

## **Kesimpulan :**

**Proses produksi pertanian sangat TIDAK efisien di dlm memanfaatkan E matahari**

**EF = 1,47 %**, dimana tujuan produksi pertanian adalah untuk meningkatkan efisiensi penggunaan E matahari tsb → **EF**

**CARANYA** untuk meningkatkan **EK**, yaitu : **mengurangi E** yang hilang selama **proses produksi berlangsung**.

Bila **EK = 2 %** (dibulatkan), yang hilang **98 %**

# **Penggunaan Sinar Matahari yg tidak efisien oleh daun, ada 4 alasan, yaitu :**

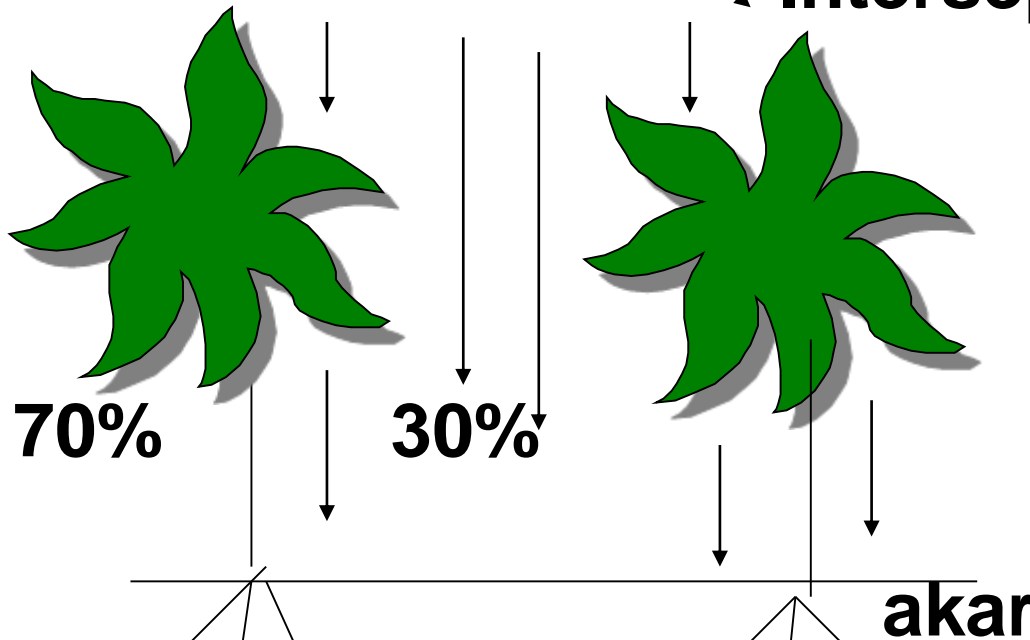
- 1. Sinar matahari datang, sebagian hilang dipantulkan/ditransmisikan, hanya cahaya nampak yang digunakan untuk proses fotosintesis.**
- 2. Kebutuhan kuantum untuk fotosintesis adalah jauh lebih tinggi dari kenyataan nilai minimal, cahaya diserap oleh molekul molekul khlorofil dalam bentuk kuantum yang mengandung Energi.**

**3. Saturasi cahaya dicapai sebelum matahari bersinar penuh.**

**Tiap<sup>2</sup> tanaman mencapai titik Saturasi pada jam yang ber-beda<sup>2</sup>. Goyangan titik saturasi untuk beberapa tanaman antara jam 10.00-16.00**

**4. Adanya Respirasi mengurangi Fotosintesis Netto.**

E matahari 100 %  
Lolos = 30 %  
Intersepsi = 70 %



**Cara untuk mengurangi yang lolos 30 %, yaitu :**  
model tanam

**1. Mengatur jarak tanam**

Populasi yg optimum

**Model Tanam** :- bujur sangkar

- Single/double row
- Equidistant

**2. Sistem/ pola tanam** : - Intercropping

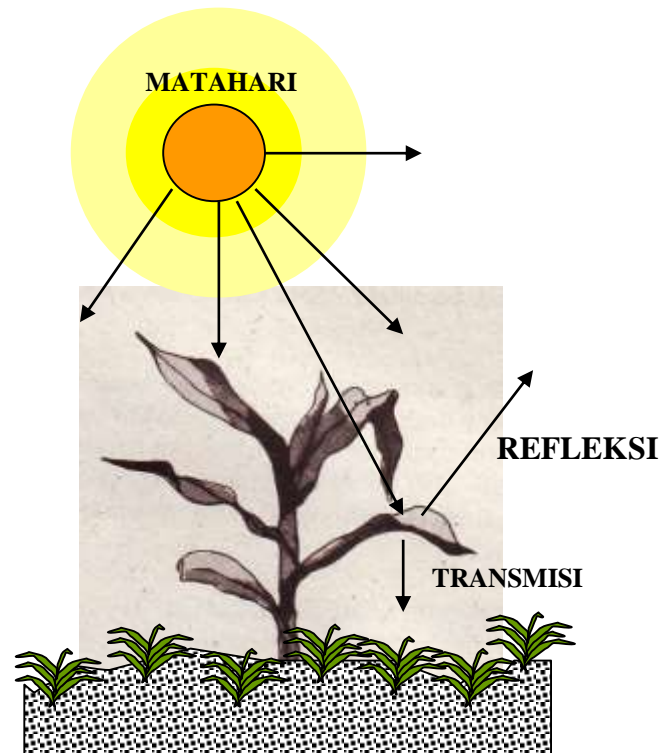
**3. Meningkatkan laju pertumbuhan :**

- Pemupukan
- Irigasi
- Hormon

**4. Varietas** : → canopy

# Intersepsi $\pm 70\%$ tidak semua diserap tanaman

**Intersepsi  $\pm 70\%$**  : Refleksi 20 %; Transmisi 15 %  
Absorpsi 65 %



## **Absorpsi 65 % digunakan tanaman untuk :**

1. Transpirasi  $\pm$  50 %
2. Fotosintesis  $\pm$  45 %
3. Jenuh/panas  $\pm$  5 %

## **Refleksi 20 % dipengaruhi oleh :**

1. Keadaan permukaan tajuk = kekasaran tajuk
  - Rata  $\rightarrow$  kurang baik
  - Kasar  $\rightarrow$  pantulan bisa ke samping
2. Warna daun :
  - Gelap  $\rightarrow$  banyak diserap
  - Terang  $\rightarrow$  dipantulkan

3. Sudut daun :

efisien dan efektif sudut daun tegak →  
varietas

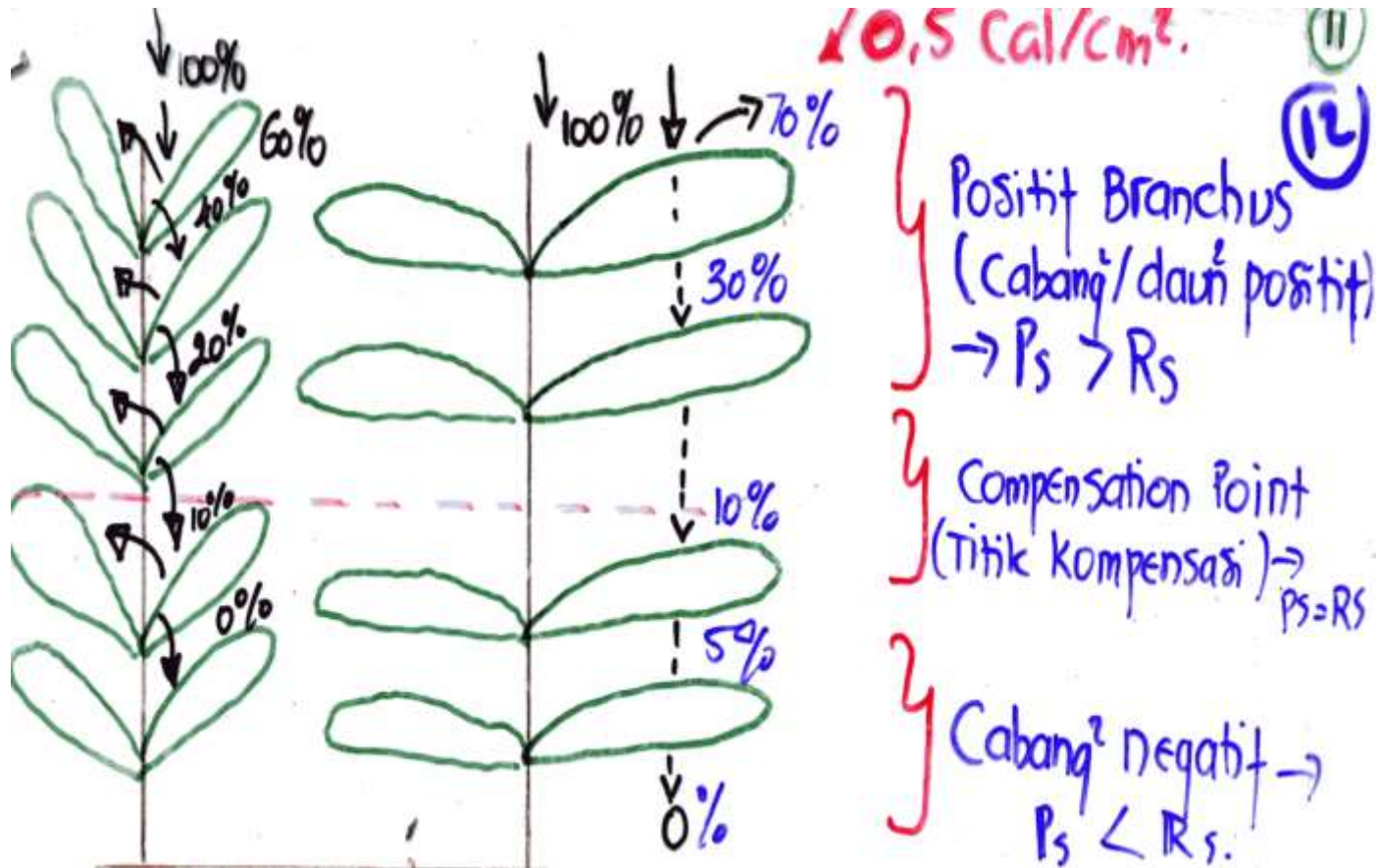
**Transmisi 15 % dipengaruhi oleh antara lain :**

1. Kedudukan daun/sudut daun
2. Tebal tipisnya daun
3. Populasi tanaman

**Cara untuk mengurangi transmisi, antara lain:**

1. Meningkatkan LAI → optimum
2. Menciptakan tanaman yang berdaun tebal





- **Gambar : Profil Radiasi matahari dari dua macam tajuk tanaman yang berbeda bentuk/ susunan daunnya.**
- **Setiap lapisan daun menyerap 50 % sinar datang**

Susunan daun yang ideal untuk tanaman, adalah :  
( Chang, 1968)

- Daun-daun sebelah bawah (13%) → sudut 0-30° horizontal
- Daun-daun sebelah atasnya (37%) → sudut 30-60°
- Daun-daun lapisan atas (50%) → sudut 60-90°
- **Broughman (1960) dalam Chang (1968) menyatakan, bahwa** pada saat luas area daun sama dengan area tanah yang ditumbuhi tanaman, rata-rata transmisi adalah 74% untuk daun yg tersusun lebih tegak ( rumput<sup>2</sup>an) dan 50% pada daun yg berkedudukan lebih horizontal

**Jadi** daun-daun sebelah atas → berorientasi vertikal

Daun-daun sebelah bawah → berorientasi Horizontal

- **Cahaya matahari yang diterima pada suatu** luasan lahan yang diterima tanaman adalah sama, **tetapi hasil KH/ CHO tidak sama** → hal ini tergantung/dipengaruhi beberapa hal, antara lain :
  1. Lintasan Carbon
  2. Jumlah dan ukuran stomata
  3. Umur jaringan daun → chlorofil, air
  4. Efisiensi translokasi → KH yg dihasilkan yg di translokasikan ke Sink

# Tabel 1. Karakteristik

<b>Tanaman C4</b>	<b>Tanaman C3</b>
= CO <sub>2</sub> difiksasi oleh PEP Karboksilase berlangsung siklus Hatch Slack	- CO <sub>2</sub> difiksasi oleh RUBP karboksilase, berlangsung siklus Calvin Benson
- Enzim PEP karboksilase mempunyai afinitas (daya gabung) terhadap CO <sub>2</sub> yang lebih kuat	- Enzim RUBP karboksilase kurang
- Mempunyai kecepatan fotos yang tinggi	- kurang
- Suhu optimum 30-35 <sup>0</sup> C	- Suhu optimum 20-25 <sup>0</sup> C
- Tidak ada fotorespirasi (rendah )	- Ada fotorespirasi

## sambungan karakteristik

- Terbentuk asam beratom C empat= OAA	- Terbentuk asam beratom C tiga = PGA
- Mempunyai khloroplas dalam sel <sup>2</sup> seludang pembuluhnya	- tidak

Intensitas cahaya optimum untuk jenis tanaman tidak sama :

1. Shade loving/shade sp: kopi, coklat, legum
2. Sun Sp./ Sun Loving : tebu, jagung, sorghum

## Tanaman kurang sinar atau kelebihan ??

Tabel 2. Sifat pertumbuhan tanaman yang ekstrim kelebihan atau kekurangan cahaya

<b>Sifat Pertumbuhan</b>	<b>Intensitas chy Tinggi</b>	<b>Intensitas chy Rendah</b>
1. Tinggi Tan.	Lebih pendek	Tumbuh memanjang → auksin
2. Diameter Batang	Besar	Kecil
3. Bunga/buah	Lebih baik	
4. Lapisan lilin	Lebih tebal	

Lanjutan tabel 2

5. Ukuran Stomata	Kecil	Besar
6. Jumlah Stomata	Banyak	Sedikit
7. Helaian Daun	Sempit Tebal	Luas Tipis
8. Nisbah Daun dan Batang	Kecil/Rendah	Besar
9. Nisbah Akar dan Tunas	Tinggi/besar	Rendah/kecil
10. Jumlah Klorofil	Rendah, pigmen lain lebih dominan	Rendah, tetapi pigmen lain tidak ada

Lanjutan tabel 2.

11. Kadar Gula	Tinggi	Rendah
12. Nisbah CN	Tinggi	Rendah



## 2. KULIATAS RADIASI MATAHARI

Menunjukkan komposisi panjang gelombang radiasi matahari yang diterima oleh tan.

<b><math>&lt; 10 \text{ \AA}^0</math></b>	<b>:</b>	<b>Sinar X dan sinar Gamma</b>
<b><math>10 \text{ \AA}^0 - 2000 \text{ \AA}^0</math></b>	<b>:</b>	<b>Far Ultra Violet</b>
<b><math>2000 \text{ \AA} - 3150 \text{ \AA}</math></b>	<b>;</b>	<b>Middle Ultra Violet</b>
<b><math>3150 \text{ \AA} - 3600 \text{ \AA}</math></b>	<b>:</b>	<b>Near Ultra Violet</b>
<b><math>3600 \text{ \AA} - 7200 \text{ \AA}</math></b>	<b>:</b>	<b>Visible Light → Tanaman</b>
<b><math>7200 \text{ \AA} - 1,5 \mu</math></b>	<b>:</b>	<b>Near Infra Merah</b>
<b><math>1,5 \mu - 5,6 \mu</math></b>	<b>:</b>	<b>Midle Infra Merah</b>
<b><math>5,6 \mu - 1000\mu</math></b>	<b>:</b>	<b>Far Infra Merah</b>
<b><math>&gt;1000 \mu</math></b>	<b>:</b>	<b>Gelombang Radio</b>

- $1 \text{ cm} = 10^8 \text{ \AA} = 10^4 \mu = 10^7 \text{ nm}$  ;  $1 \text{ m}\mu = 10 \text{ \AA}$

Hasan Basri Jumin ( 1989) :

Cahaya yang tampak (Viseble Light) , Panjang Gelombang :

400 m $\mu$ - 435 m $\mu$	:	Ungu
435 m $\mu$ - 490 m $\mu$	:	Biru $\rightarrow$ Absorbsi Tan.
490 m $\mu$ - 574 m $\mu$	:	Hijau $\rightarrow$ Pantul
574 m $\mu$ - 595 m $\mu$	:	Kuning $\rightarrow$ Absorbsi
595 m $\mu$ - 626 m $\mu$	:	Jingga
626 m $\mu$ - 760 m $\mu$	:	Merah $\rightarrow$ Absorbsi Tan.

# Respon Tanaman Terhadap Panjang Gelombang :

1. $>1,0 \mu$ :	Konversi sbg panas → Evapotranspirasi, tidak ada efek utk tanaman
2. $0,76-1,0 \mu$ :	Tanaman menjadi etiolasi/pemanjangan tanaman, perkecambahan
3. $0,6-0,76 \mu$ :	Diserap/absorpsi oleh khlorofil → Fotos
4. $0,51-0,6 \mu$ :	Tdk berpengaruh langsung pd aktivitas pigmen <sup>2</sup> tan → dipantulkan oleh tan.
5. $0,41-0,51 \mu$ :	Diabsorpsi oleh tanaman
6. $0,36-0,41 \mu$ :	Bila diserap oleh tan. Akan terjadi kekerdilan (pendek, tebal )

7. 0,28-0,36 $\mu$ :	Aktivitas metabolik terganggu
8. < 0,28 $\mu$ :	Tanaman rusak atau mati

- **Kualitas cahaya matahari yang dikenal :**

- \* Ultra Violet : yang sampai ke bumi  $\pm 9 \%$
- \* Infar Red : yang sampai ke bumi  $\pm 46 \%$
- \* Viseble Light : yang sampai ke bumi  $\pm 45 \%$

(M,J,K,H,B,U )

- **Kualitas Radiasi matahari tergantung dari :**

1. Jarak matahari dan bumi
2. Waktu → pagi, siang, Sore
3. Tajuk Tanaman → tegak, horizontal

## Umumnya tan. Mengabsorpsi warna<sup>2</sup> sinar : ( Loomis, 1965 )

1. Biru : panj gelombang  $0,4-0,5\mu$  : 80-95%
2. Merah: panj gelombang  $0,6-0,7\mu$  :80-90%
- 3.Hijau : panj gelombang  $0,5-0,6\mu$  : 10-20%
- Infra Merah : panj gelombang  $0,8-1,2\mu$  : 5%

## Daya absorpsi tanaman tergantung :

1. Khlorofil
2. Bahan yang akan dibentuk

• Chlorofil a.  $C_{55} H_{72} O_5 N_4 Mg$  : → 390-400m $\mu$   
650-700m $\mu$

\* Chlorofil b.  $C_{55} H_{70} O_6 N_4 Mg$  : → 400-450m $\mu$   
620-670m $\mu$

### **Kualitas Radiasi berpengaruh terhadap :**

- **Morfogenetik tan :**
  - Perkecambahan
  - Pertumbuhan memanjang
  - Pembungaan
  - Pembentukan pigmen

GELOMBANG RADIO	GELOMBANG MICRO	INFRA MERAH (PANAS)	CAHAYA	ULTRA LEMBAYUNG	SINAR X	SINAR GAMA
--------------------	--------------------	---------------------------	--------	--------------------	---------	---------------

PANJANG  
GELOMBANG  
(CM)

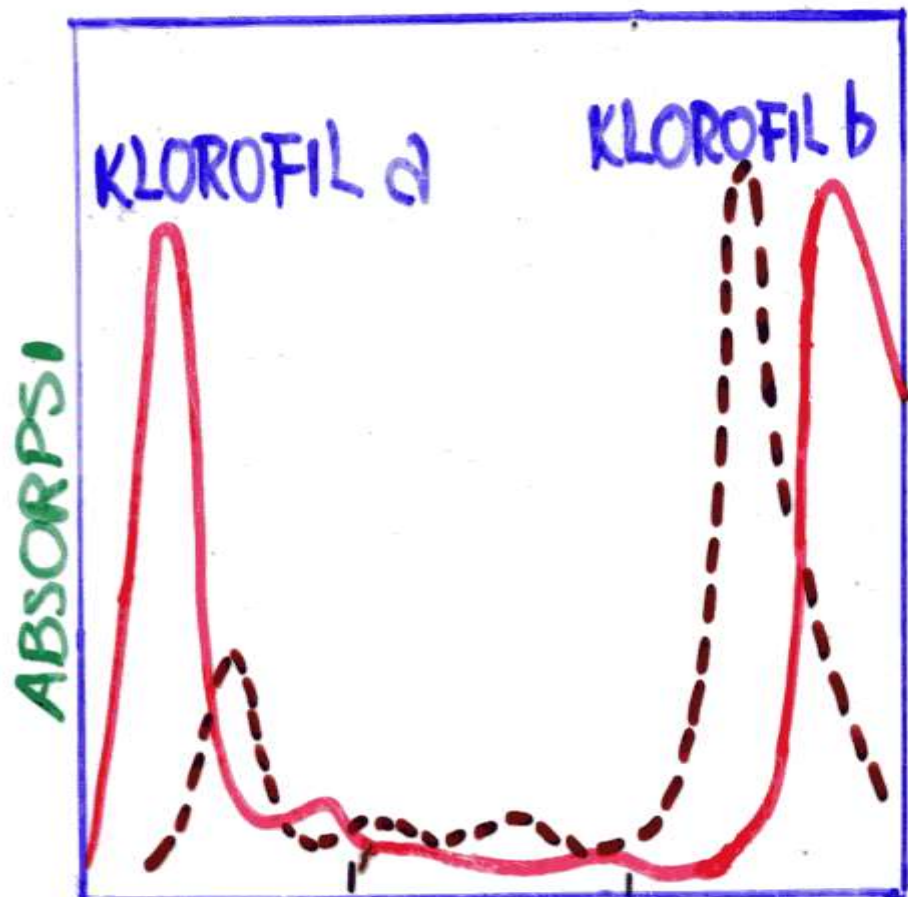
1    0.1     $10^{-2}$      $10^{-3}$      $10^{-4}$      $10^{-5}$      $10^{-6}$      $10^{-7}$      $10^{-8}$      $10^{-9}$

MERAH	ORANYE (TINGGA TUA)	KU- NING	HIZAU	BIRU	LEA- BA- YUNG
-------	---------------------------	-------------	-------	------	---------------------

700 nm

400 nm





GB. SPECTRUM/ ABSORPSI KLOROFIL a dan b

MERAHORANYE KUNING HITAU BIRU LEMBAYUNG (TINGGATUA)

\***Fitochrome** → merupakan suatu protein yang terdapat dalam 2 bentuk yang dapat saling bertukar, yaitu : **F merah ( $F_M$ )** dan  **$F_{FR}$  ( $F_{inframerah}$ )**

- Perkecambahan biji selada pada T 26<sup>0</sup>C dalam gelap yang diselingi dengan pencahayaan

<b>Urutan Pencahayaan*</b>	<b>PERKECAMBAHAN(%)</b>
R	70
R - FR	6
R – FR - R	74
R – FR – R -FR	6
R – FR –R – FR – R	76
R- FR – R – FR – R - FR	7

**Sumber dari Borthwick, dkk. ( 1954 ) dalam Gardner (1991)**

**\* Pencahayaan Sinar Merah ( R ) selama 1 menit,  
Pencahayaan Sinar Infra Merah (IR, FR ) selama  
4 menit**

- Flint dan McAlister (1937; Borthwick, dkk., (1954) *dalam Gardner (1991)* : panjang gelombang yang paling efektif untuk menggalakkan dan menghambat perkecambahan biji ber-turut<sup>2</sup> adalah **Merah** (puncaknya pada 660 nm) dan **Infra Merah** ( Merah jauh ) puncaknya 730 nm**

# PENGARUH Kualitas Cahaya Terhadap Biji Yang Peka Cahaya

Panj Gelb (nm)	WARNA	RESPON
< 290	Ultra-Ungu ( tdk tampak )	Penghambatan
290-400	UV (tdk tampak)	Tdk tampak pengaruh yg jelas
420 - 500	Biru (tampak)	Penghambatan
560 - 700	Merah-oranye (tampak)	Penggalakan
> 700	Infra merah (tdk tampak)	Penghambatan

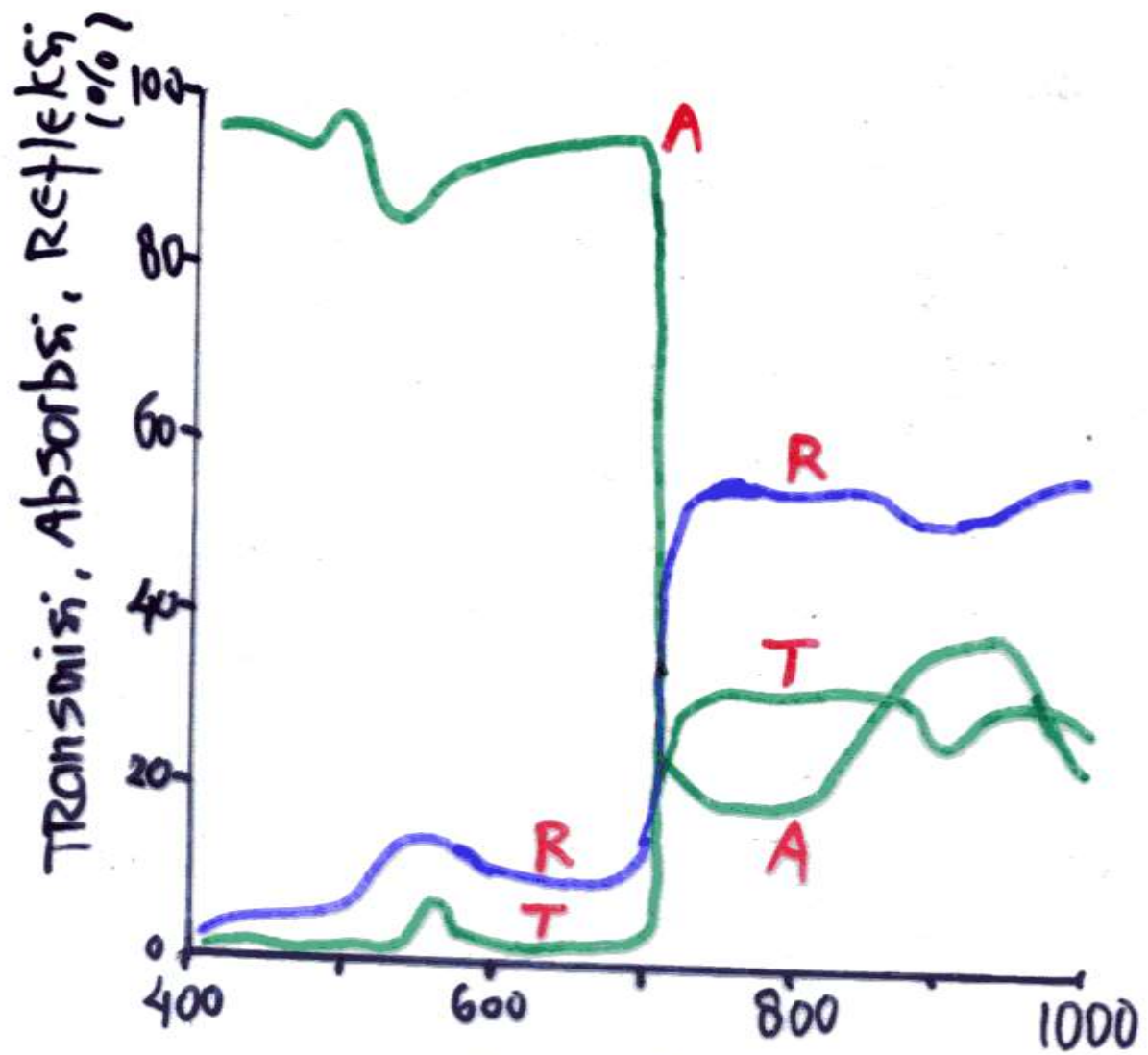
Asap, debu, gas menyebabkan cahaya dipantulkan kembali

Jadi cahaya Ultra Violet diabsorpsi kuat oleh protein dan menyebabkan kerusakan

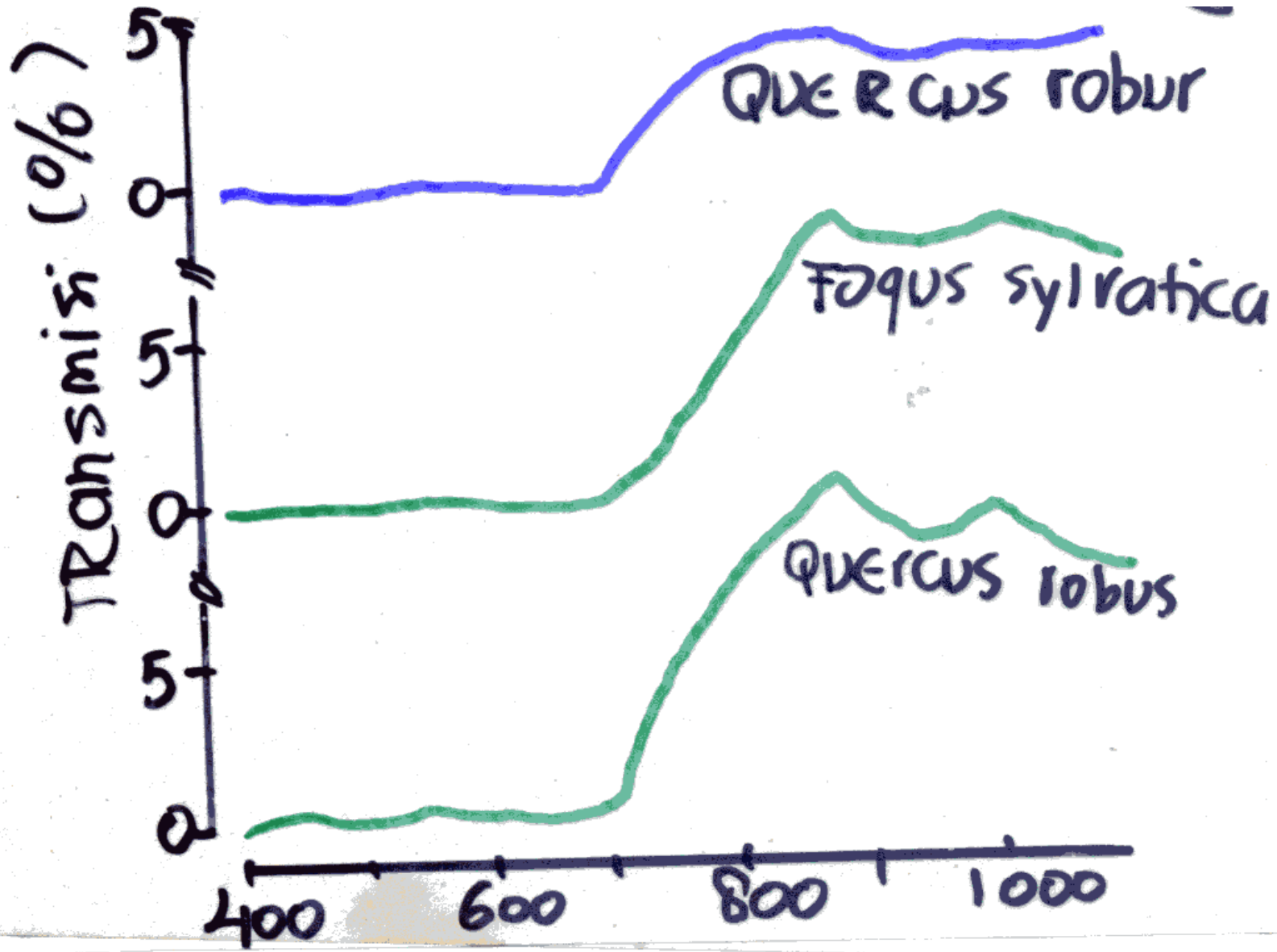
Cahaya Biru diabsorpsi → pigmen Karotenoid dan chlorofil

Cahaya Merah diabsorpsi → Chlorofil

Cahaya Merah dan Infra Merah diabsorpsi → Fitochrome



$\lambda$  (nm)  $\rightarrow$  (Berba sumber)

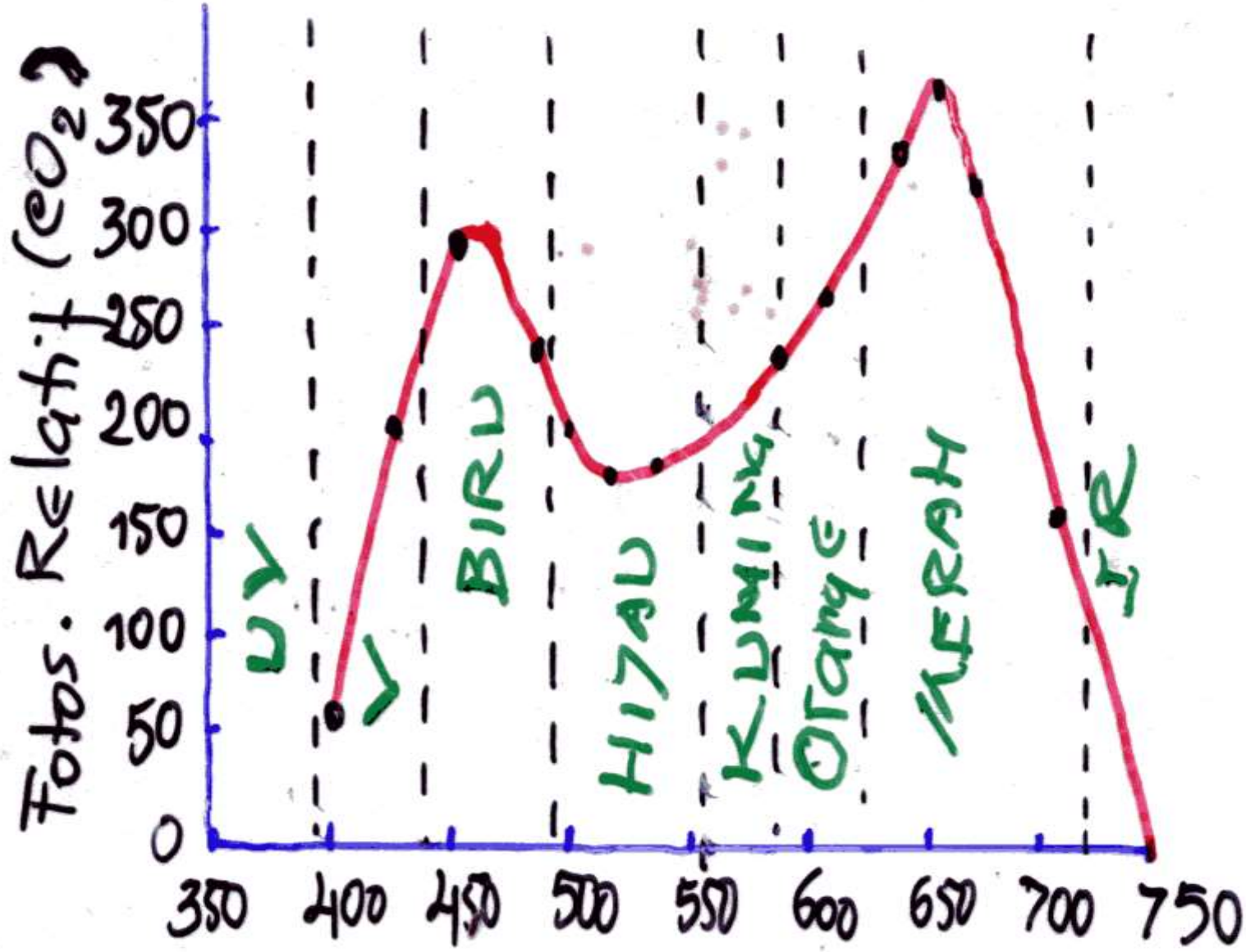


Cahaya yang melewati daun tidak hanya berkurang **Intensitasnya**, tetapi juga secara radikal **Kualitas spektrumnya** berubah, karena pengaruh ber- macam<sup>2</sup> pigmen daun

Lazimnya daun meneruskan sebagian kecil cahaya yang diterimanya (1-20%) pada pita hijau  $\pm 550$  nm, **tetapi sebaliknya** tidak meneruskan pada kisaran yang terlihat ( **Visible Light** )



- **Kasperbauer dan Peaslee ( 1973 )** *dalam Fitter ( 1981 ), ber-turut<sup>2</sup>* menunjukkan bahwa, tanaman yang diberi perlakuan FR (dianalogikan untuk tanaman<sup>2</sup> di bagian tengah barisan ) **daun<sup>2</sup>nya** lebih panjang, lebih sempit, dan lebih ringan **dengan Stomata** yang lebih sedikit dan **Chlorofil** per unit luasan yang lebih sedikit.



## **Gambar di atas merupakan Laju Fotosintesis Relatif dari berbagai Panjang Gelombang**

- **Kondisi atmosfer, mempengaruhi penerimaan cahaya pada permukaan tanah.**
- **Asap, debu, dan gas menyebabkan cahaya dipantulkan kembali ke permukaan tanah/ bumi.**
- **Uap air, CO<sub>2</sub> mengurangi cahaya Infra Merah. Cahaya<sup>2</sup> tersebut diabsorpsi oleh uap air. Sedangkan Ozon ( O<sub>3</sub> ) mengabsorpsi sinar Ultra Violet (**Shirley, 1953**).**