

## V. GENETIKA MIKROORGANISME

Genetika merupakan suatu cabang ilmu yang membahas tentang sifat-sifat yang diturunkan oleh suatu organisme. Penelaahan genetika secara serius pertama kali dilakukan oleh Gregor Mendel seorang Austria terhadap sebidang tanaman kacang polong. Pada tahun 1860 ia menyilangkan tanaman-tanaman kacangnya yang kemudian mengamati perubahan-perubahan warna, bentuk, ukuran dan sifat-sifat lain dari kacang hasil silangannya. Hasil penelitiannya ia mengembangkan hukum-hukum dasar kebakaan yang dikenal dengan hukum Mendel. Perubahan warna, bentuk, dan ukuran biji banyak menghasilkan keterangan mengenai ciri gen-gen di dalam kromosom. Pengembangan teori Mendel kemudian dilakukan oleh ahli-ahli lain menggunakan organisme percobaan yang populer dalam penelitian genetika, yaitu lalat *Drosophilla*. Pada tahun 1950-an *Drosophilla* diganti dengan bakteri *Escherichia coli* sebagai organisme percobaan, karena *Escherichia coli* ini yang paling dipahami pada taraf molekulernya.

Pada era yang sama, Charles Darwin seorang berkebangsaan Inggris memperkenalkan teorinya mengenai evolusi. Teori evolusi Darwin didasarkan kepada prinsip-prinsip seleksi alamiah dan kelangsungan hidup dari yang terkuat. Oleh karena itu hanya organisme yang dapat beradaptasi secara genetis terhadap lingkungan yang berubah-ubah dalam kurun waktu lama (masa) yang akan bertahan hidup.

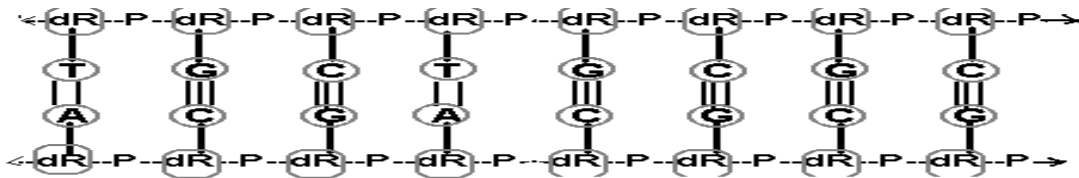
Ciri khas bentuk kehidupan dari segi genetika adalah mempunyai “kesamaan” (kemiripan) ciri progeni dan tetuanya. Mari kita amati spesies manusia misalnya, beberapa keluarga mempunyai rambut hitam, mata hitam, bentuk hidung tertentu karena tetuanya demikian adanya, sedangkan beberapa keluarga lain mempunyai rambut pirang, mata biru, dan bentuk hidung yang lebih menonjol sesuai dengan tetua mereka. Dengan cara yang sama, mikroorganisme juga

Pada bab ini hanya dibahas tentang pengendalian asam nukleat terhadap kegiatan sel mikroorganisme dan transfer material yang diturunkan. Oleh karena bahasan bab ini melibatkan senyawa-senyawa organik, terutama protein, enzim dan asam nukleat, maka sebelum membaca bab ini, perlu difahami terlebih dahulu tentang senyawa-senyawa yang bersangkutan.

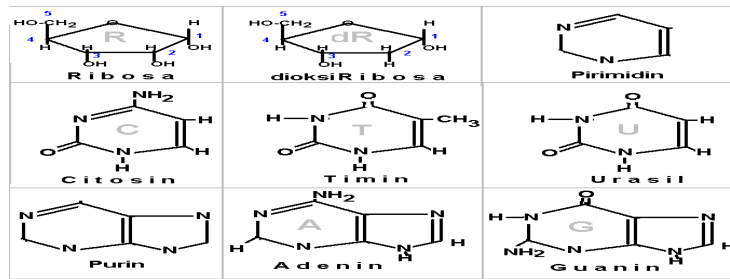
## E1.Sifat Dasar DNA

Kromosom yang kita kenal, sesungguhnya adalah rantai DNA (*dioxiribo nucleic acid* = asam dioksiribo nukleat) yang pada organisme tingkat tinggi (tumbuhan dan hewan) diselubungi oleh suatu jenis protein yang disebut histon. DNA merupakan bahan genetik yang menyimpan informasi genetik (sifat menurun ke generasi berikutnya) dan dapat dipindahkan. Avery pada tahun 1941 mampu mengubah bakteri *Pneumococcus* yang tidak beracun menjadi bakteri yang menghasilkan toksin (racun) dengan cara menambah ekstrak DNA bakteri beracun. Hal tersebut membuktikan bahwa DNA bakteri yang beracun tersebut dapat dipindahkan (ditransformasikan) sifat-sifatnya kepada DNA bakteri generasi baru. Dengan demikian disimpulkan bahwa bahan yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat individu bakteri tersebut adalah DNA.

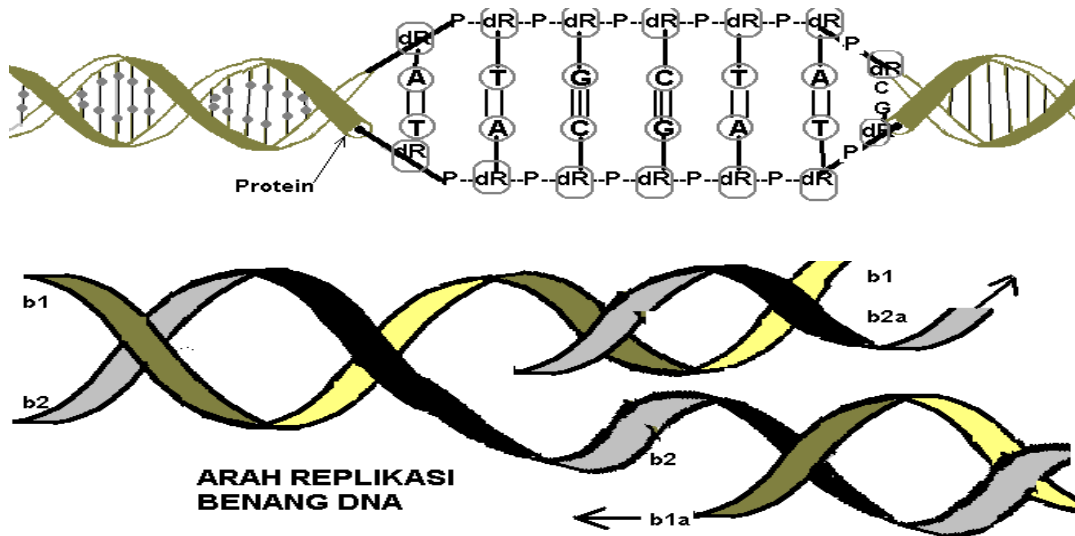
DNA mengandung dua basa yaitu *purin* dan *pirimidin*. Basa purin terdiri dari adenin [A] dan guanin [G], sedangkan basa pirimidin terdiri dari sitosin [C] dan timin [T]. DNA merupakan rangkaian basa-basa purin dan pirimidin yang sangat panjang. Secara skematis dapat digambarkan seperti berikut :



Dioksiribo nukleat (dR) yang berdampingan diikat oleh fosfoester (P) pada atom C 3-5 (anti paralel) dan basa purin maupun pirimidin pada C pertama. DNA di dalam sel mikroorganisme terdapat sebagai benang ganda yang terpilin dalam konfigurasi heliks (lihat gambar). Sintesis DNA yang akan diteruskan ke sel keturunan menyediakan mekanisme untuk pembuatan salinan yang tepat melalui penggunaan basa komplementer. Dalam heliks ganda, setiap adenin pada benang I berpasangan dengan timin sebagai komplementernya pada benang II, sedangkan guanin dengan sitosin. Rumus bangun dari purin, pirimidin, dioksiRibonukleat, adenin, timin, sitosin, dan guanin seperti berikut ini :



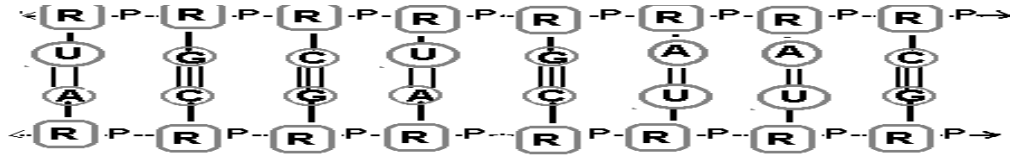
Pengaturan urutan dan banyaknya basa-basa nukleotida inilah yang membawa informasi genetik dalam sel. Setiap jenis mikroorganisme mempunyai urutan dan jumlah basa nukleotida yang dapat sangat berbeda, tetapi setiap jenis mikroorganisme akan menurunkan generasinya dengan urutan dan banyaknya basa-basa nukleotida yang sama.



Apabila benang I (b1) direplikasi, maka dihasilkan benang tunggal (b2a) yang identik dengan benang II (b2), dan sebaliknya apabila benang II (b2) direplikasi maka akan dihasilkan benang tunggal (b1a) yang identik benang I (b1). Hasil akhir merupakan dua benang heliks yang masing-masing mengandung satu benang pencetak asli dan satu benang baru. Arah replikasi DNA hanya pada C5 ke C3 sehingga hanya satu benang yang dapat direplikasi secara utuh dan benang antiparalelnya direplikasi sepotong-sepotong kemudian disambung oleh enzim DNA-ligase.

## E2. Transkripsi DNA dan Translasi RNA

Struktur RNA (*ribonucleic acid*) sebenarnya sama dengan DNA, tetapi RNA mempunyai pirimidin urasil (U) di tempat timin (T) dan mengikat gula ribosa (lihat gambar berikut).



Dalam sel, RNA berfungsi sebagai alat pengendali DNA dalam sintesis polipeptida (protein), dan tidak membentuk heliks, kecuali RNA pada virus RNA ganda.

Tabel kodon dan asam amino yang disandi.

Basa	U	C	A	G
U	UUU fenikalanin UUC fenikalanin UUA leusin UUG leusin	UCU serin UCC serin UCA serin UCG serin	UAU tirosin UAC tirosin UAA * UAG *	UGU sistein UGC sistein UGA * UGG triptofan
C	CUU leusin CUC leusin CUA leusin CUG leusin	CCU prolin CCC prolin CCA prolin CCG prolin	CAU histidin CAC histidin CAA glutamin CAG glutamin	CGU arginin CGC arginin CGA arginin CGG arginin
A	AUU isoleusin AUC isoleusin AUA isoleusin AUG mesonin	ACU treonin ACC treonin ACA treonin ACG treonin	AAU asparagin AAC asparagin AAA lisin AAG lisin	AGU serin AGC serin AGA arginin AGG arginin
G	GUU valin GUC valin GUA valin GUG valin	GCU alanin GCC alanin GCA alanin GCG alanin	GAU aspartat GAC aspartat GAA glutamat GAG glutamat	GGU glisin GGC glisin GGA glisin GGG glisin

Pada sintesis RNA, benang DNA positif digunakan sebagai pencetak bersama polimerase. Jika benang DNA positif mempunyai urutan ATGCTAACG, maka akan menghasilkan RNA dengan urutan UACGAUUGC. Proses pencetakan RNA dari benang DNA positif ini disebut *transkripsi* yaitu proses penyalinan pesan DNA kepada benang RNA melalui basa komplementer nukleotida RNA dengan DNA pencetak. Benang baru RNA ini membawa pesan dari DNA untuk pembuatan protein sehingga disebut RNA pesuruh (m-RNA). Proses sintesis protein yang

diarahkan oleh m-RNA disebut *translasi*, yaitu proses pengarahannya sintesis protein dari pesan yang dibawa oleh m-RNA.

Pesan atau informasi yang dibawa oleh m-RNA diterjemahkan dalam urutan asam amino. Setiap rangkaian berurutan tiga nukleotida (triplet) dalam m-RNA disebut *kodon* yaitu seri tiga nukleotida yang berurutan dalam molekul asam nukleat yang membawa pesan satu asam amino dalam polipeptida. Sebagai contoh, UAC membentuk kodon bagi asam amino tirosin, UCA serin, CAU histidin, dan CUA leusin.