

# BAB 8

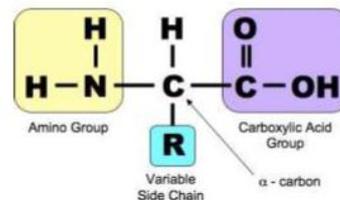
## SINTESES PROTEIN

Baterun Kunsah

[kunsah11@um-surabaya.ac.id](mailto:kunsah11@um-surabaya.ac.id)

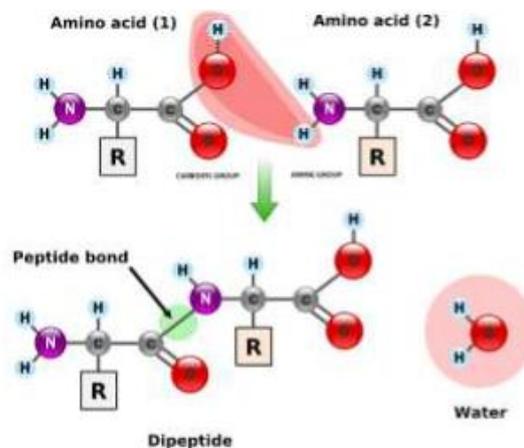
### A. Protein

Protein adalah makromolekul yang memiliki jumlah paling berlimpah. Protein ditemukan dalam semua sel dan pada semua bagian sel dalam tubuh. Protein adalah makromolekul polipeptida yang tersusun dari sejumlah L-asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida. Suatu molekul protein disusun oleh sejumlah asam amino dengan susunan tertentu dan bersifat turunan. Asam amino terdiri atas unsur-unsur karbon, hidrogen, oksigen, dan nitrogen. Suatu asam amino lazimnya diklasifikasikan sebagai suatu molekul yang memiliki gugusan  $\alpha$ -karboksil maupun  $\alpha$ -amino dan secara kimiawi suatu rantai samping khas (gugusan R) yang melekat dengan  $\alpha$ -karbon, seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.1



Gambar 8.1 Struktur Asam Amino

Peptida terbentuk karena adanya ikatan antara amida pada gugus amino dengan gugus hidroksil pada molekul lainnya melalui proses kondensasi, ikatan yang terjadi antara asam amino dengan molekul asam amino lainnya disebut sebagai ikatan peptida..Pembentukan ikatan peptida dapat dilihat pada Gambar 8.2.



Gambar 8.2 Pembentukan ikatan peptida antar asam amino

## Sintesis Protein

Berdasarkan jumlah asam amino yang menyusun polipeptida, peptida merupakan polipeptida yang tersusun atas kurang dari 50 asam amino sedangkan protein tersusun atas lebih dari 50 asam amino. Protein memiliki fungsi selular penting dalam tubuh karena berpartisipasi dalam biosintesis porfirin, purin, pirimidin dan urea. Rantai protein merupakan jenis polipeptida yang terdiri atas L- $\alpha$ -asam amino. Polimer asam amino yang memiliki rantai lebih pendek dinamakan dengan peptida yang berperan penting sebagai hormon. Protein merupakan makromolekul yang terdiri dari 1 (satu) rantai polipeptida dan terkadang dua atau lebih polipeptida. Protein juga dapat ditemukan dalam setiap sel dan molekulnya terdiri dari unsur C, H, N, O, S dan terkadang P, Fe, Zn dan Co. Unsur nitrogen adalah unsur utama protein sebanyak 16% dari berat protein

Kualitas protein dapat didefinisikan sebagai efisiensi penggunaan protein oleh tubuh, kualitas protein ditentukan oleh jenis dan proporsi asam amino yang dikandungnya. Pada prinsipnya suatu protein yang dapat menyediakan asam amino esensial dalam suatu perbandingan yang menyamai kebutuhan manusia, mempunyai kualitas yang tinggi. Sebaliknya protein yang kekurangan satu atau lebih asam amino esensial mempunyai kualitas yang rendah.

Berdasarkan jenis konformasinya, protein dapat diklasifikasikan menjadi:

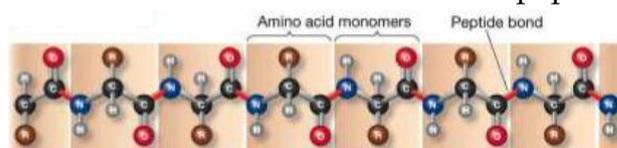
- a) Protein Fibrous. Protein jenis ini berupa paralel single axis yang tidak larut dalam air tetapi larut dalam larutan garam. Contohnya adalah kolagen,  $\alpha$ -keratin, rambut, kuku, bulu dan kulit.
- b) Protein Globular. Protein ini memiliki bentuk spiral atau globular dan larut dalam sistem air. Contohnya adalah albumin dan hemoglobin. Fungsi protein tergantung pada struktur pembentuk protein.

Berdasarkan fungsi Biologisnya, protein dapat diklasifikasikan menjadi

- a) Enzim. Contohnya adalah heksokinase, sitokrom c dan DNA polimerase.
- b) Storage Protein. Contohnya adalah ovalbumin, kasein, gliadin dan zein.
- c) Protein Transport. Contohnya adalah hemoglobin dan hemosianin.
- d) Protein Kontraktil. Contohnya adalah miosin dan dinein.
- e) Protein Protektif. Hanya ada pada vertebrata dan contohnya adalah antibodi dan trombin.
- f) Toksin. Contohnya adalah bisa ular dan racun pada jamur.
- g) Hormon. Contohnya adalah insulin dan hormon pertumbuhan.
- h) Protein Struktur. Contohnya adalah kolagen dan  $\alpha$ -keratin.

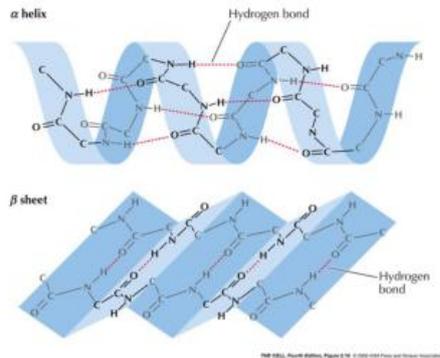
Protein memiliki 4 level struktur antara lain sebagai berikut :

- a) Struktur Primer yang terdiri atas satu rantai protein yang asam amino penyusunnya tidak membentuk ikatan selain ikatan peptida.



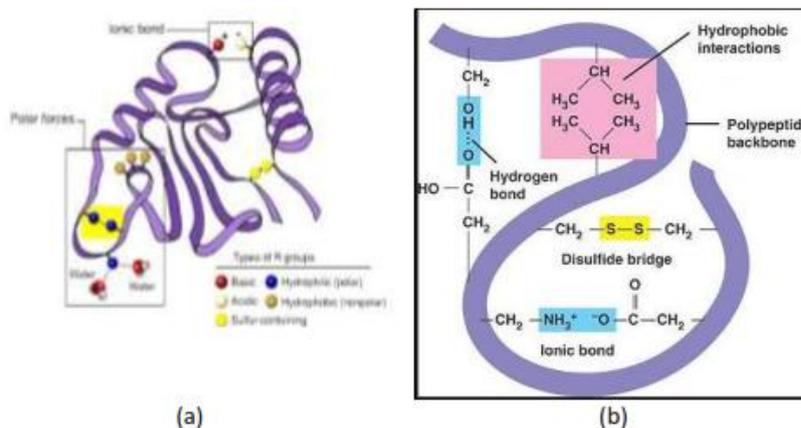
Gambar 8.3 Struktur primer

- b) Struktur Sekunder, adalah struktur dimana rantai asam amino tidak hanya dihubungkan oleh ikatan peptida tetapi juga diperkuat oleh ikatan hidrogen. Struktur sekunder merujuk kestruktur dua dimensi dari molekul protein dimana terjadi *folding* (melipat) dari yang beraturan seperti  $\alpha$ -heliks atau  $\beta$ -sheet (lipatan beta).



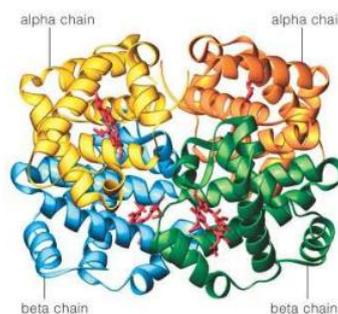
Gambar 8.4 Struktur sekunder dengan konfigurasi  $\alpha$ -heliks dan  $\beta$ -sheet

- c) Struktur Tersier, merupakan gabungan dari struktur sekunder yang menyusun satu rantai polipeptida, jenis struktur sekunder tergantung pada jenis residu asam amino yang menyusun polipeptida tersebut. Struktur tersier terbentuk dari ikatan hidrogen, interaksi hidrofobik, jembatan disulfida dan ikatan ionik.



Gambar 8.5 (a) Struktur tersier; (b) Jenis ikatan pada struktur tersier

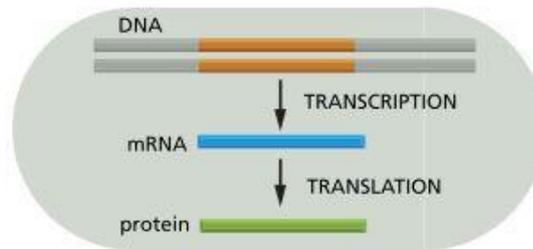
- d) Struktur Kuarterner, Struktur ini terdiri atas dua atau lebih protein yang memiliki struktur tersier



Gambar 8.6 Struktur Kuarterner

## B. Sintesis Protein Pada Organisme Prokariot

Dogma sintesis protein pada sel prokariot pada dasarnya (bakteri) memiliki mekanisme yang sama dengan yang terjadi pada sel eukariot, dimana DNA mengalami denaturasi, menghasilkan dua macam cetakan, dengan cetakan tersebut terjadilah proses transkripsi (proses sintesis mRNA dengan DNA sebagai cetakannya). Proses transkripsi ini terjadi di dalam sitoplasma. Transkripsi belum selesai sebagian mRNA yang sudah jadi bergabung pada ribosom untuk melakukan translasi. Jadi baik transkripsi maupun translasi terjadi di dalam sitoplasma (gambar 8.7)

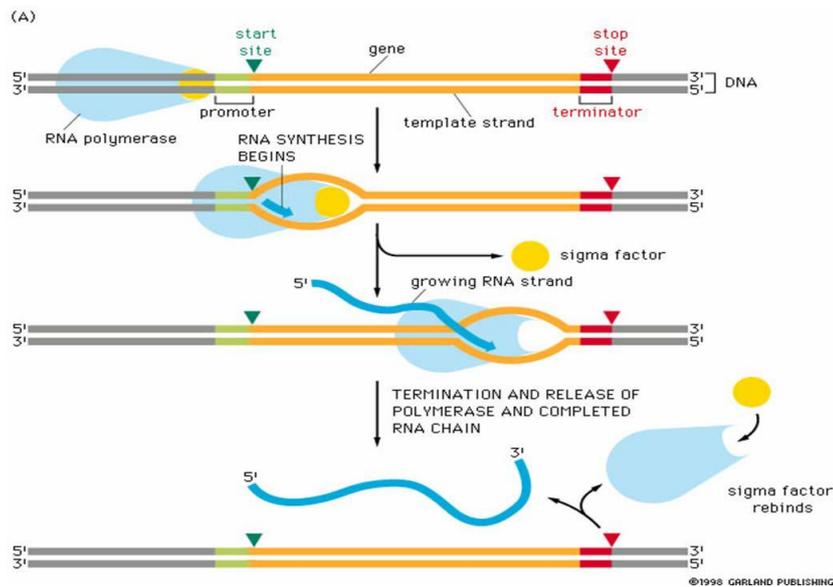


Gambar 8.7. Mekanisme Sintesis Protein Sel prokariot

Gen pada sel prokaryot memiliki bagian-bagian sebagai berikut, yaitu: 1) promoter, 2) gen struktural dan 3) terminator. Bedanya gen struktural pada prokaryot semua akan ditranslasikan menjadi asam amino, sehingga tidak ada sekuens gen yang tidak ditranslasikan. Dengan demikian, seandainya ada gen struktural pada sel prokaryot yang terdiri dari 1500 nukleotida, maka gen tersebut akan menghasilkan 500 asam amino. Selain itu Pada sel prokaryot juga dijumpai adanya 3 kelompok gen yaitu: 1) gen yang mengkode protein, 2) gen yang mengkode rRNA dan 3) gen yang mengkode tRNA. Pada prokaryot, satu promoter, banyak gen, dan banyak macam proteinnya.

### 1. Transkripsi

Proses transkripsi pada prokariot (bakteri) terjadi di dalam sitoplasma, karena prokaryot tidak memiliki inti sejati, kromosomnya berada pada sitoplasma yang tampak lebih kental dibanding sitoplasma di sekitarnya. Transkripsi terjadi melalui tiga tahapan, yaitu tahap insiasi transkripsi, elongasi transkripsi dan terminasi transkripsi.



Gambar 8.8. Mekanisme transkripsi pada prokariot.

Urutan mekanisme transkripsi pada prokariot sebagai berikut:

1. DNA double strand
2. Subunit  $\sigma$ /sigma akan mengenali sekuens pada DNA double strand, yang merupakan site inisiasi transkripsi dan kemudian akan menempel pada site tersebut. Site inisiasi tersebut adalah promoter.
3. Enzym RNA polimerase (core enzym), akan menempel pada bagian sekuens DNA yang ditemplei oleh Subunit  $\sigma$ /sigma tersebut.
4. Subunit  $\sigma$ /sigma akan melepaskan diri setelah RNA polimerase menempel pada bagian sekuens inisiasi, dan RNA polimerase (core enzym) berjalan untuk proses elongasi sampai terminasi.
5. DNA akan membuka ketika ada RNA polimerase, tetapi akan menutup Kembali ketika RNA polimerase sudah bergerak meninggalkan. Strand DNA yang menjadi cetakan dan ditranskripsikan hanya satu strand saja.
6. Ketika RNA polimerase sampai pada sekuen terminator maka transkripsi akan berhenti.
7. RNA polimerase dan mRNA akan melepaskan diri dari DNA cetakan.

Setelah transkripsi selesai, maka dihasilkan mRNA, selanjutnya bergerak ke ribosom untuk melanjutkan proses translasi.

## 2. Translasi

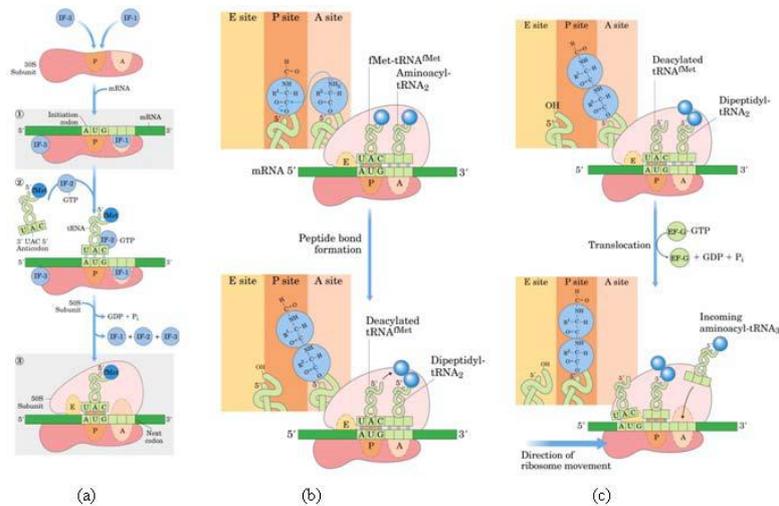
Translasi terjadi pada ribosom (rangkaiian rRNA) yang terdapat pada sitoplasma. Proses translasi terjadi dengan tiga tahapan, yaitu: 1) inisiasi translasi, 2) elongasi translasi dan, 3) terminasi translasi. Pada proses tranlasi selain melibatkan mRNA, rRNA yang Menyusun ribosom juga dibutuhkan tRNA yang terletak pada sitoplasma dan berfungsi untuk mentransfer asam amino yang berada pada sitoplasma ditransfer ke mRNA.

Komponen pada tahap inisiasi organisme prokariot meliputi kodon insiasi (AUG), tiga faktor insiasi (IF1, IF2 dan IF3), tRNA inisiator (fMet-tRNA), ribosom subunit 30S dan 50S, dan GTP. Setelah diaktifasi oleh faktor inisiasi,

## Sintesis Protein

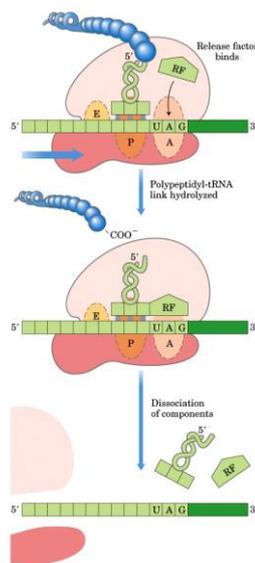
tRNA inisiator yang membawa anti kodon CAU akan menempati situs P pada ribosom. tRNA kedua yang membawa anti kodon untuk kodon kedua memasuki situs A pada ribosom. Asam amino yang dibawa oleh tRNA kedua akan membentuk ikatan peptida dengan asam amino pertama.

Setelah ikatan peptida terbentuk, tRNA yang membawa kedua asam amino akan bertranslokasi dari situs A ke situs P (Gambar 8.9). Hal ini berlangsung terus menerus sampai mencapai stop kodon (UAG, UAA, UGA).



Gambar 8.9. Translasi pada prokariot. (a) Inisiasi, (b) Elongasi, (c) Translokasi.

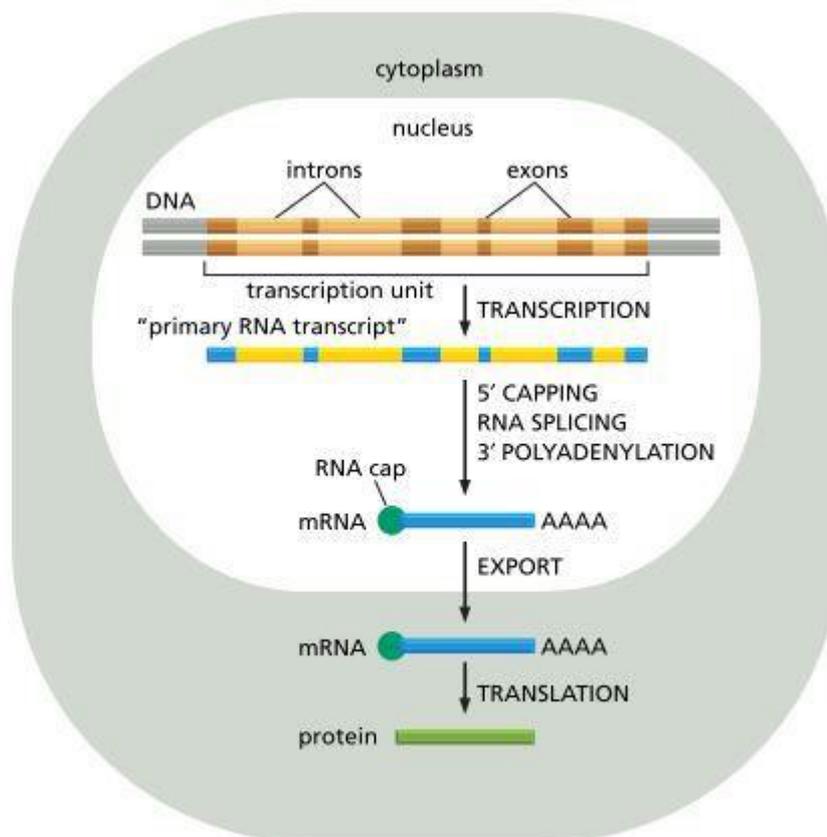
Tidak ada antikodon yang mengenali kodon terminasi. Translasi berhenti dengan adanya protein yang disebut Release Factor (RF) yang mengenali kodon terminasi. Pada prokariot terdapat tiga faktor terminasi yaitu, RF1 yang mengenali kodon UAA dan UAG dan RF2 yang mengenali kodon UGA dan UAA, sementara RF3 belum diketahui fungsinya. Pengikatan RF ini memberikan sinyal bahwa proses translasi telah berhenti. Kedua subunit ribosom akan berdisosiasi dari mRNA dan polipeptida dibebaskan dari tRNANYa (gambar 8.10)



Gambar 8.10 Terminasi translasi pada prokariot.

### C. Sintesis Protein Pada Organisme Eukariot

Struktur ultra sel eukaryot, di mana di dalamnya mengandung macam-macam organella yang antara lain berperan dalam proses sintesis protein. Gen merupakan urutan nukleotida tertentu yang terdapat pada DNA, dan DNA berada di dalam inti sel. Pada sel eukaryot satu gen terdiri dari satu promoter yang disebut dengan monosistronik. Proses sintesis protein pada sel eukaryot contohnya dapat kita lihat pada diri kita sebagai manusia melalui beberapa tahapan yaitu: 1) transkripsi gen kelas II akan menghasilkan mRNA yang terjadi di dalam inti sel. Proses transkripsi terjadi dalam 2 tahap: tahap pertama dihasilkan mRNA yang belum masak, ukurannya panjang. Kemudian dilanjutkan ke tahap kedua transkripsi akhir yang menghasilkan mRNA masak yang ukurannya lebih pendek. mRNA masak hasil transkripsi akhir dikeluarkan dari dalam inti sel melalui pori-pori membran inti sel menuju pada ribosom (gambar 8.11)



Gambar 8.11. Proses Sintesis Protein Pada Sel Eukaryot

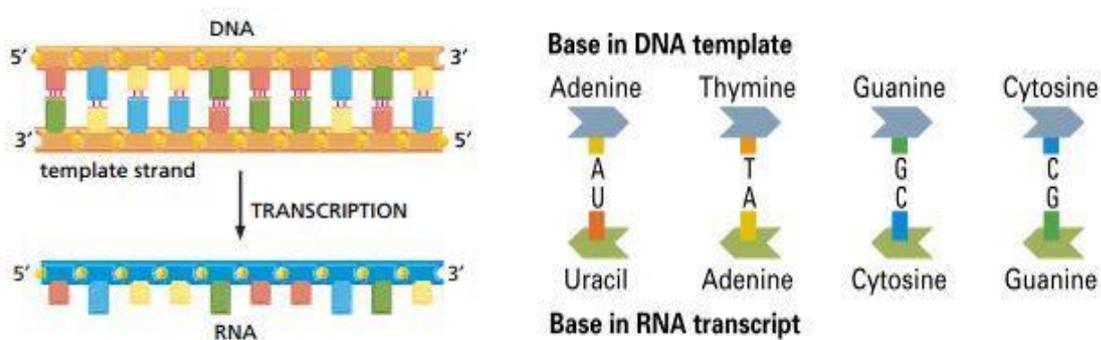
Ribosom berada pada permukaan membran retikulum endoplasma kasar, dan ribosom penyusunnya adalah rRNA. Pada Ribosom terjadilah proses translasi yang membutuhkan tRNA, hasil dari translasi tersebut adalah protein, namun protein belum dapat berfungsi. Setelah proses translasi selesai akan menghasilkan protein yang belum dapat digunakan, karena hanya merupakan rangkaian asam amino belaka dan belum sempurna. Penyempurnaan protein

## Sintesis Protein

setelah proses translasi terjadi pada badan golgi. Proses penyempurnaan yang terjadi di badan golgi adalah proses folding (melipat-lipat membentuk struktur yang globuler), asetilasi (penambahan gugus asetil), metilasi (penambahan gugus metil), karbosilasi (penambahan gugus karboksil). Setelah protein sempurna, ia akan disimpan pada lysosom dan siap untuk digunakan. Bila digunakan di luar sel, maka akan disekresikan ke luar sel.

### a. Transkripsi

Transkripsi adalah proses sintesis RNA dengan DNA sebagai cetakannya ditunjukkan pada Gambar 5.12A dan Gambar 5.12B. Apabila transkripsi terjadi pada gen kelas II maka berlangsung di dalam inti sel dan menghasilkan mRNA. Proses transkripsi tentu harus diawali dengan ketersediaan cetakan DNA. Cetakan akan tersedia diawali dengan terjadinya denaturasi. Anda perlu ingat bahwa tidak semua gen pada DNA akan mengalami denaturasi, hanya gen tertentu yang akan ditranskripsikan. Proses denaturasi dalam sel kita terjadi dengan adanya enzim Gyrase yang akan memotong ikatan hidrogen, sehingga DNA tersebut akan menjadi 2 strand yang terpisah, dan masing masing strand akan menjadi cetakan

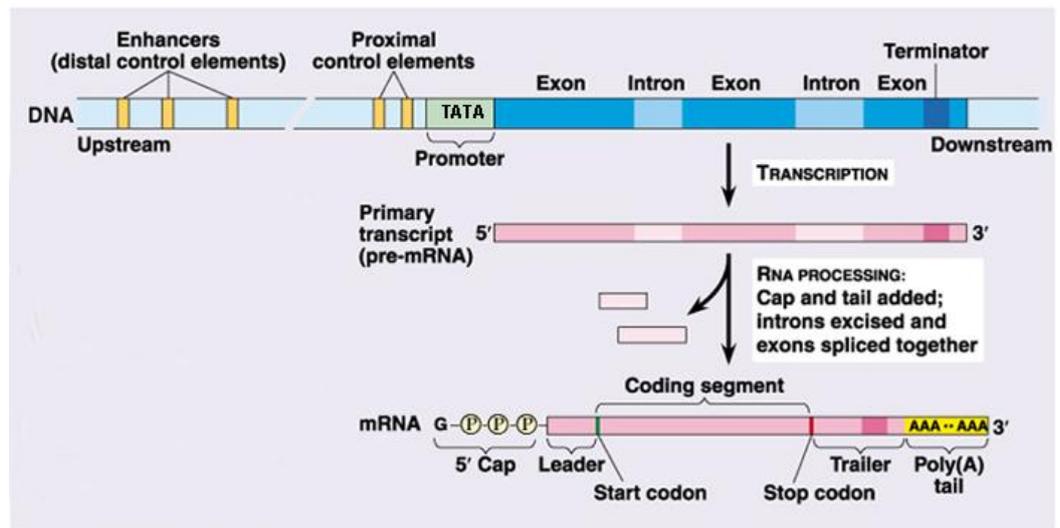


A

B

Gambar 8.12 A. Transkripsi Dengan DNA Sebagai Cetakannya, .B. Pasangan basa pada DNA dan Basa Pada RNA (A-U, T-A, G-C, C-G)

Proses transkripsi awal akan menghasilkan mRNA immatur, yang ukurannya panjang, karena semua bagian gen struktural (Intron dan Exon) ditranskripsikan. Sedangkan transkripsi akhir akan terjadi pemotongan pada mRNA immatur pada bagian yang diekspresikan oleh bagian Intron dari gen struktural, sehingga dihasilkanlah mRNA matur yang ukurannya lebih pendek (gambar 8.13)



Gambar 8.13. Transkripsi pada eukariot

Proses transkripsi terjadi melalui 3 (tiga) tahapan, yaitu: 1) inisiasi transkripsi atau pengawalan, 2) elongasi transkripsi atau pemanjangan, 3) terminasi transkripsi atau pengakhiran. **Inisiasi transkripsi** adalah awal mulainya transkripsi, di mana protein regulator dan RNA polymerase mulai menempel pada promotor dari gen yang merupakan bagian dari DNA. Inisiasi transkripsi mulai dari ujung 5' ke arah 3'. Pada proses transkripsi, selain dibutuhkan enzim RNA polimerase, juga dibutuhkan substrat dari enzim tersebut. Substratnya adalah ribonukleotida yaitu nukleotida yang komponen gula pentosanya adalah ribosa, yang biasanya sering diberi nama NTP (nukleotida trifosfat) yaitu nukleotida dengan tiga gugus fosfat. Macam-macam NTP adalah (1) GTP (Guanosin trifosfat), (2) CTP (Citosin trifosfat), (3) UTP (...trifosfat), (4) ATP (Adenosin trifosfat). Enzim RNA polimerase yang menentukan kapan proses transkripsi dimulai dan kapan pula transkripsi harus berakhir. **Elongasi transkripsi:** setelah inisiasi transkripsi selesai maka dilanjutkan dengan proses elongasi transkripsi. Setelah Enzim RNA polimerase bergerak, sampai gen struktural diikuti dengan menempelnya ribonukleotida bebas (gugus fosfat yang terletak pada atom C5 dari gula ribosa) pada gugus OH yang terletak pada atom C3 dari ribonukleotida pada molekul RNA yang sedang tumbuh (hasil dari inisiasi transkripsi). Setelah RNA polimerase sampai pada urutan nukleotida tertentu yang disebut

## Sintesis Protein

terminator maka proses penambahan ribonukleotida akan berhenti, yang disebut sebagai **terminasi transkripsi**. Transkripsi awal telah selesai yang menghasilkan mRNA immatur.

Kemudian dilanjutkan dengan proses pemotongan mRNA immatur pada sekuens yang diekspresikan oleh bagian intron. Akhirnya mRNA menjadi lebih pendek, disebut sebagai mRNA matur. mRNA matur kemudian dikeluarkan dari dalam inti sel melalui pori-pori membran inti menuju pada ribosom yang terletak pada membran RE kasar.

### b. Translasi

Translasi adalah proses sintesis protein dengan mRNA sebagai cetaknya. Proses translasi ini memerlukan (1) mRNA, (2) ribosom, (3) tRNA dan (4) asam amino. Proses translasi terjadi pada ribosom yang terletak pada permukaan retikulum endoplasma kasar (RE kasar). Ribosom merupakan tempat sintesis protein. E. coli mengandung lebih dari 15.000 ribosom yang terdapat bebas di sitoplasma. Ribosom merupakan kompleks antara protein dan rRNA dan terdiri dari dua subunit, yaitu subunit besar dan subunit kecil. Pada bakteri subunit kecil mempunyai ukuran 30S dan subunit besar 50S, sementara pada eukariot subunit kecil 40S dan sub unit besar 60S. Ribosom bakteri mengandung sekitar 65% rRNA dan 35% protein. Pada ribosom terdapat tiga situs untuk mengikat aminoasil tRNA yaitu: situs aminoasil (A), situs peptidil (P) dan situs exit (E).

Proses tranlasi dibantu oleh tRNA yang letaknya di dalam sitoplasma. tRNA berfungsi untuk mentransfer asam amino dari sitoplasma ke ribosom. Pada tRNA terdapat urutan tiga basa yang disebut antikodon. Antikodon ini komplemen dengan salah satu kodon. Sedangkan pada ujung 3' tRNA terikat asam amino spesifik. tRNA yang sudah mengikat asam amino disebut aminoasil tRNA. Paling kurang terdapat 61 jenis tRNA di sitoplasma yang membawa asam amino yang berbeda. tRNA akan membawa asam amino dari sitoplasma ke ribosom, tempat dimana sintesis protein terjadi, dan antikodon akan mengenali kodon komplemennya.

Asam amino yang ada pada sitoplasma setiap sel berasal dari makanan atau minuman yang bentuknya protein. Dalam proses penguraian menjadi

asam-asam amino yang dibawa oleh darah dan diedarkan pada setiap sel yang membutuhkan. Asam amino akhirnya sampailah pada sitoplasma yang merupakan bahan untuk sintesis protein. Urutan nukleotida yang terdapat pada mRNA hanyalah kode, artinya bahwa setiap 3 basa pada mRNA mengkode satu asam amino yang disebut sebagai kodon. Jadi kodon adalah setiap tiga basa pada mRNA yang mengkode satu macam asam amino yang daftarnya dapat dilihat pada daftar treeplet kodon. Setiap asam amino bisa memiliki kodon lebih dari satu, contohnya asam amino serin memiliki kodon sejumlah 4: UCU, UCC, UCA, UCG. Asam amino Isoleucin memiliki 3 kodon yaitu: AUU, AUC, AUD. Asam amino Histidin memiliki 2 kodon (CAU dan CAC).

Selain kodon dari asam amino dijumpai pula Start kodon AUG yang kebetulan mengkode asam amino metionin. Setiap sintesis protein diawali dengan asam amino metionin. Selain start kodon dijumpai pula 3 macam Stop kodon yaitu: UAA, UAG, UGA. Ketika enzim polimerase sudah sampai pada salah satu stop kodon tersebut, maka proses elongasi transkripsi akan berhenti. tRNA yang membawa antikodon Yang dapat membaca kodon tersebut. Kodon dan antikodon saling berpasangan, pasangan U-A, G-C, atau sebaliknya A-U, C-G., kodon ada pada mRNA dan antikodon ada pada tRNA (Gambar 8.14)

		Second nucleotide in codon																				
		U			C			A			G											
First nucleotide in codon (5' end)	U	UUU	Phe	F	Phenylalanine	UCU	Ser	S	Serine	UAU	Tyr	Y	Tyrosine	UGU	Cys	C	Cysteine	Third nucleotide in codon (3' end)				
		UUC	Phe	F	Phenylalanine	UCC	Ser	S	Serine	UAC	Tyr	Y	Tyrosine	UGC	Cys	C	Cysteine					
		UUA	Leu	L	Leucine	UCA	Ser	S	Serine	UAA	Termination	UGA	Termination									
		UUG	Leu	L	Leucine	UCG	Ser	S	Serine	UAG	Termination	UGG	Trp	W	Tryptophan							
	C	CUU	Leu	L	Leucine	CCU	Pro	P	Proline	CAU	His	H	Histidine	CGU	Arg	R	Arginine					
		CUC	Leu	L	Leucine	CCC	Pro	P	Proline	CAC	His	H	Histidine	CGC	Arg	R	Arginine					
		CUA	Leu	L	Leucine	CCA	Pro	P	Proline	CAA	Gln	Q	Glutamine	CGA	Arg	R	Arginine					
		CUG	Leu	L	Leucine	CCG	Pro	P	Proline	CAG	Gln	Q	Glutamine	CGG	Arg	R	Arginine					
	A	AUU	Ile	I	Isoleucine	ACU	Thr	T	Threonine	AAU	Asn	N	Asparagine	AGU	Ser	S	Serine					
		AUC	Ile	I	Isoleucine	ACC	Thr	T	Threonine	AAC	Asn	N	Asparagine	AGC	Ser	S	Serine					
		AUA	Ile	I	Isoleucine	ACA	Thr	T	Threonine	AAA	Lys	K	Lysine	AGA	Arg	R	Arginine					
		AUG	Met	M	Methionine	ACG	Thr	T	Threonine	AAG	Lys	K	Lysine	AGG	Arg	R	Arginine					
G	GUU	Val	V	Valine	GCU	Ala	A	Alanine	GAU	Asp	D	Aspartic acid	GGU	Gly	G	Glycine						
	GUC	Val	V	Valine	GCC	Ala	A	Alanine	GAC	Asp	D	Aspartic acid	GGC	Gly	G	Glycine						
	GUA	Val	V	Valine	GCA	Ala	A	Alanine	GAA	Glu	E	Glutamic acid	GGA	Gly	G	Glycine						
	GUG	Val	V	Valine	GCG	Ala	A	Alanine	GAG	Glu	E	Glutamic acid	GGG	Gly	G	Glycine						

Gambar 5.18. Treeplet Kodon

**Mekanisme translasi**

Proses translasi berlangsung pada ribosom dan merupakan proses sintesis protein berdasarkan informasi yang berada pada mRNA. mRNA yang

## Sintesis Protein

ditranslasi harus terikat pada ribosom dan pada organisme prokariot pada ujung 5'nya terdapat suatu urutan yang mengenali ribosom. Urutan ini dikenal sebagai situs pengikatan ribosom atau ribosome binding site (RBS). Proses translasi terdiri atas tiga sub proses, yaitu inisiasi, elongasi dan terminasi.

Inisiasi translasi pada organisme eukariot mirip dengan inisiasi pada organisme prokariot tetapi urutannya berbeda dan melibatkan faktor inisiasi yang lebih banyak. Perbedaan tersebut disebabkan oleh karena perbedaan struktur ribosom dan kedua organisme. Faktor inisiasi translasi untuk organisme eukariot dinamai eIFs (eukaryote Initiation Factor). Komponen pada tahap inisiasi organisme eukariot adalah kodon inisiasi (AUG), lima faktor inisiasi (eIF1, eIF2, eIF3, eIF4, eIF5), tRNA inisiator (met-tRNA), ribosom subunit 40S dan 60S, GTP dan ATP. Pada eukariot tRNA inisiator met-tRNA, GTP dan eIF2 membentuk kompleks terlebih dahulu sebelum berikatan dengan subunit 40S. Setelah kompleks inisiasi terbentuk proses translasi dilanjutkan dengan pemanjangan rantai polipeptida (tahap elongasi).

Mekanisme elongasi pada organisme eukariot mirip dengan mekanisme elongasi pada organisme prokariot. Tahap awal elongasi adalah pengikatan aminoasil-tRNA pada situs A melalui penggabungan dengan kodon kedua mRNA. Aminoasil-tRNA memasuki ribosom dengan bantuan faktor elongasi eEF-1 membentuk kompleks dengan GTP. Faktor elongasi merupakan protein yang berasosiasi terus menerus dengan ribosom selama penambahan asam amino pada rantai polipeptida. Pemanjangan rantai polipeptida berlangsung terus menerus sampai mencapai kodon yang tidak dikenali oleh anti kodon yang dibawa oleh tRNA.

Sel prokariot dan sel eukariot juga tidak memiliki tRNA dengan antikodon yang komplemen dengan sinyal terminasi, tetapi memiliki faktor terminasi (release factor, RF) yang mengenali sinyal terminasi sintesis protein. Pada organisme eukariot hanya terdapat satu faktor terminasi yaitu RF yang mengenali ketiga kodon stop UAG, UAA dan UGA. RF berikatan dengan kodon terminasi pada situs A ribosom dan menstimulasi hidrolisis ikatan tRNA dan rantai polipeptida pada situs P yang menyebabkan rantai polipeptida lepas dari ribosom, tRNA dilepaskan serta subunit ribosom dan templat mRNA

berdisosiasi. Pada bakteri, proses transkripsi dan translasi bisa terjadi bersamaan, karena DNA berada di sitoplasma dan semua proses replikasi, transkripsi dan translasi terjadi di sitoplasma. Bahkan mRNA yang belum selesai di transkripsi sudah mulai di translasi. Tapi pada eukariot keadaannya berbeda, karena replikasi dan transkripsi terjadi di dalam inti. mRNA kemudian di bawa ke sitoplasma untuk di translasi.

Tahap akhir dari sintesis protein adalah pelipatan dan pemrosesan. Polipeptida hasil translasi memerlukan struktur yang tepat untuk berfungsinya. Proses pelipatan protein meliputi pembentukan ikatan hidrogen, interaksi van der Waals, ikatan ionik, interaksi hidrofobik dan jembatan disulfida. Sehingga polipeptida hasil translasi yang awalnya satu dimensi membentuk struktur tiga dimensi. Selain itu beberapa protein prokariot dan eukariot juga mengalami modifikasi pasca translasi, seperti: pemotongan peptida sinyal, glikosilasi, fosforilasi, asetilasi dan metilasi

## DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Robert, K., Walter, P. 2008. *Molecular Biology of the The Cell*. Garland Science, taylor and Francis Group.
- Berg, J.M., Timoczko, J. L. Stryer, L., Fifth edition. *Biochemistry*. W. H. Freeman and Company
- Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, P.W., 2008. *Molekular Biologi of The Cell*,
- Campbell, Reece, Mitchel. 2002. *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Coady, D., 2010. *Molecular Biology*, Elsevier Academic Press.
- Gardner, *et all*.1991. *Principles of Genetiks Eighth Edition*. New York. Chichester Brisbane Toronto Singapore .
- Hartl, D.L. & Jones, E.W., 2001. *Introduction to Molecular Genetics and Genomics*,
- Nurhayati, B & Darmawati,S. 2017. *Bahan ajar TLM Biologi sel & molekuler*. Penerbit Kemenkes RI.
- Nusantari, E. 2012. *Kajian Miskonsepsi Genetika dan Perbaikannya Melalui Perubahan Struktur Didaktik Bahan Ajar Genetika Berpendekatan Konsep di Perguruan Tinggi*. Disertasi. PPS Universitas Negeri Malang
- Stowell, Dan. 2009. *The Molecule of HIV*. [www.mclcd.co.uk/hiv](http://www.mclcd.co.uk/hiv). diakses tanggal 9 Maret 2011)
- Yuwono, Triwibowo. 2005. *Biologi Molekular*. Jakarta: Erlangga.

## BIODATA PENULIS



**Baterun kunsah.**, lahir di Jawa timur, Kab Malang, 11 September 1980. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Institut Teknologi Nasional, Kota Malang lulus tahun 2002. Pendidikan S2 kimia Bidang Minat Biokimia, lulus tahun 2012 di Universitas Airlangga Surabaya dan saat ini sedang menempuh studi S3 ilmu kedokteran pada Fakultas Kedokteran di Universitas Airlangga Surabaya. Saat ini merupakan dosen tetap pada program studi STr TLM Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya. Beberapa buku yang sudah di terbitkan antara lain Biologi Sel, Biokimia 1, Biokimia 2 dan Toksikologi Klinik.