

ASAM NUKLEAT, RIBOSOM DAN SINTESIS PROTEIN

A. ASAM NUKLEAT

Abad ke 20 Albrecht Kossel menemukan asam nukleat mengandung karbohidrat, asam dan basa. Paul Fisher bahwa basa yang terdapat pada asam nukleat merupakan turunan dari pirimidin dan purin. Sedangkan Lavene (Rusia mengidentifikasi bahwa KH (gula) yang terdapat dalam asam nukleat adalah ribosa dan deoksiribosa. Selain itu Lavene juga berpendapat bahwa pospor yang terdapat dalam asam nukleat adalah gugusan pospat yang berfungsi mengikat molekul gula dan molekul pirimidin atau purin secara kovalen.

Asam nukleat terdiri dari tiga komponen, yaitu basa nitrogen, gula pentosa dan gugusan pospat. Basa nitrogen merupakan derivat molekul pirimidin dan molekul purin yang strukturnya lingkaran. Gula pentosa berupa ribosa atau deoksiribosa. Gugusan pospat yaitu mengikat mol basa nitrogen dengan gula pentosa.

Basa pirimidin ada tiga jenis, yaitu sitosin, timin dan urasil. Sedangkan basa purin ada dua jenis, yaitu adenin dan guanin (lihat Gambar 5). Gula pentosa ada dua yaitu ribosa dan deoksiribosa dengan perbedalian pada ribosa ada kelebihan 1 atom oksigen (O) (lihat Gambar 6). Gugusan pospat pada asam nukleat bersifat asam karena melepas ion H^+ sehingga dalam keadaan ion negatif. Persenyawaan gula pentosa dengan basa purin atau pirimidin disebut nukleosida. Derivat pirimidin diberi nama dengan akhiran -idin, sedangkan derivat purin diberi akhiran -osin dengan diberi awalan -deoksi (tabel 14).

Persenyawaan gula pentosa, basa pirimidin/purin dan asam pospat disebut nukleotida dengan diberi nama akhiran -ilat dan awalan doksi (tabel 15).

Tabel 14. Nukleosida

Jenis Basa Nitrogen	Gula Ribosa	Gula Deoksiribosa
Pirimidin		
Timin	Timidin	Deoksitimidin
Sitosin	Sitidin	Deoksisitidin
Purin		

Adenin	Adenosin	Deoksiadenosin
Guani	Guanosin	Deoksiguanosin

Nukleotida dapat berupa Adenosin Diphosphat (ADP) dan Adenosin Tri Phosphat (ATP) (Lihat Gambar 7). Selain ATP dalam sel juga terdapat UTP, STP, GTP, d-ATP, d-TTP, d-STP dan d-GTP.

Tabel 15. Nukleotida

Jenis Basa Nitrogen	Gula Ribosa	Gula Deoksiribosa
Pirimidin Timin Sitosin Urasil	Timidilat Sitidilat Uridilat	Deoksi Timidilat Deoksi Sitidilat
Purin Adenin Guanin	Adenilat Guanilat	Deoksi Adenilat Deoksi Guanilat

Asam nukleat adalah makro molekul yang terdiri dari polimer nukleotida. Asam nukleat ada dua, yaitu asam Deoksiribonukleat (ADN) atau DNA dan asam Ribonukleat (ARN) atau RNA. Terdapatnya ADN terutama di dalam nukleus, mitokondria dan kloroplas, sedangkan ARN di dalam sitoplasma, nukleolus dan kromosom. ADN merupakan pembawa informasi genetik (materi genetik). ARN berfungsi dalam sintesis protein.

Struktur DNA

James Watson dan Francis Crick (1953) mengusulkan struktur DNA adalah suatu heliks ganda (heliks kembar/double helix). Erwin Chargaff (1949-1953) memisahkan basa-basa DNA berbagai organisme dan memberikan kesimpulan:

1. Dalam setiap molekul DNA jumlah Adenin (A) sama dengan jumlah Timin (T) dan jumlah Guanin (G) selalu sama dengan jumlah Sitosin (S).
2. Jumlah purin selalu sama dengan jumlah pirimidin ($A+G = T+S$).

3. Perbandingan A+T dengan G-S (AT: GS) pada tiap sel tubuh organisme yang berlainan spesies sangat bervariasi.

Pada tahun 1953 Rosalin Franklin dan Maurice Wilkins dengan sinar X pada pengamatan serat DNA menunjukkan struktur DNA berupa helix (Gambar 60). Oleh Watson – Crick struktur DNA diusulkan:

1. Setiap molekul DNA terdiri dari dua rantai poli nukleotida (heliks ganda) yang mengelilingi sumbu pusat seperti lilitan. Lilitan tersebut bersifat plektonik yang artinya hanya dapat dipisahkan sempurna dengan cara menguraikan (unwinding) lilitannya.
2. Kedua utas DNA bersifat anti paralel, artinya kedua utas DNA mempunyai ikatan ester pospat pada atom C nomor (5¹) dan atom C nomor (3¹) dengan arah yang berlawanan.
3. Basa-basa pada kedua utas berstruktur datar (planar) yang terletak tegak lurus pada sumbu. Rantai bagian luar terdiri dari deoksiribosa dan pospat.
4. Basa-basa nitrogen pada utas yang berlawanan berpasangan satu sama lain akibat dari pembentukan ikatan hidrogen (pasangan A-T dan G-C). Hubungan A-T dilaksanakan dua ikatan hidrogen, sedangkan S-G oleh tiga ikatan hidrogen.
5. Urutan nukleotida pada rantai dalam mol AND yang satu tidak dapat ditentukan, tetapi harus komplementer dengan urutan nukleotida pada rantai pasangannya.

Misal: Rantai I (5¹) T – G – S – A – G – T – A – T – T – G (3¹)

II III III II III II II II II III

Rantai II (3¹) A – S – G – T – S – A – T – A – A – S (5¹)

6. Satu putaran lengkap nukleus ganda panjangnya 34 angstrom dengan jarak antara dua monomer nukleotida 3,4 angstrom, maka setiap putaran terdiri dari 10 nukleotida (10 basa).



Gambar 60. Struktur mol ADN.

Denaturasi dan Renaturasi Molekul ADN

Molekul ADN berbentuk helik ganda yang dipertahankan oleh ikatan hidrogen yang sifatnya lemah dan mudah dipisahkan. Apabila larutan mengandung molekul ADN dipanaskan (ditambah alkali yang kuat), maka ikatan hidrogen akan putus dan rantai heliks terlepas atau disebut *Denaturasi ADN*. Bila larutan dinetralkan atau didinginkan maka pasangan basa nitrogen terbentuk lagi dan heliks ganda terbentuk kembali (Renaturasi ADN).

Reproduksi Asam Nukleat

Asam Nukleat bereproduksi dengan cara yaitu replikasi dan transkripsi. Kedua proses ini digunakan satu utasan asam nukleat sebagai modelnya. Perbanyakan satu molekul asam nukleat dengan proses replikasi dilakukan dengan menggunakan

dirinya sebagai molekul cetakan, misalnya dalam perbanyakan satu molekul DNA, maka mol DNA tersebut yang digunakan sebagai modelnya dan juga bila mol RNA maka yang digunakan modelnya adalah mol RNA tersebut. Terdapat perbedaan dalam proses transkripsi misalnya dalam pembentukan DNA maka RNA yang digunakan sebagai modelnya. Sebaliknya dalam pembentukan RNA maka DNA sebagai model cetaknya. Untuk membedakan arah transkripsi maka transkripsi digunakan untuk menunjukkan pembentukan RNA dengan DNA sebagai modelnya dan transkripsi balik bila RNA digunakan sebagai model untuk membentuk DNA.

Proses replikasi dan transkripsi balik digunakan untuk memperbanyak bahan genetik/genom organisme, sedangkan transkripsi digunakan dalam ekspresi gen.

akan ditemukan berbagai fragmen yang disebut *fragmen Okazaki* sesuai dengan nama penemunya Reiji Okazaki (1969).

Pentingnya Renaturasi ADN Mol dalam Biologi Molekuler :

Banyaknya molekul ADN (Genom) memerlukan renaturasi yang lebih lama daripada yang sedikit genom. Misal pada anak sapi lebih banyak daripada *E.Coli*. Rantai ADN tunggal dapat membentuk hibrid dengan rantai ADN untuk yang berasal dari spesies lain (makin dekat kekerabatannya makin banyak persamaan mol ADNnya dan kemungkinan hibridnya lebih banyak). Rantai ADN tunggal dapat membentuk hibrid dengan rantai ARN yang nukleotidanya bersifat komplementer, misalnya Adenin (A) pada mol ADN dihubungkan dengan Urasil (U) pada mol ARN dengan ikatan hidrogen.

Ribo Nukleic Acid (RNA) = Asam Ribo Nukleat (ARN)

Struktur RNA sama seperti DNA, bedanya pada mol RNA gula pentosanya berupa ribosa dan timin diganti urasil. Molekul RNA ada tiga jenis yaitu :

1. m RNA = Messenger RNA (atau ARN-d / ARN duta), membawa informasi genetik ke ribosom dalam bentuk kodon u / merinci urutan asam amino dalam rantai polipeptida yang akan dibentuk.
2. T-RNA = Transfer RNA (ARN pemindah ARN-p), yaitu mengidentifikasi asam amino sesuai informasi genetik yang dibawa oleh mRNA dan mengangkut (memindahkan) ke ribosom.
3. r-RNA = Ribosomal RNA (ARN-r = ARN ribosom), yaitu unit ribosom dan sebagai tempat berlangsungnya sintesis protein.

A. RIBOSOM

Ribosom merupakan struktur multi molekul (organel tak bermembran) yang berfungsi sebagai tempat untuk sintesis protein. Ukuran ribosom dengan garis tengah 150-200 Å.

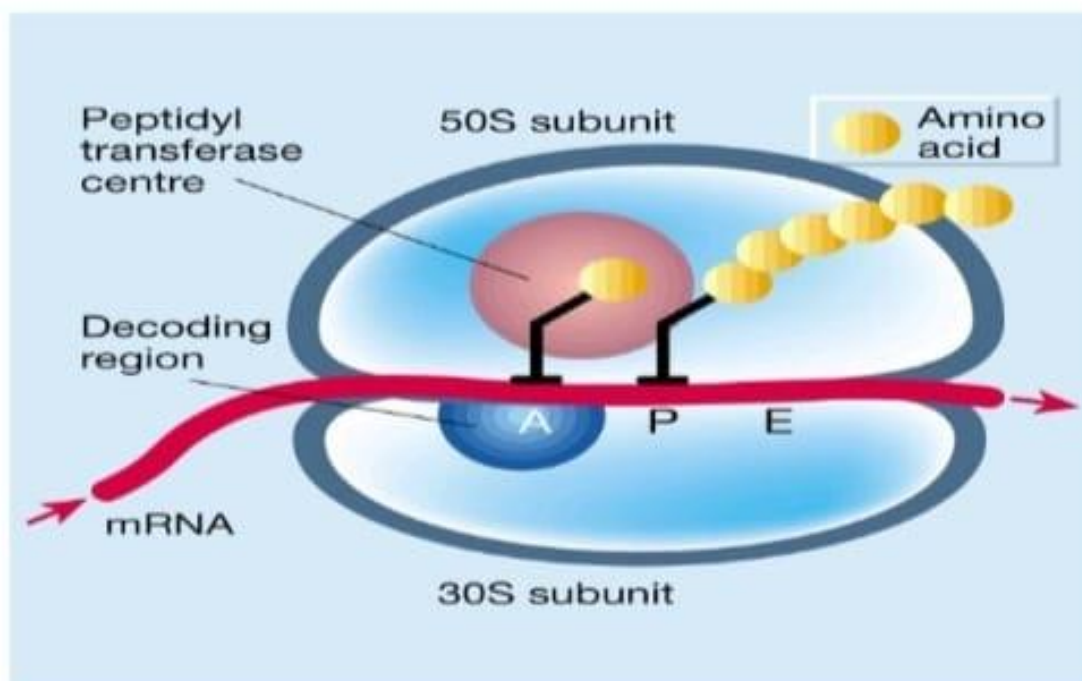
Ribosom terdapat pada sel prokariot dan sel eukariotik. Pada sel prokariotik, ribosom terdapat bebas didalam sitoplasma, sedangkan pada sel eukariotik terdapat pada sitosol, matrik mitokondria, stroma kloroplas dan menempel pada permukaan selaput Retikulum Endoplasma (RE). RE dan ribosom membentuk REG atau ergastoplasma, serta sering membentuk polisom.

Ribosom sel-sel prokariota mempunyai masa molekul 2.520.000 dalton, sedangkan sel-sel eukariota berkisar 4.220.000 dalton. Ukuran ribosom ditentukan

dengan koefisien sedimentasi (pengendapan). Koefisien sedimentasi dinyatakan dengan S atau kesatuan (unit) Sved berg. Penamaan ini sesuai dengan penemu Ultracentrifuge oleh Svedberg. Ribosom prokariota mempunyai ukuran 70S atau koefisien sedimentasi 70S, sedangkan pada eukariota berukuran 80S (Gambar 62).

Ribosom 70S terdiri dari dua sub unit, yaitu 50S dan 30S. Sub unit 50S lebih besar, bentuk seperti kubah, ukuran kira-kira 160 Å sampai dengan 180 Å, sedangkan sub unit 30S lebih kecil berbentuk seperti topi. Ribosom 80S terdiri dari dua sub unit, yaitu 60S dan 40S. Sub unit 60S berbentuk seperti kubah dan sub unit 40S berbentuk seperti topi.

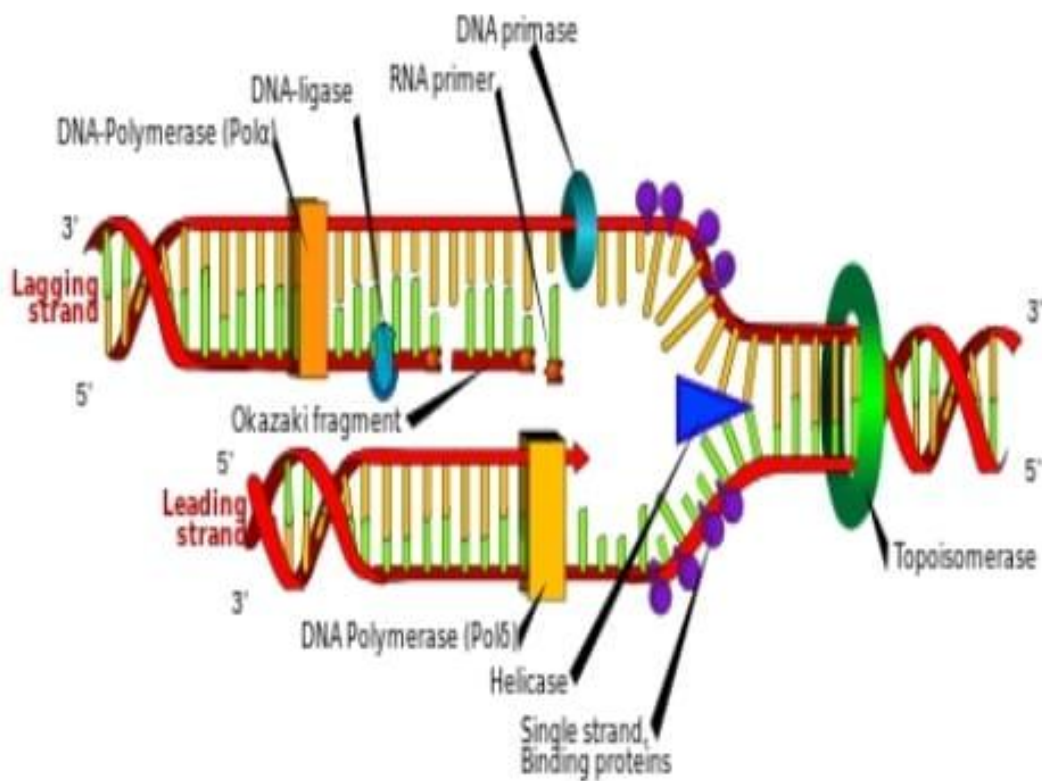
Ribosom 60S menempel pada membran RE dan membran inti. Antara kedua sub unit saling menjadi satu kesatuan oleh pengaruh ion Mg.



Sintesis DNA

Molekul nukleotida dalam keadaan bebas berbentuk nukleosida-trifosfat. Arthur Kornberg (1950) menemukan enzim DNA-polimerase yang bekerja sebagai biokatalisator dalam replikasi dan penyusunan molekul DNA. Enzim DNA – polimerase hanya dapat menambahkan nukleotida pada gugusan OH atau atom C nomor (3^1) pada "primer" yang sudah ada sehingga sintesis berjalan ke arah $5^1 - 3^1$.

Proses sintesis DNA, dua nukleotida digabungkan satu dengan yang lain dengan cara merangkaikan karbon gula ke- 5 (C5) yang mengandung fosfat dari satu nukleotida kepada karbon gula ketiga (C3) yang mengandung OH dari nukleotida lain, membentuk ikatan 5-3 fosfodiester. Secara logika ditambahkan pada ujung 3^1 OH (pertumbuhan 5-3) atau ditambahkan ujung 5^1 p (pertumbuhan 3-5) (Gambar 61).



- DNA girase : Menguraikan super heliks
 DNA helikase : Menguraikan pilinan heliks ganda
 SSB : Menstabilkan utasan tunggal

Gambar 61. Sintesis DNA

Replikasi DNA

Replikasi ada dua, yaitu pertama: penguraian heliks ganda menjadi utasan tunggal dan membentuk percabangan replikasi, kedua : sintesis rantai baru dengan menggunakan utasan tunggal sebagai model yang sekaligus menjadikan utasan tunggal tersebut menjadi heliks ganda. Berdasarkan antiparalel dari utas heliks ganda DNA, maka pada percabangan replikasi ada cabang yang berbeda ujungnya, yaitu 3' OH dan ujung 5' P. Sintesis DNA dari ujung 5' P ke ujung 3' OH, sehingga pada percabangan replikasi akan terdapat dua pola sintesis DNA baru, yaitu pada cabang ujung 3' OH dari bagian ujung ke arah pangkal percabangan, sedangkan cabang 5' P pada pangkal percabangan bergerak ke arah ujung.

Cabang yang berujung 3' OH disebut cabang "leading" sedangkan ujung 5' P disebut cabang "lagging". Pada utas lagging sintesis berjalan secara diskontinue dan