



MODUL
Biologi Molekuler
(FBM 111)

Materi 8
Komponen Materi Genetik

Disusun Oleh
Trisia Lusiana Amir, S.Pd., M. Biomed

UNIVERSITAS ESA UNGGUL
2018

Komponen Materi Genetik

A. Pendahuluan

Setiap makhluk hidup tersusun oleh unit struktural dan fungsional terkecil yang disebut dengan sel. Struktur umum sel pada makhluk hidup terdiri atas membran sel sebagai pelindung bagian dalam sel, sitoplasma sebagai tempat terjadinya reaksi metabolisme sel dan inti sel (nukleus) sebagai pengendali seluruh aktivitas sel. Hal yang paling penting dari tiap sel adalah adanya materi genetik, sehingga antara satu sel dengan sel lainnya memiliki karakteristik yang berbeda. Komponen materi genetik secara umum dikenal juga dengan istilah asam nukleat berupa: *deoxyribonucleic acid* (DNA) dan *Ribonucleic acid* (RNA).

Komponen materi genetik yang ada pada tiap sel ini berperan dalam mengendalikan perkembangan sifat biokimiawi, anatomis, fisiologis dan sifat/ karakter suatu makhluk hidup. Begitu krusialnya peranan dari materi genetik ini mengakibatkan materi genetik tersebut, terutama DNA dikemas sedemikian rupa di dalam inti sel dengan sangat rapi membentuk suatu kromosom. Selain DNA, komponen materi genetik lainnya dapat berupa RNA yang dapat ditemukan di inti sel atau di sitoplasma yang juga berperan dalam proses sintesis protein. Bagian dari DNA yang mengandung suatu sifat/ karakter dan diekspresikan disebut sebagai gen yang apabila tereksresi melalui transkripsi dan translasi akan membentuk suatu protein atau fenotip (sifat yang tampak) pada makhluk hidup.

B. Kompetensi Dasar

Mahasiswa mampu mengenali komponen materi genetik dengan benar dan tepat

C. Kemampuan Akhir yang Diharapkan

Pada akhir pembelajaran ini, diharapkan mahasiswa mampu:

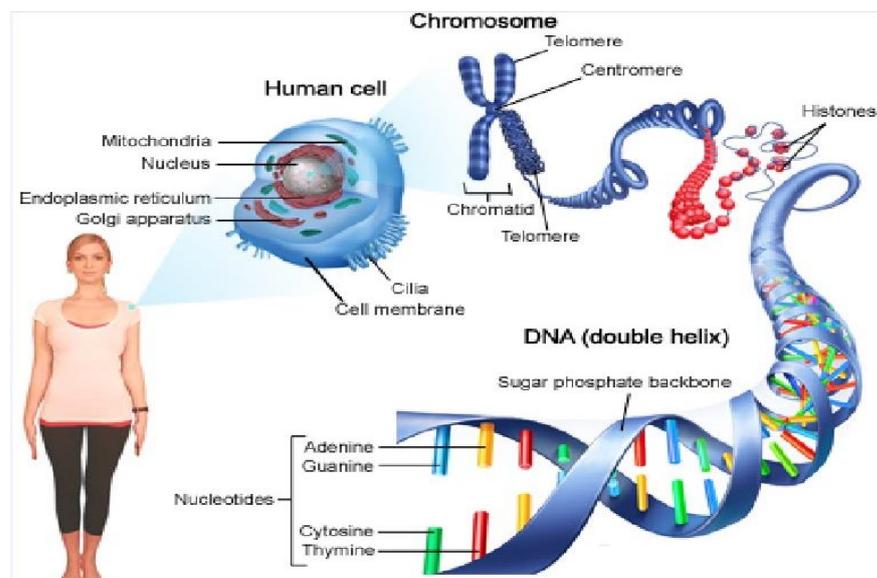
- Menyebutkan definisi/ pengertian gen, DNA dan kromosom dengan benar dan tepat
- Menjelaskan hubungan antara gen, DNA dan kromosom dengan benar dan tepat
- Menyebutkan komponen materi genetik dengan benar dan tepat
- Mendeskripsikan struktur DNA dan RNA dengan benar dan tepat
- Menjelaskan pengemasan DNA dalam inti sel dengan benar dan tepat
- Menyebutkan tipe-tipe RNA dengan benar dan tepat

D. Uraian Materi

1. Struktur Sel dan Kromosom

Unit struktural dan fungsional terkecil pada makhluk hidup disebut dengan sel. Kumpulan sel yang memiliki bentuk dan fungsi yang sama disebut jaringan. Kumpulan jaringan akan membentuk organ dan kumpulan beberapa organ dalam menjalankan fungsi fisiologi tubuh disebut sistem organ. Selanjutnya kumpulan dari semua sistem organ akan membentuk suatu individu/ organisme utuh.

Sel sebagai unit fungsional terkecil menyimpan informasi genetik di dalam inti selnya. Informasi genetik tersebut dikemas dalam bentuk kromosom. Kromosom ini merupakan gabungan untai DNA dan protein histon. DNA inilah yang menyimpan informasi genetik/ sifat yang nantinya dapat diteruskan ke generasi selanjutnya. Setiap DNA tersusun oleh nukleotida yang terdiri atas gula, fosfat dan basa nitrogen (adenin, guanin, sitosin dan timin). Hubungan antara sel, kromosom dan DNA pada manusia dapat dilihat pada Gambar 1 berikut:

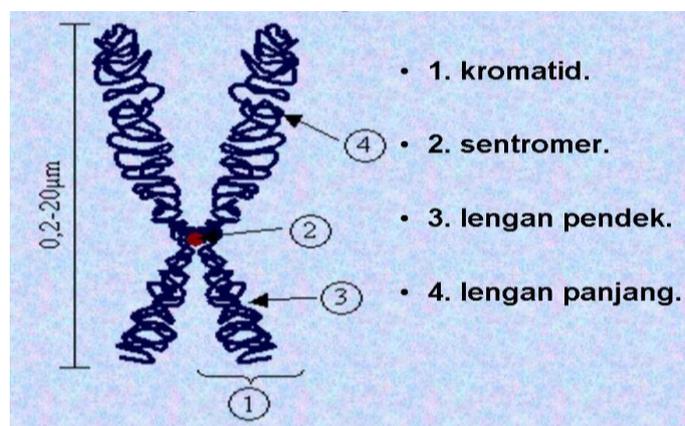


Gambar 1. Hubungan antara sel, kromosom dan DNA

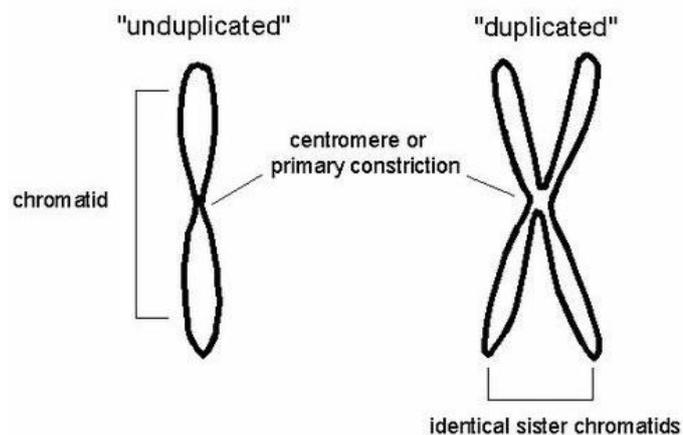
Kromosom adalah struktur di dalam sel yang terdiri dari deretan molekul DNA dan protein histon. Kromosom berperan untuk menyimpan segala informasi genetik pada tiap organisme dan terletak di dalam nukleus sel eukariota. Namun pada sel prokariotik, kromosom dapat ditemukan juga di inti sel, akan tetapi letaknya tersebar di sitoplasma. Hal ini karena pada sel prokariotik tidak ditemukan membran inti sehingga tidak terlihat batasan yang tegas antara inti sel dengan sitoplasma.

Kromosom akan terlihat jelas pada saat inti membelah. Pada saat membelah, kromosom atau DNA akan menebal atau memadat, sehingga pada saat diberi warna, kromosom akan menyerap warna tersebut dan akan terlihat sangat jelas. Saat terjadinya pembelahan sel, kromosom akan lebih mudah dihitung pada tahap metafase karena semua kromosom berada di tengah (bidang pembelahan).

Struktur kromosom pada makhluk hidup terdiri atas kromatid, sentromer, lengan pendek (p) dan lengan panjang (q). Struktur kromosom ini secara jelas dapat dilihat pada Gambar 2.



CHROMOSOME STRUCTURE



Gambar 2. Struktur Kromosom

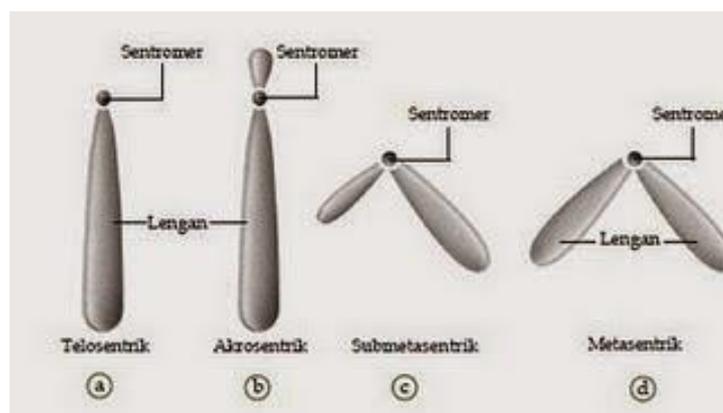
Keterangan:

- Kromatid adalah bagian dari kromosom yang berupa lengan yang saling berkaitan antara satu dengan yang lainnya. Biasanya satu kromatid terdiri dari satu lengan pendek dan satu lengan panjang. Awalnya terdapat 1 kromatid, kemudian

kromatid tersebut bereplikasi membentuk **sister kromatid**. Jika kromatid tersebut memiliki kesamaan struktur kemudian akan menyatu membentuk kromosom.

- Sentromer adalah pengikat dua kromatid kembar. Sentromer merupakan daerah yang mengerut pada saat proses mitosis dan meiosis. Di dalam sentromer terdapat mikrotubulus yang terdiri dari struktur benang-benang halus. Pada sentromer terdapat kinetokor. Kinetokor adalah struktur yang menjadi tempat melekatnya mikrotubulus saat proses pembelahan sel.
- Lengan pendek (p) dan lengan panjang (q) tersusun oleh untaian DNA dan protein histon. Bagian DNA yang mengandung/ membawa suatu sifat disebut dengan gen dan ditemukan di daerah yang disebut dengan lokus.

Kromosom memiliki berbagai macam bentuk. Berdasarkan letak sentromernya, kromosom dapat dibedakan menjadi 4, yaitu telosentrik, akrosentrik, submetasentrik dan metasentrik. Perbedaan bentuk kromosom ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bentuk-Bentuk Kromosom

- Telosentrik
 - ➔ Letak sentromer berada di ujung lengan, sehingga hanya kelihatan satu lengan saja.
- Akrosentrik
 - ➔ Letak sentromer dekat ujung kromatid, sehingga lengan kromatid terbagi menjadi sebelah sangat panjang, dan sebelah lagi sangat pendek.
- Submetasentrik
 - ➔ Letak sentromer agak ke ujung sehingga lengan kromatid terbagi tidak sama panjang, satu panjang dan satu pendek.
- Metasentrik
 - ➔ Letak sentromernya di tengah-tengah kromatid sehingga lengan kromatid terbagi dua sama panjang.

Kromosom pada setiap tubuh makhluk hidup dapat dibedakan menjadi dua, yaitu kromosom autosom dan kromosom gonosom. Perbedaannya adalah sebagai berikut:

a. Kromosom Autosom

- disebut juga sebagai kromosom tubuh
- disimbolkan dengan huruf A
- tidak menentukan jenis kelamin
- jumlahnya sama baik pada laki-laki atau perempuan, yaitu 22 pasang autosom (22 AA atau 44 A).

b. Kromosom Gonosom

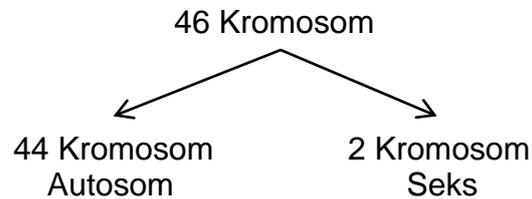
- disebut juga sebagai kromosom seks, menentukan jenis kelamin.
- memiliki bentuk atau jenis yang berbeda. Misal pada pria (XY) dan wanita (XX).

Jumlah total kromosom pada tiap organisme berbeda-beda. Misalnya: kuda memiliki 64 kromosom, nyamuk memiliki 6 kromosom, kera memiliki 48 kromosom dan manusia memiliki 46 kromosom. Umumnya semakin dekat kekerabatan antara satu organisme dengan organisme lain, biasanya jumlah kromosomnya hampir mirip dan karakteristik gennya hampir sama. Tabel perbandingan jumlah kromosom antar organisme dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbandingan jumlah kromosom pada tiap-tiap organisme

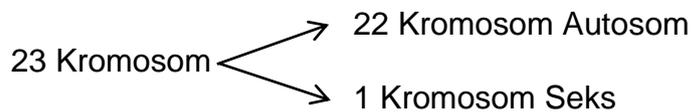
No.	Organisme	Jumlah Kromosom	No.	Organisme	Jumlah Kromosom
1.	Manusia	46	23.	Hidra	32
2.	Simpanse	48	24.	Cemara	24
3.	Kera	48	25.	Ceri	32
4.	Kuda	64	26.	Kubis	18
5.	Lembu/sapi	60	27.	Lobak	18
6.	Keledai	62	28.	Kacang polong	14
7.	Anjing	78	29.	Buncis	22
8.	Kucing	38	30.	Ketimun	14
9.	Tikus rumah	40	31.	Kapas	52
10.	Tikus sawah	42	32.	Kentang	48
11.	Merpati	80	33.	Tomat	24
12.	Ayam	78	34.	Tembakau	48
13.	Kalkun	82	35.	Gandum dipakai untuk membuat roti	42
14.	Katak	26	36.	Gandum dipakai untuk membuat bir (Barley)	14
15.	Ikan mas	94	37.	Jagung	20
16.	Bintang laut	36	38.	Beras	24
17.	Ulat sutera	56	39.	Bawang	16
18.	Lalat rumah	12	40.	Ragi	34
19.	Drosophila melanogaster	8	41.	Jamur	4
20.	Nyamuk	6	42.	Kapang <i>Penicillium</i>	2
21.	Kecoak	24			
22.	Cacing tanah	36			

Kromosom Manusia



POLA PENULISAN:

- Sel Tubuh
 - Perempuan normal = 44 autosom, 2 kromosom seks
= 44 A + XX
= **22 AA + XX**
 - Laki-laki = 44 autosom, 2 kromosom seks
= 44 A + XY
= **22 AA + XY**
- Sel Kelamin
 - Khusus pada sel kelamin, jumlah kromosomnya setengah dari jumlah kromosom sel tubuh, yaitu **23 kromosom**. Pengurangan jumlah kromosom ini terjadi akibat adanya pembelahan meiosis saat gametogenesis. Tujuannya adalah untuk mempertahankan jumlah kromosom pada generasi berikutnya.



Pada ovum = **22 A + X**
Pada sperma = **22 A + X** atau **22 A + Y**

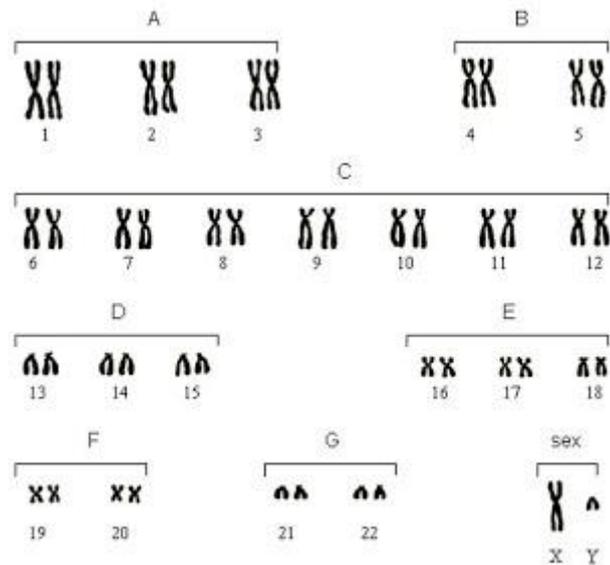
Bila terjadi peleburan/fertilisasi antara inti sel sperma dan inti sel ovum maka zigot yang dihasilkan memiliki jumlah kromosom 46 kromosom (44 A + 2 kromosom seks). Dengan demikian jumlah kromosom pada manusia tetap dipertahankan sebanyak 46 kromosom.

Deteksi Kromosom

Untuk mengetahui adanya kelainan pada kromosom, baik perubahan pada struktur atau jumlahnya, dapat dilakukan dengan **teknik banding**. Teknik ini dikenal juga dengan teknik pewarnaan. Terdapat beberapa jenis teknik banding, yaitu:

- *G Banding* → paling sering digunakan → biasanya menggunakan pewarna giemsa dan berwarna merah (Giemsa). Tampilan kromosomnya menunjukkan pita gelap-terang atau dikenal dengan eukromatin dan heterokromatin. Bagian kromosom yang tidak terlalu rapat pengemasannya, mengikat lebih sedikit cat Giemsa dan bagian ini disebut eukromatin. Eukromatin mengandung gen-gen yang ekspresinya diperlukan untuk pemeliharaan aktivitas normal fisiologis sel, yang disebut juga sebagai *house keeping genes*, misalnya untuk produksi energi selular. Selain itu, gen-gen tersebut juga tersusun atas gen-gen yang diekspresikan secara spesifik pada jaringan tertentu (*tissue-specific gene*), misalnya pada sel-sel saraf. Sedangkan bagian kromosom yang lebih rapat mengikat cat Giemsa lebih banyak disebut heterokromatin. Biasanya bagian ini tidak mengandung gen dan tidak pernah ditranskripsikan atau dapat juga berupa eukromatin yang tidak aktif pada tahap perkembangan sel tertentu.
- *Q Banding* → teknik foudleresensi dengan pewarnaan quinacrine
- *R Banding* → pewarnaan reverse banding (kebalikan pada *G banding*)

Berdasarkan klasifikasi Denver dan Patau, kromosom manusia dibagi ke dalam 7 golongan berdasarkan bentuk dan golongannya. Tampilan visual kromosom setiap individu dinamakan **karyotype** (Gambar 4). Kromosom yang sama akan selalu berpasangan disebut; **kromosom homolog**, berasal dari kedua orang tuanya. Masing-masing kromosom homolog membawa informasi genetik yang sama. Pasangan gen dinamakan **alel**, sedangkan tempat gen dinamakan **lokus**.



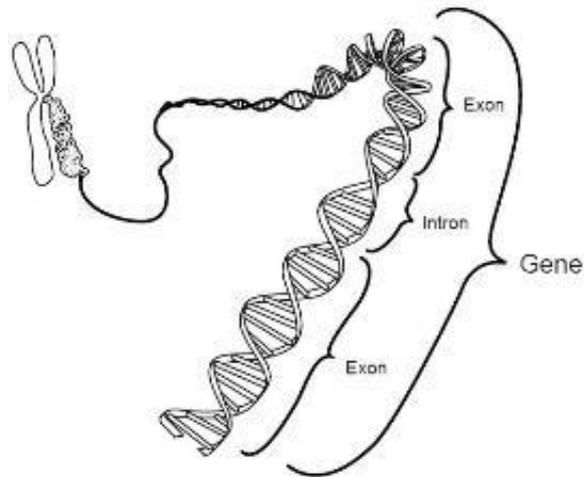
Gambar 4. Kariotipe Kromosom Manusia

2. Hubungan Kromosom, Gen dan DNA

Sel manusia normal mempunyai 46 kromosom. Satu kromosom manusia rata-rata $6,5 \times 10^7$ pasang basa atau setara dengan ± 5 cm. Kromosom mengandung DNA yang terletak di dalam inti sel (nukleus). Oleh karena itu, karena total kromosom manusia normal sebanyak 46 kromosom maka kurang lebih terdapat 2 m DNA terkemas di dalam nukleus dengan diameter ± 10 um. Kecilnya diameter nukleus namun mampu menampung DNA yang terkemas dalam bentuk kromosom ini menjadi suatu tantangan untuk memahami bagaimana cara *packaging*/pengemasan DNA tersebut di dalam inti sel sehingga dapat menjaga semua informasi yang terkandung pada DNA.

Jumlah DNA pada kromosom manusia kurang lebih ada 3.200.000.000 pb (pasang basa). Sebagian besar DNA merupakan *Junk* DNA (tidak mengkode suatu gen) dan bagian dari DNA yang membawa suatu sifat disebut dengan **gen**. Dalam suatu gen terdapat dua bagian, yaitu: ekson (bagian yang ditranslasi) dan intron (bagian yang tidak ditranslasi).

Total keseluruhan informasi genetik yang disimpan dalam DNA suatu sel disebut genom. Genom DNA tersusun atas gen-gen dan satu gen mengandung unit informasi mengenai suatu karakter yang dapat diamati. Oleh sebab itu, terdapat hubungan antara kromosom, DNA dan gen. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 berikut:



Gambar 5. Hubungan antara Kromosom, DNA dan Gen

Gen sebagai unit instruksi untuk menghasilkan atau mempengaruhi suatu sifat hereditas tertentu, biasanya ada yang bersifat dominan dan ada pula yang bersifat resesif. Gen yang bersifat dominan biasanya ditulis dengan huruf besar, sedangkan gen yang bersifat resesif ditulis dengan huruf kecil.

Contoh:

Karakter tinggi badan

Dominan	tinggi (T)
Resesif	pendek (t)

Karakter Rambut

Dominan	lurus (L)
Resesif	keriting (l)

Karakter ini akan langsung terlihat dalam bentuk fenotip, walaupun secara genotip ada yang bersifat carrier/ pembawa. Contoh:

Karakter tinggi badan

Genotip TT	tinggi
Genotip tt	pendek
Genotip Tt	tinggi/ pendek

Karakter Rambut

Genotip LL	lurus
Genotip ll	keriting
Genotip Ll	ikal

3. Asam Nukleat: DNA dan RNA

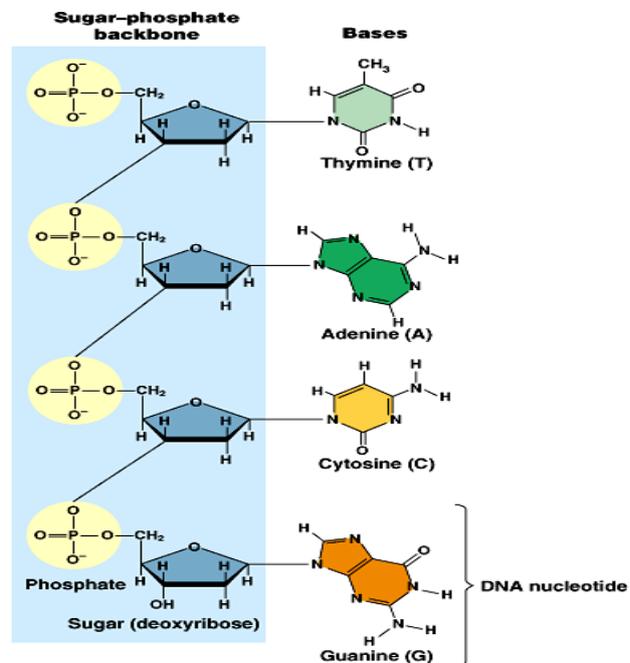
- Asam nukleat merupakan makromolekul yang berisi rangkaian molekul nukleotida yang terhubung satu sama lain dengan ikatan fosfodiester.

- Terdapat 2 jenis asam nukleat, yaitu:
 - a. DNA (*Deoxyribonucleic acid*)
 - b. RNA (*Ribonucleic acid*)
- Satu nukleotida terdiri dari gula, asam fosfat dan basa nitrogen yang dapat membentuk konformasi double heliks (pita ganda) pada DNA atau non heliks (pita tunggal) pada RNA.

DNA

a. Struktur DNA

- DNA disusun oleh molekul subunit yang disebut **nukleotida**
- Setiap nukleotida dibentuk oleh komponen fosfat, gula dan basa nitrogen seperti pada Gambar 6 berikut:



Gambar 6. Struktur nukleotida penyusun DNA

Keterangan:

- 1) Gula berupa gula deoksiribosa
- 2) Fosfat, bergabung dengan gula untuk berperan sebagai *backbone* DNA melalui **ikatan fosfodiester**
- 3) Basa nitrogen → Adenin (A), Timin (T), Guanin (G), Sitosin (S)
 Basa nitrogen dikelompokkan menjadi dua, yaitu Pirimidin dan purin.
 → **Pirimidin** : Basa nitrogen yang memiliki 1 cincin. Yang merupakan pirimidin adalah **Sitosin (C)** dan **Timin (T)**.

→ **Purin** : Basa nitrogen yang memiliki 2 cincin. Yang merupakan purin adalah **Adenin (A)** dan **Guanin (G)**. Setiap basa purin akan selalu berpasangan dengan basa pirimidin dalam membentuk untai DNA melalui **ikatan hidrogen**. Misalnya: adenin (A) berpasangan dengan timin (T) dengan 2 ikatan hidrogen, sedangkan basa guanin (G) berpasangan dengan sitosin (C) dengan 3 ikatan hidrogen.

Adenin = Timin / A = T
Guanin ≡ Sitosin / G ≡ C

Terdapat tiga bentuk struktur DNA, yaitu:

1) Struktur primer

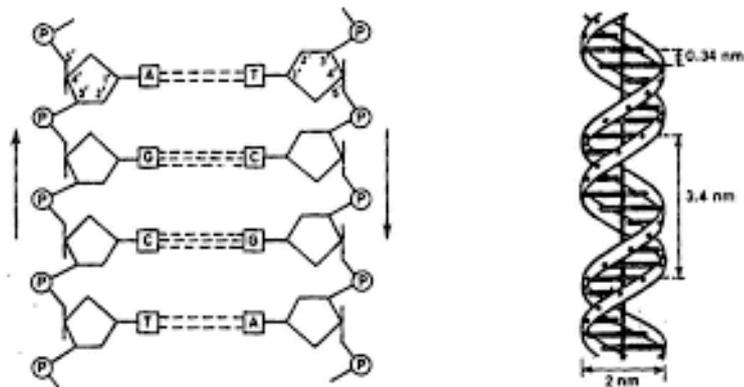
DNA tersusun dari monomer-monomer nukleotida (Gambar 7). Setiap nukleotida terdiri dari satu basa nitrogen berupa senyawa purin atau pirimidin, satu gula pentosa berupa 2'-deoksi-D-ribosa dan satu molekul fosfat. Penulisan urutan basa dimulai dari kiri yaitu ujung 5' bebas (tidak terikat nukleotida lain) menuju ujung dengan gugus 3' hidroksil bebas atau dengan arah 5' → 3'

2) Struktur sekunder

Salah satu sifat biokimia DNA yang menentukan fungsinya sebagai pembawa informasi genetik adalah komposisi basa penyusun. Pada tahun 1949-1953, Edwin Chargaff menggunakan metode kromatografi untuk pemisahan dan analisis kuantitatif keempat basa DNA, yang diisolasi dari berbagai organisme. Kesimpulan yang diambil dari data yang terkumpul adalah sebagai berikut :

- Komposisi basa DNA bervariasi antara spesies yang satu dengan spesies yang lain.
- Sampel DNA yang diisolasi dari berbagai jaringan pada spesies yang sama mempunyai komposisi basa yang sama.
- Komposisi DNA pada suatu spesies tidak berubah oleh perubahan usia, keadaan nutrisi maupun perubahan lingkungan.
- Hampir semua DNA yang diteliti mempunyai jumlah residu adenin yang sama dengan jumlah residu timin (A=T), dan jumlah residu guanin yang sama dengan jumlah residu sitosin (G=C) maka $A+G = C+T$, yang disebut aturan Charrgaff.
- DNA yang diekstraksi dari spesies-spesies dengan hubungan kekerabatan yang dekat mempunyai komposisi basa yang hampir sama.

Pada tahun 1953, James D. Watson dan Francis H.C. Crick berhasil menguraikan struktur sekunder DNA yang berbentuk heliks ganda melalui analisis pola difraksi sinar X dan membangun model strukturnya (Gambar 7). Heliks ganda tersebut tersusun dari dua untai polinukleotida secara antiparalel (arah $5' \rightarrow 3'$ saling berlawanan), berputar ke kanan dan melingkari suatu sumbu. Unit gula fosfat berada di luar molekul DNA dengan basa-basa komplementer yang berpasangan di dalam molekul. Ikatan hidrogen di antara pasangan basa memegangi kedua untai heliks ganda tersebut. Kedua untai melingkar sedemikian rupa sehingga keduanya tidak dapat dipisahkan kembali bila putaran masing-masing untai dibuka.



Gambar 7. Struktur primer DNA (kiri) dan struktur sekunder DNA (kanan)

Jarak di antara kedua untai hanya memungkinkan pemasangan basa purin (lebih besar) dengan basa pirimidin (lebih kecil). Adenin berpasangan dengan timin membentuk dua ikatan hidrogen sedangkan guanin berpasangan dengan sitosin membentuk tiga ikatan hidrogen. Dua ikatan glikosidik yang mengikat pasangan basa pada cincin gula, tidak persis berhadapan. Akibatnya, jarak antara unit-unit gula fosfat yang berhadapan sepanjang heliks ganda tidak sama dan membentuk celah antara yang berbeda, yaitu celah mayor dan celah minor.

3) Struktur tersier

Kebanyakan DNA virus dan DNA mitokondria merupakan molekul lingkar (sirkular). Konformasi ini terjadi karena kedua untai polinukleotida membentuk struktur tertutup yang tidak berujung. Molekul DNA lingkar tertutup yang diisolasi dari bakteri, virus dan mitokondria seringkali berbentuk superkoil.

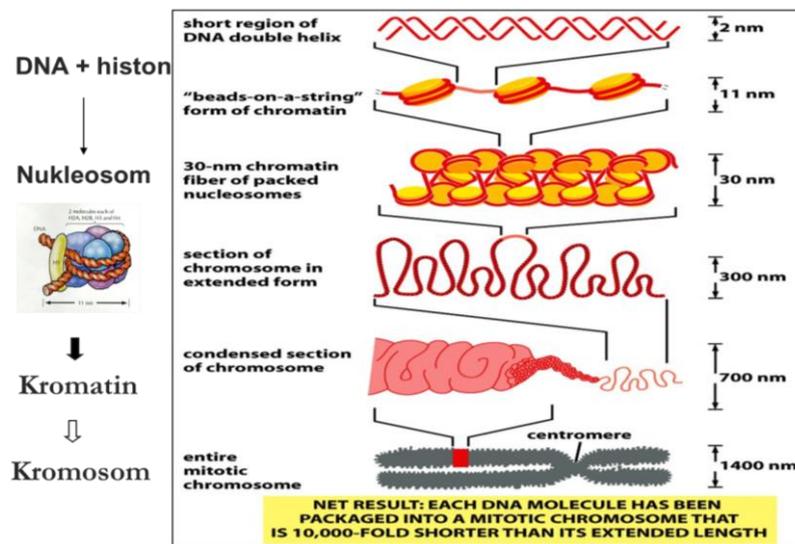
Selain itu DNA dapat berbentuk molekul linier dengan ujung-ujung rantai yang bebas (Gambar 8).



Gambar 8. Konformasi DNA sikular (a) dan konformasi DNA linear (b)

b. Proses Pengemasan DNA dalam Kromosom

Pada sel eukariotik, proses pengemasan DNA di dalam inti sel terbentuk dengan sangat rapi. DNA di dalam nukleus berikatan dengan protein histon membentuk **nukleosom**. Nukleosom-nukleosom itu kemudian bergabung menjadi struktur yang lebih tebal yaitu lipatan-lipatan **solenoid**. Kemudian solenoid berpolimerasi membentuk benang **kromatin**. Benang-benang kromatin berkondensasi membentuk lengan **kromatid**. Kromatid kembar kemudian disebut **kromosom**. Alur pengemasan DNA pada sel eukariotik dapat dilihat pada Gambar 9 berikut:



Gambar 9. Alur pengemasan DNA pada sel eukariotik

RNA

a. Struktur RNA

RNA (*ribonucleic acid*) atau asam ribonukleat merupakan makromolekul yang berfungsi sebagai penyimpan

dan penyalur informasi genetik. RNA sebagai penyimpan informasi genetik misalnya pada materi genetik virus, terutama golongan retrovirus. RNA sebagai penyalur informasi genetik misalnya pada proses translasi untuk sintesis protein. RNA juga dapat berfungsi sebagai enzim (ribozim) yang dapat mengkatalisis formasi RNA-nya sendiri atau molekul RNA lain.

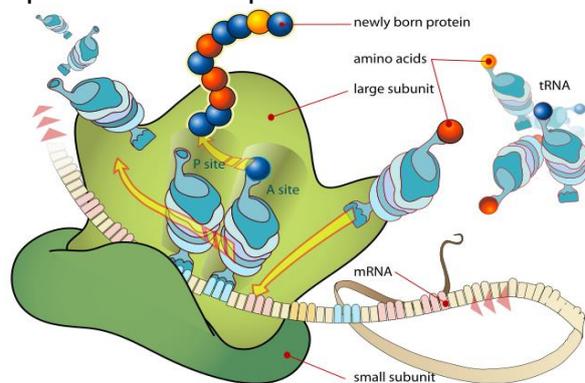
Struktur RNA secara umum hampir sama dengan DNA, sama-sama disusun oleh sub unit nukleotida. Perbedaannya hanya berada pada bentuk gula dan basa nitrogennya. Gula pada RNA berupa gula ribosa dan basa nitrogen Timin (T) diganti dengan Urasil (U). Selain itu, ciri khas dari RNA adalah memiliki untai tunggal (*single stranded*).

b. Tipe-Tipe RNA

Tipe-tipe RNA dalam sel sangat beragam, tergantung pada letak dan perannya. Beberapa diantaranya adalah:

- mRNA → *messenger* RNA, kode untuk protein
- rRNA → ribosomal RNA, membentuk struktur dasar ribosom dan mengkatalisis sintesis protein
- tRNA → transfer RNA, berperan penting dalam sintesis protein, sebagai adaptor antara mRNA dan asam amino
- snRNA → *small nuclear* RNA, berfungsi pada berbagai proses di inti sel
- miRNA → microRNA, mengatur ekspresi gen yaitu menghambat proses translasi mRNA tertentu
- siRNA → *small interfering* RNA, membuat turn off ekspresi gen dengan cara mendegradasi mRNA tertentu dan menjadikan struktur kromatin yang kompak/padat

Gambar 10 berikut menunjukkan peranan molekul mRNA dan tRNA dalam proses sintesis protein



Gambar 10. Peranan mRNA dan tRNA dalam proses sintesis protein

Perbedaan antara molekul DNA dan RNA secara umum dapat dilihat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Perbandingan antara molekul DNA dan RNA

Pembeda	DNA	RNA
Ukuran	Panjang	Umumnya lebih pendek
Bentuk	Double heliks	Pita tunggal
Komponen Gula	Deoksiribosa	Ribosa
Susunan Kimia Basa Nitrogen	Pirimidin: - Sitosin (C) - Timin (T) Purin: - Adenin (A) - Guanin (G)	Pirimidin: - Sitosin (C) - Urasil (U) Purin: - Adenin (A) - Guanin (G)
Lokasi	Umumnya terdapat di dalam nukleus	Umumnya di sitoplasma, juga pada nukleus
Fungsi	Berkaitan dengan penurunan sifat dan sintesis protein	Berkaitan dengan sintesis protein

E. Latihan Soal

Jawablah pertanyaan berikut dengan singkat dan tepat!

1. Apa perbedaan antara kromosom, gen dan DNA?
2. Buatlah rumus kariotipe manusia normal pada sel tubuh dan sel gamet!
3. Mengapa jumlah kromosom sel gamet setengah dari jumlah kromosom sel tubuh?
4. Bagaimana proses pengemasan DNA di dalam nukleus pada sel eukariotik?
5. Buatlah 5 perbedaan antara molekul DNA dan RNA dalam bentuk tabel!

F. Daftar Pustaka

Sumadi dan Marianti A. 2007. *Biologi Sel*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Campbell, NA, Reece JB, Mitchell LG. 2000. *Biologi* Jilid 1, Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.

Yuwono, Triwibowo. 2010. *Biologi Molekuler*. Jakarta: Erlangga.

Stansfield, WD, Colome JS, Cano RJ. 2006. *Biologi Molekuler dan Sel*. Jakarta: Erlangga.