

A. Konsep Materi Genetik pada Mahkluk Hidup

Materi genetik (keturunan) untuk semua makhluk hidup terdiri dari DNA (asam deoksiribonukleat). Struktur DNA harus memungkinkan zat ini menyimpan informasi berkode yang mengendalikan fungsi biologis sel. Materi genetik mentransmisikan informasi keturunan ini dalam bentuk yang stabil untuk sel dan organisme melalui replikasi DNA yang akurat. Meskipun DNA mampu berubah (kita akan membahas bagaimana ini terjadi saat kita berbicara tentang mutasi DNA), proses replikasi memastikan akurasi tinggi dalam menyalin informasi genetik sehingga semua sel keturunan menerima informasi yang sama. DNA dari semua kromosom dalam sel manusia panjangnya lebih dari 6,5 kaki. Oleh karena itu, agar muat di dalam inti sel, DNA dikemas ke dalam kromosom.

B. Replikasi DNA

Ujung kromosom eukariota (telomer) mengandung beratus-ratus sekuens repetitif sederhana yang tidak berisi informasi genetik dengan ujung 3' melampaui ujung 5'. Enzim telomerase mengandung molekul RNA pendek, yang sebagian sekuensnya komplementer dengan sekuens repetitif tersebut. RNA ini akan bertindak sebagai cetakan (templat) bagi penambahan sekuens repetitif pada ujung.

a.) Replikasi DNA Prokariota

Replikasi DNA kromosom prokariota, khususnya bakteri, sangat berkaitan dengan siklus pertumbuhannya. Daerah ori pada *E. coli*, misalnya, berisi empat buah tempat pengikatan protein inisiator DnaA, yang masing-masing panjangnya 9 pb.[10] Sintesis protein DnaA ini sejalan dengan laju pertumbuhan bakteri sehingga inisiasi replikasi juga sejalan dengan laju pertumbuhan bakteri. Pada laju pertumbuhan sel yang sangat tinggi; DNA

kromosom prokariota dapat mengalami reinisiasi replikasi pada dua ori yang baru terbentuk sebelum putaran replikasi yang pertama berakhir.

b.) Replikasi DNA Eukariota

Pada eukariota, replikasi DNA hanya terjadi pada fase S di dalam interfase. Untuk memasuki fase S diperlukan regulasi oleh sistem protein kompleks yang disebut siklin dan kinase tergantung siklin atau cyclin-dependent protein kinases (CDKs), yang berturut-turut akan diaktivasi oleh sinyal pertumbuhan yang mencapai permukaan sel. Beberapa CDKs akan melakukan fosforilasi dan mengaktifkan protein-protein yang diperlukan untuk inisiasi pada masing-masing ori.

C. DNA dan RNA

DNA atau deoxyribonucleic acid merupakan suatu asam nukleat yang menyusun gen di dalam inti sel. DNA menyimpan semua informasi biologis dari semua makhluk hidup dan beberapa virus. DNA terdiri atas dua rantai polinukleotida yang tersusun dalam heliks ganda dimana setiap nukleotida terdiri atas tiga komponen, yaitu fosfat, gula deoksiribosa, dan basa nitrogen.

RNA atau ribonucleic acid merupakan makromolekul polinukleotida yaitu berupa rantai tunggal atau ganda yang tidak berpilin. Rantai pada RNA memiliki ukuran yang pendek-pendek, karena dibentuk dari transkripsi fragmen-fragmen dari DNA. RNA dapat ditemukan di dalam sitoplasma atau ribosom. Keberadaan RNA di dalam sel tidak menetap karena sifatnya mudah terurai dan harus dibentuk kembali. RNA dapat tersusun dari banyak ribonukleotida yang terdiri atas 3 komponen, yaitu fosfat, gula ribosa, serta basa nitrogen.

• Jenis-jenis RNA

1. RNA duta (RNA-d)

Merupakan penghubung DNA dengan protein dan membawa pesan berupa informasi genetik dari DNA untuk membentuk protein. Berperan membawa kode

genetik dari DNA berupa triplet basa yang ada pada RNA duta, atau yang disebut kodon. 2. RNA ribosom (RNA-r).

- **Perbedaan DNA dan RNA**

Perbedaan DNA dan RNA dari segi fungsi adalah DNA berfungsi untuk mereplikasi dan menyimpan informasi genetik. DNA merupakan cetak biru untuk semua informasi genetik yang terkandung dalam suatu organisme, hanya saja dalam waktu jangka pendek. Dalam jangka yang panjang, DNA menjadi sebuah perangkat untuk penyimpanan, seperti flash drive biologis yang memiliki cetak biru kehidupan agar dapat diturunkan antar generasi.

Dalam proses membaca tersebut, terdapat RNA khusus dengan tugasnya masing-masing. RNA tersebut adalah sebagai berikut:

1. Perbedaan dari Segi Fungsi

Messenger RNA (mRNA) berfungsi untuk menyalin bagian-bagian dari kode genetik yaitu proses transkripsi, dan mengangkut salinan-salinan ini ke ribosom, yang merupakan pabrik-pabrik seluler memfasilitasi produksi protein dari kode ini. Transfer RNA (tRNA), bertanggung jawab membawa asam amino untuk membuat protein dasar, untuk dikirim ke pabrik-pabrik protein sebagai tanggapan terhadap instruksi kode yang diperkenalkan oleh mRNA. Proses pembentukan protein ini disebut terjemahan. Ribosomal RNA (rRNA) merupakan komponen dari pabrik ribosom itu sendiri, dimana produksi protein terjadi.

2. Perbedaan dari Segi Komponen Penyusun

Molekul RNA memiliki bentuk rantai pendek seperti pita tunggal atau pita ganda yang tidak berpilin. Sedangkan molekul DNA memiliki bentuk rantai panjang seperti tangga tali yang berpilin ganda (double helix). RNA terdiri dari rantai tunggal polinukleotida. Setiap nukleotida RNA terdiri dari tiga komponen, yaitu gugus fosfat, gula ribosa dan basa nitrogen yang tersusun dari pirimidin dan purin. Sementara itu, DNA tersusun dari rangkaian nukleotida

yang terdiri dari gugus fosfat, gula pentosa, serta satu basa nitrogen yang berupa purin atau pirimidin.

3. Perbedaan dari Segi Lokasi

Perbedaan DNA dan RNA dari segi lokasinya adalah kalau DNA dapat ditemukan dalam nukleus, dan dalam jumlah yang kecil terdapat di mitokondria. Sel-sel eukariotik, termasuk semua sel-sel hewan dan tumbuhan, mereka menampung sebagian besar DNA di dalam nukleus berada dalam bentuk terkompresi ketat, yang disebut dengan kromosom. Format yang diperas ini membuat DNA dapat dengan mudah untuk disimpan dan ditransfer. Selain DNA nuklir, terdapat beberapa DNA di dalam mitokondria sebagai penghasil energi, organel kecil yang dapat ditemukan mengambang bebas di sitoplasma, area sel di luar nukleus.

4. Perbedaan dari Segi Reaktivitas

Perbedaan DNA dan RNA selanjutnya dari segi reaktivitasnya. Dalam DNA memiliki ikatan C-H yang membuatnya menjadi cukup stabil, selain itu terdapat juga tubuh menghancurkan enzim. Lekukan kecil pada heliks memiliki fungsi untuk perlindungan, memberikan ruang minimal bagi enzim untuk menempel. Sedangkan RNA terdapat ikatan O-H yang terdapat di ribosa dapat membuat molekul menjadi lebih reaktif, dibandingkan dengan DNA.

5. Perbedaan dari Komposisi Gula

DNA dan RNA disusun dengan gula, namun gula dalam DNA disebut deoksiribosa, sedangkan gula dalam RNA disebut dengan ribosa. Yang menjadi perbedaan antara ribosa dan deoksiribosa adalah ribosa memiliki satu gugus – OH yang lebih banyak daripada deoksiribosa, yang memiliki -H terikat pada karbon kedua (2') di dalam cincin.

6. Perbedaan dari Komposisi Basa

Perbedaan DNA dan RNA selanjutnya dalam komposisi basanya. Dalam DNA basa nitrogen merupakan unit dasar dari kode genetik, dan susunan serta pasangannya yang benar penting untuk fungsi biologis. Empat basa yang menyusun ini memiliki kode yaitu adenin (A), timin (T), guanin (G), dan sitosin

(C). Basa berpasangan dalam struktur heliks ganda, pasangan ini adalah A dan T, serta C dan G. DNA dan RNA memiliki basa nitrogen yang kemungkinan sama.

D. Pembelahan Mitosis dan Meiosis

Seluruh makhluk hidup memerlukan proses tumbuh dan berkembang untuk mempertahankan keberlangsungan hidupnya. Tidak hanya manusia, bakteri, hewan bersel satu, tanaman bersel satu, memerlukan proses pertumbuhan dan perkembangan. Proses pertumbuhan meliputi proses pembelahan sel yang akan membentuk berbagai sel baru serta jaringan baru bagi makhluk hidup bersel banyak (multiseluler).

1. Jenis-jenis Pembelahan

Pembelahan sel pada makhluk hidup terbagi tiga jenis yaitu amitosis, mitosis dan meiosis. Amitosis adalah pembelahan pembelahan langsung, tanpa melalui tahapan pembelahan sel, biasanya terjadi di bakteri. Pembelahan mitosis terjadi pada sel tubuh makhluk hidup multiseluler sedangkan pembelahan meiosis terjadi pada sel gamet (sel telur dan sperma) pada makhluk hidup multiseluler.. Sedangkan pembelahan mitosis dan meiosis yang meliputi beberapa tahapan pembelahan sehingga memerlukan waktu yang relatif lebih lama dan memerlukan energy yang relative lebih besar.

2. Siklus Sel

Siklus sel merupakan masa pergantian fase sel dalam kehidupannya yang meliputi fase pembelahan sel (M), fase pertumbuhan hasil pembelahan sel (G1), fase sintesis DNA (S), dan fase pertumbuhan organel dalam persiapan pembelahan sel selanjutnya (G2). Jika dalam satu siklus sel ini berlangsung selama 24 jam, maka fase mitosis hanya berlangsung 1 jam, fase G1 berlangsung selama 12 jam, fase S berlangsung selama 6 jam, dan sisanya adalah fase G2 berlangsung 5 jam.

➤ Tahap Tahap Pembelahan Mitosis

1. Tahap Profase

Pada tahap-tahap profase ini, benang-benang kromatin akan memendek dan juga menebal dan membentuk kromosom. Kemudian, pada setiap bagian

kromosom akan melakukan proses membelah dan juga memanjang menjadi dua bagian, yakni pada masing-masing anak dari kromosom yang sering disebut dengan kromatid, dan pada bagian dinding inti akan mulai melakukan proses melebur.

2. Tahap Metafase

Pada tahap-tahap metafase sepasang kromatid yang akan menuju ke tengah sel langsung menempatkan dirinya pada bagian bidang tengah dari sel-sel tersebut, yaitu bidang ekuator. Bidang ekuator merupakan suatu bidang tempat terjadinya proses pembelahan sel.

3. Tahap Anafase

Pada tahap-tahap anafase kedua bagian kromatid akan memisahkan dirinya dari pasangannya dan akan melakukan pergerakan menuju ke bagian ujung atau bagian kutub yang mempunyai arah saling berlawanan. Mulai pada waktu tersebut, pada bagian kromatid akan berlaku sebagai kromosom yang baru.

4. Tahap Telofase

Pada tahap-tahap telofase ini, pada setiap bagian dari kutub akan terbentuk kromosom-kromosom yang memiliki sifat identik. Maka bagian dari dinding inti sel-sel akan mengalami proses pembentukan kembali. Pada bagian dari plasma sel yang akan terbagi menjadi dua bagian yang sama biasa disebut dengan tahap sitokinesis. Tahap sitokinesis yang terjadi pada sel hewan, biasanya ditandai dengan proses melekuhnya bagian dari sel-sel ke dalam dan juga ditandai dengan proses terbentuknya bagian dari membran sel. Sedangkan tahap sitokinesis yang terjadi pada sel tumbuhan, biasanya ditandai dengan proses terbentuknya bagian dari dinding sel dan tentunya juga ditandai dengan terbentuknya membran sel yang baru di bagian tengah-tengah sel.

2. Pembelahan Secara Meiosis

Pembelahan meiosis berasal dari kata meiosis yang artinya pengurangan. Sejarah penemuan pembelahan secara meiosis dijelaskan oleh Edouard van Beneden tahun 1883 dengan meneliti telur cacing *Ascaris* sp. yang mengandung kromosom yang hanya separuh dari jumlah kromosom yang terdapat di sel somatis.

Pembelahan meiosis adalah proses pembelahan bersifat reduksi yang bertujuan untuk menghasilkan gamet. Pembelahan meiosis merupakan pembelahan reduksi, karena terjadi pengurangan jumlah kromosom diploid ($2n$) menjadi haploid (n). Pembelahan meiosis terjadi pada sel penghasil gamet organ kelamin jantan dan betina. Namun sel pada organ kelamin jantan atau betina itu sendiri mengalami pembelahan secara mitosis. Misal, ovarium dan testes tidak mengalami meiosis tetapi mengalami pembelahan secara mitosis. Namun sel gamet dalam ovarium dan testes mengalami pembelahan secara meiosis.