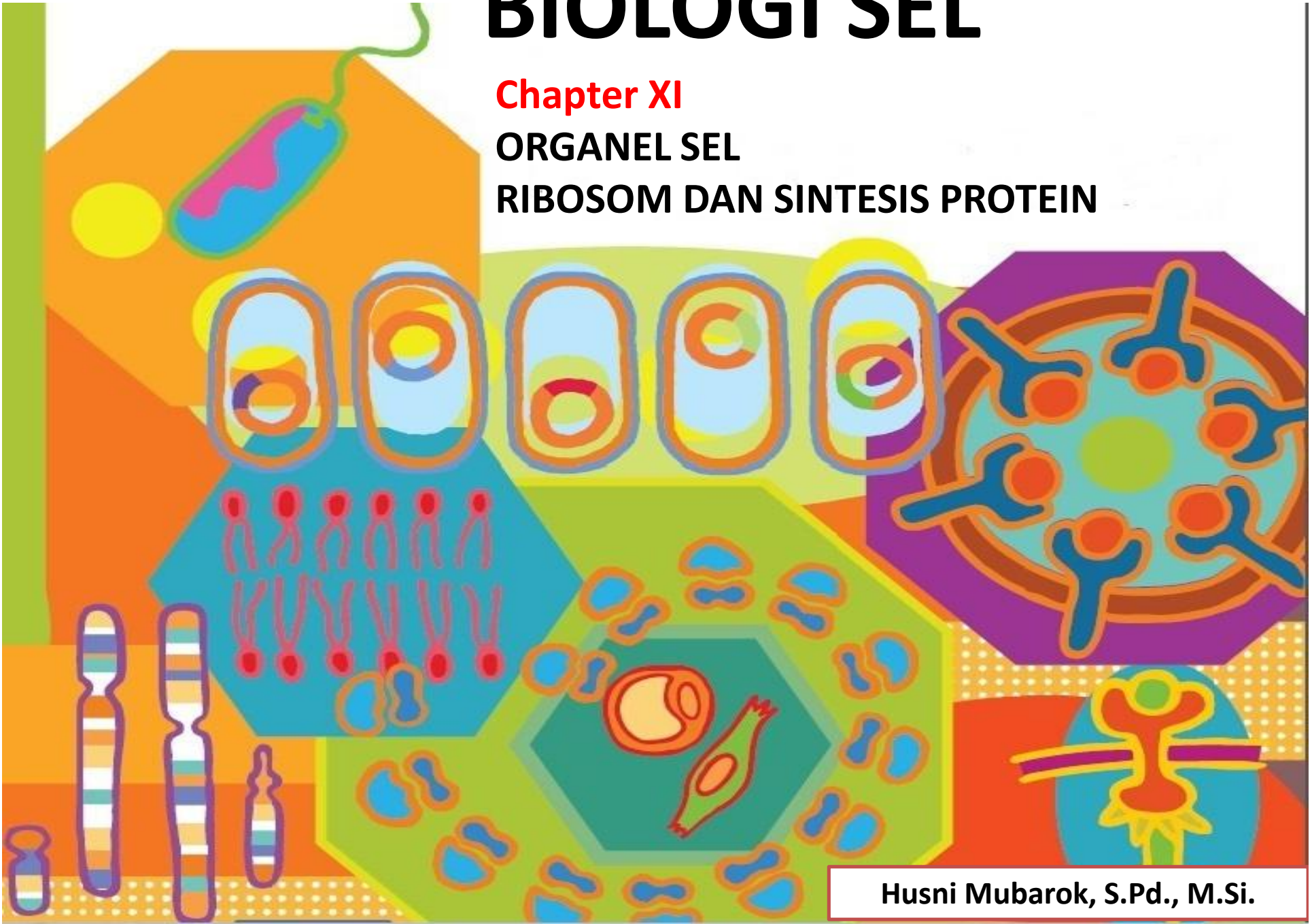


# BIOLOGI SEL

## Chapter XI

### ORGANEL SEL

### RIBOSOM DAN SINTESIS PROTEIN

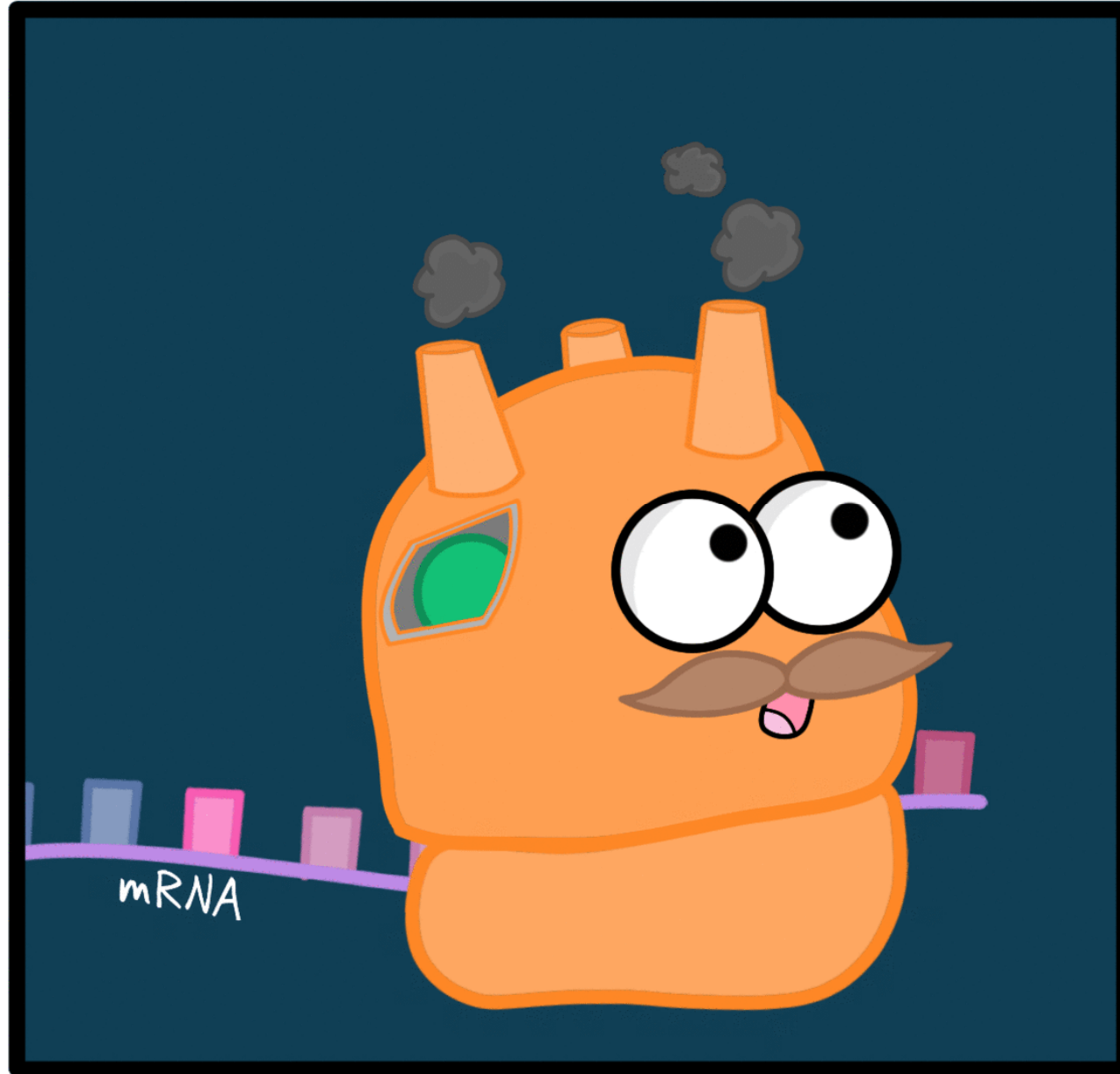


Husni Mubarak, S.Pd., M.Si.

Amoeba Sisters

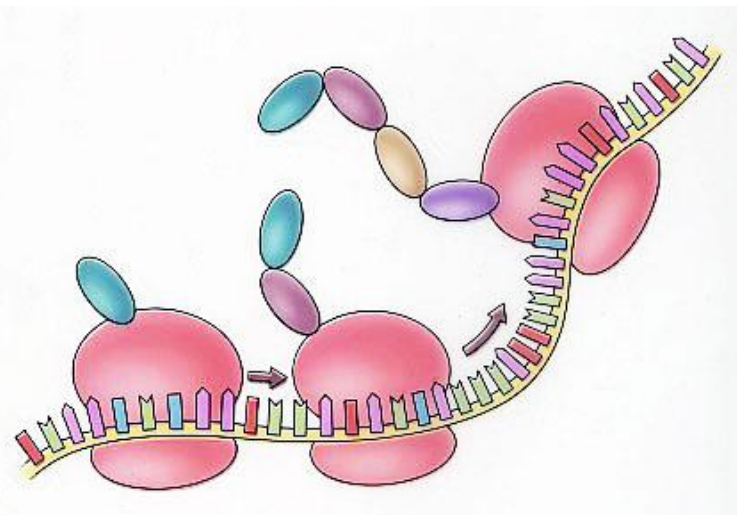
# Ribosomes

#AmoebaGIFs

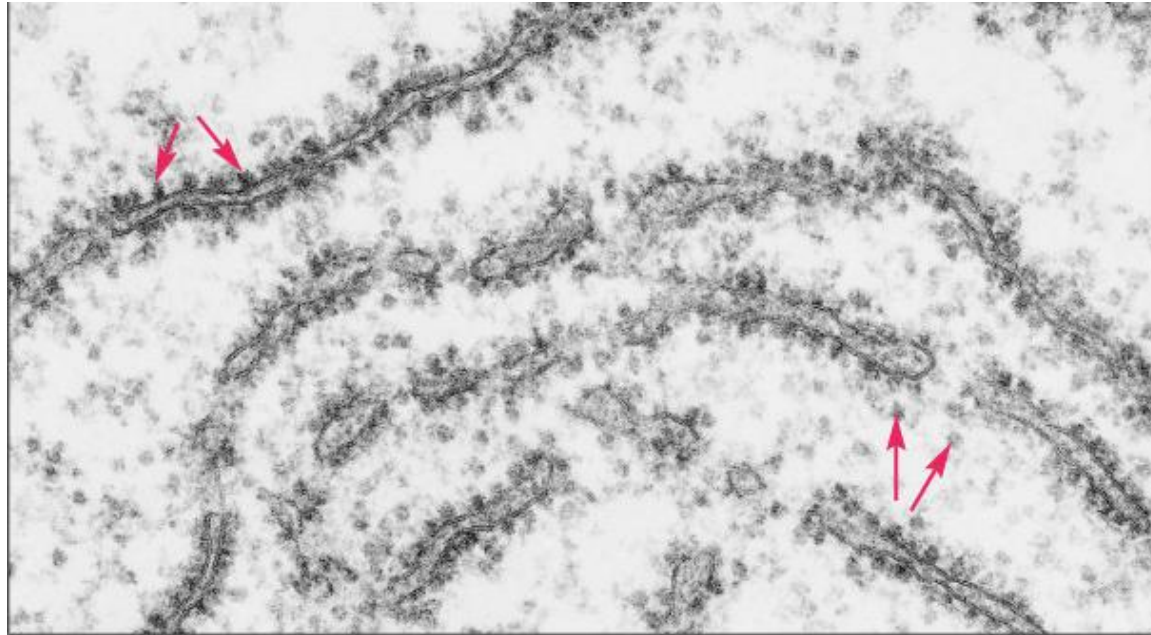


Protein synthesizers of the cell





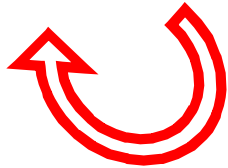
# mRNA dikode di Ribosom



400 nm

Translasi

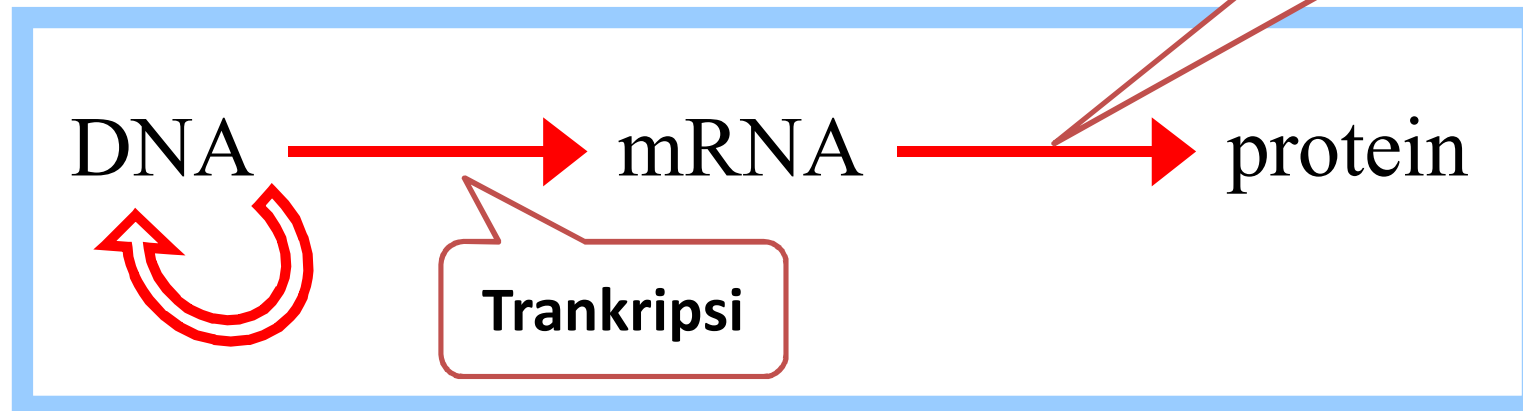
DNA



Trankripsi

mRNA

protein



Mari  
Mengingat

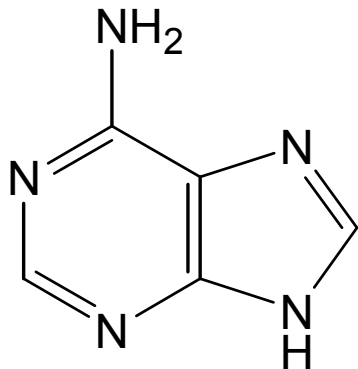
# Purin & Pirimidin

**Asam Nukleat** adl polimer dari **Nukleotida**

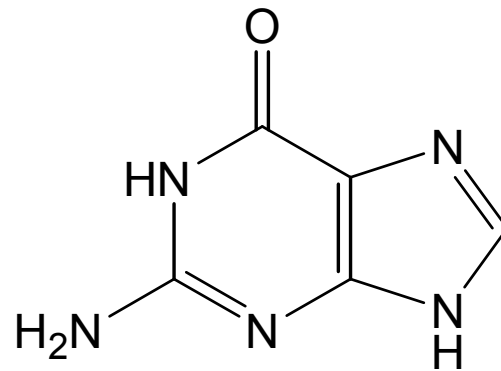
Tiap Nukleotida mengandung **Basa**

- ◆ **Purin** (Adenin (A) / Guanin (G))
- ◆ **Pirimidin** (Sitosin (C), Urasil (U), Timin (T))

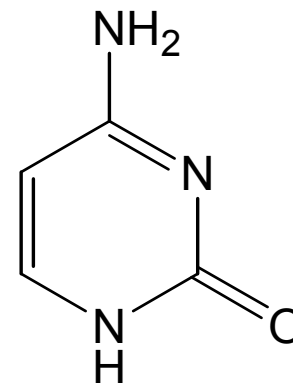
## Nucleoside bases found in RNA:



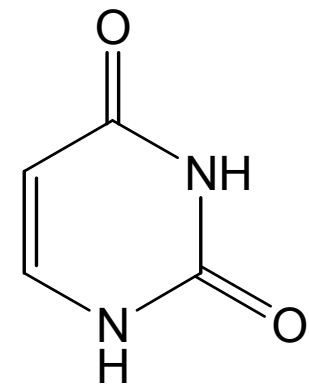
adenine (A)



guanine (G)



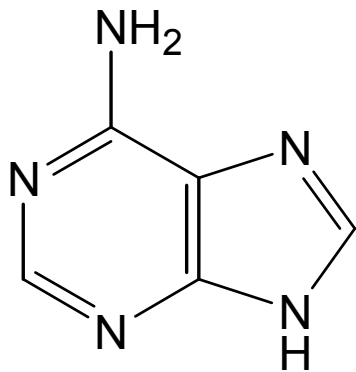
cytosine (C)



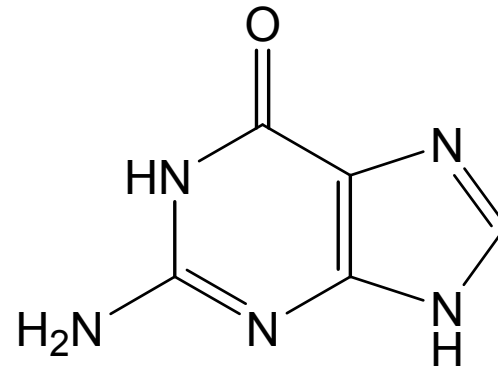
uracil (U)

# Beberapa asam nukleat yg mengandung basa modifikasi

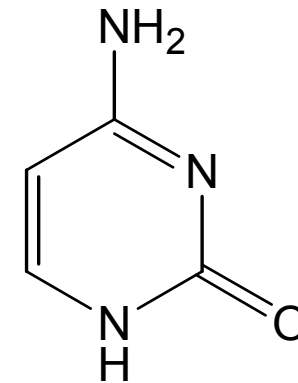
## Nucleoside bases found in RNA:



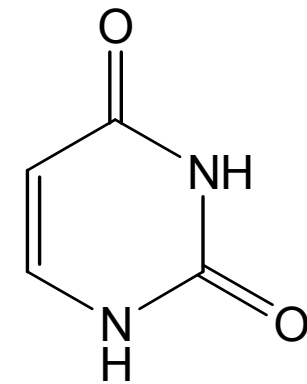
adenine (A)



guanine (G)

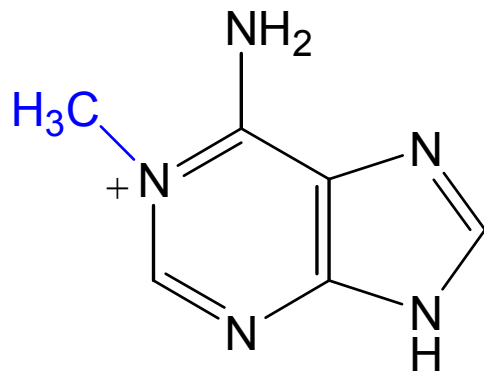


cytosine (C)

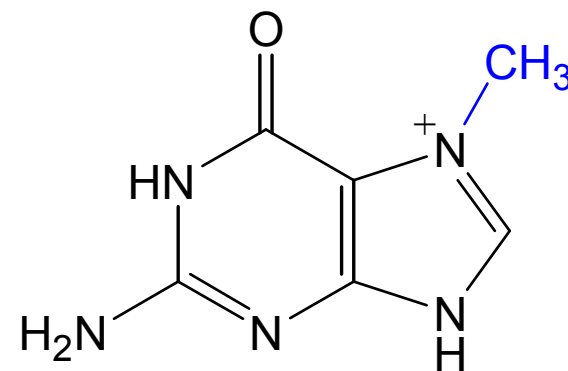


uracil (U)

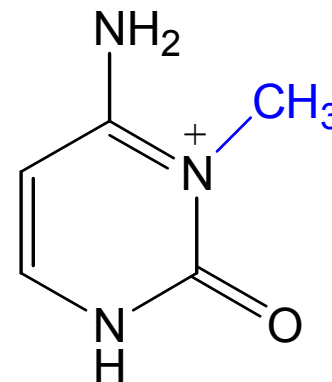
## Examples of modified bases found in tRNA:



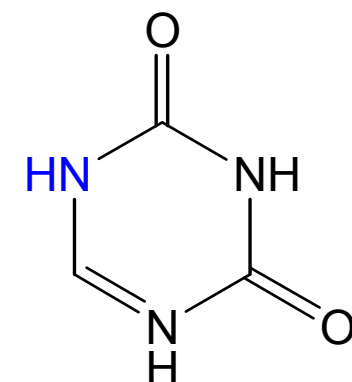
1-methyladenine ( $\text{m}^1\text{A}$ )



7-methylguanine ( $\text{m}^7\text{G}$ )



3-methylcytosine ( $\text{m}^3\text{C}$ )

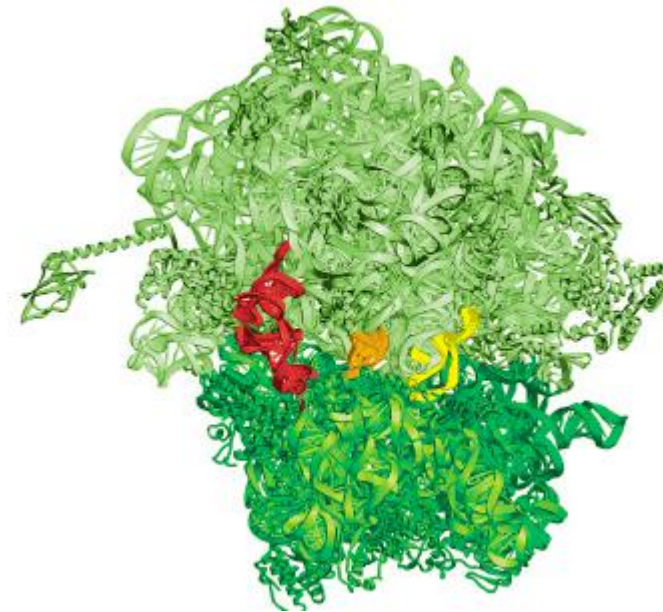


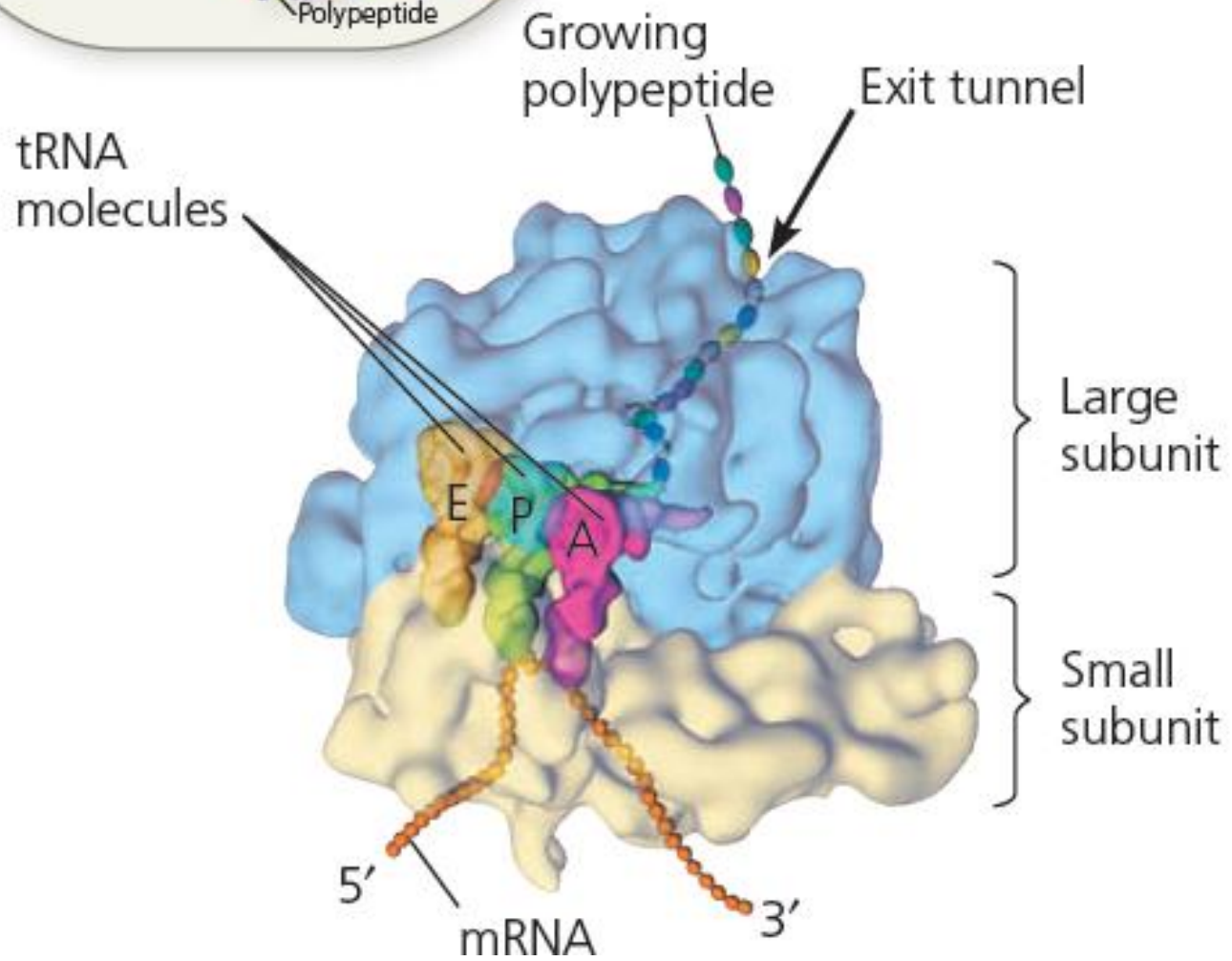
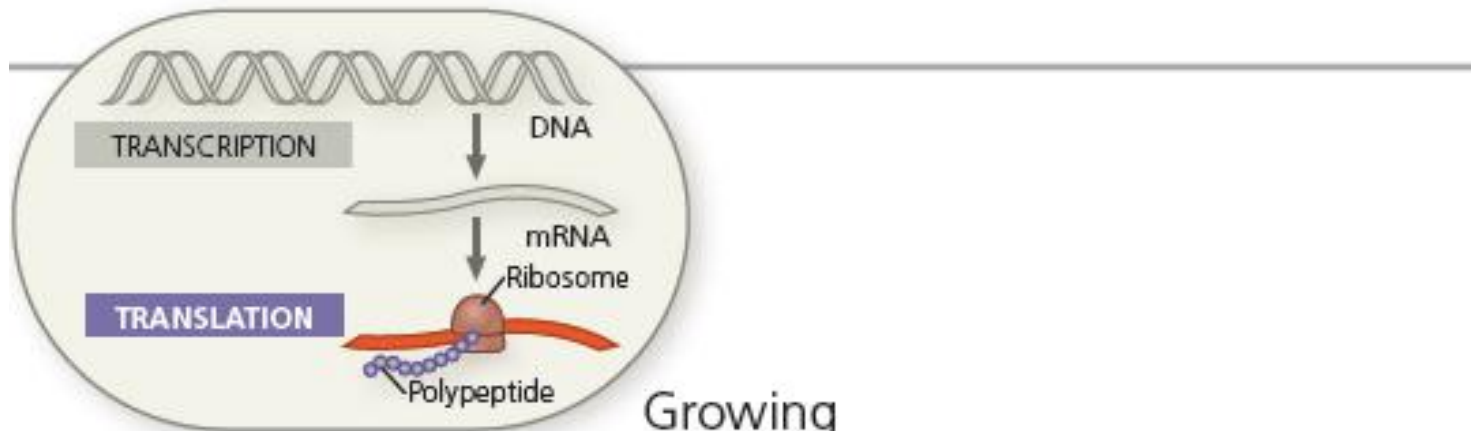
pseudouracil ( $\Psi$ )



# RIBOSOM

- **Ribosom**: Mesin makromolekul yang secara langsung terlibat dalam sintesis protein
- **Crystal Structure**
- Ribosom terdiri dari setidaknya **3 rRNA** dan **< 50 Protein**, Massa molekul lebih besar dari 2,5 Megadalton. *Referensi lain: 3 rRNA* (pada Bakteri) atau **4 rRNA** (pada Eukariotik) dengan lebih 83 **Protein** → membentuk **Subunit Besar** dan **Subunit Kecil**
- **Kecepatan Translasi**:  
**Prokariotik**: 20 Asam Amino/ Detik,  
**Eukariotik**: 2 - 4 Asam Amino/ Detik
- Protein Kecil: 100–200 asam amino per detik atau kurang
- Protein Besar: 2 – 3 Jam



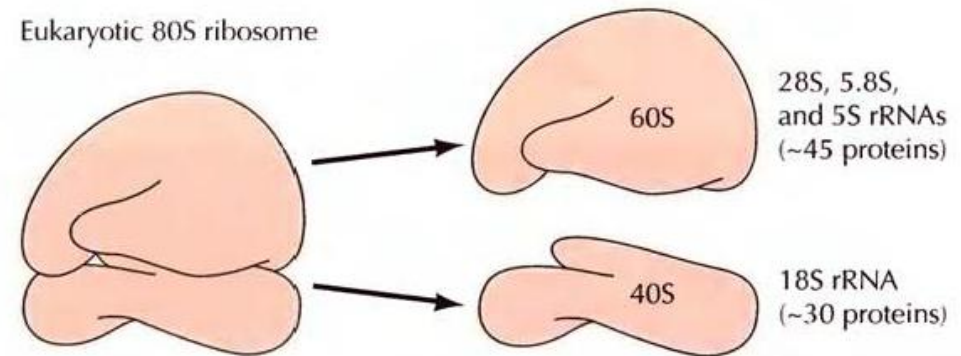
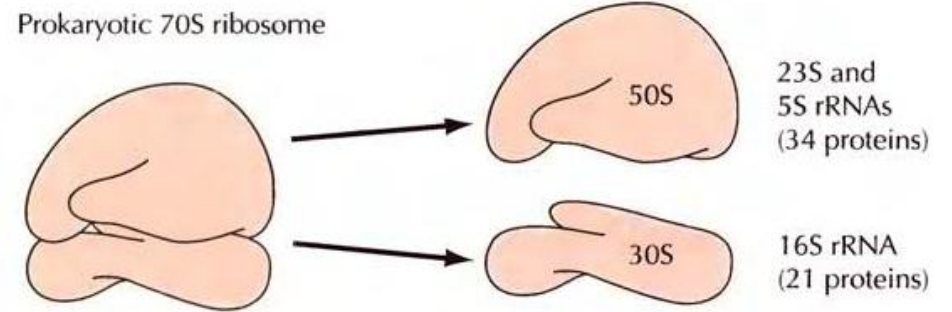




- Subunit Ribosom dan molekul rRNA secara umum didesain dalam **Unit Svedberg** (*Svedberg Units*, dilambangkan huruf S) → Pengukuran **laju sedimentasi**/ pengendapan partikel yg tersuspensi yg disentrifuge dalam keadaan standar.

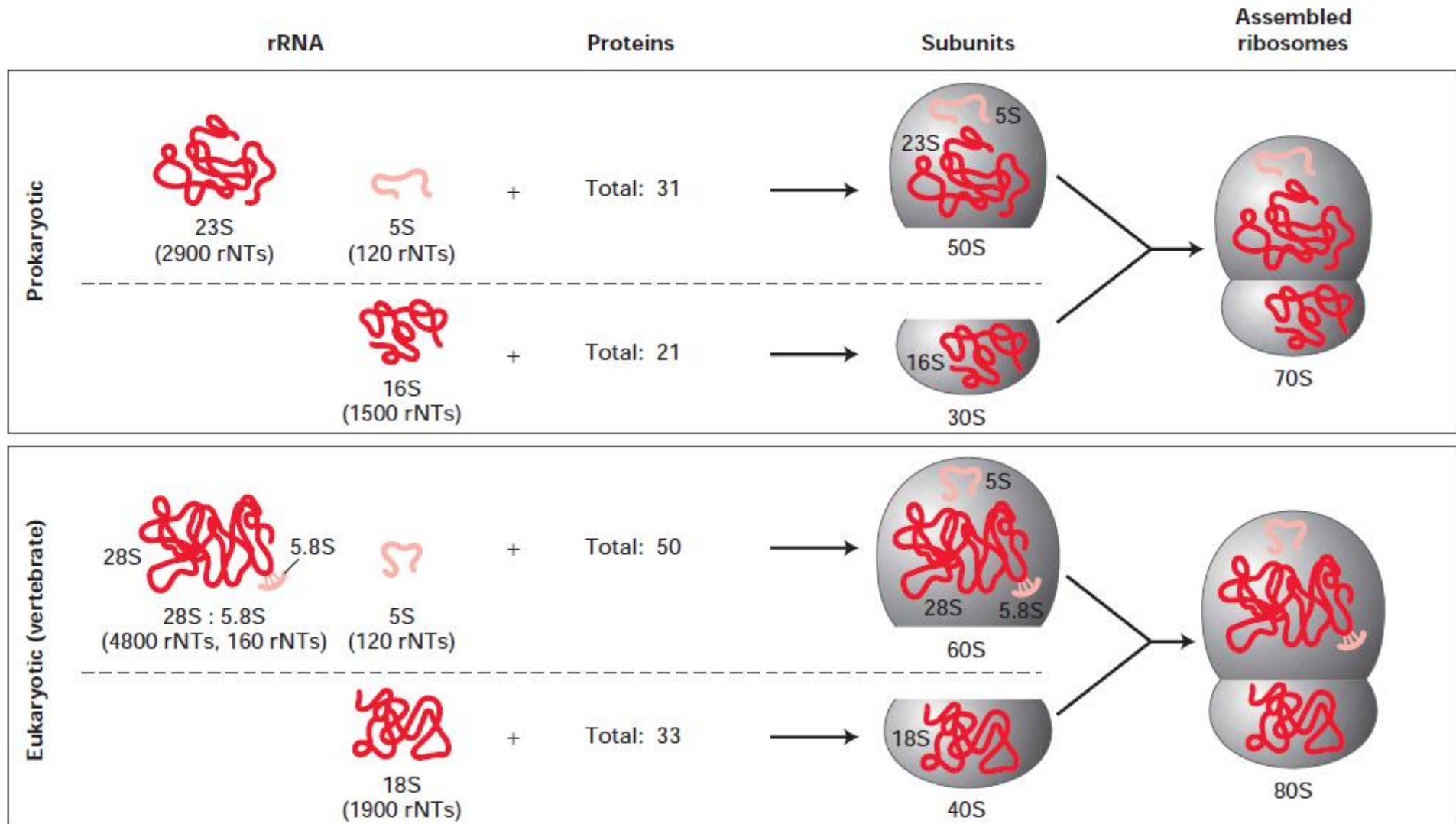


**X-Ray Resolusi Tinggi Struktur Kristal subunit 30S**

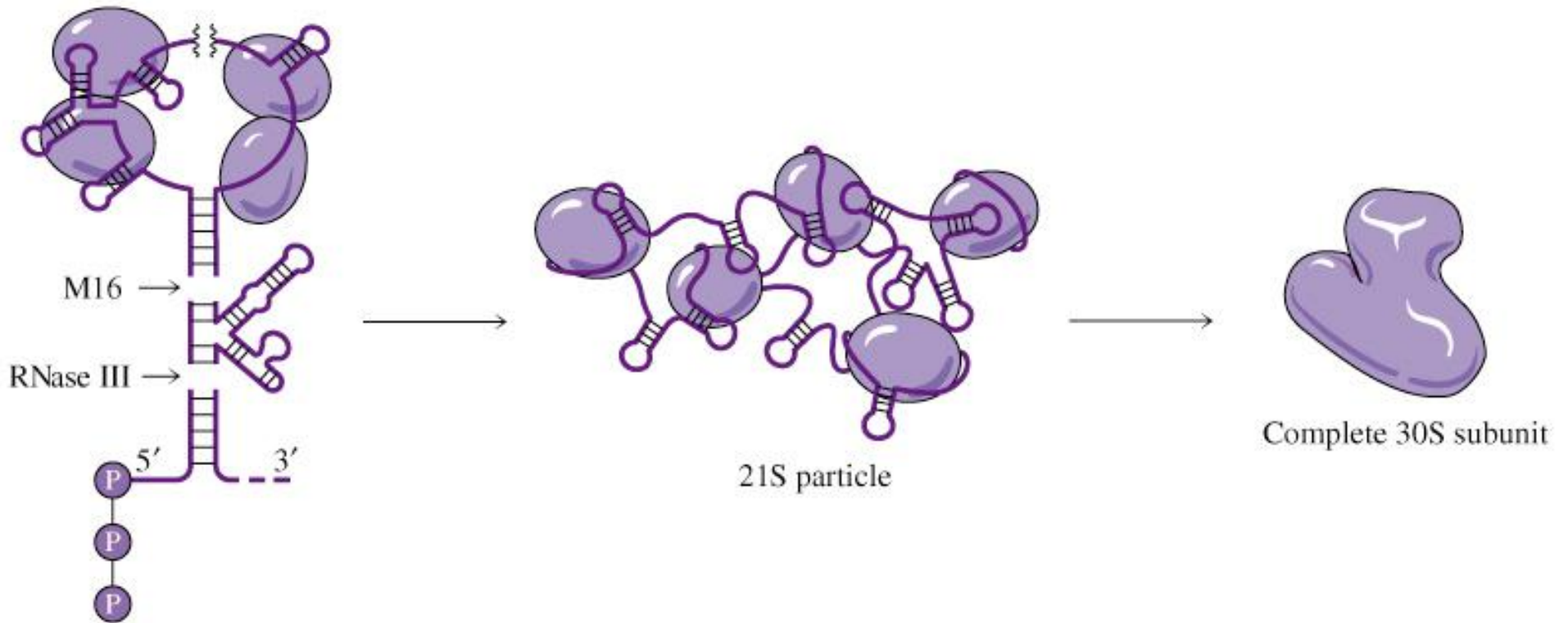


**X-Ray Resolusi Tinggi Struktur Kristal subunit 50S**

# Perbedaan Ribosom Prokariotik dan Eukariotik

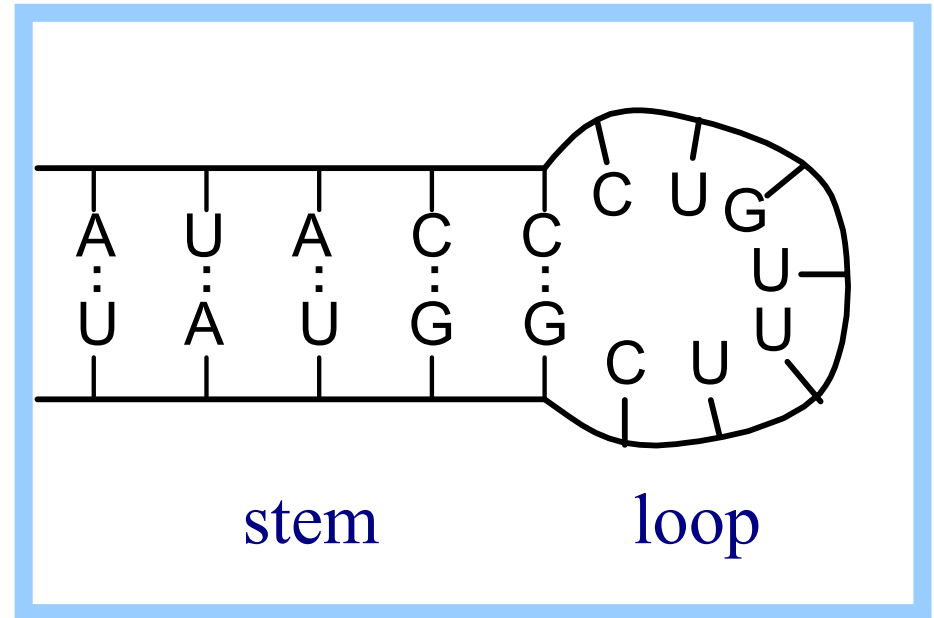


# Perakitan Ribosom



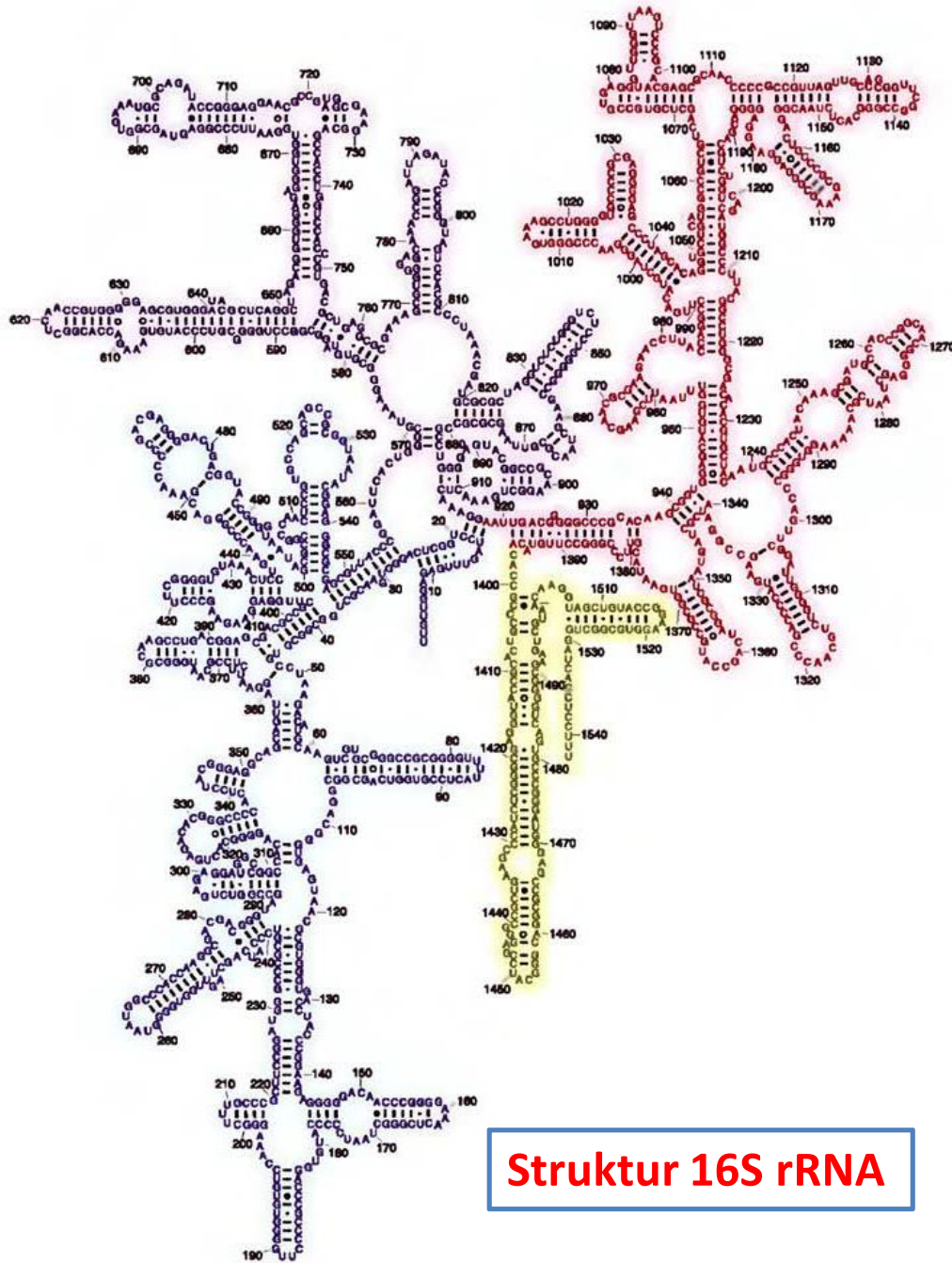
## Struktur RNA:

Kebanyakan molekul RNA memiliki **struktur sekunder/secondary structure**, terdiri dari daerah batang (**stem**) & lingkaran (**loop**)



- ◆ **Daerah Stem Double Helical** terbentuk dr pasangan basa (**base pairing**). Struktur stem ini seperti pasangan basa pada DNA
- ◆ **Daerah Loop** terbentuk dimana **Tidak adanya basa komplementer** atau adanya **Basa yg termodifikasi** menghalangi pasangan basa





**Struktur 16S rRNA**

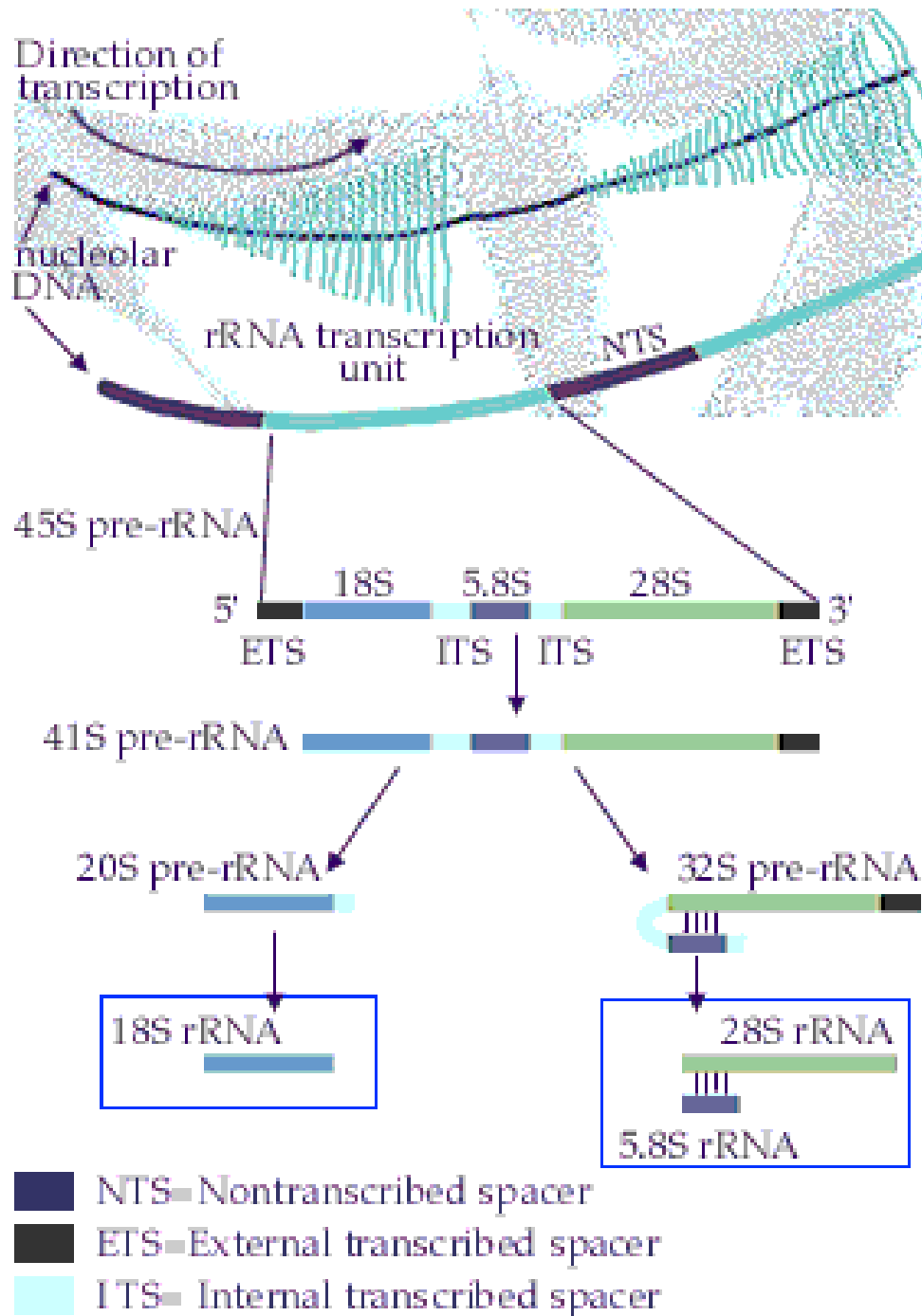
## RNA Ribosom (rRNA)

rRNA → Karakteristik struktur sekunder (*secondary structure; like Double Helix*) oleh Pasangan Basa Komplementer

rRNA bersama protein ribosom → struktur lipatan (*fold*) membentuk struktur 3D

rRNA berperan dalam membentuk struktur ribosom

Adanya kegiatan katalitik dari molekul RNA lain (RNase P & *Self-Splicing*) → kemungkinan peran katalitik rRNA dianggap sgt besar



- Gen yg mengkode rRNA (kecuali 5S rRNA; Gen 5S rRNA terletak di rRNA subunit besar dan kecil) terletak di bagian anak inti (nukleolar) dr nukleus
- Pengulangan Gsen rRNA sangat tinggi dan sel mamalia mengandung 100 sampai 2000 kopi gen rRNA per sel
- Gen terorganisasi di unit transkripsi dipisahkan oleh *non-transcribed spacer*
- Tiap unit transkripsi mengandung sekuen yg mengkode 18S, 5.8S dan 28S rRNA
- Unit transkripsi ditranskripsikan oleh **RNA Polymerase I** menjadi molekul RNA raksasa (Giant RNA) yg merupakan Transkrip Primer
- Laju transkripsi nukleolar sangat tinggi dan banyak polimerase yg dijalankan pada satu unit transkripsi yg sama

# RNA Translasi (tRNA)

---

Kode Genetik (Kodon) dibaca selama translasi melalui molekul adapter, **tRNA** yg memiliki **3 Basa Antikodon komplementer** (yg melengkapi) kodon di mRNA

Selama membaca mRNA, beberapa tRNA akan membaca banyak kodon yg berbeda hanya pada 3-Basa

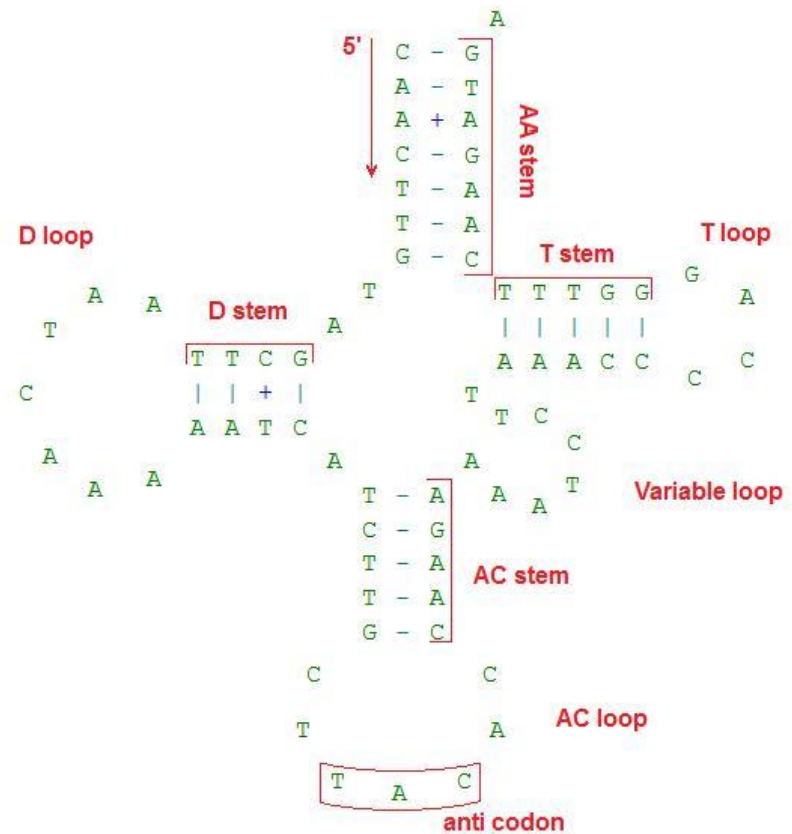
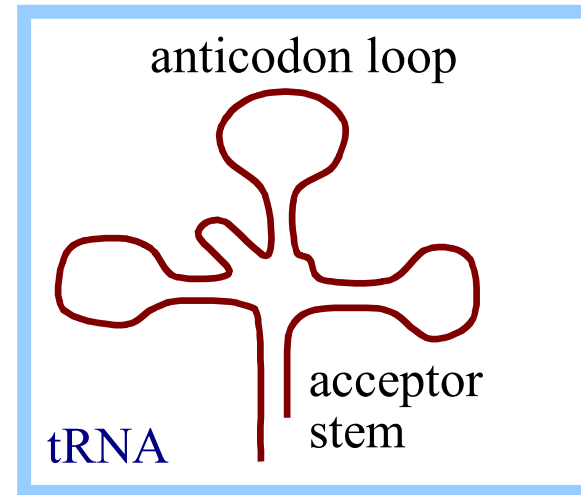
Terdapat **61 Kodon** khusus untuk 20 amino acids

Minimal **31 tRNA yg dibutuhkan untuk translasi**, tRNA yg mengkode Inisiasi Rantai (*Chain initiation*) tidak dihitung

Sel Mamalia memproduksi lebih dari **150 tRNA**

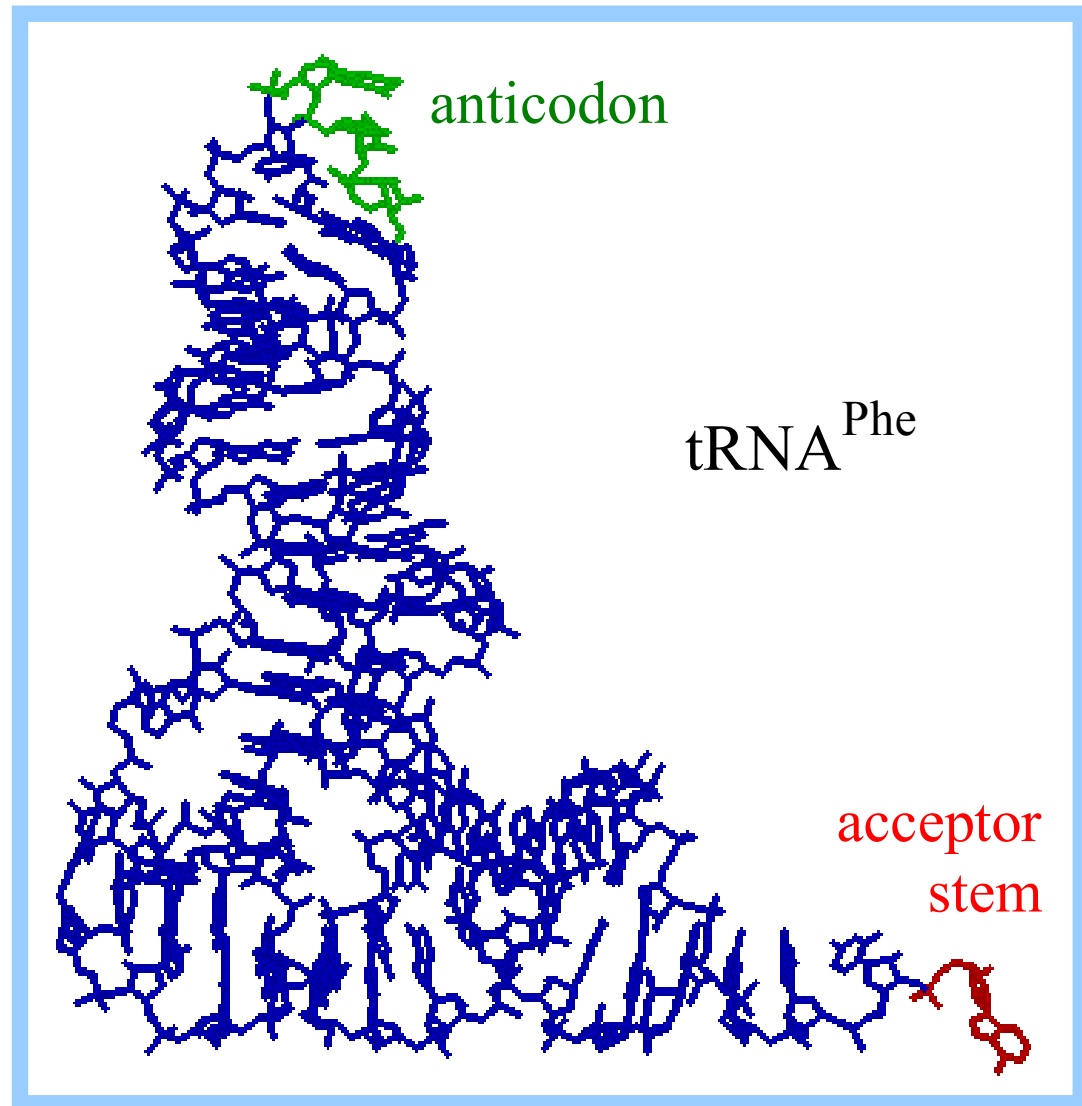
Struktur model “**Daun Semanggi (Cloverleaf)**” tRNA memperluas dua tipe struktur sekunder utama, **Stems & Loops**.

tRNA memiliki banyak **Basa Modifikasi**, khususnya di area **Loop**.

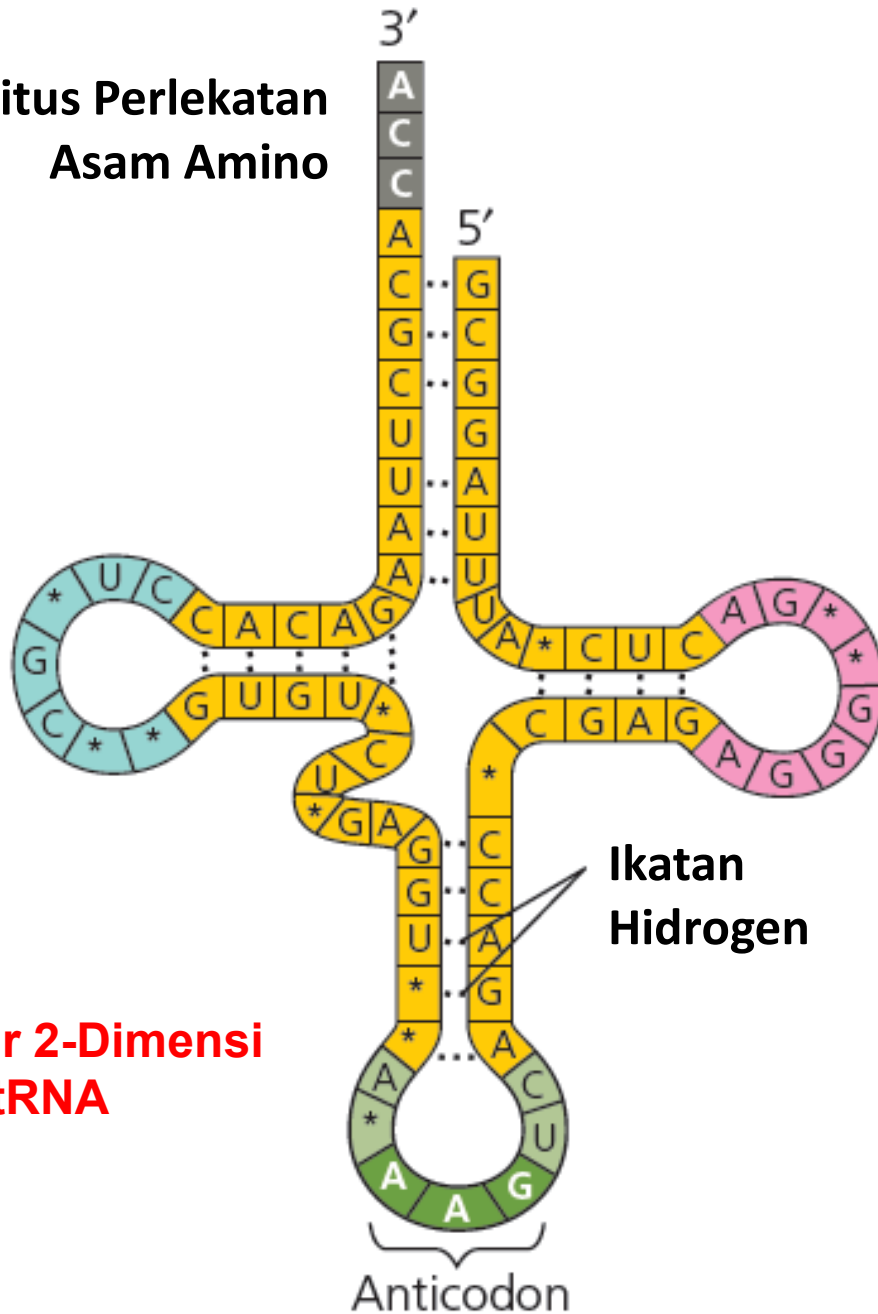




**tRNA** memiliki Struktur Tersier (*Tertiary Structure*) yaitu **Bentuk L (*L-shaped*)**



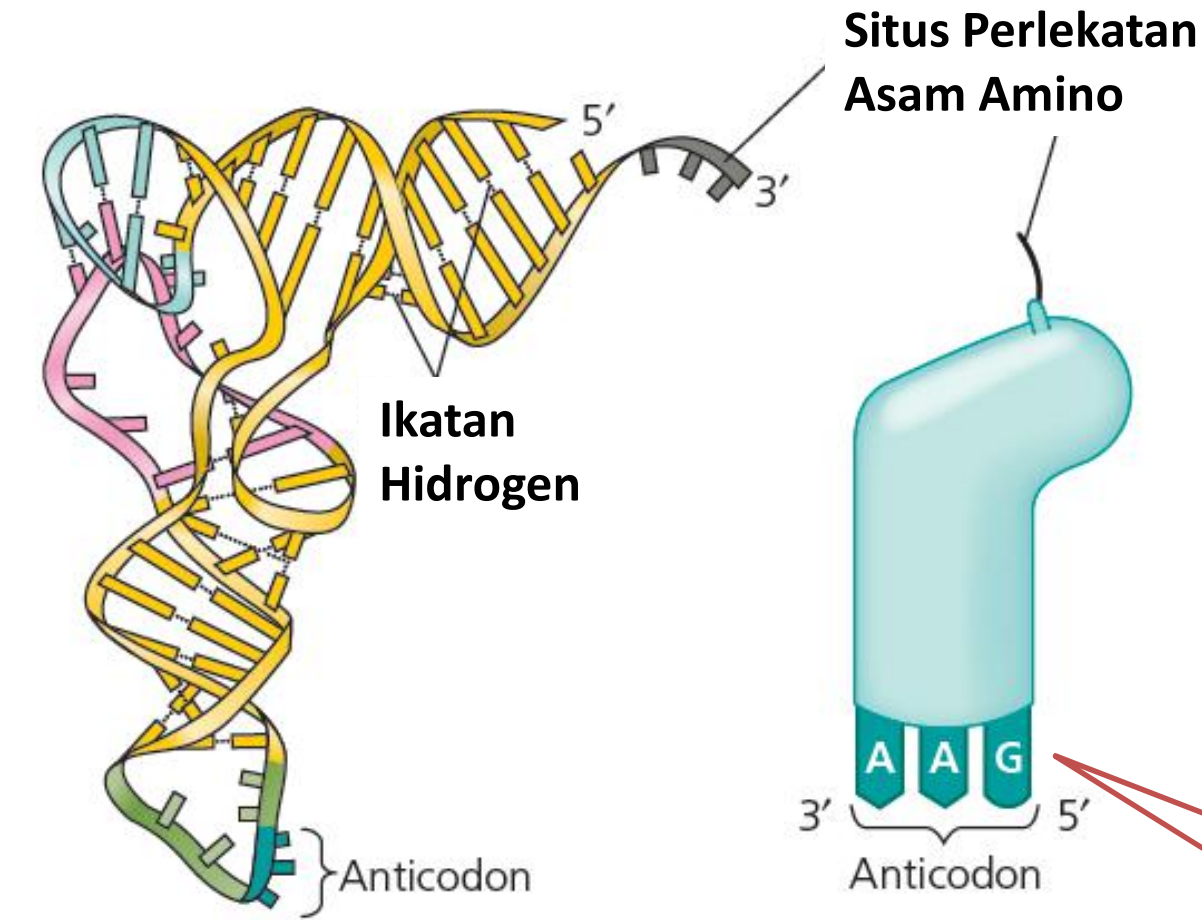
**Situs Perlekatan  
Asam Amino**



**Struktur 2-Dimensi  
tRNA**

**Asam Amino** yg sesuai akan melekat pada situs perlekatan As. amino pada ujung 3'

**Tanda Bintang (\*)** menandai basa-basa yg telah termodifikasi secara kimiawi, ciri khas **tRNA**



**Struktur 3-Dimensi tRNA  
(Struktur Tersier Bentuk L)**

*Simbol Sederhana (bukan penampakan real)*

**Antikodon** secara konvensional ditulis 3' → 5'

**Kodon** pada mRNA ditulis 5' → 3'

**Kodon pad mRNA?**  
|.....|.....|.....|

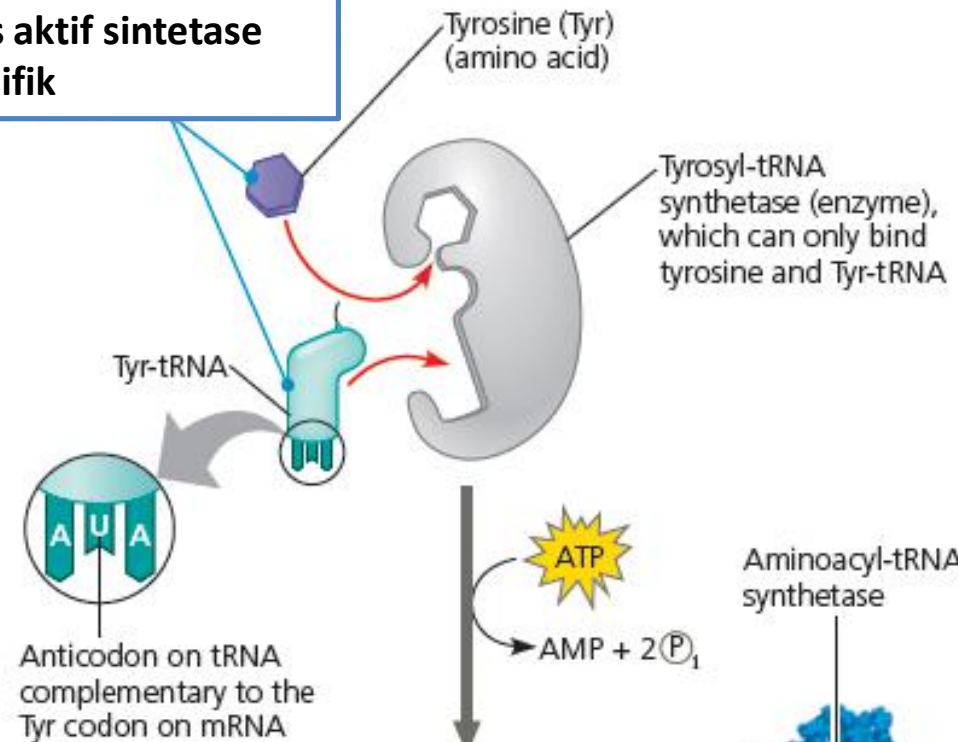
## Aminoacyl-tRNA Synthetase (aaRS)

Akurasi translasi kodon tergantung perlekatan tiap asam amino ke tRNA yg sesuai

Perlekatan dibantu oleh **aaRS**

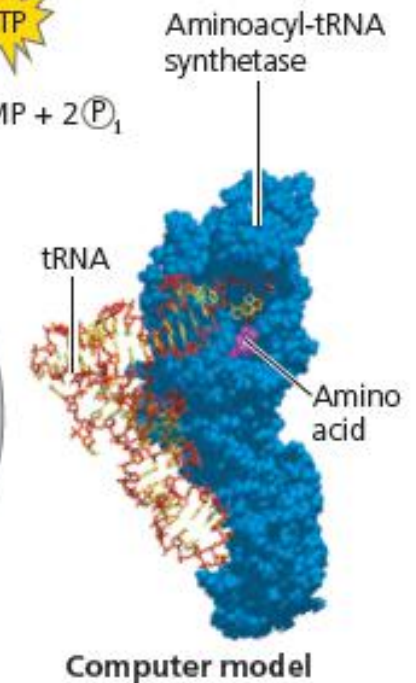
Tiap **aaRS** mengenali secara spesifik amino acid & tRNA yg mengkode untuk asam amino tsb

1. As. Amino & tRNA yg sesuai masuk ke situs aktif sintetase spesifik



2. Menggunakan **ATP**, sintetase mengkatalis ikatan kovalen as. Amino ke tRNA spesifik

3. tRNA bermuatan dengan as. Amio dilepaskan oleh sintetase





# Struktur *X-Ray Crystallography* rRNA pada Subunit Besar Ribosom Bakteri

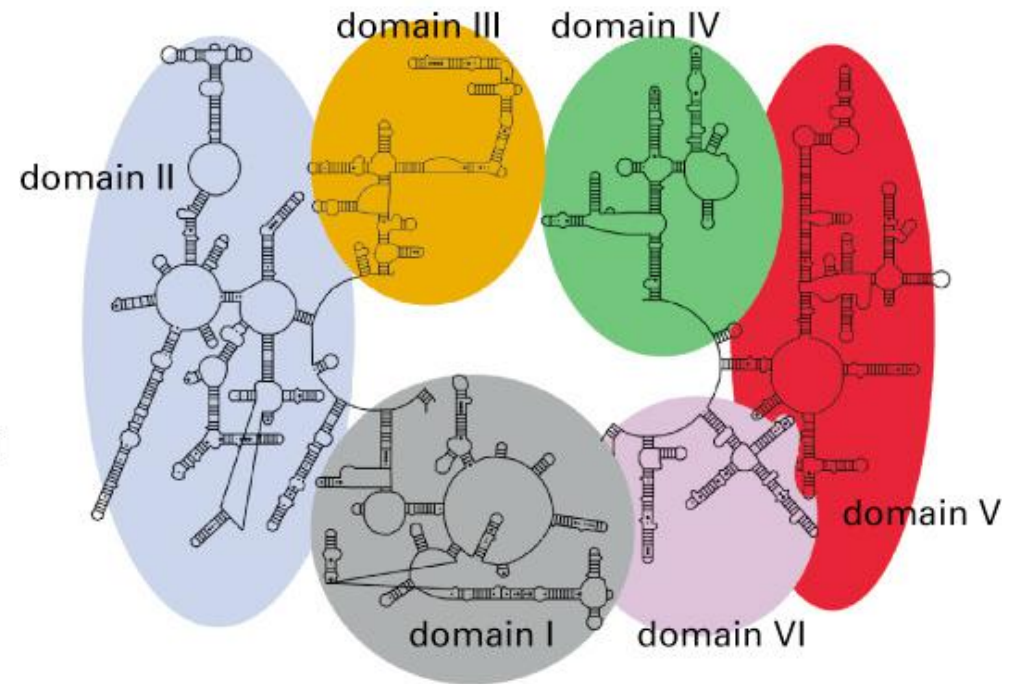
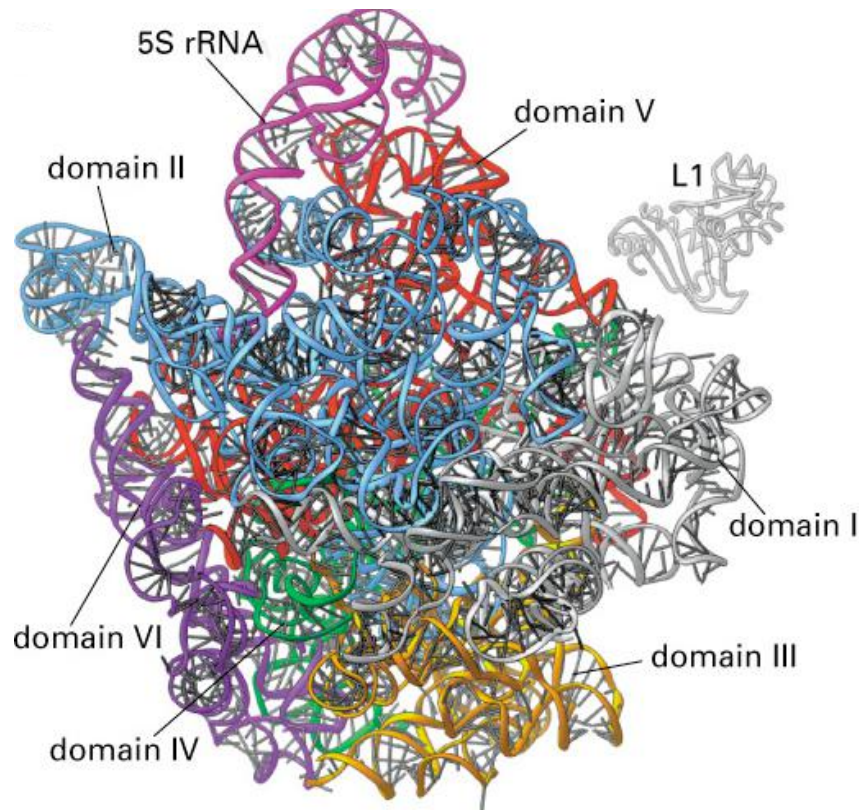
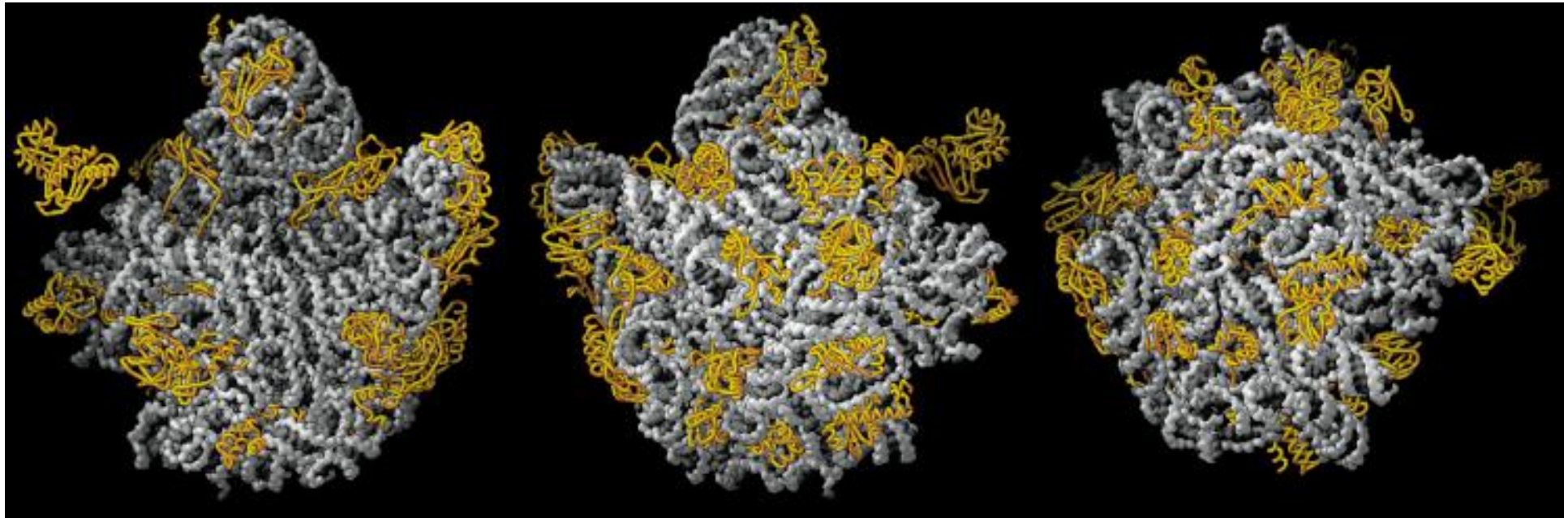


Figure 6-67 part 2 of 2. Molecular Biology of the Cell, 4th Edition.

## Lokasi Komponen Protein dari Subunit Besar Ribosom Bakteri



# SITUS PENEMPELAN (*BANDING SITE*) RIBOSOM

Menampung tRNA yg membawa rantai polipeptida yg sedang tumbuh

Terdapat tRNA yg telah melepaskan muatannya

P site (Peptidyl-tRNA binding site)

E site (Exit site)

Exit tunnel

A site (Aminoacyl-tRNA binding site)

E

P

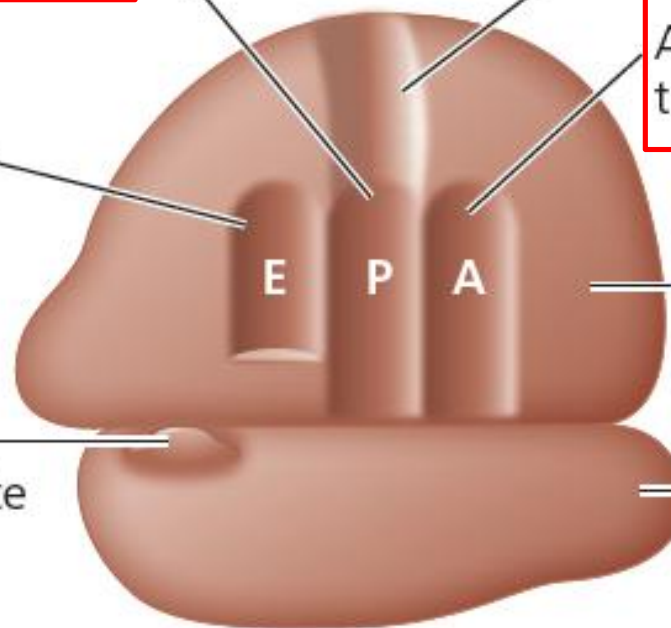
A

Large subunit

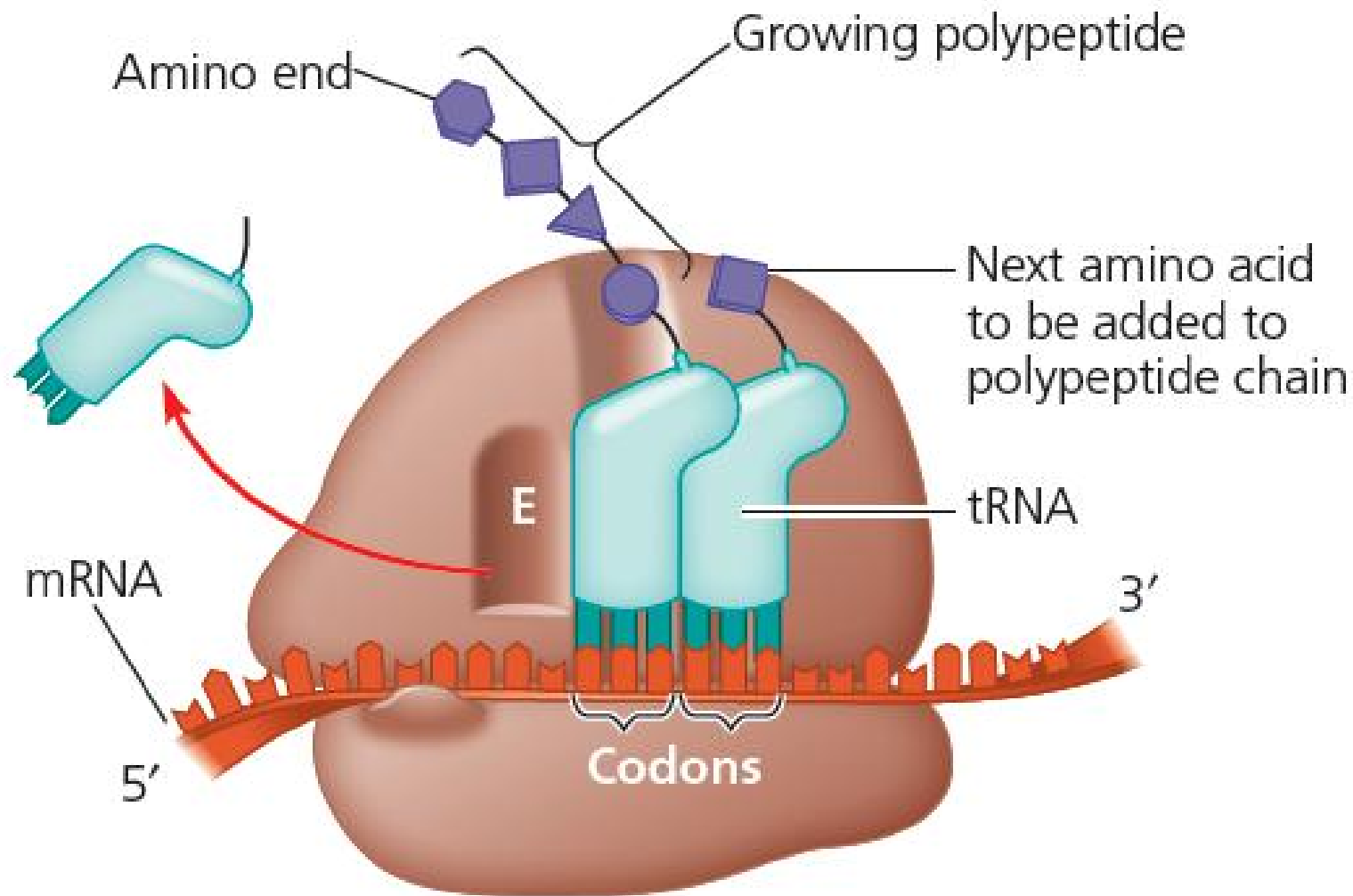
mRNA binding site

Small subunit

Menampung tRNA yg mengangkut as. Amino yg akan ditambahkan ke rantai tsb

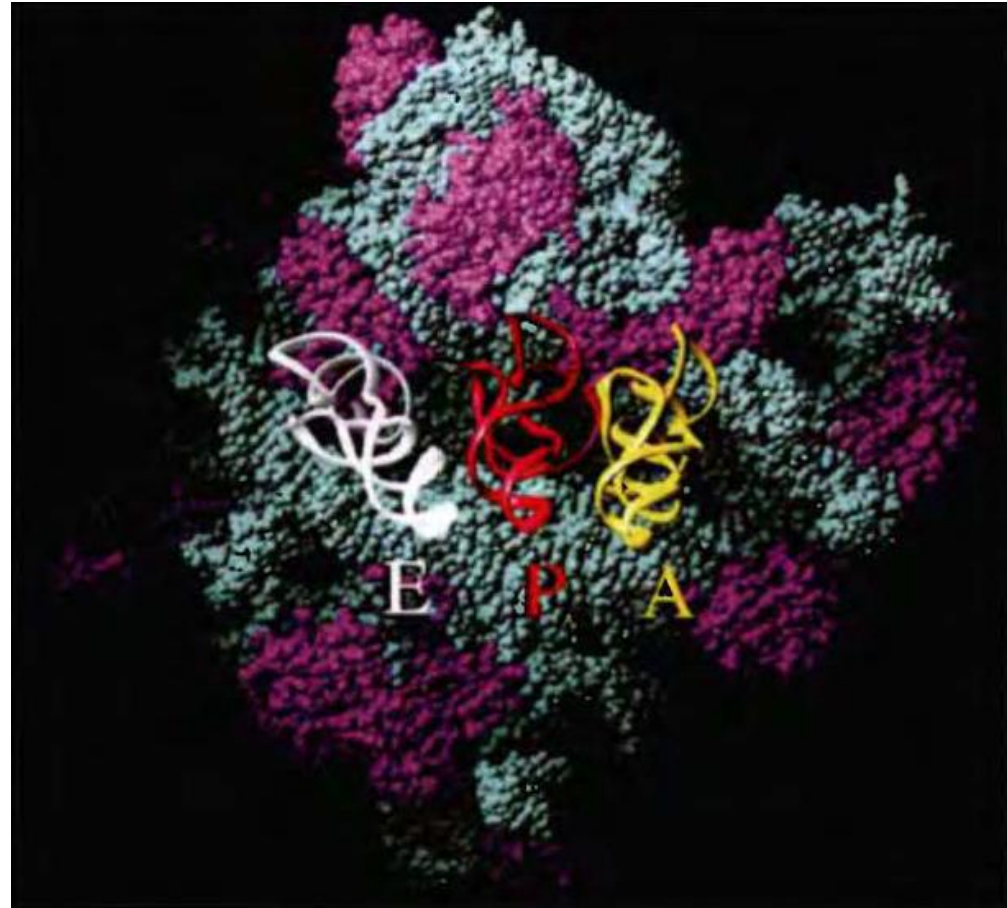
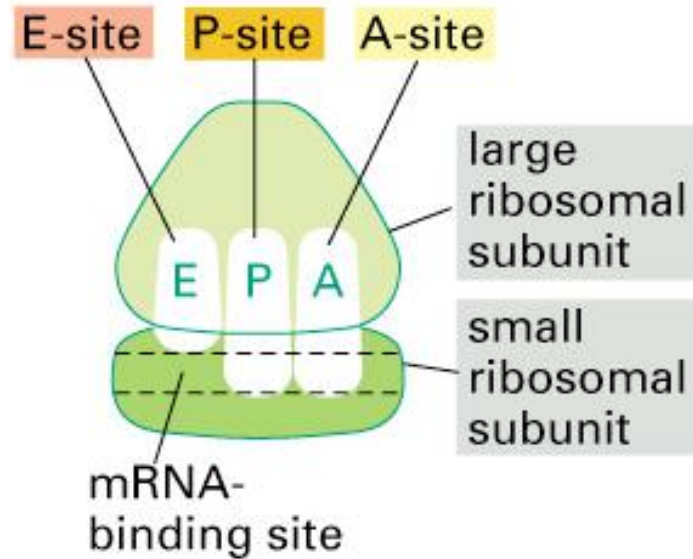


## SITUS PENEMPELAN (*BANDING SITE*) RIBOSOM





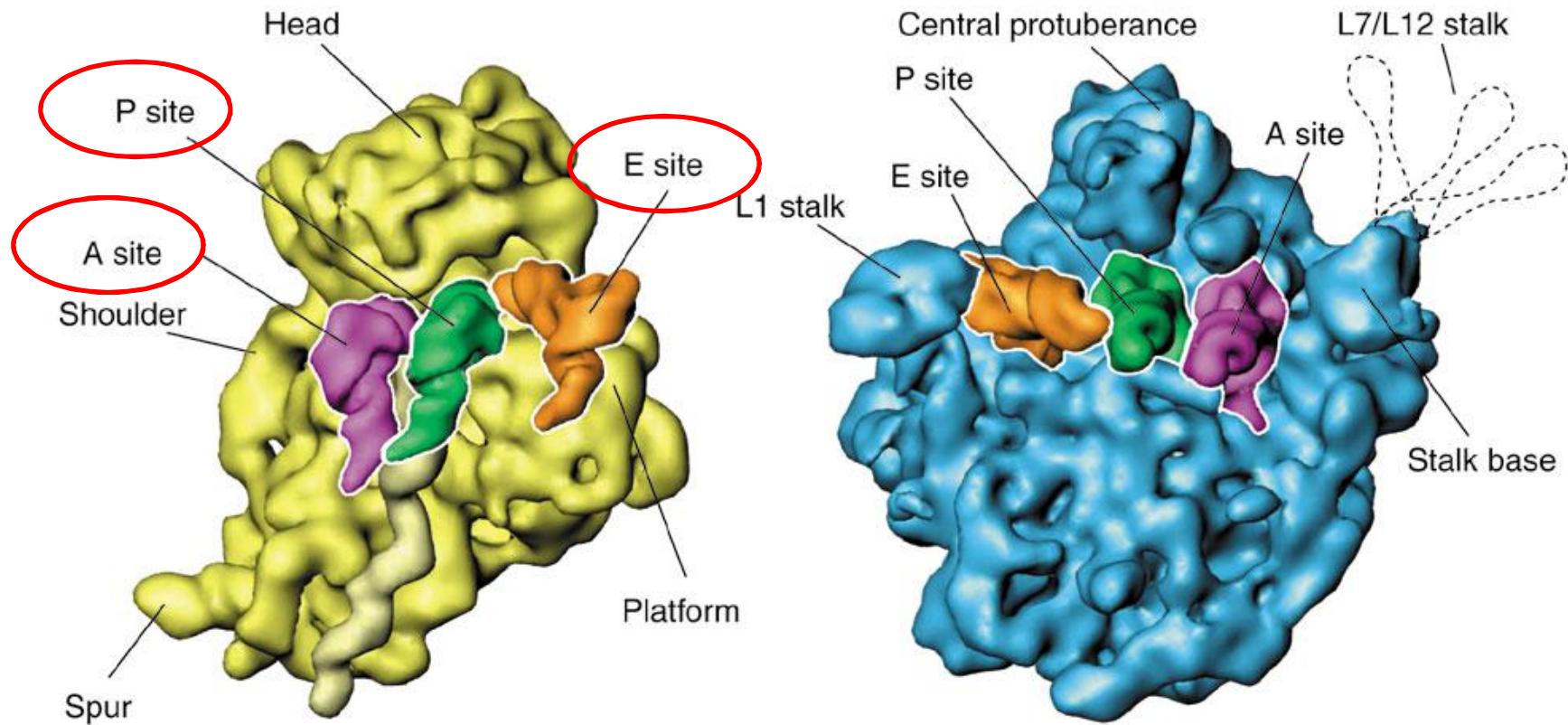
# SITUS PENEMPELAN (*BANDING SITE*) RIBOSOM



**Struktur Subunit Ribosom 50S**



# SITUS PENEMPELAN (*BANDING SITE*) RIBOSOM



		Second mRNA base					
		U	C	A	G		
U	First mRNA base (5' end of codon)	UUU	UCU	UAU	UGU	U	
		UUC					UCC
		UUA	UCA	UAA Stop	UGA Stop		A
		UUG	UCG	UAG Stop	UGG Trp		G
C		CUU	CCU	CAU	CGU	U	
		CUC					CCC
		CUA	CCA	CAA	CGA		A
		CUG	CCG	CAG	CGG		G
A		AUU	ACU	AAU	AGU	U	
		AUC					ACC
		AUA	ACA	AAA	AGA		A
		AUG Met or start	ACG	AAG	AGG		G
G		GUU	GCU	GAU	GGU	U	
		GUC					GCC
		GUA	GCA	GAA	GGA		A
		GUG	GCG	GAG	GGG		G
		Third mRNA base (3' end of codon)					

**64 Kodon** mRNA dibaca dari 5' → 3' di sepanjang mRNA

**Start Kodon = AUG/ Metionin**  
→ sinyal utk memulai translasi

**Stop Kodon = UAA, UAG, UGA**

Sehingga terdapat **61 Kodon** As. Amino yg harus dikode tRNA spesifik → kenyataannya hanya terdapat 45 tRNA

Sehingga satu tRNA bisa mengikat > satu macam kodon → pasangan kodon mjd fleksibel

Perpasangan basa yg fleksibel pd posisi kodon disebut

**WOBBLE**

# MOLECULAR BIOLOGY OF THE GENE

GENES AND HOW THEY WORK

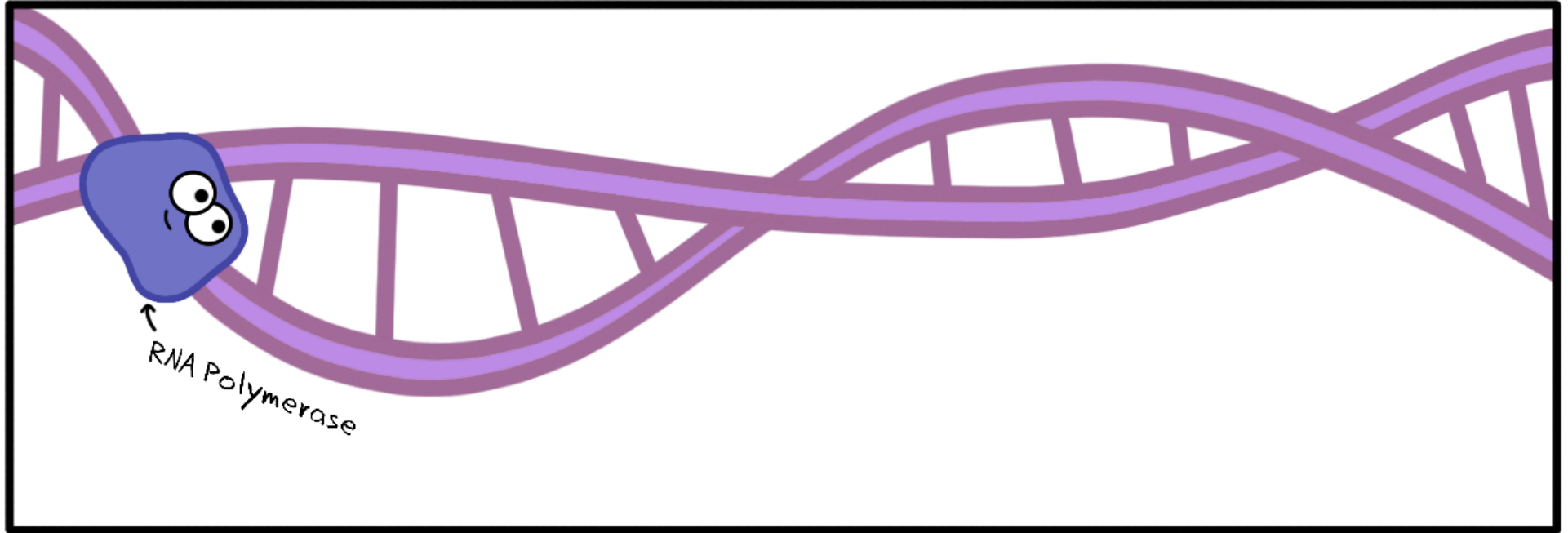


©2010 The McGraw-Hill Companies.

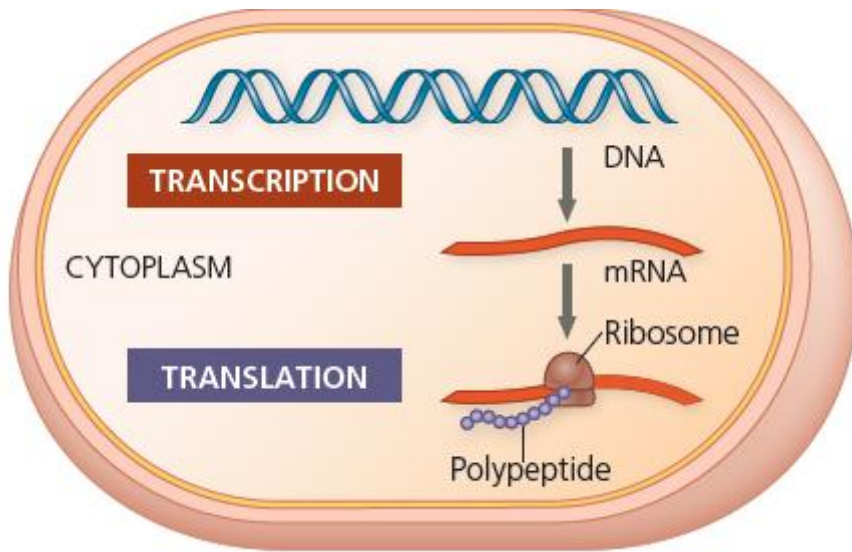
# Protein Synthesis

Amoeba Sisters

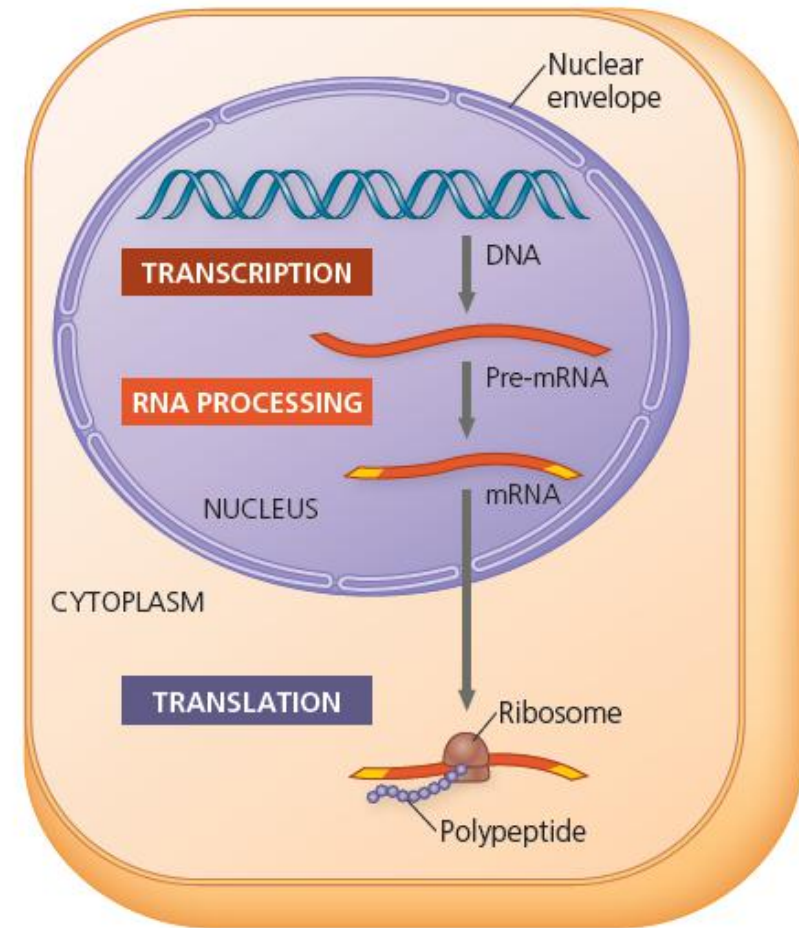
#AmoebaGIFs



**Step 1: Transcription**



**Prokariotik**



**Eukariotik**

**SINTESIS PROTEIN**

- TRANSKRIPSI
- TRANSLASI



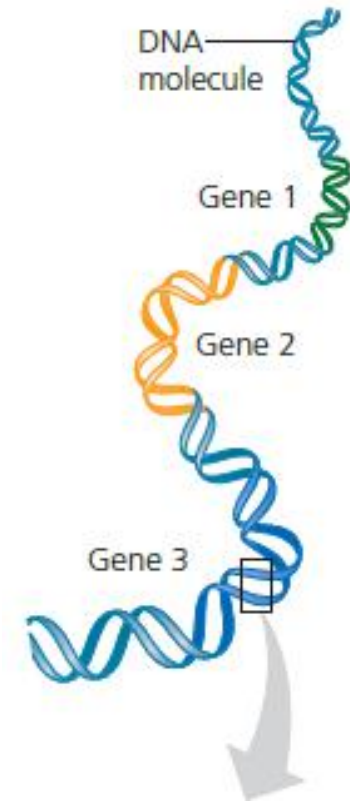
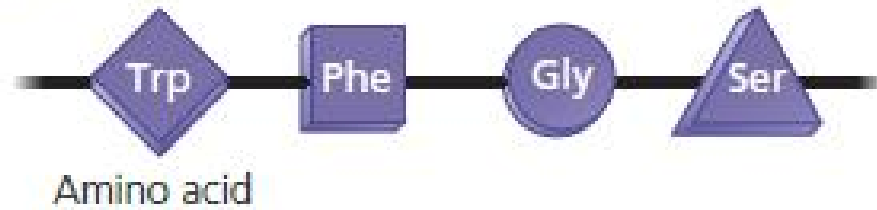


**TRANSCRIPTION**



**TRANSLATION**

Protein



# TRANSKRIPSI

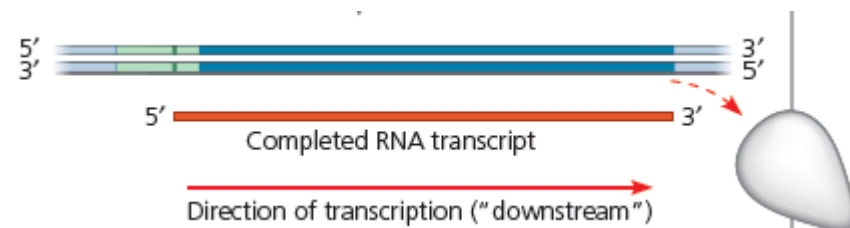
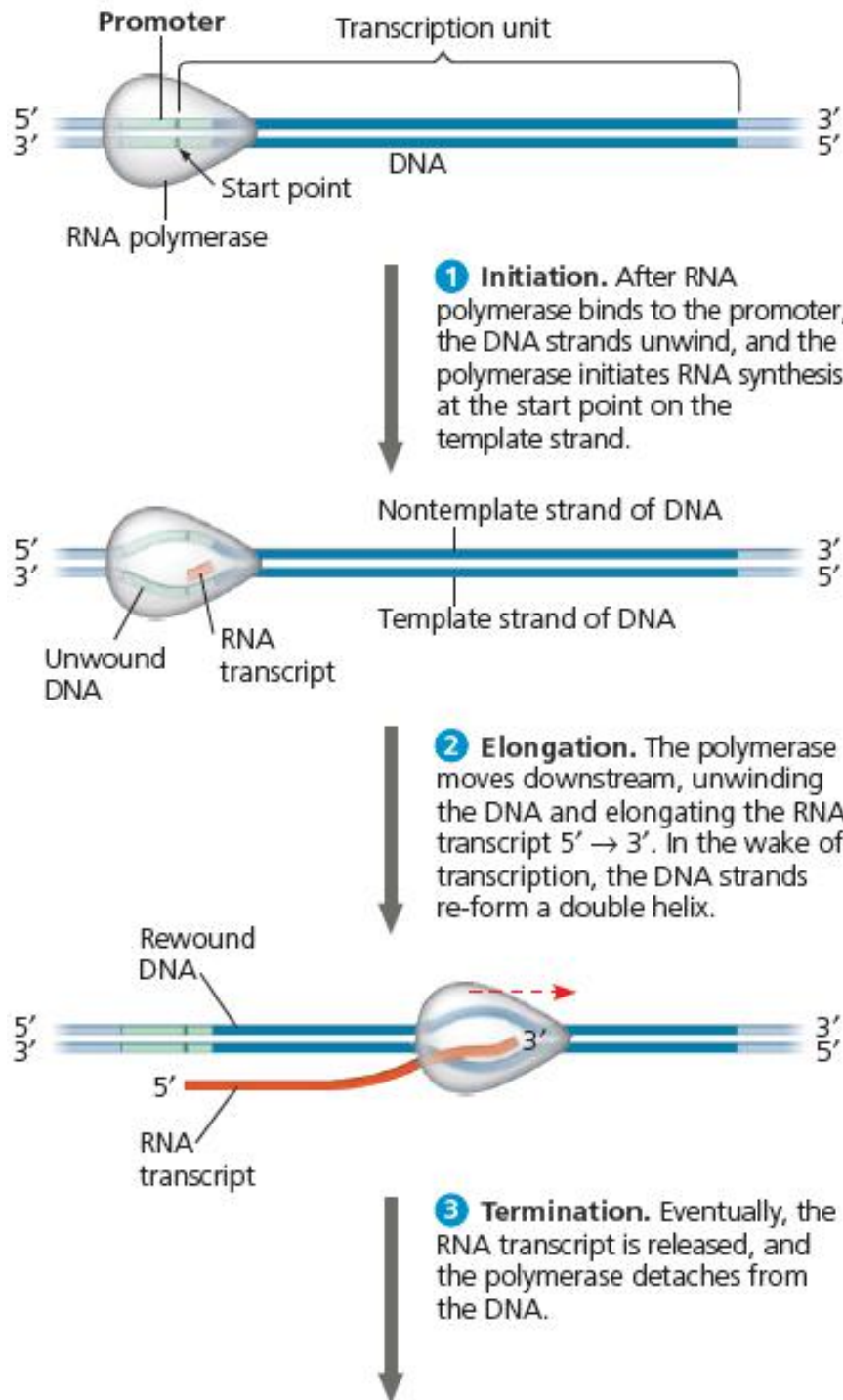
1 Tipe RNA Polimerase di Prokariotik: sintesis mRNA & sintesis protein (RNA ribosom)

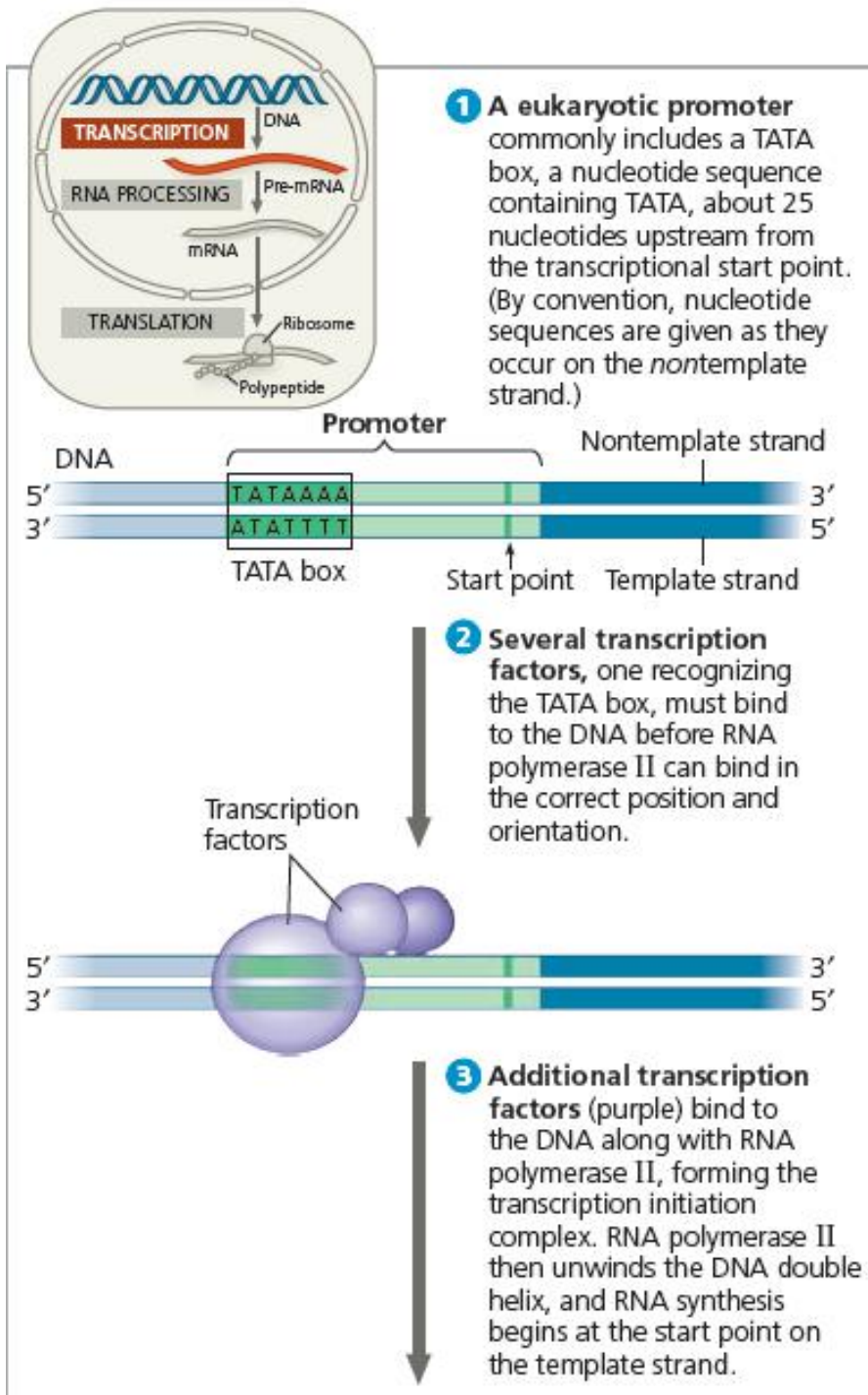
3 Tipe RNA Polimerase di nukleus Eukariotik

RNA Pol II : digunakan untuk sintesis mRNA

Sementara RNA Pol yg lain: mentranskripsi molekul RNA yg tdk ditranslasikan menjadi protein

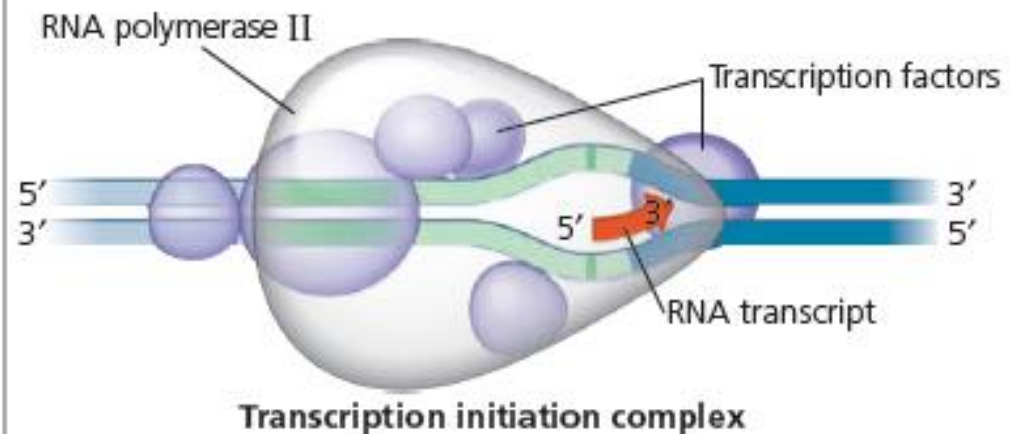
**Terminasi:** RNA polimerasi II mentranskripsi sekuens sinyal POLIADENILASI yg mengkode **sinyal poliadenilasi (AAUAA)**

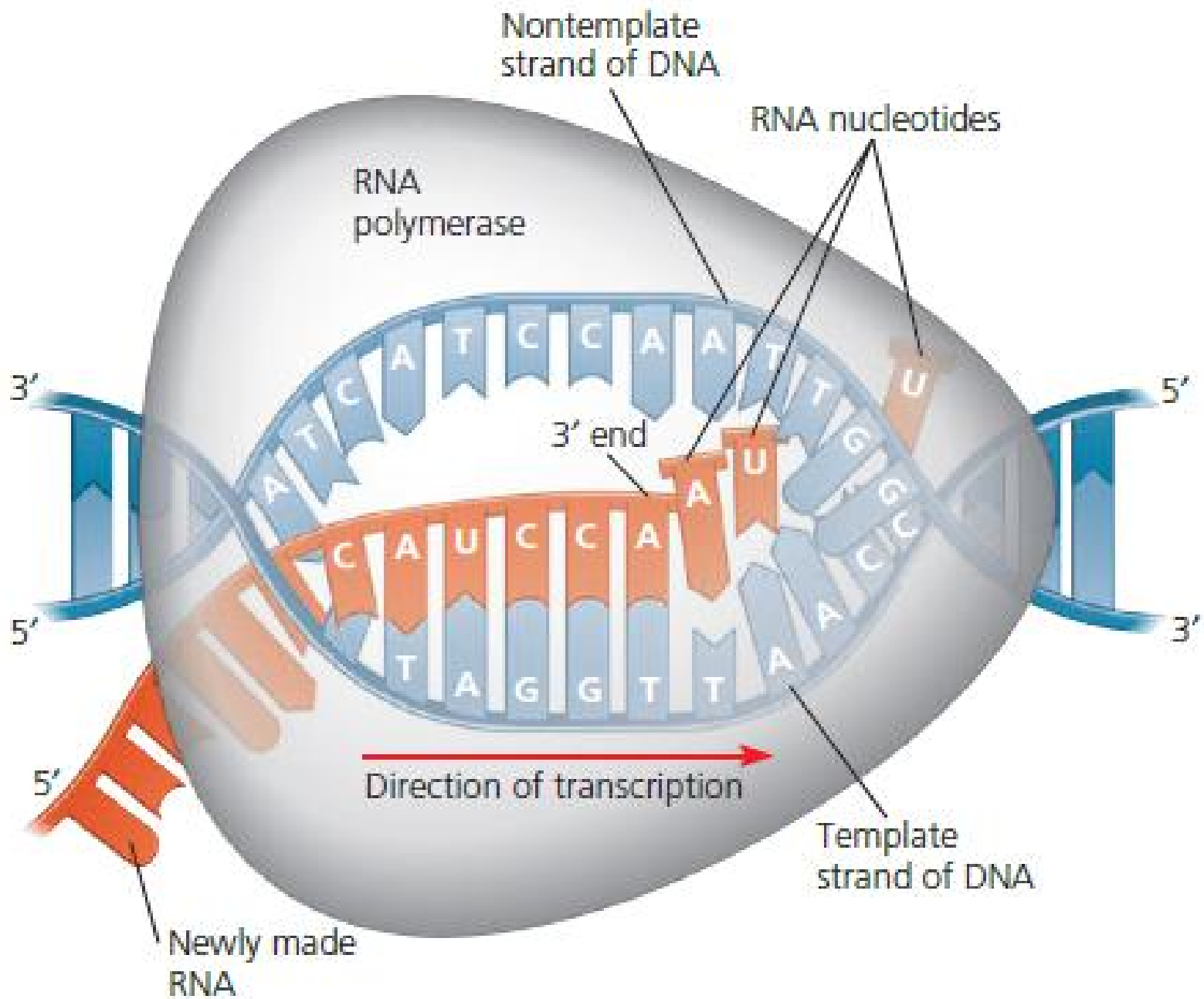




# INISIASI TRANSKRIPSI

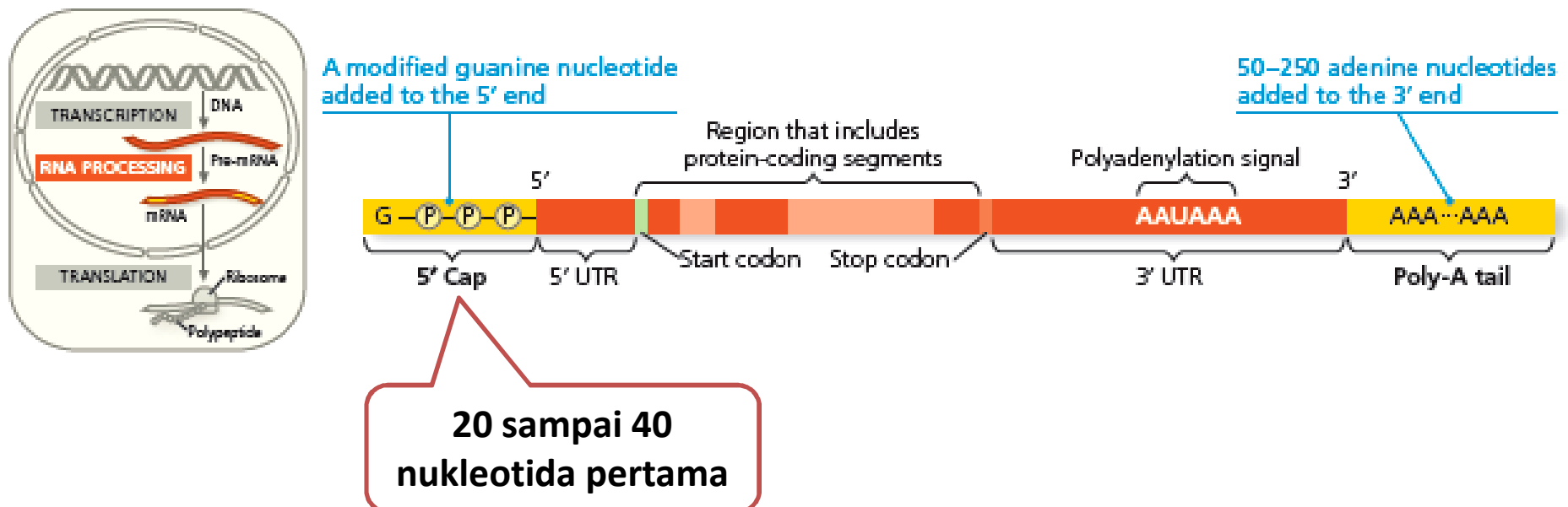
**Faktor Transkripsi** (*Transcription Factors*) : sekelompok protein yg memediasi pengikatan RNA polimerase dan inisiasi transkripsi





## PEMROSESAN RNA : Penambahan Tudung 5' dan Ekor Poli-A

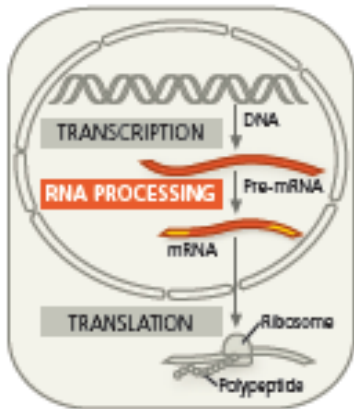
- ❑ Enzim-enzim memodifikasi kedua ujung molekul pre-mRNA eukariotik
- ❑ Ujung2 tsb **mempromosikan ekspor** dr nukleus dan membantu **melindungi mRNA dr degradasi enzim hidrolitik**
- ❑ Tudung 5' dan ekor poli-A tidak ditranslasikan menjadi protein, juga daerah2 UTR



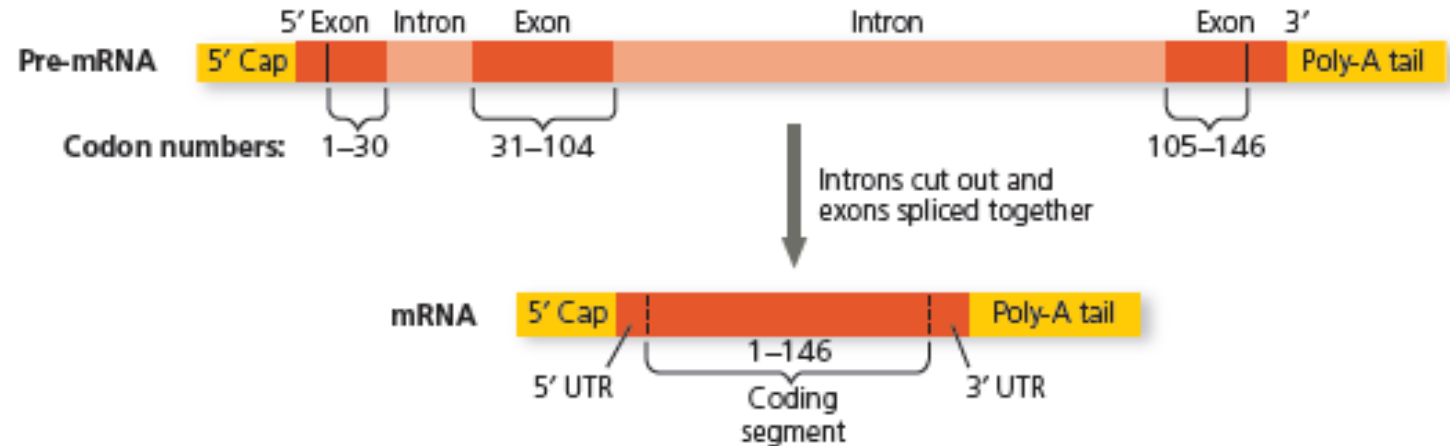


## PENYAMBUNGAN RNA (*RNA SPLICING*)

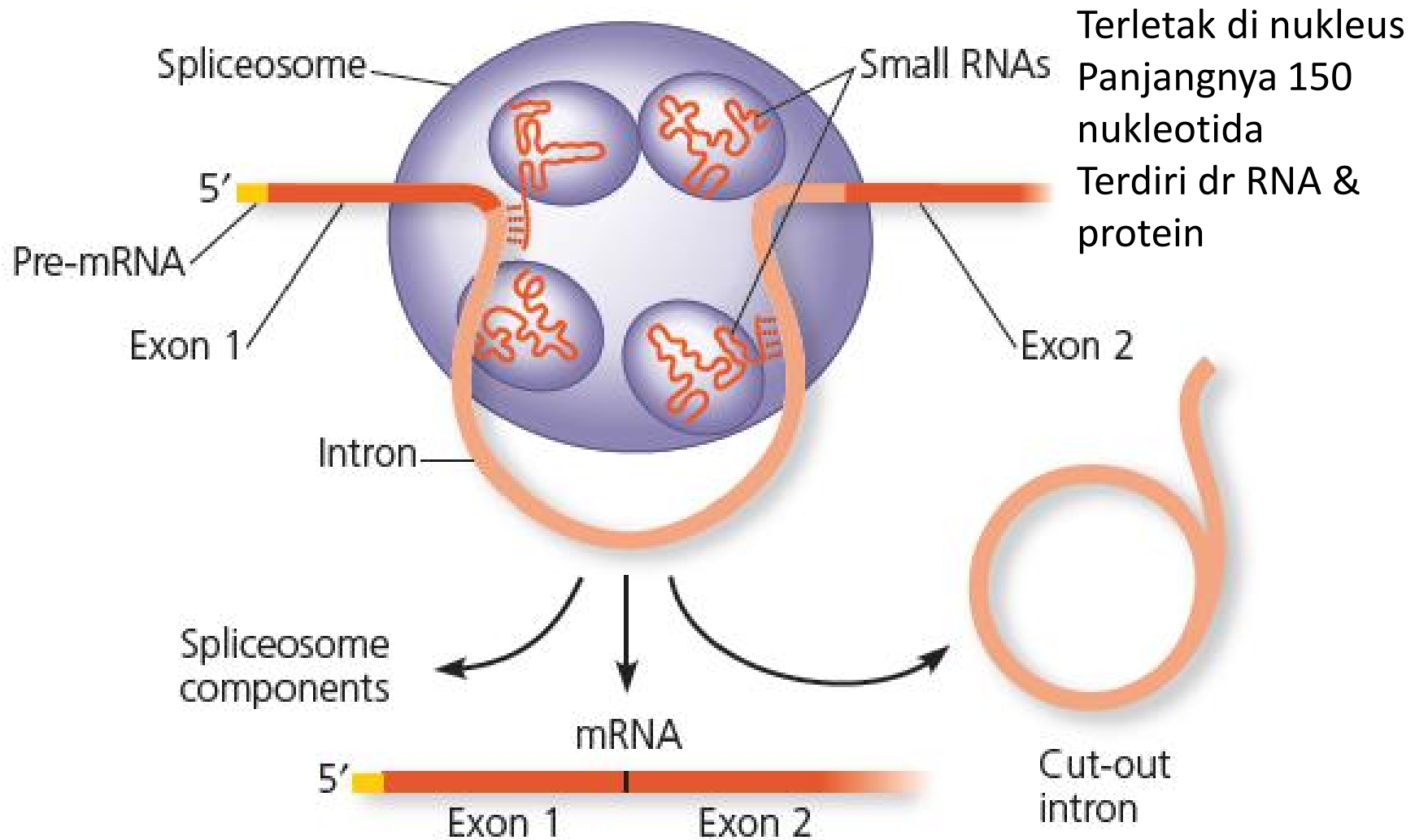
- Panjang Unit Transkripsi DNA manusia : 27.000 bp (pasang basa), RNA Primer jg spt itu
- **Ekson (Exon)** : Bagian yang dikode/ disandikan
- **Intron**: Bagian penyela, tidak dikode/ disandikan

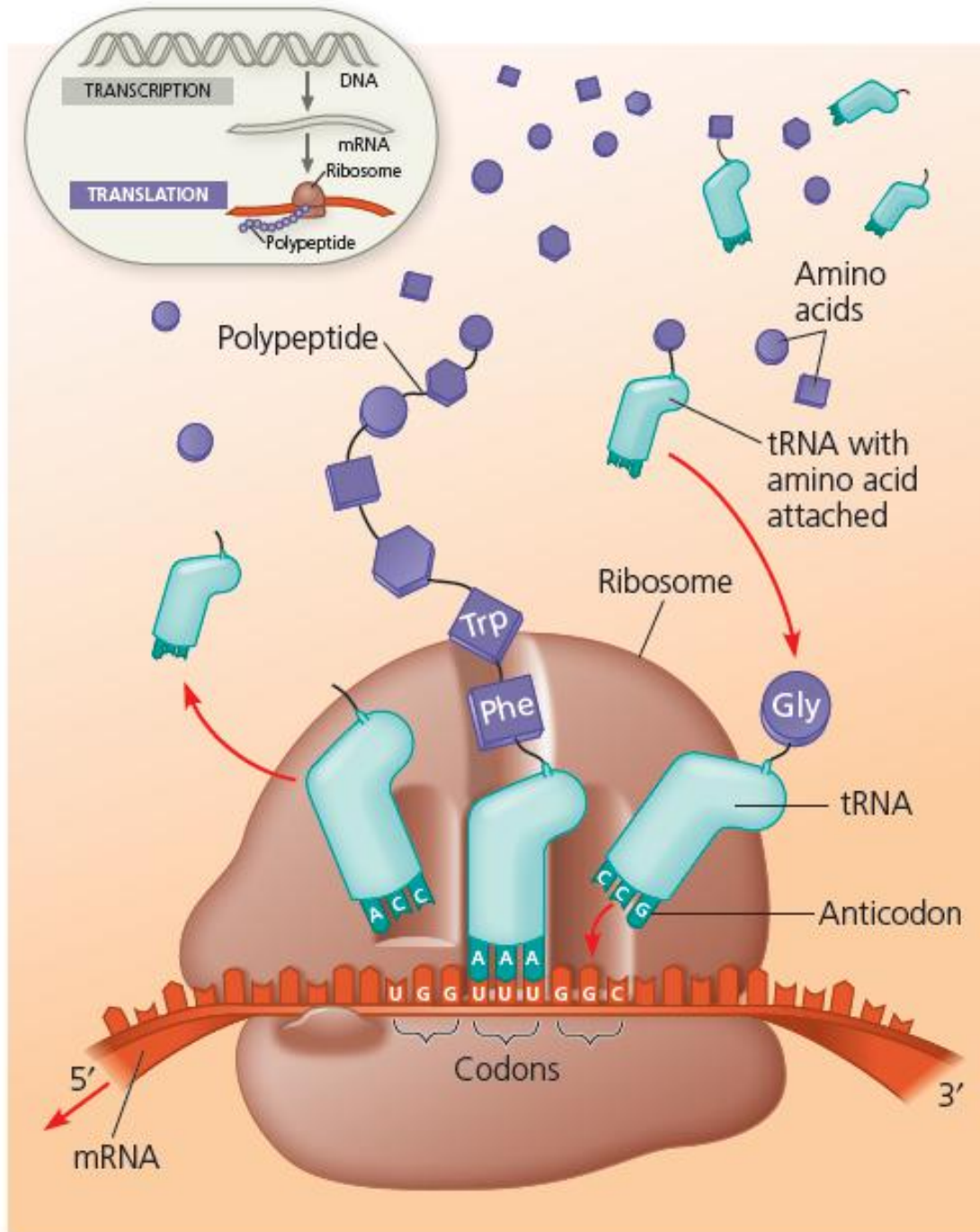


© Pearson Education, Inc.



## PENYAMBUNGAN RNA (*RNA SPLICING*)



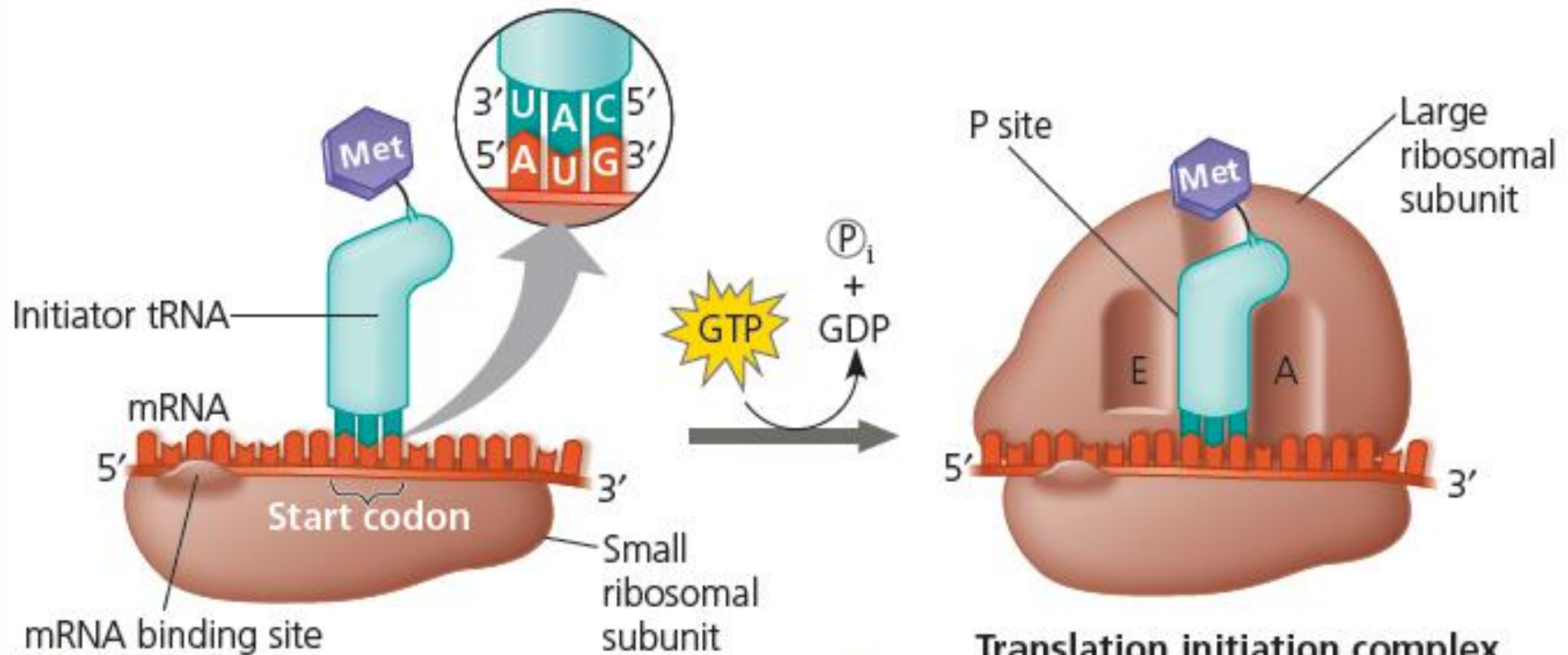


# TRANSLASI

## Inisiasi Translasi

**Prokariotik:** Subunit kecil ribosom bakteri dapat mengikat mRNA dan tRNA spesifik ke dalam urutan mana saja (pada start kodon AUG)

**Eukariotik :** subunit kecil yg telah berikatan dgn tRNA inisiator berikatan dgn tudung 5' mRNA dan bergerak memindai sampai ke start kodon dan tRNA inisiator membentuk ikatan hidrogen dgn kodon tsb

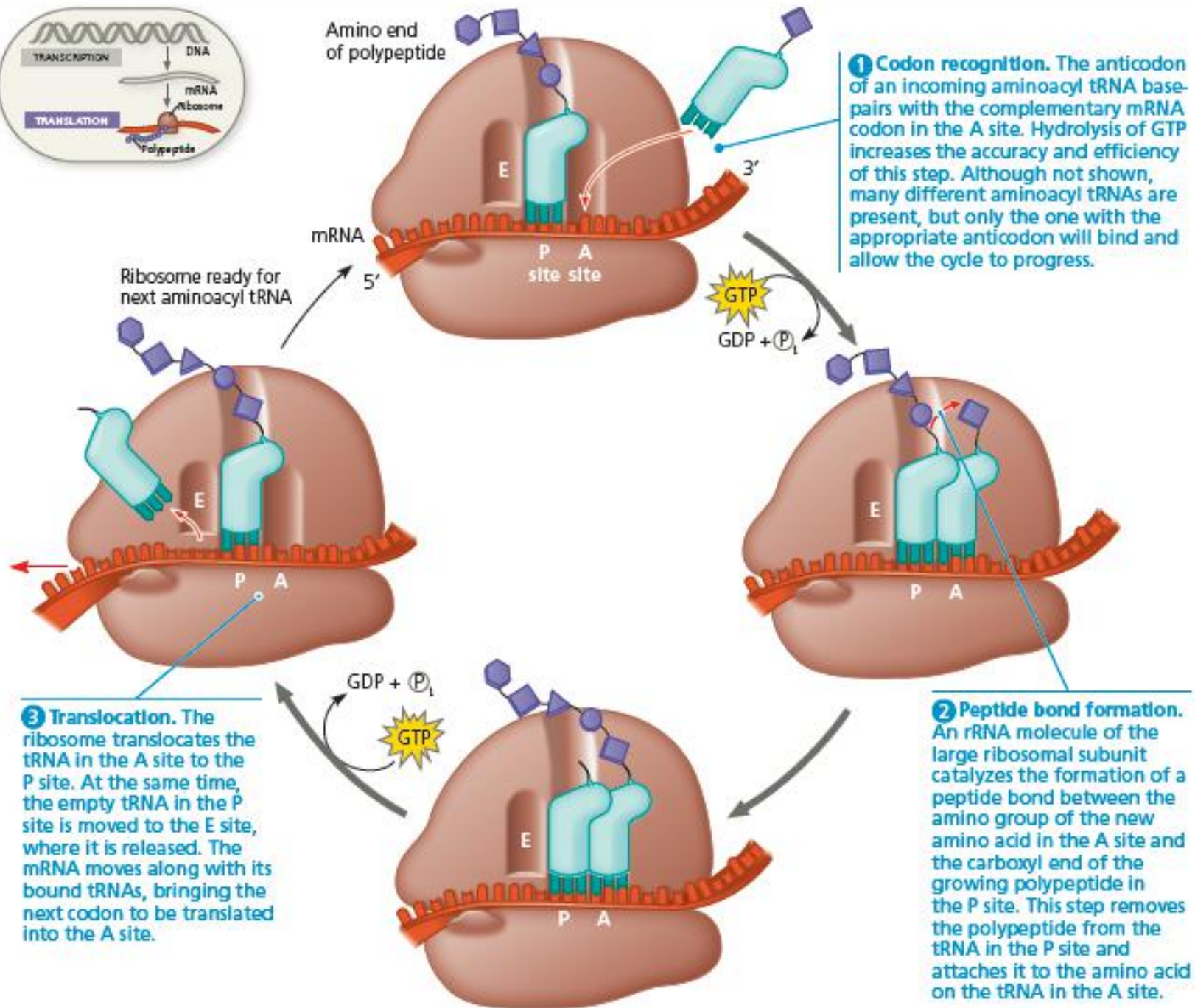
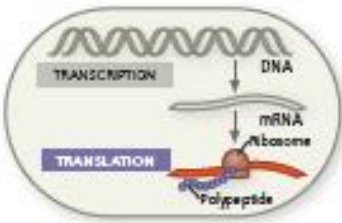


**1** A small ribosomal subunit binds to a molecule of mRNA. In a bacterial cell, the mRNA binding site on this subunit recognizes a specific nucleotide sequence on the mRNA just upstream of the start codon. An initiator tRNA, with the anticodon UAC, base-pairs with the start codon, AUG. This tRNA carries the amino acid methionine (Met).

### Translation initiation complex

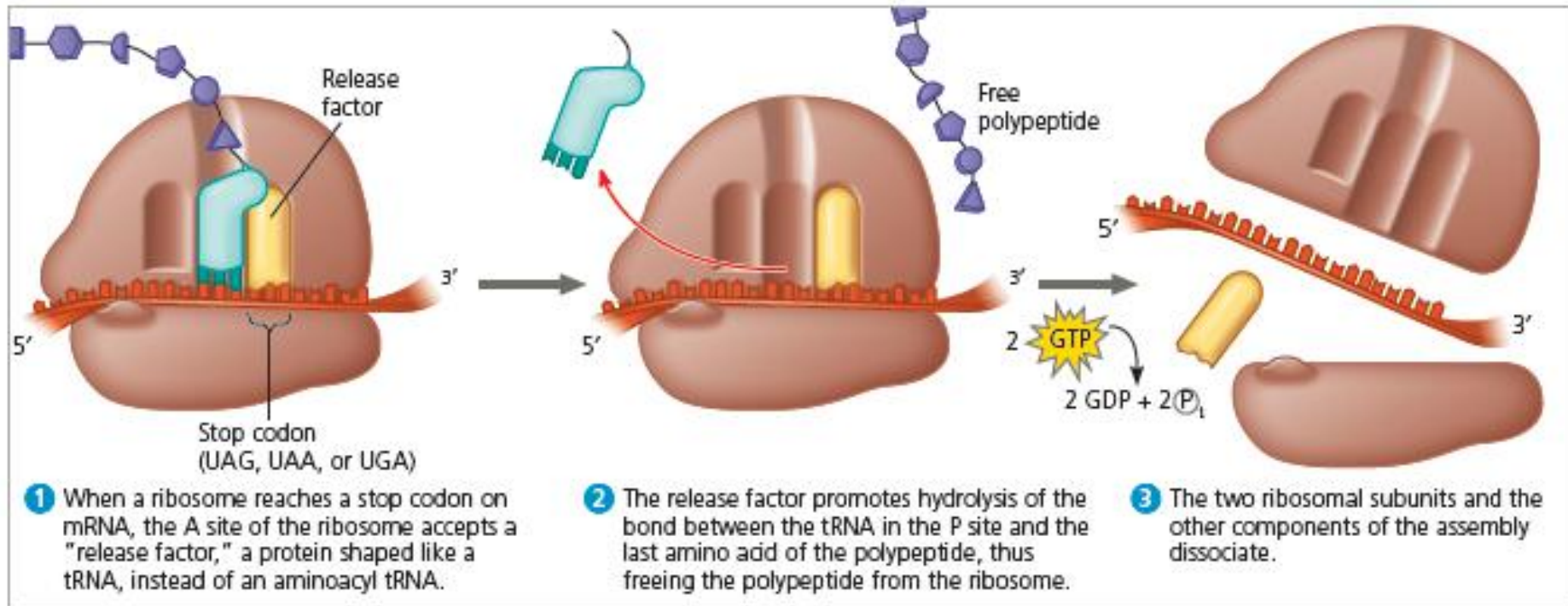
**2** The arrival of a large ribosomal subunit completes the initiation complex. Proteins called initiation factors (not shown) are required to bring all the translation components together. Hydrolysis of GTP provides the energy for the assembly. The initiator tRNA is in the P site; the A site is available to the tRNA bearing the next amino acid.

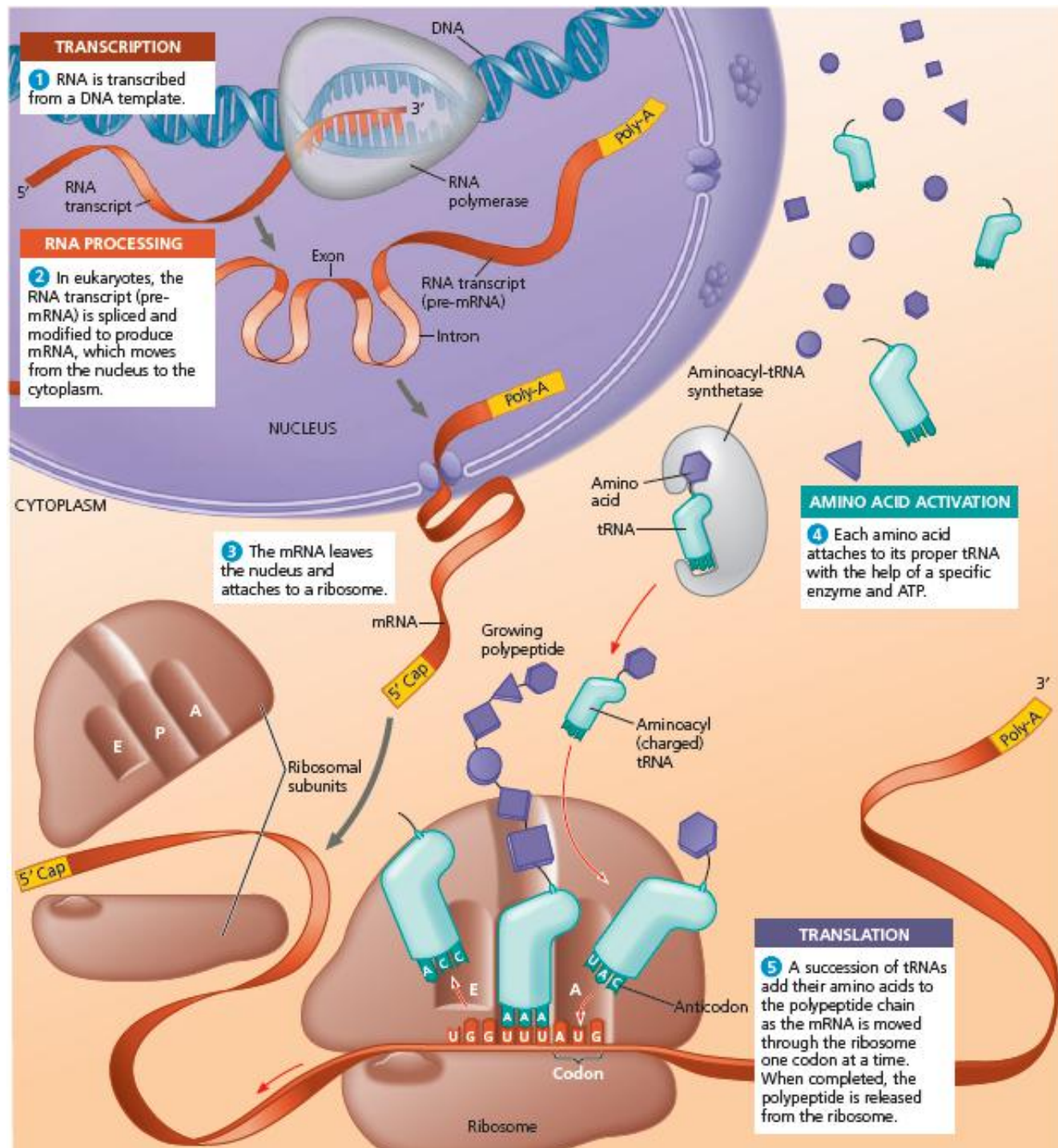






**Faktor Pelepasan (*Release Factor*)** : Suatu protein yg berikatan dengan stop kodon di situs A. Menyebabkan penambahan molekul air sebagai pengganti asam amino ke rantai polipeptida, reaksi ini memutus/ menghidrolisis ikatan polipeptida yg telah selesai dgn tRNA di situs P



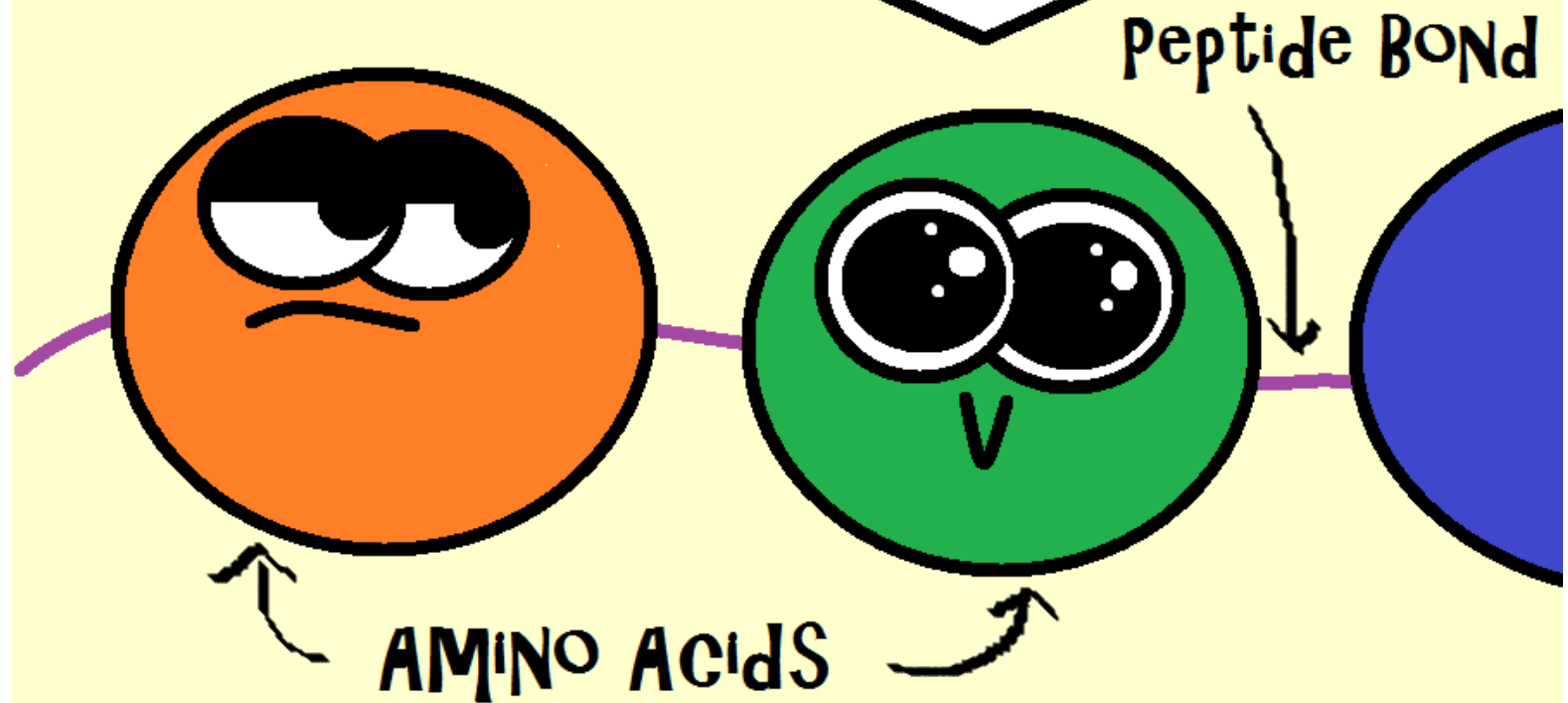




# Soft Skill

**“Hidup itu seperti Sintesis Protein, Kita harus mentranskripsi mRNA kehidupan yg berisi kodon2 kebaikan dan mentranslasikan kodon2 tersebut menjadi protein kebaikan yg bermanfaat bagi diri kita (sel) dan orang banyak (jaringan, organ sampai organisme)”**

We're BFF'S because  
of our peptide bond!



**TERIMA KASIH**