekatan lain adalah melenyapkan gen abnormal dengan gen normal dengan melakukan rekombinasi homolog. Pendekatan ketiga adalah mereparasi gen abnormal dengan cara mutasi balik selektif, sedemikian rupa

sehingga akan mengembalikan fungsi normal gen tersebut. Selain pendekatan-pendekatan tersebut, ada pendekatan lain untuk terapi gen, yaitu mengendalikan regulasi ekspresi gen abnormal tersebut. Contohnya pada terapi sel reproduksi dan terapi sel somatic

5. Forensik dengan penggunaan "DNA fingerprinting"

Salah satu yang sudah dipublikasikan secara legal adalah penggunaan "DNA fingerprinting". Teknik ini berdasarkan pada aplikasi RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism) yang berdasarkan yang sama, tapi pasti punya perbedaan pada materi genetiknya (DNA). Perbedaan ini umumnya terjadi pada daerah "bukan pengkode protein". DNA fingerprinting bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan materi genetik, dalam rangka menentukan apakah dua sampel DNA berasal dari orang yang sama atau orang yang berbeda. Teknik ini dapat digunakan untuk membuktikan suatu tindak kriminal. Metoda yang digunakan adalah PCR, RFLP, elektroforesis dan hibridisasi.

Sampel DNA dapat disiapkan dari materi yang ditemukan di lokasi kriminal, seperti darah, semen atau rambut. PCR digunakan untuk mengamplifikasi fragmen DNA spesifik dari tersangka dan korban kejahatan. Produk PCR dipotong dengan enzim restriksi dan dipisahkan dengan gel elektroforesis, diikuti dengan transfer ke membran nitroselulosa dan hibridisasi dengan probe spesifik. Bila sampel DNA dari tersangka dan korban memperlihatkan pita DNA yang sama setelah hibridisasi, maka dengan perhitungan statistik dapat dikatakan bahwa sampel tersebut berasal dari orang yang sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi. (2009), Faktor Lingkungan yang Mempengaruhi Status Gizi, Ketersediaan dan Produksi Pangan. [http:// anianaharani.blogspot.com](http://anianaharani.blogspot.com) diakses pada 17 Pebruari 2011
- Andrews, G, (2010), Buku Ajar Kesehatan Reproduksi Wanita: EGC. Jakarta
- Arisman. (2010), Gizi Dalam Daur Kehidupan: EGC. Jakarta
- Alberts, Bruce; Johnson, A, Lewis, J, Raff, M, Roberts, K & Walter, P (2002). *Molecular Biology of the Cell* (4th ed.). Garland. ISBN 978-0-8153-3218-3. OCLC 145080076 48122761 57023651 69932405
- A.Sigit.Tjahyono,Sp.B,Sp.BTKV(K).detikhealth.com/2009/07/17/penyembuhan-bedah-saesar.html/diakses tanggal, 25-09-2010, jam 15.10 WIB)
- Alimul, Aziz. 2008. Ilmu Kesehatan Anak. Jakarta : Salemba Medika.
- Azhali. (2008). Program Imunisasi. (<http://www.nakita.com>, diakses 16 Maret 2009).
- Baratawidjaja k. 2006. "*Imunologi Dasar edisi VII*". Jakarta : Penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Baziad, Ali. (2010), Waspada! Menopause Dini. <http://m.okezone.com> diakses pada 7 Pebruari 2011
- Baziad, Ali. (2010), Waspada! Menopause Dini. <http://m.okezone.com> diakses pada 7 Pebruari 2011
- Buckle.2007 Mikrobiologi Terapan. Universitas Gajah Mada: Yogyakarta

- Begon, Michael; Townsend, CR & Harper, JL (2005). *Ecology: From Individuals to Ecosystems* (4th ed.). Blackwell Publishing Limited. ISBN 978-1-4051-1117-1. OCLC 57639896 57675855 62131207
- Campbell, Neil (2004). *Biology* (7th ed.). Benjamin-Cummings Publishing Company. ISBN 0-8053-7146-X. OCLC 71890442.
- Janovy, John Jr. (2004). *On Becoming a Biologist* (2nd ed.). Bison Books. ISBN 0-8032-7620-6. OCLC 55138571 56964280
- Depkes RI. 2005. Jadwal Pemberian Imunisasi. (<http://www.depkes.com>, diakses 18 Maret 2009).
- Depkes RI, Ilmu Dasar Keperawatan Depkes RI, Modul Pelatihan Asuhan Persalinan Normal, 2007 .
- Depkes RI, Petunjuk Praktikum Kimia-Mikrobiologi-Parasitologi. Cheap Offers: <http://bit.ly/gadgetsCheapOffers>
- Dinkes Jatim. 2006. Cakupan Imunisasi. (<http://www.dinkesjatim.com>, diakses 16 Maret 2009).
- Dino. 2004. Masalah Imunisasi BGC. (<http://www.nakita.com>, diakses 16 Maret 2009).
- Draft BioCode (2011): Principles and rules regulating the naming of organisms. *Taxon*. 60: 201-212.
- Ernets, Jawetz. 1996. "*Mikrobiologi Kedokteran Edisi 20*". Jakarta : Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Framesti.2010. Dasar-Dasae Mikrobiologi. Jakarta: Jantaran
- Fields S, Johnston M (Mar 2005). "Cell biology. Whither model organism research?". *Science* 307 (5717):18856. doi:10.1126/science.1108872 PMID 15790833.
- Ghaffar, Shabarni , 2007 , Buku Ajar Bioteknologi Molekuler , Unpad Press ; Bandung
- Greuter, W.; Garrity, G.; Hawksworth, D.L.; Jahn, R.; Kirk, P.M.; Knapp, S.; McNeill, J.; Michel, E.; Patterson, D.J.; Pyle, R.; Tindall, B.J. (2011).
- Garna Baratawidjaja Karnen dan Rengganis Iris.2009. "*Imunologi Dasar edisi VIII*". Jakarta : Balai penerbit Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- Hawksworth, D.L. (2011). Introducing the Draft BioCode (2011). *Taxon*. 60(1): 199–200.
- Johnson, George B. (2005). *Biology, Visualizing Life*. Holt, Rinehart, and Winston. ISBN 0-03-016723-X. OCLC 36306648
- Lestari, D. (2010), *Seluk Beluk Menopause: Gara Ilmu*. Jogjakarta
- Markum. 2005. Imunisasi DPT. (<http://www.blogger.com>, diakses 17 Maret 2009).
- Nelson. 2000. Kendala Utama Imunisasi. (<http://www.worpress.com>, diakses 17 Maret 2009).
- Notoatmodjo, S. (2010), *Metodologi Penelitian Kesehatan: Rineka Cipta*. Jakarta
- Prasetyo, In. (2008), Hubungan Status Gizi dengan Kejadian Menopause Dini di Desa Kuncen, Kecamatan Ungaran, Kabupaten Semarang. <http://digilib.unimus.ac.id> diakses pada tanggal 7 Pebruari 2011

- Plezar.2006. Dasar-Dasar-Mikrobiologi. Jakarta : UI Press
- Prawirohardjo, S. (2005), Ilmu Kandungan: Yayasan Bina Pustaka, Jakarta
- Putra ST (Ed). 1999. "Biologi Molekuler Kedokteran edisi I". Surabaya : Airlangga Univercity Press.
- Purwastyastuti. (2008). Menopause Dini. <http://mimi-breastfriend.blogspot.com> diakses pada 17 Pebruari 2011
- Rohan,H, Hasdianah Imunologi Dasar, 2012 Nuha Medika Yoyakarta
- Suriawiria. 2005. Pengantar Mikrobiologi. Jogjakarta: UGM Press(2009), Kehidupan Seksual Wanita Saat Memasuki Usia Menopause. <http://psks.lppm.uns.ac.id> diakses pada 17 Pebruari 2011
- Sugiyono. (2007), Statistika Untuk Penelitian: Alfabeta. Bandung
- Signaterdadie's,2009.Desinfektan.(Online),(<http://www.signaterdadie's.com/2009/10/04/desinfektan.html>./diakses tanggal, 20-10-2010, jam 19.30 WIB)
- Staf Pengajar Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 1994. "Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran Edisi Revisi". Jakarta : Penerbit Binarupa Aksara.
- Tim Dosen Kimia Universitas Hasanuddin. 2013. *Kimia Dasar 1*. Bagian Kimia UPT Mata Kuliah Umum Universitas Hasanuddin. Makassar. Slamet Prawirahartono. 2004. "Sains Biologi". Jakarta : Bumi Aksara.
- Tryana, S.T. 2008. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Malang: Djambatan.
- Tjahyono, Sigit A, 2009. Penyembuhan Bedah Caesar. (Online), (<http://www.DrSignaterdadie's>,2009. Desinfektan. (Online), (<http://www.signaterdadie's.com/2009/10/04/desinfektan.html>./diakses tanggal, 20-10-2010,
- Tobin, Allan; Dusheck, Jennie (2005). *Asking About Life* (3rd ed.). Belmont, CA: Wadsworth. ISBN 0-534-40653-X.
- Varney, H. (2007), Buku Ajar Asuhan Kebidanan: EGC. Jakarta.
- Waluyo, lud. 2004. Mikrobiologi Umum. UMM Press. Malang.

Sumber Internet :

Cell (biology) ([https://en.wikipedia.org/wiki/Cell_\(biology\)\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Cell_(biology)))
<http://hedisasrawan.blogspot.co.id/2015/07/struktur-sel-artikel-lengkap.html>
<http://gejalapenyakitmu.blogspot.com/2013/06/pengertian-dan-gejala-menopause-serta.html>
<http://dr-suparyanto.blogspot.co.id/2011/04/konsep-menopause.html>
<https://id.wikipedia.org/wiki/Biologi> , diakses 26 Oktober,2016).
wonderfulmidwife.blogspot.com/2013/04/definisi-bidan-dan-filosofi-dalam.html
<http://labbiomol.blogspot.co.id/2012/12/v-behaviorurldefaultvml.o.html>,diakses tanggal 27 Januari,2018
Rizky.2008.<http://ngecatbakteri.makulrizki.blogspot.com/2008/02/materi-kuliah.html>. Diakses tanggal 24 Nopember 2010
Fizahazny. 2008.[http://wordpress.com/Pengantar Temtamg Bakteri.html](http://wordpress.com/Pengantar-Temtamg-Bakteri.html). Diakses tanggal 25 Nopember 2010
<http://dr-suparyanto.blogspot.co.id/2011/06/konsep-imunisasi.html>.
Anonymous. 2008.[http://.id Wikipedia. Org/wiki.pewarnaan, gram](http://id.wikipedia.org/wiki/pewarnaan_gram).
Anonymous: // makalh dan skripsi. [blogspot.com/2010/26 pewarnaan. Html](http://blogspot.com/2010/26/pewarnaan.html) pewarnaan
<http://www.yuksinau.com/2016/02/struktur-fungsi-organel-organel-sel.html>(diakses 12 Januari,2017).
<http://meetabied.blogspot.com/2010/03/sterilisasi-desinfeksi-aseptik-dan.html>(diakses,10 Januari,2017).
<https://id.wikipedia.org/wiki/Biomolekul>(diakses 27 Januari,2017).
<http://andellaforester.blogspot.co.id/2014/04/dasar-biomolekuler.html>(siakses ,1 Pebruari,2017).
<http://4sinaps.blogspot.co.id/2011/12/biologi-molekuler-blok-2-biomedik-1.html>,diakses,1 Pebruari,2017).
<http://fungirlll.blogspot.co.id/2014/05/konsep-dasar-imunologi.html>

GLOSARIUM

Dinding sel adalah lapisan kaku dan kuat di luar membran sel yang mengelilingi beberapa jenis sel

Jaringan adalah sekumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama. Jaringan-jaringan yang berbeda dapat bekerja sama untuk suatu fungsi fisiologi yang sama membentuk organ

Ribosom adalah organel kecil, padat, dan tidak bermembran namun berperan penting sebagai tempat sintesis protein

Transkripsi (bahasa Inggris: transcription) dalam genetika adalah pembuatan RNA dengan menyalin sebagian berkas DNA

Sel adalah unit struktural dan fungsional terkecil penyusun Mahluk Hidup

CURRICULUM VITAE

I. Data Pribadi

Nama	Dr. Yuly Peristiwati, S.Kep, Ns,M.Kes
NIK/NIDN	130705024 / 0706077601
Tempat dan tanggal lahir	Kediri, 6 Juli 1976
Pekerjaan	Staf Pengajar Program Studi Ilmu Keperawatan STIKes Surya Mitra Husada Kediri
Jabatan Fungsional	Lektor
Alamat Rumah	Jl. KH. Wakid Hasyim Gg III/06 Bandar Lor Kedri
Nomor Telepon/Fax/HP	0354 684422/085707546908
Alamat kantor	Jl. Manila Sumperece no. 37 Kediri
Nomor Telepon/Fax	0354 7009713 / 0354 695130
Alamat Email	yulystikes@gmail.com
Suami	Dr. Hariyono.,SKM.,MSc
	1. Muhammad Yuda Pratama Airlangga 2. Muhammad Roihan Mahesa Putra 3. Salsabilla Septiana Azahra

II. Riwayat Pendidikan

Tahun Masuk	Jenjang	Nama Institusi Pendidikan
1983 – 1989	SD	SDN Semampir IV Kediri
1989 – 1992	SLTP	SMPN 1 Kediri
1992 – 1995	SLTA	SMAN 2 Kediri
1995 – 1998	DIII Keperawatan	Akademi Keperawatan Darul ‘Ulum Jombang
1999 – 2002	S1	Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Kedokteran Universitas Ailangga
2007 – 2009	S2	Program Megister Ilmu Biomedik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya
2010 – 2016	S3	Program Doktor Ilmu Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya

III. Pengalaman Penelitian dalam 5 tahun Terakhir

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
1	2012	Regulasi Catechins green tea GMB-4 dalam menghambat NADPH dan Peningkatan kadar Nitric Oxide (NO) pada kultur Human Umbilical Vein Endothelial Cells (HUVEC) yang mwngalami stes oksidasi	Hibah Bersaing DIKTI
2	2013	Evaluasi pemberantasan Deman berdarah dengue dan identifikasi Type Virus Dengue dengan metode Spasial Geographic Information System (GIS) di Kota Kediri	Hibah Dosen Pemula DIKTI
3	2014	Identivikasi Faktor yang mempengaruhi EPCHoming secara invitro pada kultur HUVEC yang di papar supernatan EPC dengan perlakuan High Glikosa	Hibah Disertasi Doktor DIKTI

No	Tahun	Judul Penelitian	Sumber Dana
4	2014	Identifikasi Perembangbiakan Bakteri pada pasien yang terpasang ETT sebagai penyebab terjadinya VAP di ruang ICU	Hibah Dosen Pemula DIKTI
5	2015	Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun pepaya (Carica papaya linn) terhadap aktivitas proliferasi sel dan apoptosis pada kanker servik mencit C3H	Hibah Bersaing DIKTI tahun Pertama
6	2015	Pengaruh pemberin cognitive support dan ESQ terhadap perubahan perilaku seksual dan status Imunologis penderita HIV/AIDS	Hibah AINEC
7	2016	Pengaruh Pemberian Ekstrak Daun pepaya (Carica papaya linn) terhadap aktivitas proliferasi sel dan apoptosis pada kanker servik mencit C3H	Hibah Bersaing DIKTI tahun II

IV. Pengalaman Penulisan Artikel Dalam Jurnal Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomer/ Tahun	Nama Jurnal
1	Kemampuan whole cell helicobacter pylori dalam menginduksi degradasi kolagen tipe IV melalui peningkatan aktivitas makrofag	2010	Jurnal Kedokteran Brawijaya, 2010
2	Pengaruh pemberia sari Lidah Buaya (Aloe Vera) terhadap Penurunan kadar gula darah acak pada Penderita diabetes Millitus	2013	Jurnal STRADA ISSN 2252-3847 Vol 2 No.1
3	The effects of catechin isolated from green tea GMB-4 on NADPH and nitric oxide levels in endothelial cells exposed to high glucose	2015	Journal of Intercultural Ethnopharmacology, 2015, 4(2): 114-117

No	Judul Artikel Ilmiah	Volume/Nomer/ Tahun	Nama Jurnal
4	Pengaruh Pemberian Cognitive Support Terhadap Peningkatan Kadar CD4 Pada Pasien HIV Di Kota Kediri	2015	Jurnal Ners Volume 10 Nomor 1 edisi April 2015
5	Antidiabetic Activity of GMB-4 Green Tea Catechins in Rats Developing Type 2 Diabetes Mellitus Mice with Insulin Resistance	2015	International Journal of Academic Research Vol. 7, No. 3, 2015
6	A HeLa Cell-Implanted Mouse Model of Cervical Cancer	2015	Journal of Applied Environmental and Biological Sciences 5 (12) 79-82, 2015
7	Identification of factors that may Affect Endothelial Progenitor Cells(EPC) Homing with Treatment of High Glucose	2016	Journal of Applied Environmental and Biological Sciences 6(4)63-70, 2016
8	Effect of Papaya Leaf Extract on Cell Proliferation and Apoptosis Activities in Cervical Cancer Mice Model	2016	Journal of Applied Environmental and BiologicalSciences 6(9): 78-83, 2016

V. Pengalaman Presentasi Oral dalam Seminar Ilmiah 5 Tahun Terakhir

Tahun	Judul	Penyelenggara	Tempat dan Waktu
2012	Effect of Extract ciplukan (<i>Physalis angulata</i>) on proinflammatory sytokine TNF α and level leucocytes in wistar strain male rate with Rhematoid Arthritis. Prosiding ISSN 2301-4784	Peserta oral Presentation International NursingConference STIKes Karya Hudasa Kediri	Lotus Hotel Kediri, 7-8 Juni 2012

Tahun	Judul	Penyelenggara	Tempat dan Waktu
2014	Identification of bacterial Proliferation in Patient with Endotracheal Tube (ETT) as the cause of Ventilator-Associated Pneumonia (VAP) at the ICU of Mardi Waluyo region Hospital Blitar. Prosiding ISBN : 978-602-19251-3-3	Peserta oral Presentation International : Annual Meeting of the association of Indonesian Nurse Education Center (AINEC) and International Seminar AIPNI	Pontianak , 13-15 Nopember 2014
2014	The provision of Cognitive Support on the Increased Levels of CD4 in People Living with HIV in Kediri City	Oral Presentation International : Annual Meeting of the association of Indonesian Nurse Education Center (AINEC) and International Seminar AIPNI	Pontianak , 13-15 Nopember 2014
2014	The effect of Catechins isolated from green tea GMB-4 on enhancing the mobilization Endothelial Progenitor Cells (EPC) Through activation of Stromal Cell-Derived Factor-1 (SDF-1 α) and Nitric Oxide (NO) on Endothelial Dysfunction Diabetes mellitus Type II"	International Conference on Advance Molecular Bioscience and Biomedical Engineering (ICAMBBE) Laboratorium Bioscience Universitas Brawijaya	Malang, Hotel Ariya Gajayana. 12-13 September 2014

VI. Pengalaman Penulisan Buku Dalam 5 Tahun Terakhir

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
1	Panduan Praktik Laboratorium Pemeriksaan Fisik Keperawatan	2011	48	CV. Eskarno Kediri
2	Panduan Praktik Laboratorium Keperawatan Kebutuhan Dasar Manusia dan Keperawatan Medikal Bedah	2011	89	CV. Masoelom Kediri

No	Judul Buku	Tahun	Jumlah Halaman	Penerbit
3	Panduan Penulisan Skripsi Kualitatif dan Kuantitatif	2011	68	CV. Masoelom Kediri
4	Imunologi Diagnosis dan Tehnik Biologi Molekuler	2014	224	Nuha Medika ISBN : 978-602-1547-32-8
5	Panduan Praktik Laboratorium Keperawatan Kebutuhan Dasar Manusia dan Keperawatan Medikal Bedah	2011	89	CV. Masoelom Kediri

INDEKS

A

Alkohol 97, 102, 128

anatomi 1, 4

antibodi 25, 105, 134, 136, 139, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 155, 161, 165

antigen 81, 105, 106, 107, 133, 134, 135, 136, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146

astrobiologi 4

atom 90, 150, 151, 152, 154, 158, 159

B

bakteri 6, 10, 12, 31, 32, 65, 71, 77, 81, 82, 87, 89, 93, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 107, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 134, 135, 136, 138, 142, 143, 146, 147, 156, 163, 170

biokimia 4, 31, 149, 153, 162

biologi ii, 1, 2, 3, 4, 6, 15, 57, 76, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 149, 153, 159, 161, 162, 163, 164, 170

bioteknologi 4, 72, 156

C

cahaya 4, 58, 60, 61, 66, 75, 78, 79, 80, 82

D

diagnosis 72, 102

diferensiasi 1, 31, 71, 161

DNA 8, 10, 11, 12, 14, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 47, 48, 49, 50, 63,

64, 65, 69, 71, 72, 87, 88, 90, 91, 92, 96, 101, 102, 125, 136, 149, 150, 153, 154, 156, 157, 158, 159, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 171

E

elektron 4, 49, 55, 78, 79, 90, 154
embrio 1, 2, 24, 26, 91, 92
embriogenesis 1, 2
Embriologi 1
enzim 2, 11, 12, 30, 31, 32, 33, 37, 43, 57, 58, 63, 65, 67, 86, 90, 141, 149, 150, 151, 154, 155, 156, 157, 158, 161, 162, 166
epitel 2, 16, 17
evolusi 3, 4, 71, 86, 87, 93, 94, 96, 101

F

farmakologi 162
fingerprinting 164, 166
fisiologi 1, 4, 15, 162, 171

G

gen 2, 3, 8, 10, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 64, 72, 86, 87, 91, 156, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166
genetik 12, 29, 31, 64, 65, 69, 87, 91, 93, 144, 150, 153, 156, 160, 162, 164, 165, 166
Genetika 86, 87, 149, 153, 154, 161
gula 64, 88, 150, 152, 157, 175

I

impantasi 92
imunisasi 103, 105, 106, 170
imunologi 106, 134, 136, 137, 138, 162, 170
infeksi 10, 32, 95, 96, 101, 102, 103, 106, 107, 124, 125, 133, 134, 135, 136, 138, 141, 142, 143, 147, 156, 164, 165
Ion 97, 102

J

jaringan 1, 3, 5, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 71, 73, 81, 96, 102, 107, 124, 130, 134, 138, 141, 143, 144, 145, 146, 147, 163, 171

K

Klomoplas 60
kloroplas 12, 23, 60, 82, 88
kromosom 1, 12, 49, 59, 63, 64, 65, 69, 71, 72, 88, 150, 153, 165
kuman 2, 76, 99, 115, 124, 133, 135, 136, 137, 140, 142, 143

L

laboratorium 65, 76, 81, 86, 92, 99, 100, 101, 113, 115, 116, 117
larva 2
Lekoplas 60
lensa 16, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 97, 98

M

makhluk hidup 3, 4, 10, 64, 71, 85, 86, 150, 154, 156
medis 1, 72, 100, 116
Mekanisme v, vi, 2, 4, 44, 96, 97, 145
mikrobiologi 4, 95, 96, 97, 100, 101, 102, 109, 136, 162
mikroskop 4, 13, 49, 55, 58, 60, 61, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 97, 98, 99, 163
molekul 1, 2, 3, 4, 8, 9, 31, 32, 33, 37, 38, 39, 40, 47, 49, 50, 53, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 86, 89, 90,
134, 139, 141, 144, 149, 150, 152, 153, 154, 155, 156, 158, 160, 162, 163
molekuler 3, 4, 68, 71, 87, 94, 96, 101, 134, 149, 153, 159, 160, 161, 162, 164, 170
monoklonal 164
morfologi 4, 81, 83

N

Natural
neuron 2, 19, 20, 21, 22
nukleus 2, 12, 19, 30, 63, 65

O

organ 1, 3, 5, 10, 15, 16, 18, 19, 21, 23, 27, 59, 71, 88, 92, 134, 135, 138, 140, 147, 164, 171
Organel 5, 8, 10, 54, 55, 58, 62
organisasi 6, 31, 68, 85, 86, 89, 160
organisme 1, 2, 3, 4, 6, 7, 12, 15, 31, 33, 64, 69, 71, 76, 77, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 91, 93, 95, 99,
134, 135, 136, 138, 147, 154, 156, 157, 160, 161, 162, 163, 165
otot 2, 17, 18, 19, 22, 25, 62, 73, 144

P

Panas 90, 97, 102
parasitologi 162
partikel 56, 112
patologi 162
penyakit 15, 72, 99, 102, 103, 105, 106, 130, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 142, 143, 145, 146, 147,
156, 160, 162, 164, 165
plasma 2, 15, 18, 54, 66, 67, 68, 71, 107, 138, 140, 141, 143, 147
pori-pori 82
protein 2, 8, 9, 10, 11, 12, 18, 23, 30, 31, 36, 41, 47, 48, 50, 53, 55, 56, 57, 60, 62, 63, 64, 65, 66,
67, 68, 71, 86, 87, 90, 91, 96, 102, 127, 128, 129, 136, 139, 140, 141, 146, 149, 150, 151,
153, 154, 155, 156, 161, 162, 163, 164, 166, 171

R

