

SINTESIS PROTEIN



Primasari Pertiwi, M.Si

- Proses sintesis atau pembentukan protein memerlukan adanya molekul RNA yang merupakan materi genetik di dalam kromosom, serta DNA sebagai pembawa sifat keturunan.
- Informasi genetik pada double helix DNA berupa kode-kode sandi atau kode genetik. Nah, kode-kode sandi tersebut nantinya akan dibawa atau dicetak untuk membentuk RNA.

- Informasi berupa urutan kode-kode sandi pada RNA akan dirangkai menjadi asam-asam amino, peptida, polipeptida, sampai terbentuk protein.
- Protein-protein yang terbentuk akan menyusun sebagian besar komponen di dalam tubuh.
- Contoh; tubuh adalah miosin, aktin, keratin, kolagen, hemoglobin, dan insulin.

- Tahapan sintesis protein mengikuti aturan dogma sentral, dimana informasi genetik dipindahkan dari DNA ke DNA melalui **tahap replikasi**.
- Dari DNA ke RNA melalui **tahap transkripsi**. Selanjutnya dari RNA ke protein melalui **sintesis protein**.
- Sebelum terjadi sintesis protein, DNA pada struktur nukleosom akan lepas dari protein histon oleh bantuan kerja enzim polimerase.

Proses sintesis protein meliputi tiga tahapan;

1. Replikasi DNA

2. Transkripsi

3. Translasi

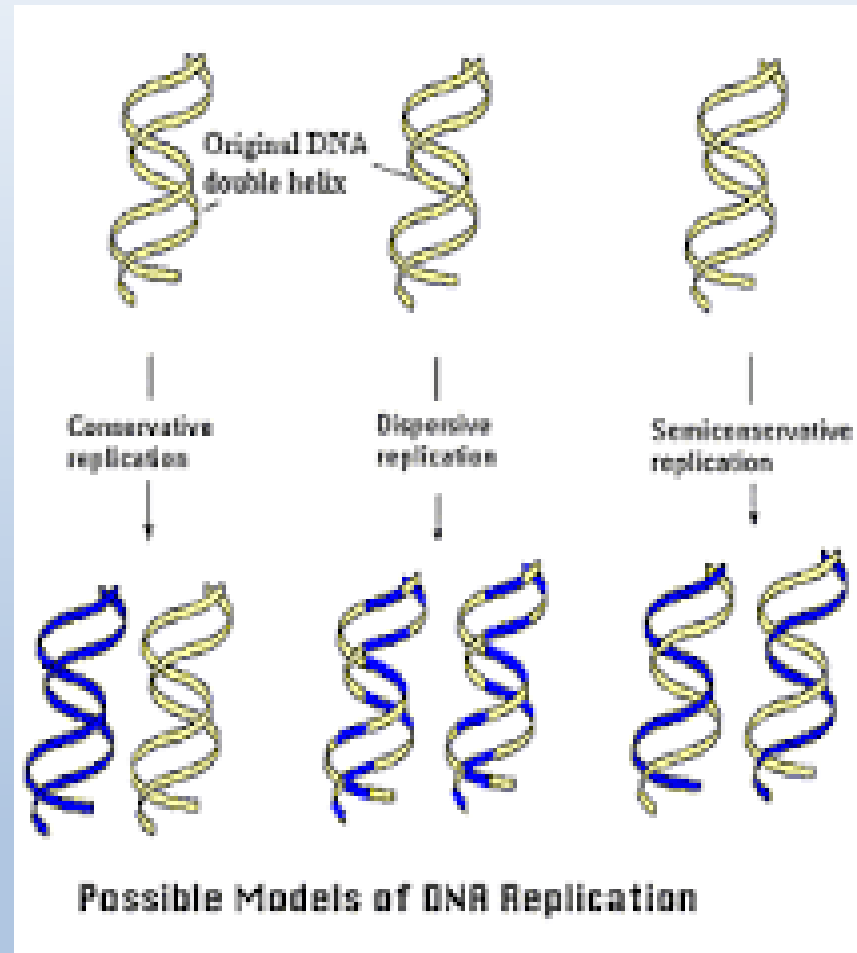
Replikasi

- Replikasi adalah proses pembuatan (sintesis) DNA baru atau penggandaan DNA di dalam nukleus.
- Pada saat replikasi berlangsung, DNA induk membentuk kopian DNA anak yang sama persis sehingga DNA induk berfungsi sebagai cetakan untuk pembentukan DNA baru.

Model DNA Bereplikasi

Model Konservatif;

Rantai ganda DNA induk langsung membentuk salinan berupa rantai ganda DNA baru tanpa ada pemisahan rantai ganda DNA induk terlebih dahulu.



Model semi konservatif

- Rantai ganda DNA induk membuka atau memisah terlebih dahulu sehingga terbentuk dua buah rantai tunggal DNA.
- Masing-masing rantai tunggal tersebut berfungsi sebagai cetakan untuk membentuk rantai tunggal DNA baru, melalui pembentukan pasangan basa yang komplementer dengan basa nitrogen DNA induk.

Model Dispersif

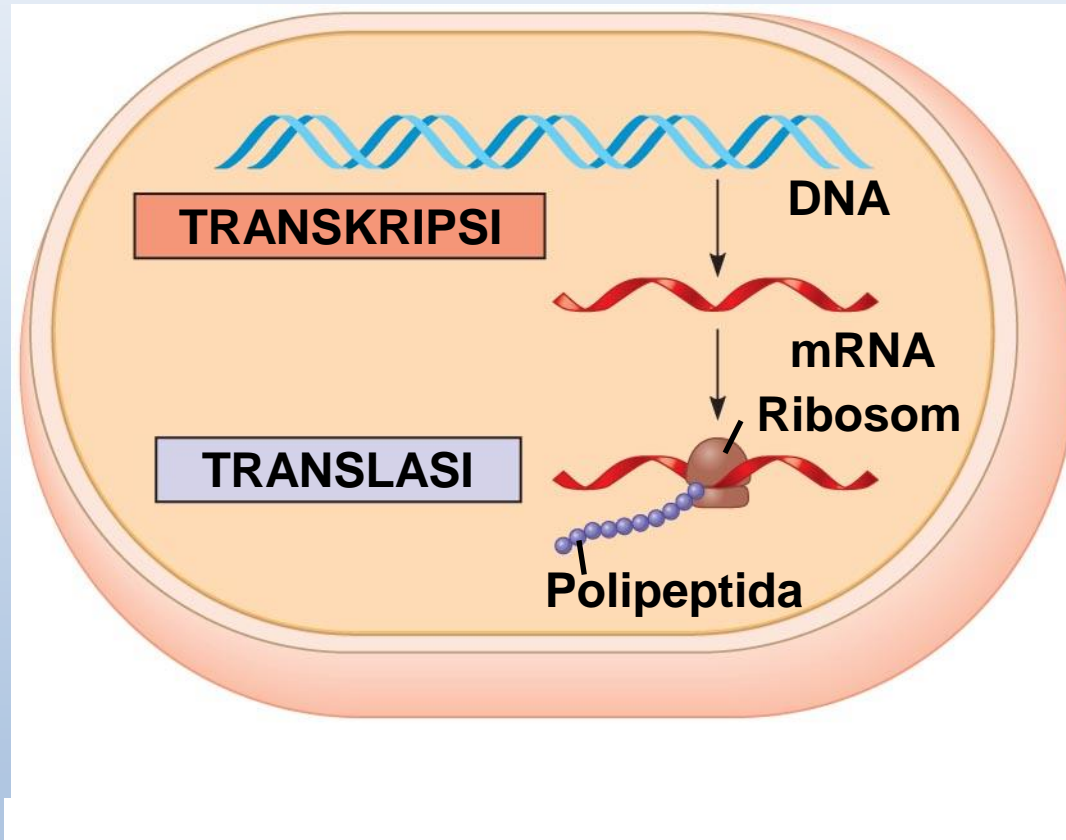
Rantai ganda DNA hasil replikasi pertama maupun replikasi kedua dari DNA induk mengandung segmen campuran antara rantai DNA induk dan rantai DNA baru.

Prinsip-prinsip Dasar Transkripsi dan Translasi

- RNA adalah jembatan antara gen dan protein yang dikodekan oleh gen
 - **Transkripsi (*transcription*)** adalah sintesis RNA di bawah arahan DNA
 - Transkripsi menghasilkan **RNA duta (*messenger RNA, mRNA*)**
 - **Translasi (*translation*)** adalah sintesis polipeptida, yang terjadi di bawah arahan mRNA
 - **Ribosom** adalah tempat translasi
-

- Pada prokariot, mRNA yang diproduksi melalui transkripsi segera ditranslasi tanpa pemrosesan lebih lanjut
 - Dalam sel eukariot, selaput nukleus memisahkan transkripsi dari translasi
 - Transkrip RNA eukariot dimodifikasi melalui **pemrosesan RNA (*RNA processing*)** untuk menghasilkan mRNA akhir
-

- **Transkrip primer (*primary transcript*)** adalah transkrip RNA awal dari gen apa pun
 - **Dogma sentral (*central dogma*)** adalah konsep yang menyatakan bahwa sel diatur oleh rantai perintah selular: DNA → RNA → protein
-



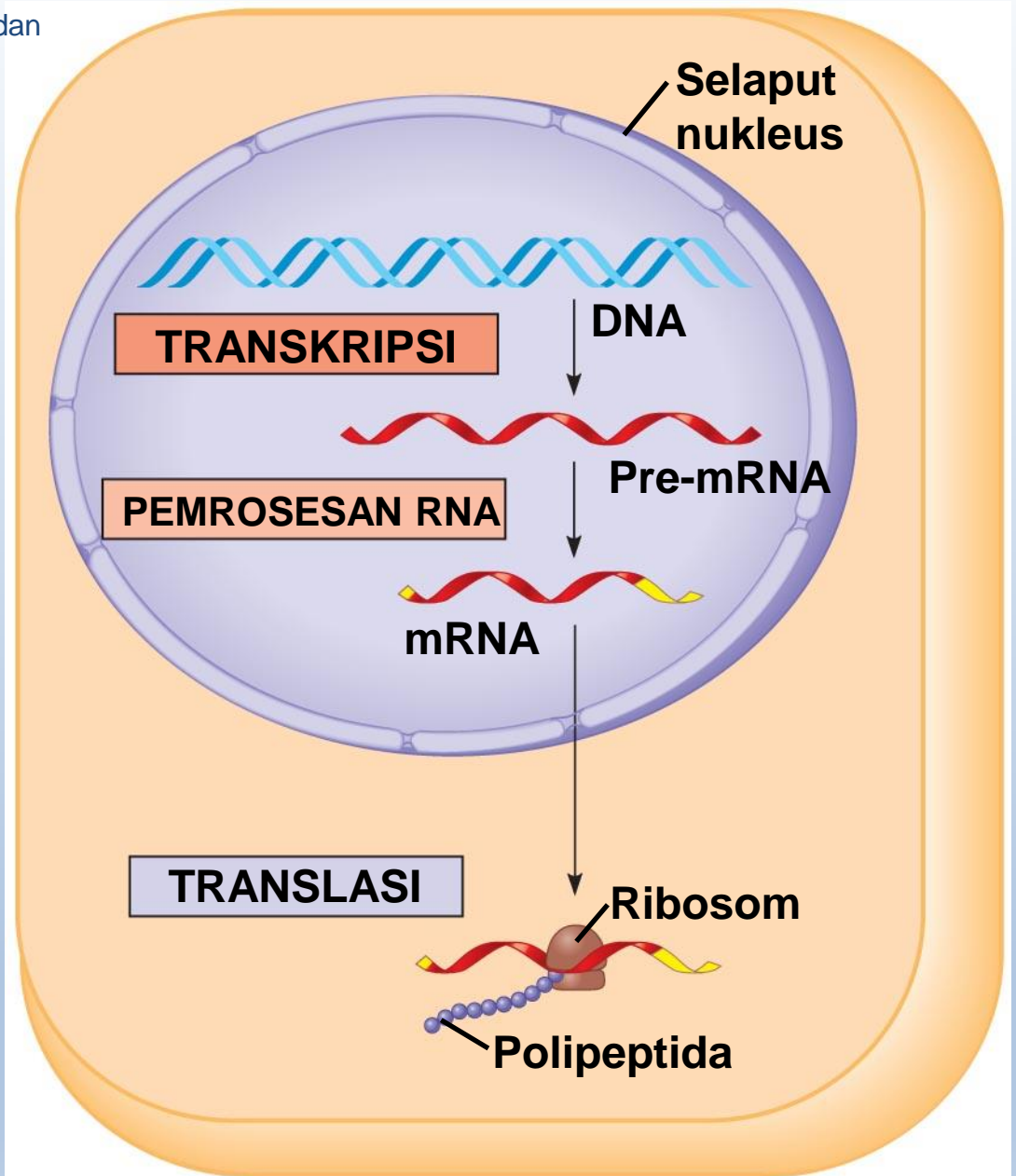
(a) Sel bakteri

Pada sel bakteri, yang tidak memiliki nukleus, mRNA yang dihasilkan oleh transkripsi langsung ditranslasi tanpa pemrosesan lebih lanjut

Peraga 17.3b Gambaran umum: peran transkripsi dan translasi dalam aliran informasi genetik

(b) Sel eukariot

Nukleus menyediakan kompartemen terpisah untuk transkripsi. Transkripsi RNA asli, disebut pre-mRNA, diproses dalam berbagai cara sebelum meninggalkan nukleus sebagai mRNA



Transkripsi

- Pada tahapan transkripsi DNA akan membentuk RNA dengan cara menerjemahkan kode-kode genetik dari DNA.
- Transkripsi terjadi di dalam sitoplasma dan diawali dengan membukanya rantai ganda DNA melalui kerja enzim RNA polimerase.

Tahapan transkripsi

1. Inisiasi (permulaan)

Jika pada proses replikasi dikenal daerah pangkal replikasi, pada transkripsi dikenal **promoter**, yaitu daerah DNA sebagai tempat melekatnya RNA polimerase untuk memulai transkripsi.

2. Elongasi (pemanjangan)

- Setelah membuka pilinan rantai ganda DNA, RNA polimerase ini kemudian menyusun untaian nukleotida-nukleotida RNA dengan arah 5'-3'.
- Pada tahap ini, RNA mengalami pertumbuhan memanjang seiring dengan pembentukan pasangan basa nitrogen.

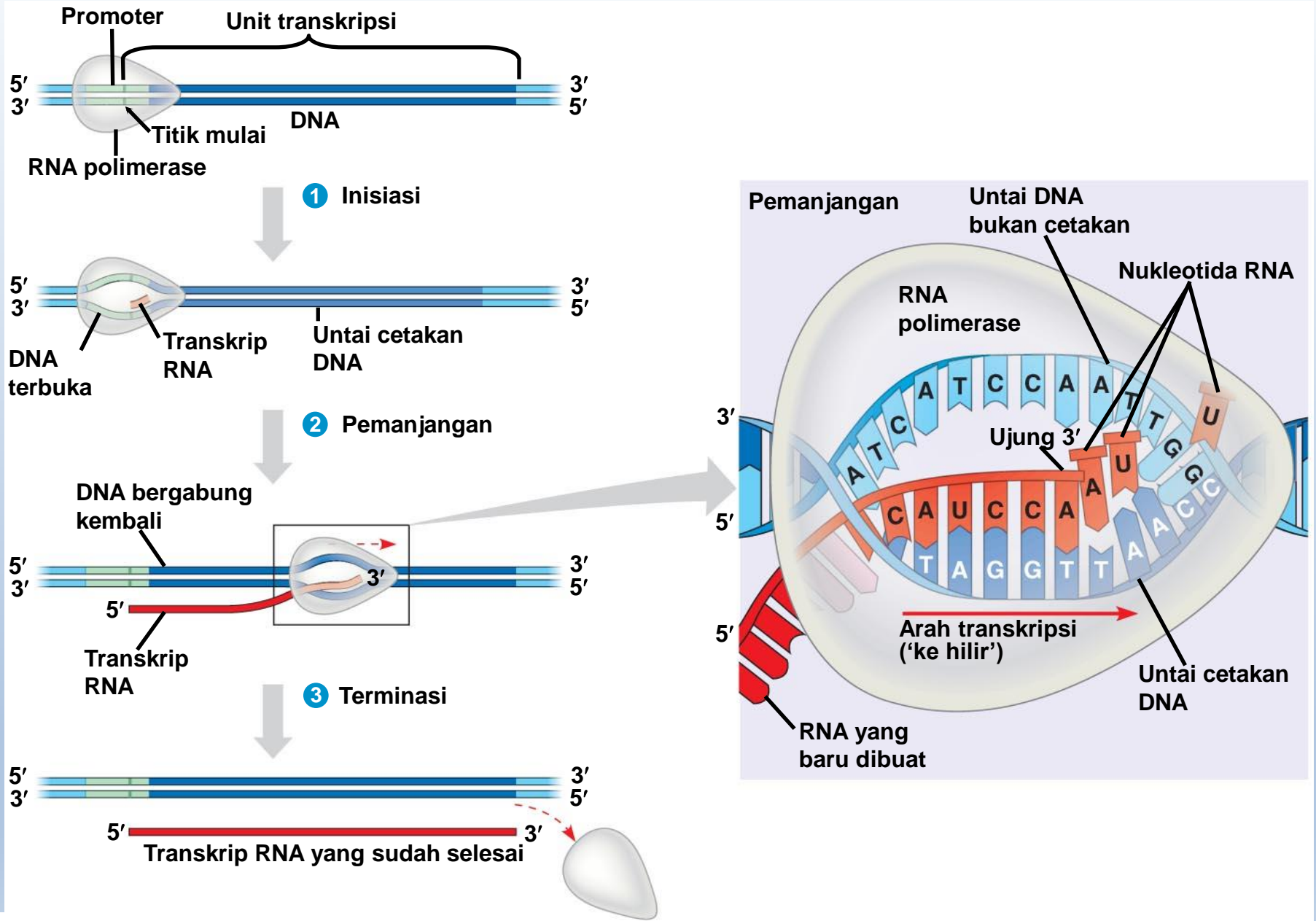
3. Terminasi (pengakhiran)

- Setelah transkripsi selesai, rantai DNA menyatu kembali seperti semula dan RNA polimerase segera terlepas dari DNA.
- Akhirnya, RNA terlepas dan terbentuklah mRNA yang baru.

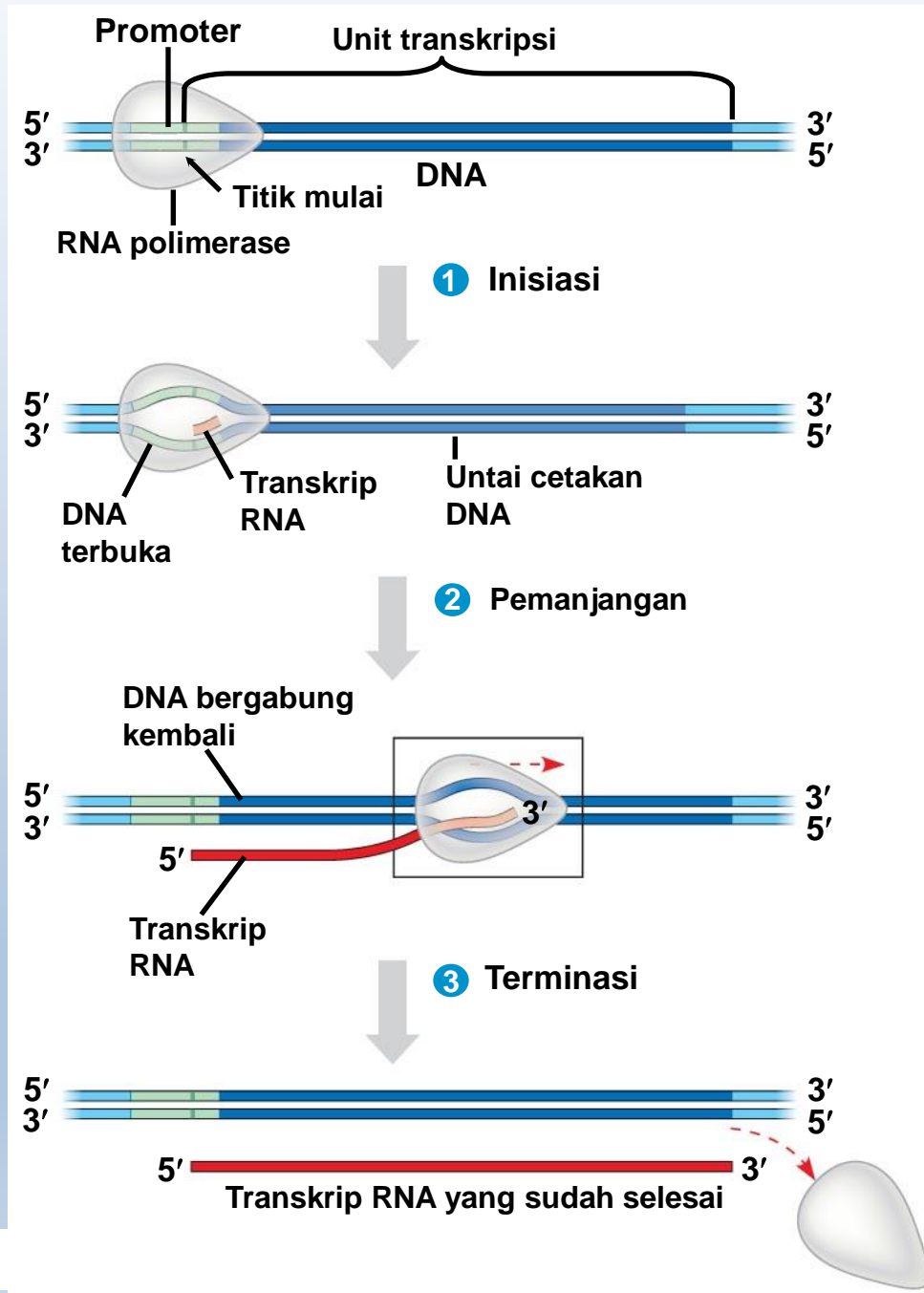
Komponen-komponen Molekular Transkripsi

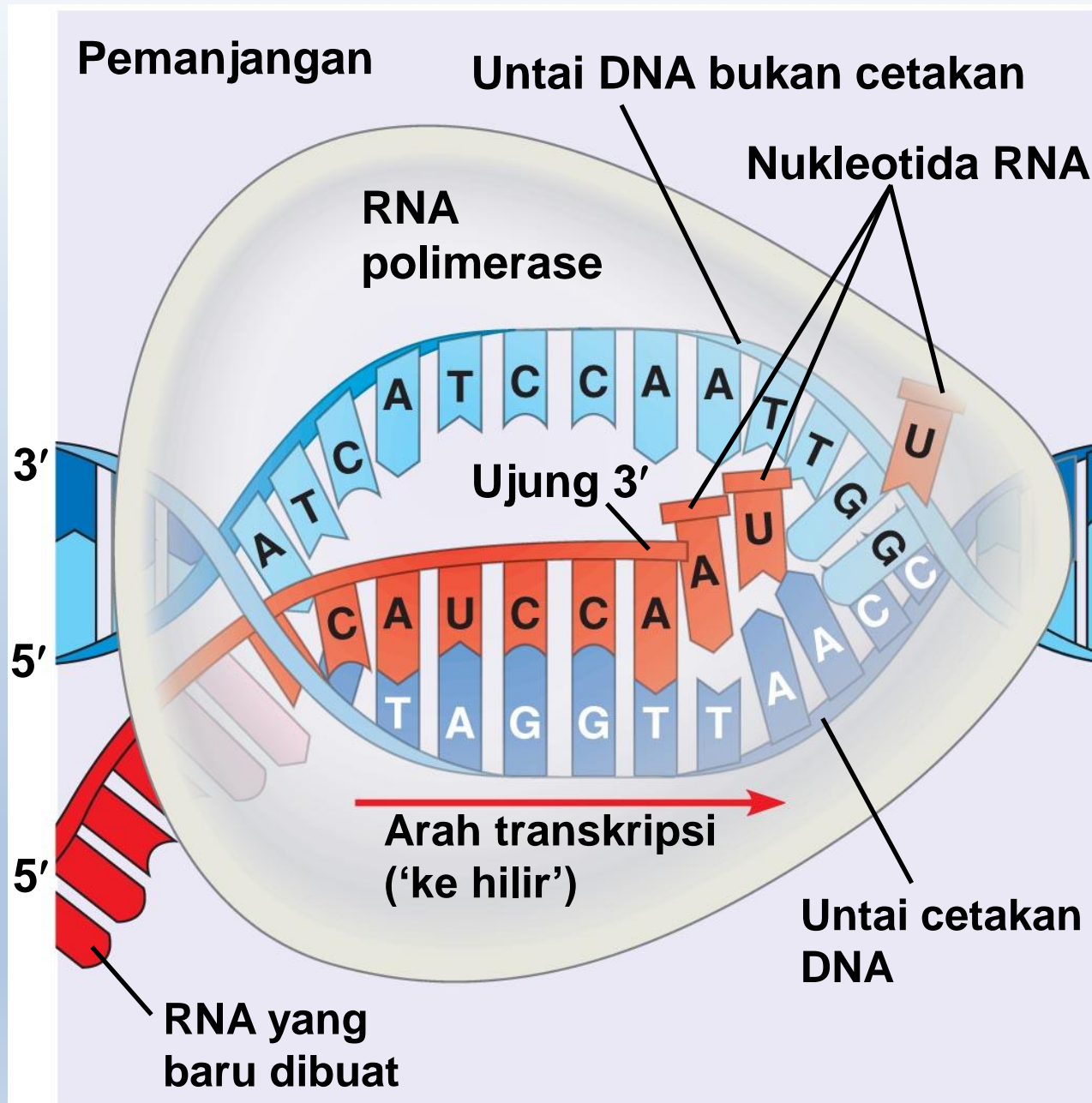
- Sintesis RNA dikatalisis oleh **RNA polimerase (*RNA polymerase*)**, yang memisahkan kedua untai DNA dan menggabungkan nukleotida-nukleotida RNA
- Sintesis RNA mengikuti aturan pemasangan basa yang sama seperti pada DNA, dengan pengecualian urasil menggantikan timin

Peraga 17.7 Tahap-tahap transkripsi: inisiasi, pemanjangan, dan terminasi



Peraga 17.7a Tahap-tahap transkripsi: inisiasi, pemanjangan, dan terminasi



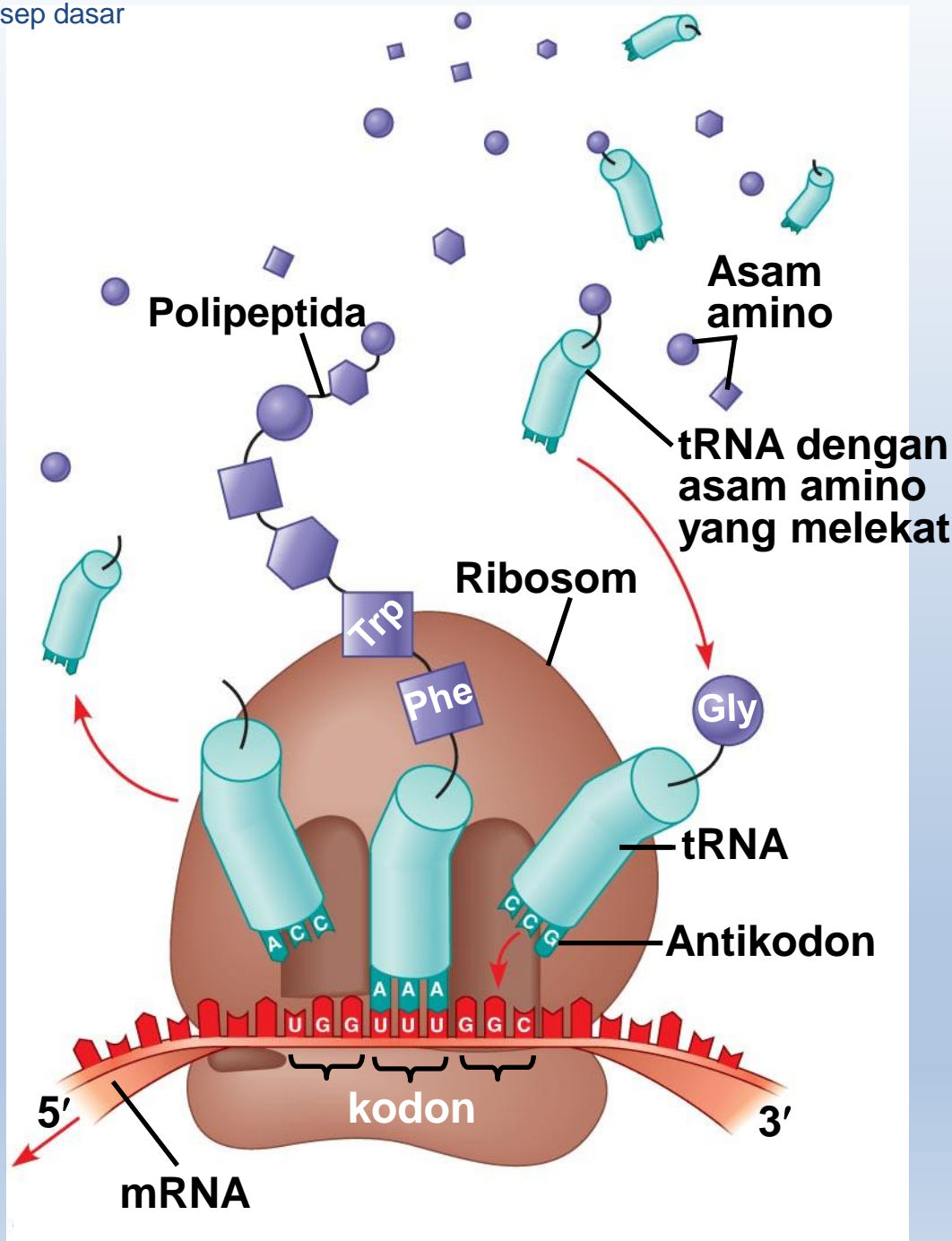


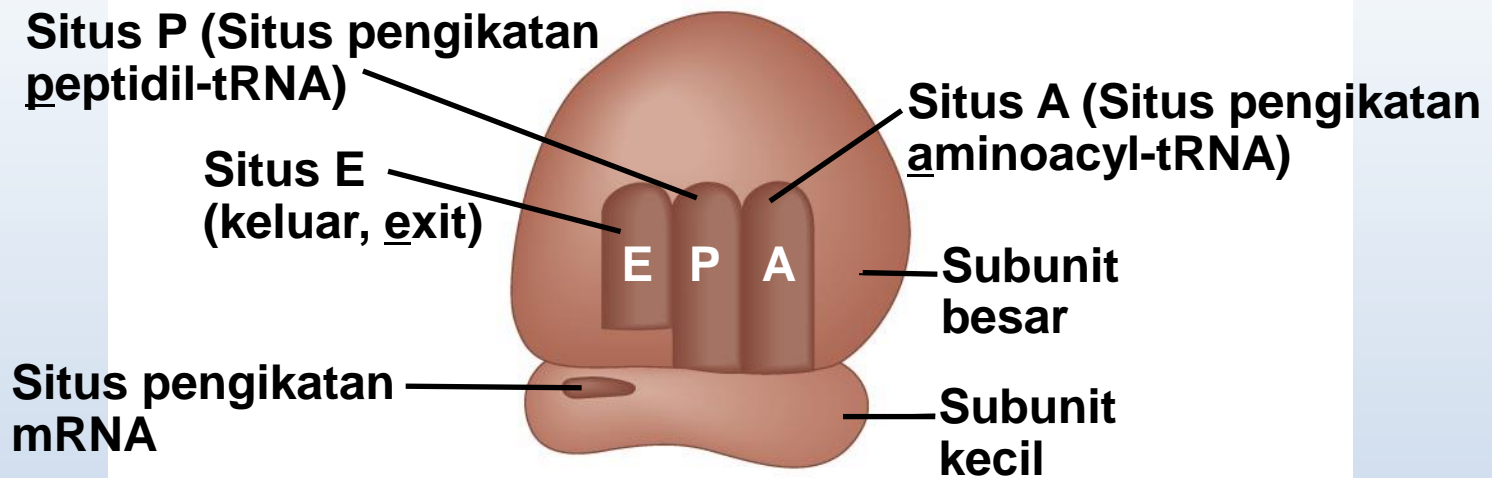
Komponen-komponen Molekular Translasi

- Sel menerjemahkan pesan mRNA menjadi protein dengan bantuan **RNA transfer (*transfer RNA*, tRNA)**
 - Molekul-molekul tRNA tidak sepenuhnya identik:
 - Molekul tRNA membawa suatu asam amino spesifik pada salah satu ujungnya
 - Molekul tRNA memiliki satu **antikodon (*anticodon*)** di ujung lainnya; antikodon berpasangan-basa dengan kodon komplementer pada mRNA
-

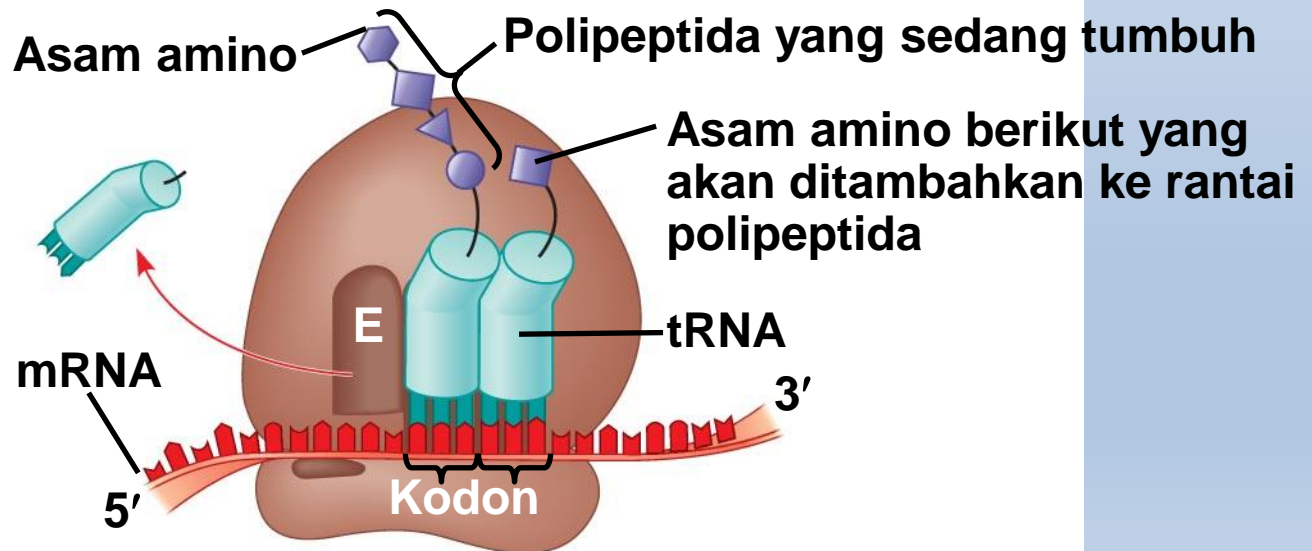
Translasi

- Translasi merupakan proses penerjemahan beberapa triplet atau kodon dari RNAm menjadi asam amino-asam amino yang akhirnya membentuk protein.
- Urutan basa nitrogen yang berbeda pada setiap triplet, akan diterjemahkan menjadi asam amino yang berbeda.





(b) Model skematik yang menunjukkan situs pengikatan



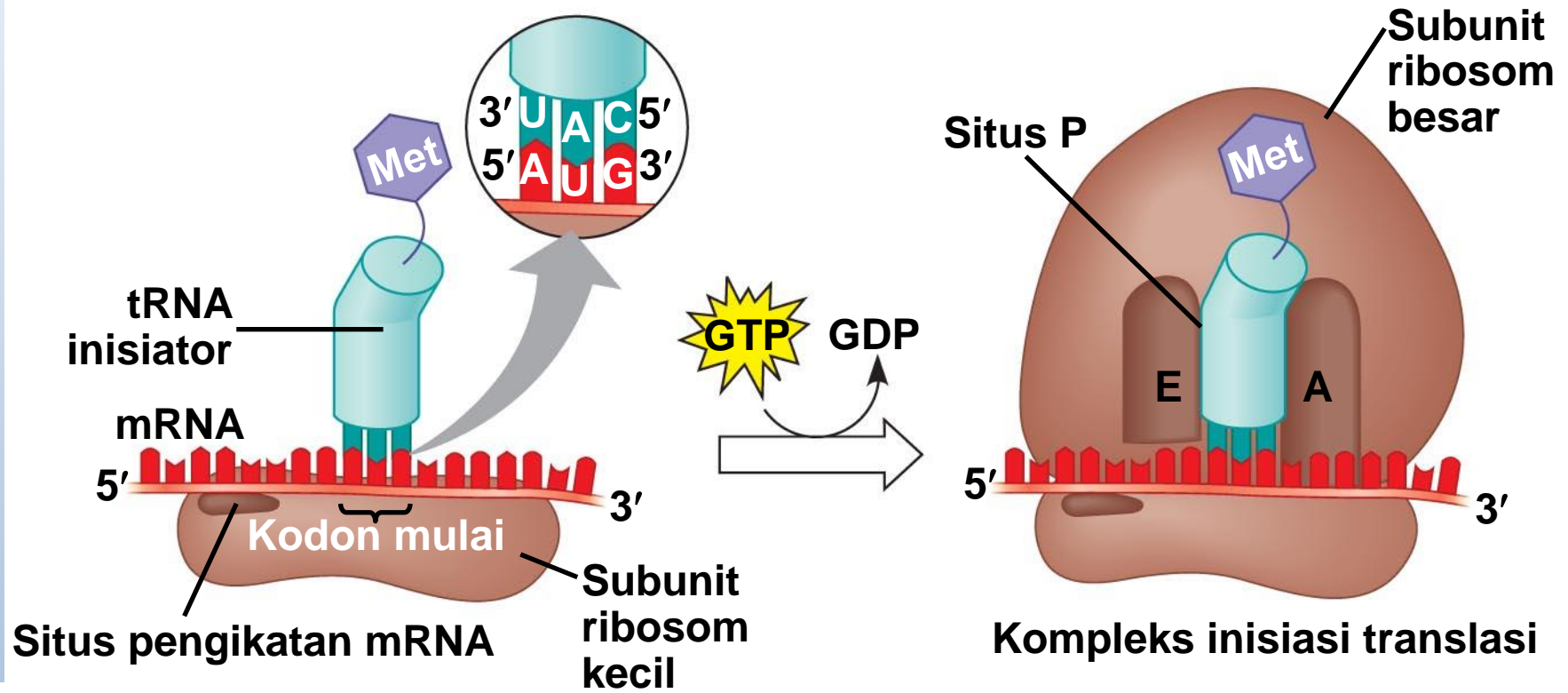
(c) Model skematik dengan mRNA dan tRNA

- Ribosom memiliki tiga situs pengikatan untuk tRNA:
 - **Situs P** menampung tRNA yang membawa rantai polipeptida
 - **Situs A** menampung tRNA yang mengangkut asam amino yang akan ditambahkan berikutnya ke rantai
 - **Situs E** adalah tempat keluarnya tRNA yang telah melepaskan muatannya meninggalkan ribosom
-

Membangun Polipeptida

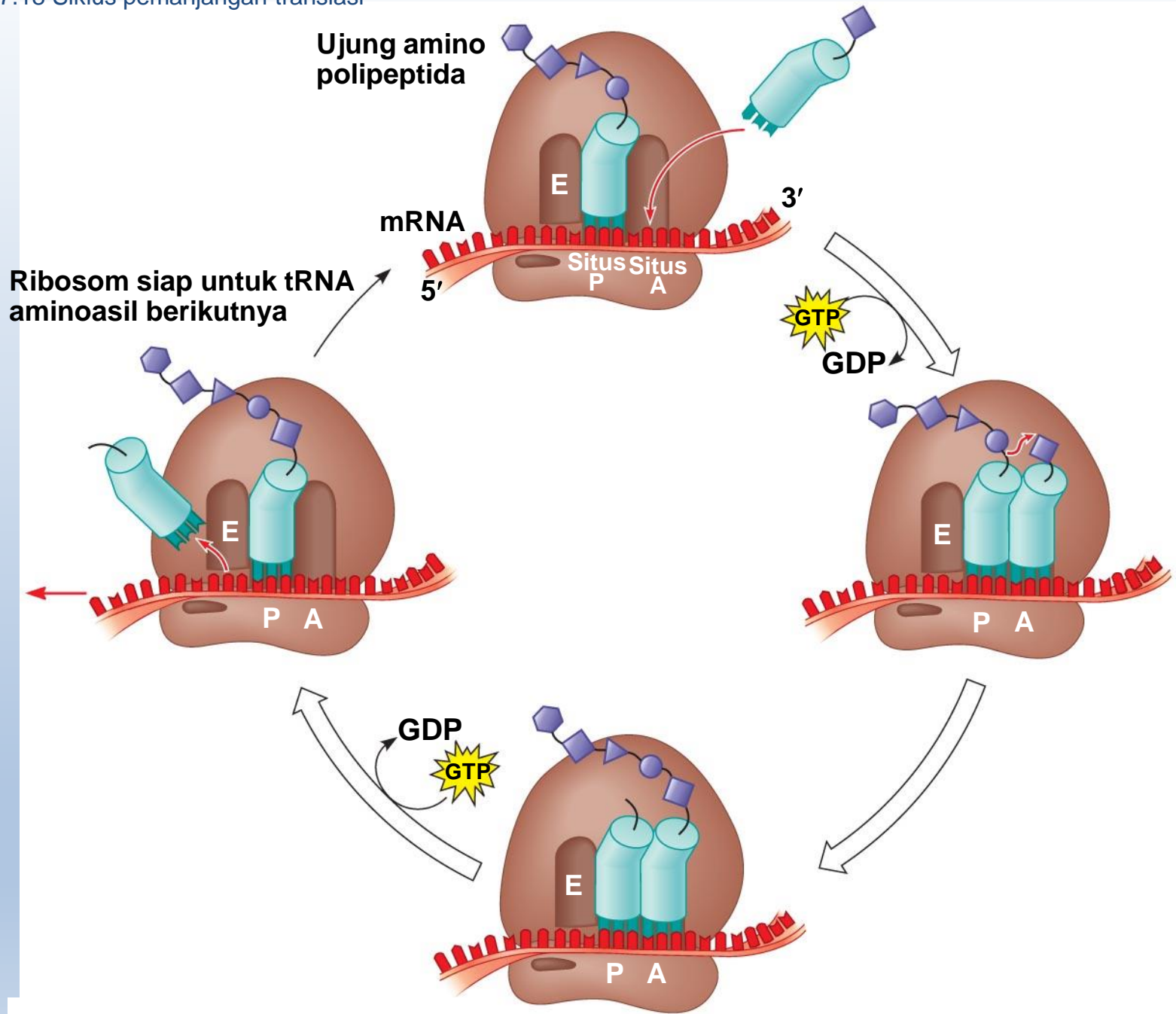
- Tiga tahap translasi:
 - Inisiasi
 - Pemanjangan
 - Terminasi
 - Ketiga tahap membutuhkan ‘faktor-faktor’ protein yang membantu proses translasi
-

- Tahap inisiasi dari translasi menyatukan mRNA, tRNA yang membawa asam amino pertama, dan kedua subunit ribosom
 - Pertama, subunit ribosom kecil berikatan dengan mRNA sekaligus tRNA inisiator spesifik
 - Kemudian, subunit kecil bergerak di sepanjang mRNA sampai mencapai kodon mulai (AUG)
 - Protein-protein yang disebut *faktor inisiasi* menyatukan subunit besar untuk melengkapi *kompleks inisiasi translasi* (*translation initiation complex*)
-



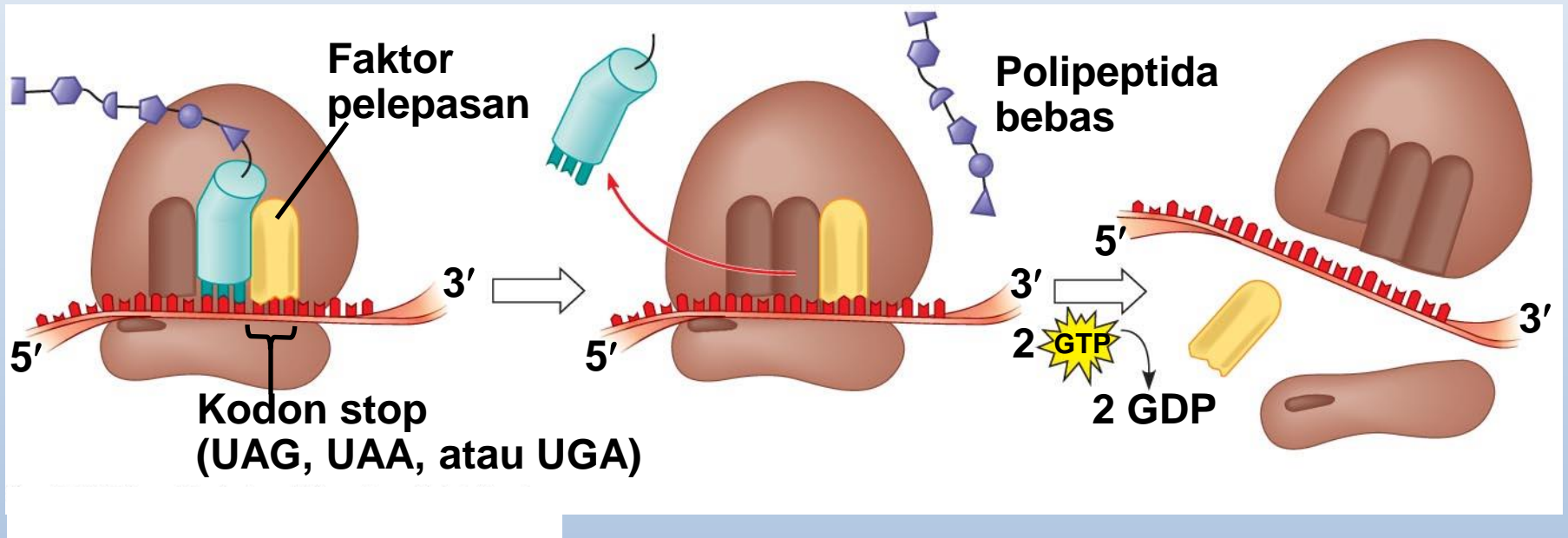
Pemanjangan Rantai Polipeptida

- Selama tahap pemanjangan, asam amino ditambahkan satu per satu ke asam amino sebelumnya
 - Setiap penambahan melibatkan protein-protein yang disebut faktor pemanjangan (*elongation factor*) dan terjadi dalam siklus tiga tahap: pengenalan kodon, pembentukan ikatan peptida, dan translokasi
-



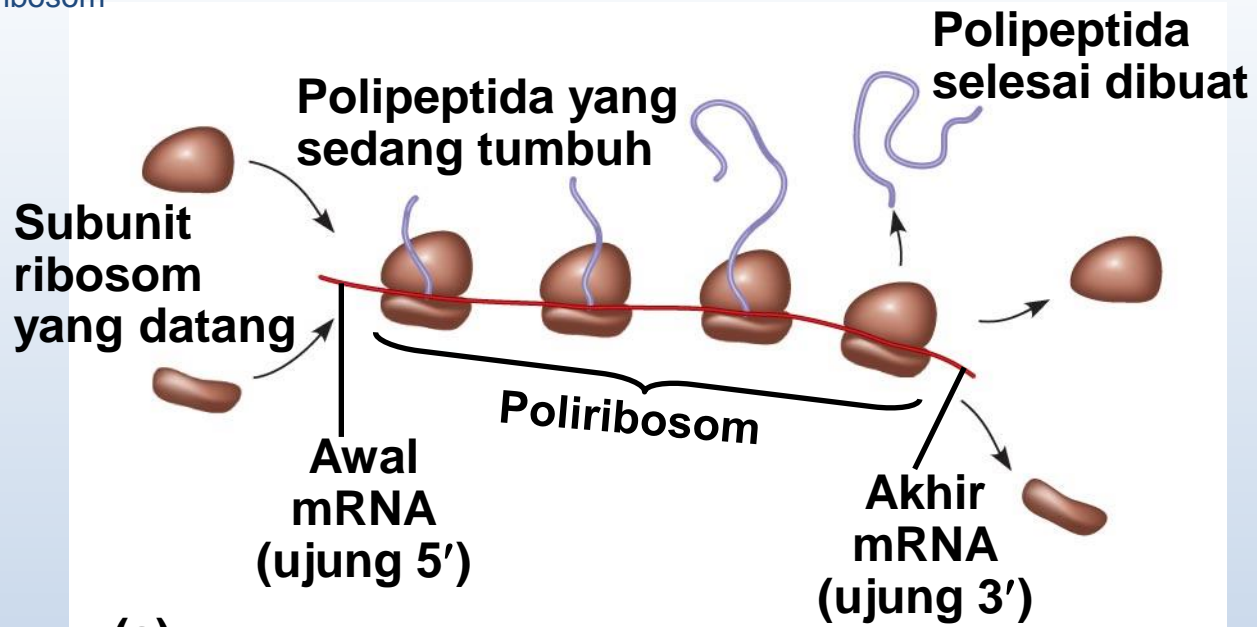
Terminasi Translasi

- Terminasi terjadi ketika kodon stop pada mRNA mencapai situs A dari ribosom
 - Situs A menerima protein yang disebut faktor pelepasan (*release factor*)
 - Faktor pelepasan menyebabkan penambahan molekul air, sebagai pengganti asam amino
 - Reaksi ini melepaskan polipeptida, dan sisa rakitan translasi kemudian terlepas
-

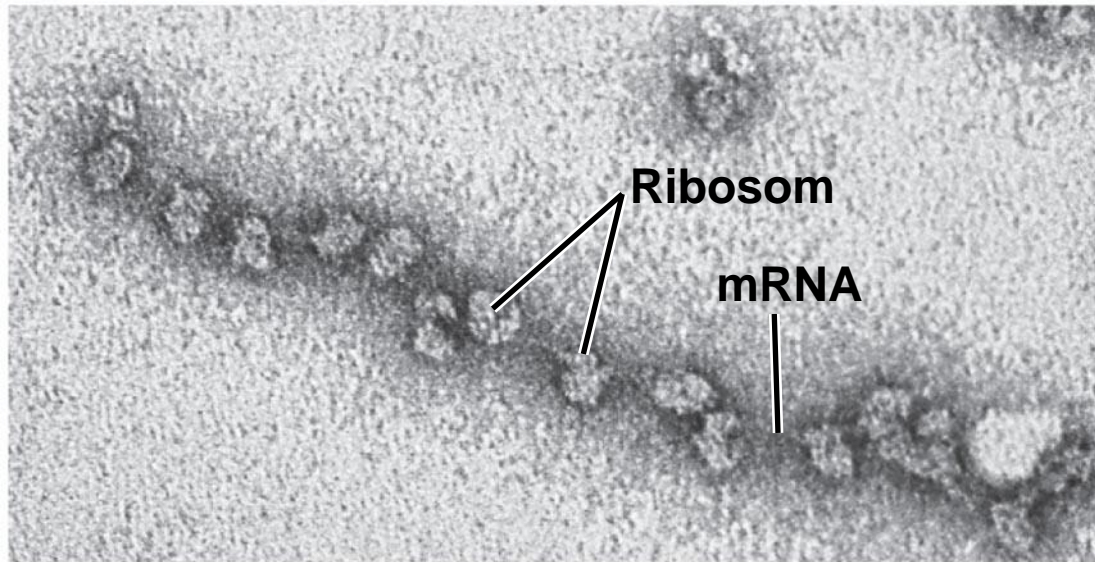


Poliribosom

- Sejumlah ribosom dapat menerjemahkan mRNA tunggal secara bersamaan, membentuk suatu **poliribosom** (*polyribosome* atau **polisom**, *polysome*)
 - Poliribosom memungkinkan sel membuat banyak salinan polipeptida dengan sangat cepat
-



(a)



(b)

Basa mRNA kedua

		U	C	A	G			
Basa mRNA pertama (ujung 5' kodon)	U	UUU	UCU	UAU	UGU	U	C	
		UUC		UAC				UGC
		UUA	UCA	UAA Stop	UGA Stop			
		UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp			
	C	CUU	CCU	CAU	CGU	U	C	A
		CUC		CAC				
		CUA	CCA	CGA				
		CUG	CCG	CAG	CGG			
	A	AUU	ACU	AAU	AGU	U	C	A
		AUC		AAC				
		AUA	ACA	AGA				
		AUG Met or start	ACG	AAG	AGG			
	G	GUU	GCU	GAU	GGU	U	C	A
		GUC		GAC				
		GUA	GCA	GGA				
		GUG	GCG	GAG	GGG			

Basa mRNA ketiga (ujung 3' kodon)