

Definisi Fotosintesis

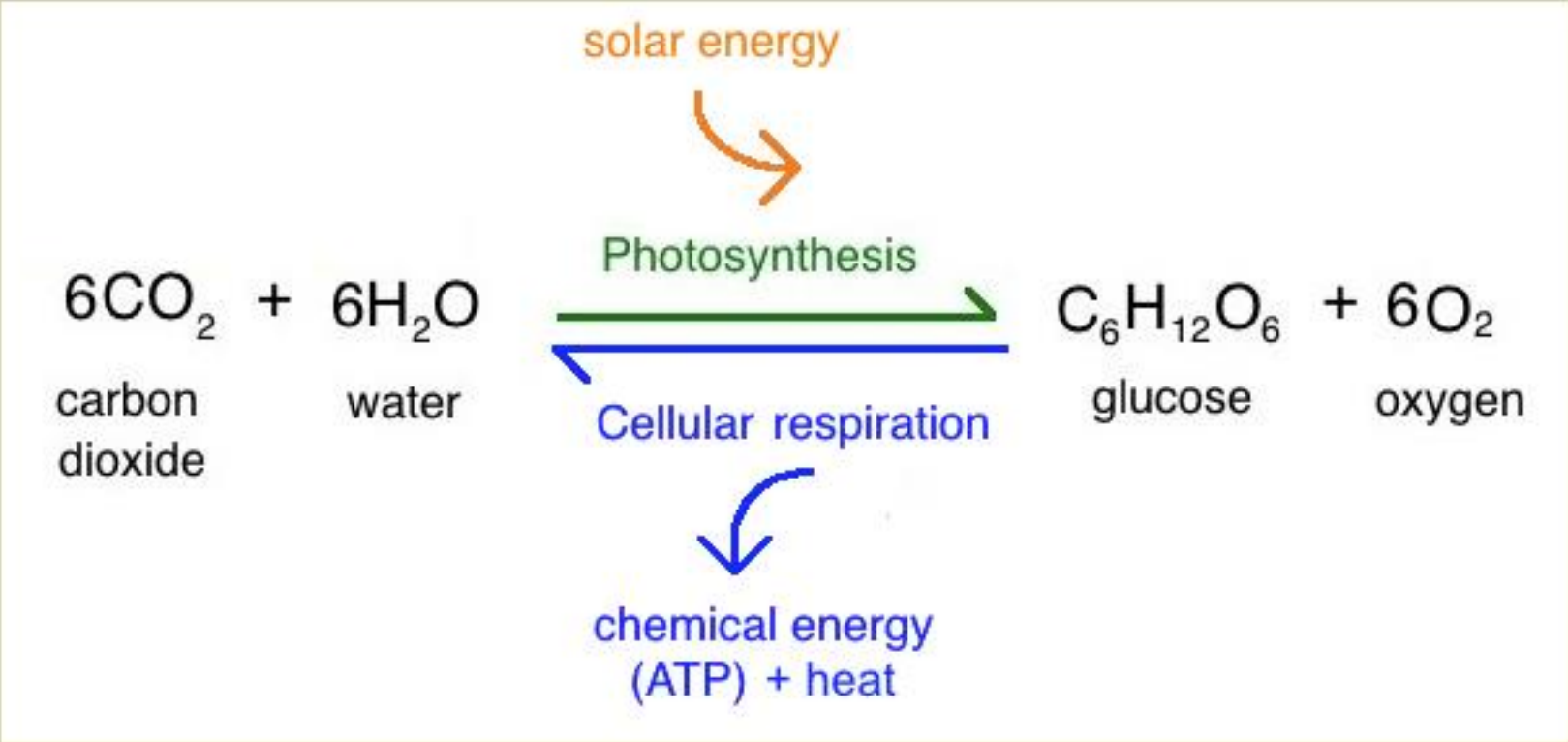


Penggabungan CO_2 dan H_2O untuk menghasilkan energi kimia dengan memanfaatkan energi cahaya dengan bantuan klorofil.

Fungsi:

1. Memproduksi energi
2. Menjaga kebersihan lingkungan
3. Sumber batu bara

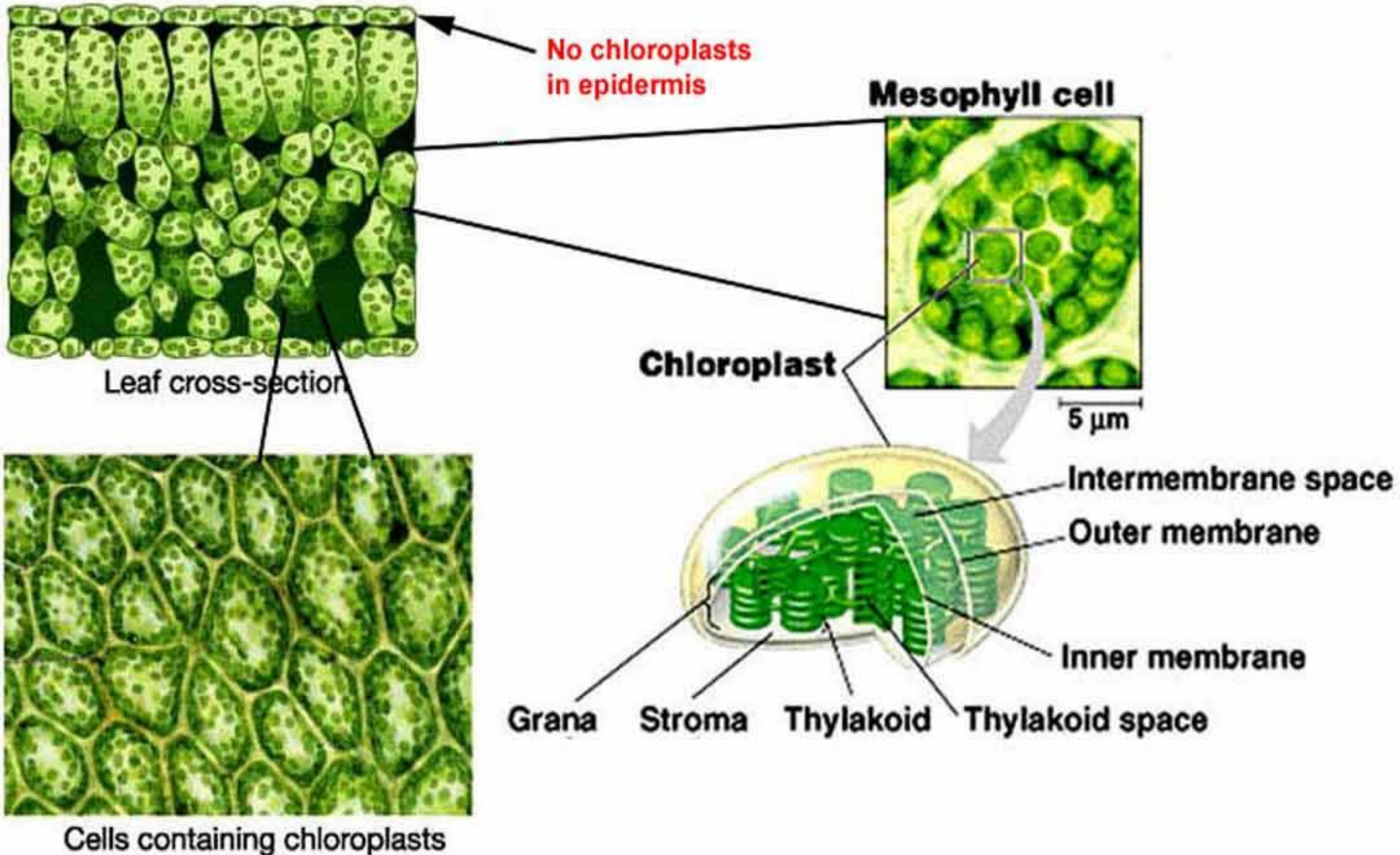
Reaksi Kimia Fotosintesis

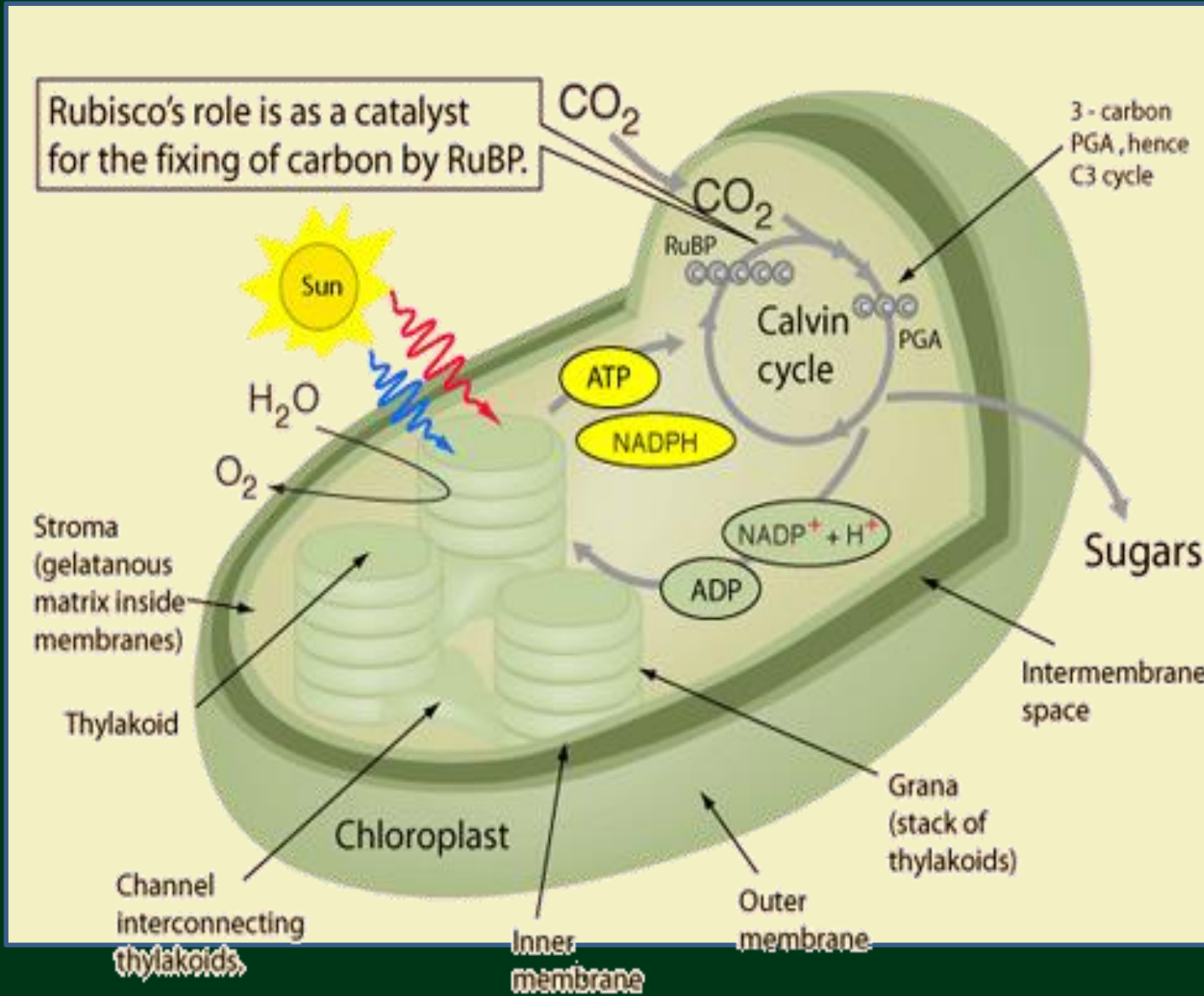


Peneliti-peneliti Fotosintesis

- O₂ dikemukakan oleh *Joseph Priestly*
- Cahaya dikemukakan oleh *Jan Ingenhousz*
- CO₂ dinyatakan oleh *Jean Siniber*
- Air (H₂O) ditemukan oleh *NT de Saussure*
- Bahan organik (C₆H₁₂O₆) dinyatakan oleh *Julius Sachs*
- O₂ berasal dari pemecahan molekul air dikemukakan oleh *Van Niel*
- Kloroplas, dikemukakan oleh *Robin Hill* dan *Scarisbrick*

Tempat Fotosintesis di Daun





Rubisco's role is as a catalyst for the fixing of carbon by RuBP.

3 - carbon PGA, hence C3 cycle

Sugars

Stroma (gelatinous matrix inside membranes)

Intermembrane space

Thylakoid

Grana (stack of thylakoids)

Chloroplast

Channel interconnecting thylakoids

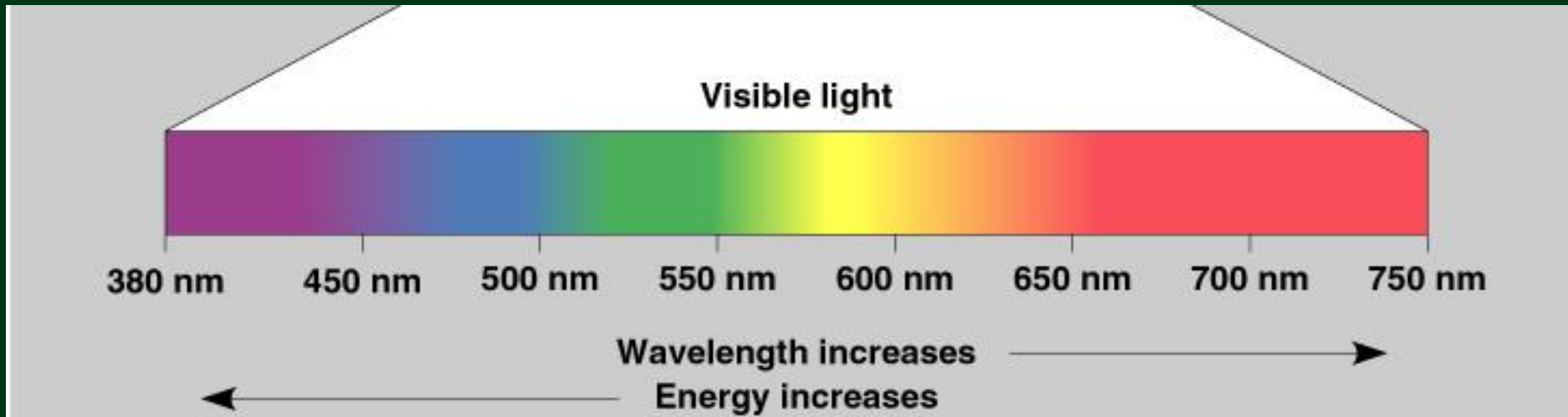
Inner membrane

Outer membrane

Sifat Cahaya

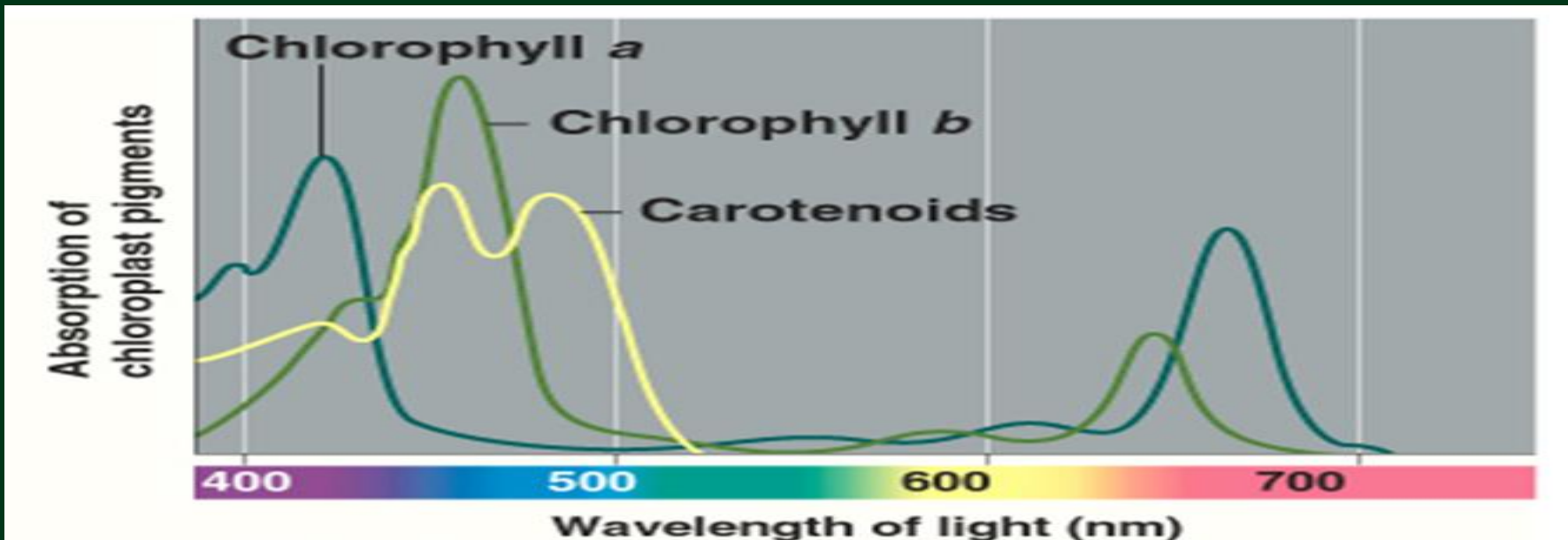
- Gelombang (*wave nature*):
cahaya merambat melalui ruangan sebagai suatu gelombang
- Partikel (*particle nature*)
cahaya merambat dalam bentuk partikel yang terpotong-potong dan masing-masingnya mempunyai panjang gelombang tertentu
- Panjang gelombang (λ) berbanding terbalik dengan energi yang dihasilkan.

Spektrum Cahaya



- 🌈 warna-warna cahaya yang dapat kita lihat
- 🌈 panjang gelombang yang bermanfaat untuk fotosintesis

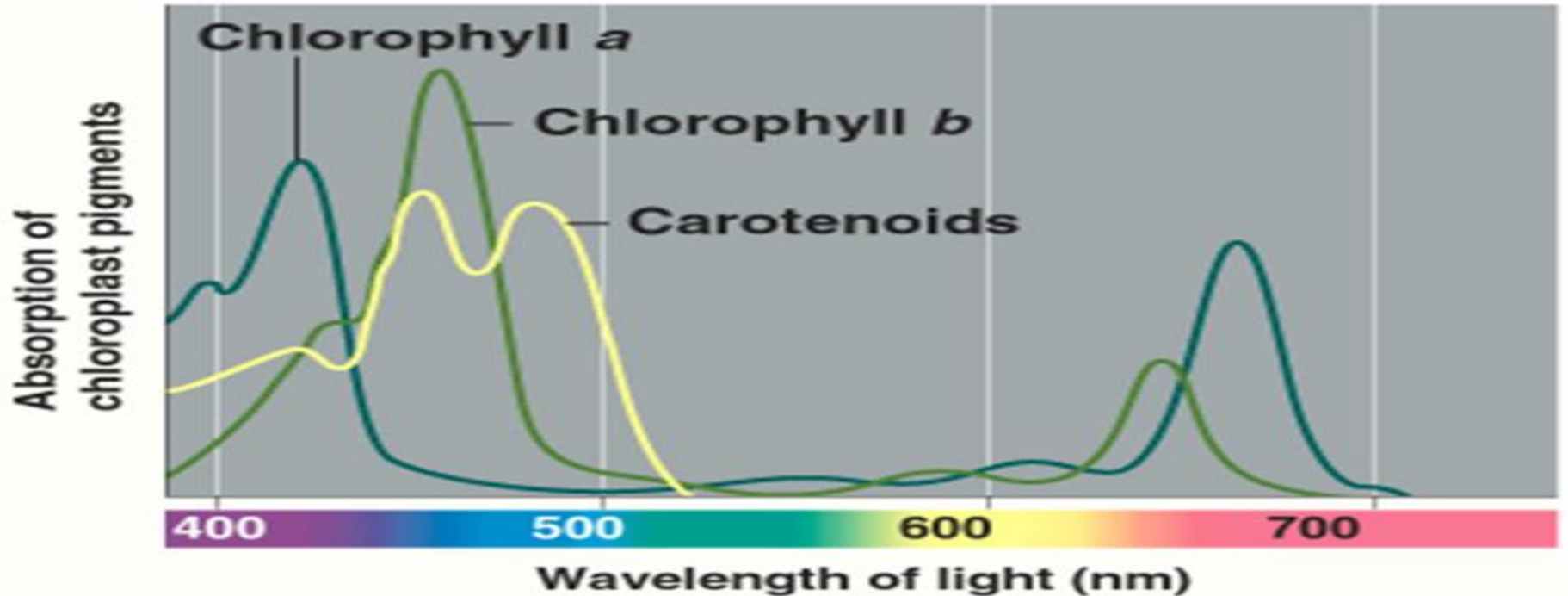
Sifat Klorofil a dan b Terhadap Cahaya



Efektif menyerap cahaya ungu, biru, jingga dan merah

Memantulkan atau meneruskan cahaya hijau dan hijau kekuningan ($\lambda = 500 - 600\text{nm}$)

Sifat Pigmen Karotinoid (β karotin dan xantofil)



- Efektif menyerap cahaya : biru dan ungu
- Tidak efektif untuk cahaya hijau, kuning, jingga, dan merah
- Berperan melindungi klorofil dari kerusakan akibat oksidasi O_2 saat intensitas cahaya tinggi

Cahaya yang efektif untuk fotosintesis adalah cahaya dengan panjang gelombang (λ) 400nm - 700nm

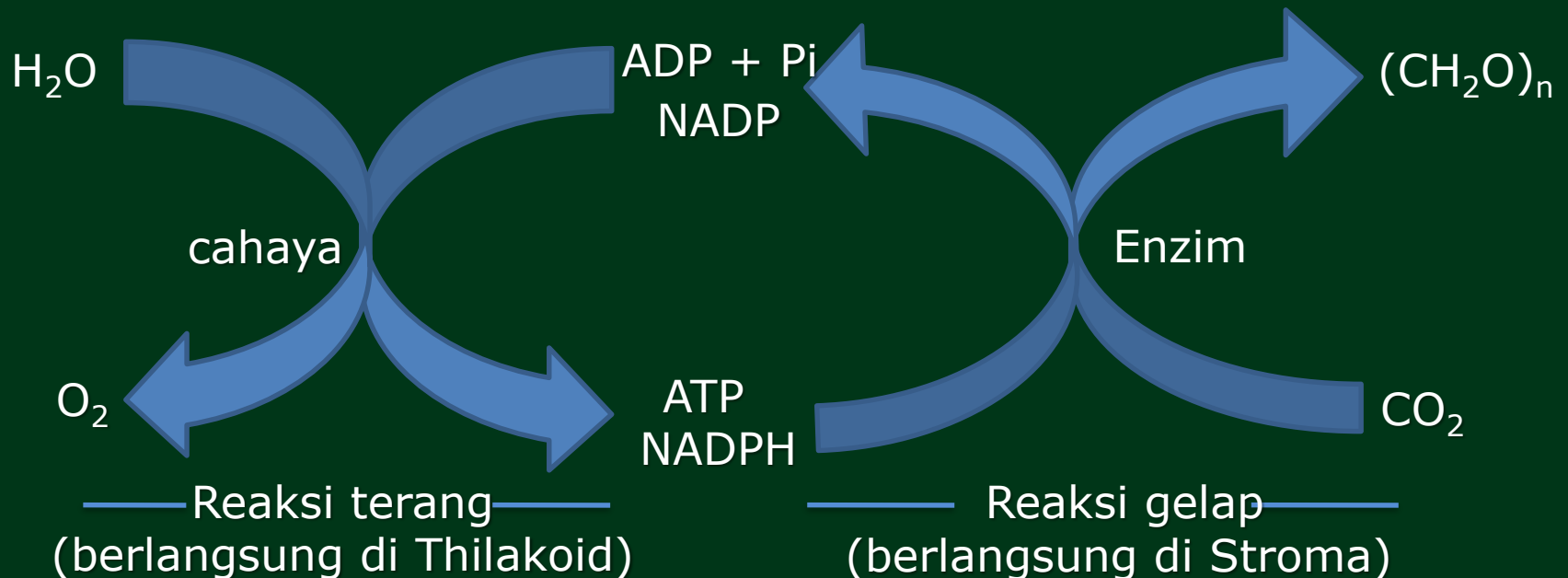
Cahaya dengan λ yang lebih panjang dan λ yang lebih pendek yang diberikan secara bersamaan dapat meningkatkan laju fotosintesis (efek pemacuan Emerson atau *Emerson enhancement effect*)

Cahaya yang dimanfaatkan untuk fotosintesis diukur berdasarkan densiti aliran foton (PPFD = *Photoynthetically Photon Flux Dencity*)

Densiti Aliran Foton: jumlah foton yang menumbuk suatu luasan permukaan tertentu per satuan waktu.

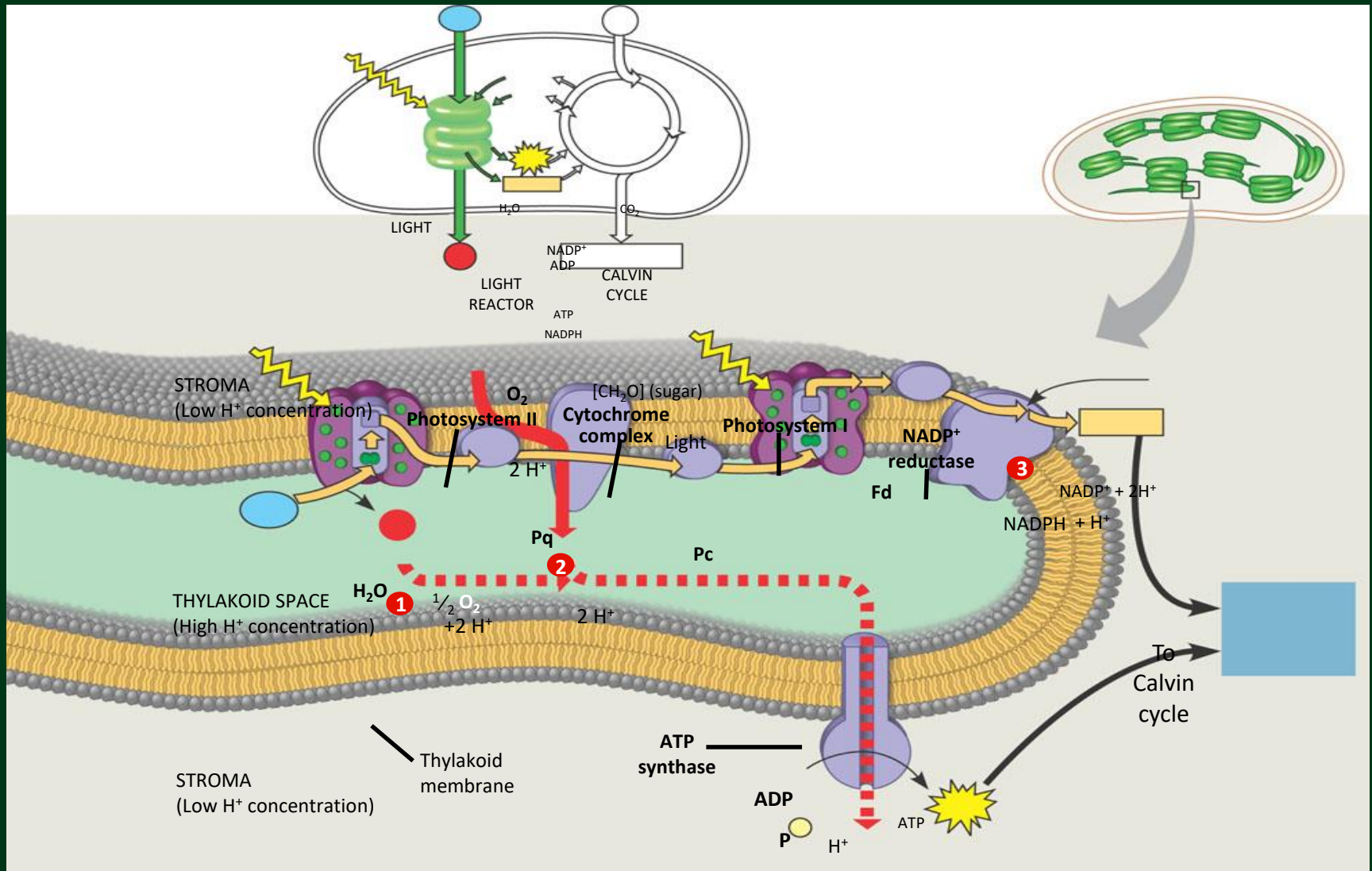
Fase pada fotosintesis:

1. Fase terang, berlangsung pada membran *tilakoid* (*grana* atau tumpukan dari tilakoid), mengandung berbagai pigmen.
2. Fase gelap (biosintesis CO₂), berlangsung pada *stroma* yang mengandung berbagai enzim, mengubah CO₂ menjadi karbohidrat



<u>Reaksi</u>	<u>Tempat</u>	<u>Melibatkan</u>	<u>Proses</u>	<u>Hasil</u>
<u>Terang</u>	<u>Grana</u>	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Cahaya Klorofil</u> • ADP • H₂O • NADP 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>eksitasi e-</u> • <u>transfer e-</u> (<u>reaksi Hill</u>) • <u>Fotolisis</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • ATP • NADP.H₂ • O₂
<u>Gelap</u>	<u>Stroma</u>	<ul style="list-style-type: none"> • CO₂ • <u>RuBP/RDP</u> • NADP.H₂ • ATP 	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Fiksasi</u> • <u>Siklus Calvin</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • APG • ALPG • C₆H₁₂O₆

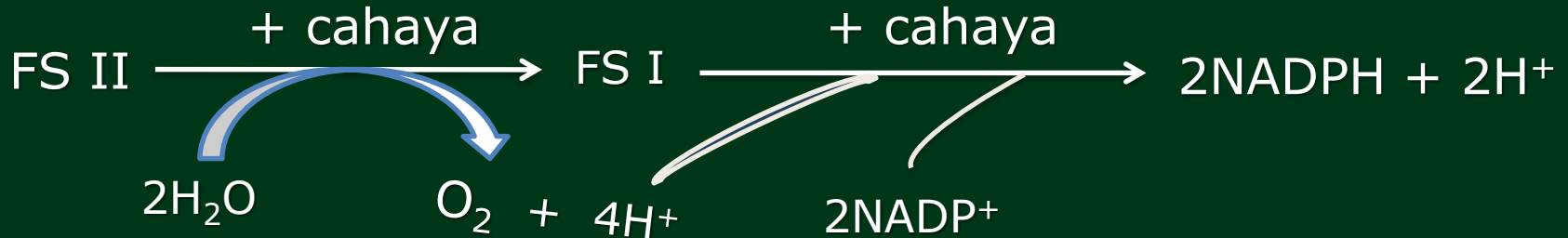
Reaksi fase Terang Fotosintesis



Fotosistem II dan I

Dua (2) kelompok pigmen (fotosistem) bekerja sinergis:

1. Foto sistem I (FS I atau *PS I*) menyerap cahaya merah ($\lambda > 690$ nm)
2. Foto sistem II (FS II atau *PS II*) menyerap cahaya yang lebih pendek dari 690 nm



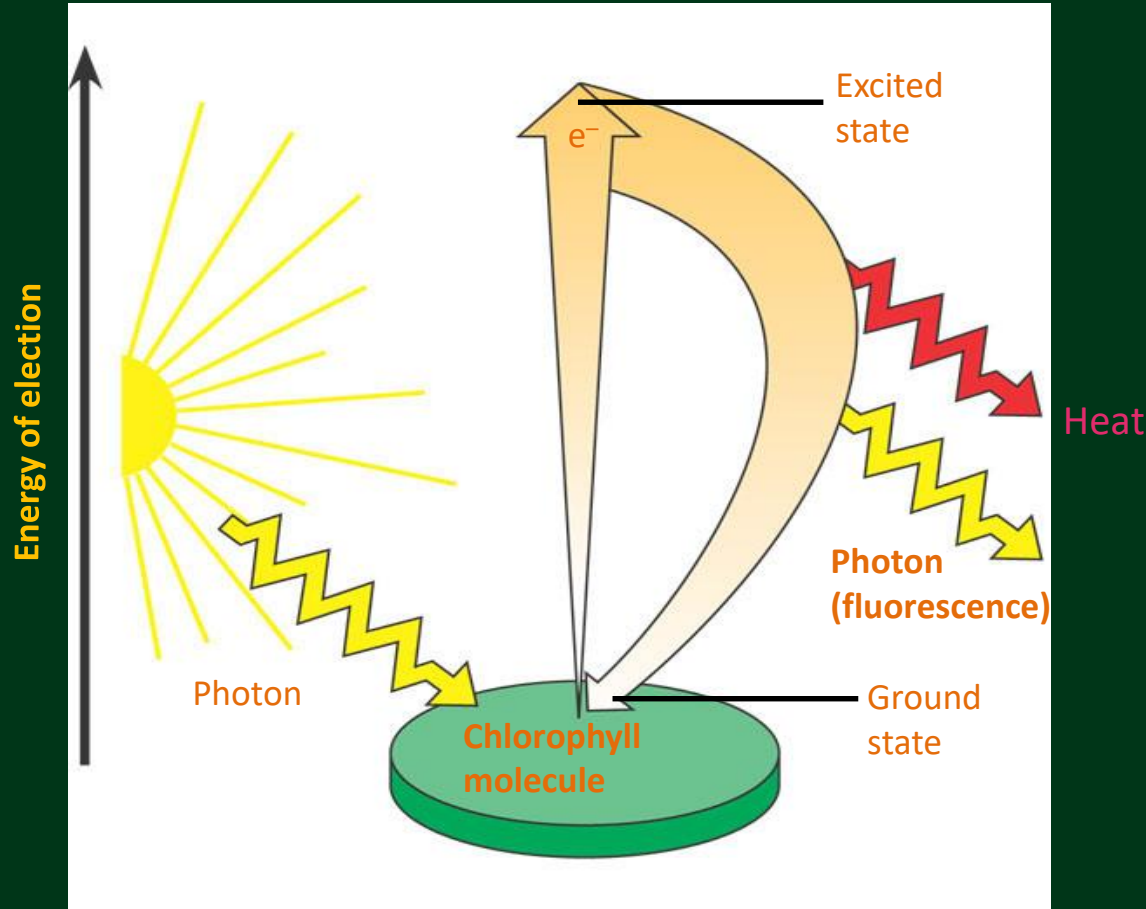
Fotosistem II (P 680)

- Tersusun dari Klorofil a, b dan β karoten yang terikat pada protein
- Menyerap cahaya dengan panjang gelombang 680 nm
- Protein yang mengandung Mn (Prot-Mn)
- Pheo (feofitin), penerima elektron utama Pheo, klorofil a yang tidak berwarna dan tidak mengandung atom Mg
- Quinone, mampu melenyapkan cahaya fluoresen dari P680

Fotosistim I (P 700)

- Klorofil a, b dan β karoten yang menyatu dengan protein
- Menyerap cahaya dengan panjang gelombang (λ) 700 nm dan menerima elektron tereksitasi
- Dua (2) molekul protein mengandung Fe dan mengikat S (Protein FeS) sebagai penerima elektron utama dari PS I

Reaksi Transfer Elektron di Fostositim



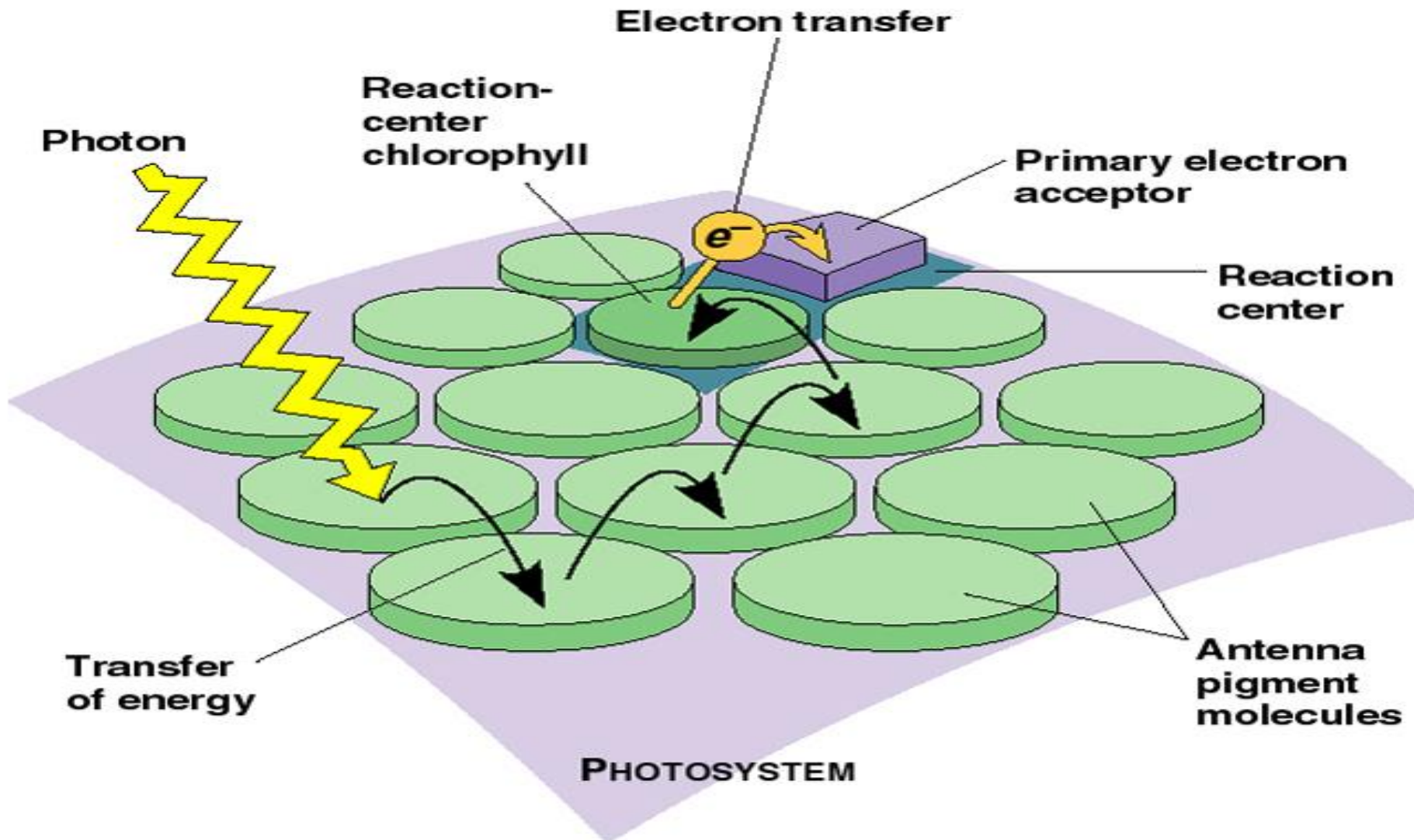
Hukum Strak Einstein

Setiap molekul hanya dapat menyerap satu foton pada waktu tertentu dan foton ini menyebabkan elektron (e^-) tereksitasi dari molekul tersebut

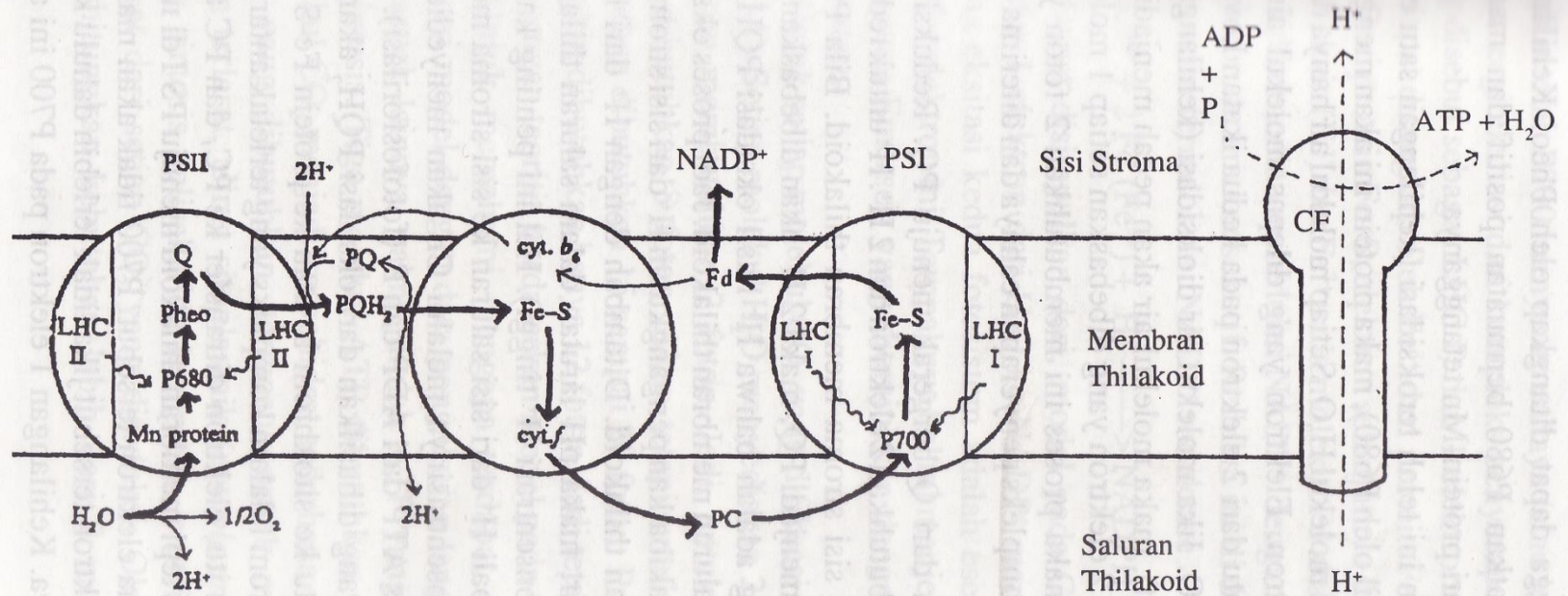
Elektron yang tereksitasi menghasilkan **energi**
Energi tereksitasi dari berbagai pigmen disalurkan ke pigmen pengumpul (pusat reaksi = *Reaction center*)

Perpindahan energi dari pigmen ke kelompok pigmen bersebelahan (teori **resonansi induktif**)

Proses Resonansi Induktif



Tranfer Elektan Siklik dan Non-Siklik



GAMBAR 11.4. Model pengangkutan elektron yang dipacu oleh cahaya pada membran thilakoid khloroplas. Garis tebal menunjukkan lintasan non-siklik pengangkutan elektron, dari H₂O ke NADP⁺; sedangkan garis tipis menunjukkan lintasan siklik. Garis bergelombang menunjukkan transfer energi dari kompleks penyerapan cahaya ke P680 atau P700. Garis putus-putus pada CF menunjukkan pengangkutan H⁺ yang menyebabkan fotofosforilasi.

Tranfer Elektion Non Siklik

- Menggunakan fotosistem II dan I
- Elektron dari fotosistem II hilang dan diganti oleh elektron yang berasal molekul air
- pengangkutan e^- dari molekul air ke NADP (terbentuk NADPH) dan elektron tidak kembali ke molekul air.
- Elektron (e^-) dari protein Fe-S pada PS I dibawa ke NADP oleh *Fd* (*Feredoksin*).
$$\text{NADP}^+ + 2\text{Fd}(\text{Fe}^{2+}) + \text{H} \longrightarrow \text{NADPH} + 2\text{Fd}(\text{Fe}^{3+}).$$
- ATP juga terbentuk (*Fotofosforilasi nonsiklik*).

Tranfer Elektron Siklik



elektron dibawa dari P700 dan kembali ke P700.

Energi untuk sintesis (pembentukan) ATP tersedia karena perbedaan pH antara saluran tilakoid (pH rendah) dengan sisi stroma (pH tinggi atau konsentrasi H⁺ rendah).

H⁺ dibawa kembali ke sisi stroma mengikuti perbedaan konsentrasi melalui CF (komplek faktor pengganda) menyebabkan terjadinya fosforilasi

Fungsi Cahaya dalam Fotosintesis

1. Menghasilkan elektron dari pemecahan H₂O untuk mereduksi NADP, membentuk NADPH
2. Menyediakan energi untuk membentuk ATP dari ADP dan Pi



(dinyatakan oleh Arnon)

ATP disintesis dalam kloroplas hanya pada waktu ada cahaya dan proses ini dikenal dengan *fosforilasi fotosintetik (fotofosforilasi)*.