

Kuliah VI

FOTOPERIODISME

(Pada Tumbuhan)

OLEH:

Dra. Isnaini Nurwahyuni, M.Sc

Riyanto Sinaga, S.Si, M.Si

Dra. Elimasni, M.Si





- Fenomena:
 1. perbungaan pada Angiospermae dalam periode yang sama pada setiap tahun, walaupun awal pertumbuhannya berbeda.
 2. Garner & Allard (1920) menemukan mutasi tembakau (var. Maryland Mammoth) yang tidak berbunga pada musim panas sampai akhir Desember sebagaimana tembakau normal lainnya. Ia mulai berbunga dengan memberikan cahaya buatan pada musim dingin dan gelap pada musim panas (*short-day plant* (SD_p); tanaman berhari pendek).

Fenomena:

1. perbungaan pada Angiospermae dalam periode yang sama pada setiap tahun, walaupun awal pertumbuhannya berbeda.
2. Garner & Allard (1920) menemukan mutasi tembakau (var. Maryland Mammoth) yang tidak berbunga pada musim panas sampai akhir Desember sebagaimana tembakau normal lainnya. Ia mulai berbunga dengan memberikan cahaya buatan pada musim dingin dan gelap pada musim panas (*short-day plant* (SDP); tanaman berhari pendek).



FOTOPERIODISME

SDP

LDP

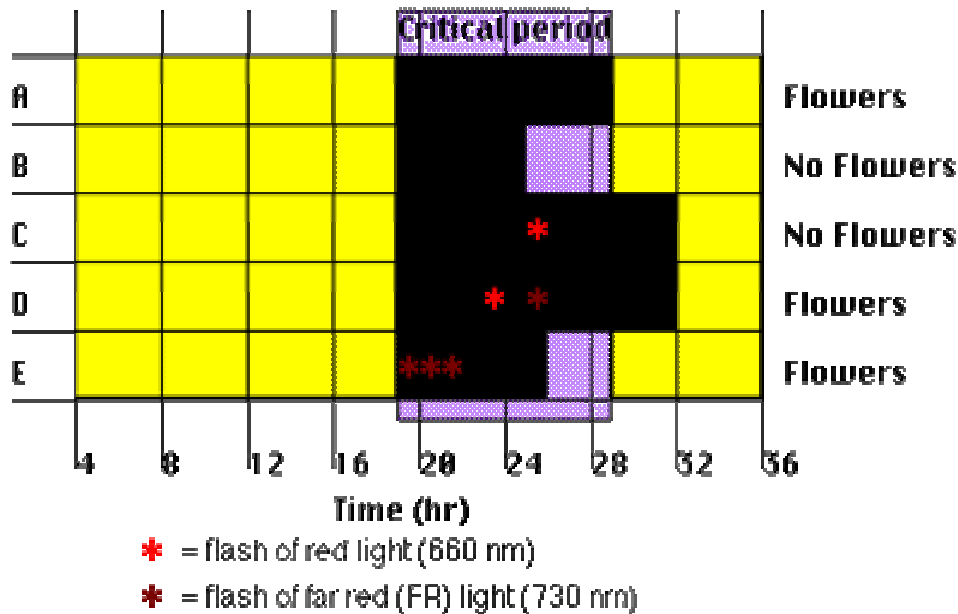
DDLp

IDP

AMBP

NDP

Five experiments with photoperiodism in the cocklebur



Mekanisme fotoperiodisme pada SDP (Cocklebur; *Xanthium sp*):

- Akan berbunga jika ia diletakkan pada keadaan gelap paling sedikit 8,5 jam (periode kritis) A&B.
- Interupsi oleh cahaya pada saat gelap dengan sinar red (660 nm), kadang2 efektif mencegah perbungaan (C).
- Diikuti oleh radiasi dengan sinar far red (730 nm) (CD)
- Pemberian secara intensif cahaya far red pada awal gelap mengurangi masa gelap yang diperlukan selama 2 jam.

Mekanisme ini semua diperantarai oleh **fitokrom**

Fitokrom

- Phytochrome adalah chromoprotein yang keberadaannya dipengaruhi oleh cahaya. Diproduksi utamanya dalam kegelapan dan ada pertama kali seluruhnya sebagai PR (atau P660; P = phytochrome, R = reduksi). Ekspose pada cahaya dengan panjang gelombang $\lambda = 660$ nm (red) mentransfernya menjadi PFR (atau P730; FR = far- red). PFR adalah re-transfer menjadi PR dengan ekspose ke cahaya dengan panjang gelombang $\lambda = 730$ nm. PR secara biologi inaktif, PFR secara biologi pada keadaan aktif.

HUBUNGAN ANTAR FITOKROM:

- Bila mengabsorpsi cahaya far red PFR berubah menjadi PR
- Pada keadaan gelap, PFR secara spontan berubah kembali menjadi PR

TUMBUHAN MEMILIKI 5 FITOKROM:

FIT. A; FIT B; FIT. C; FIT. D & FIT. E

Kelima jenis fitokrom memiliki keunikan masing-masing.

Kelima jenis juga berbeda

dalam hal spektrum absorpsi cahaya terbaiknya (yaitu panjang gelombangnya)

- Bila mengabsorpsi cahaya merah PR berubah menjadi PFR

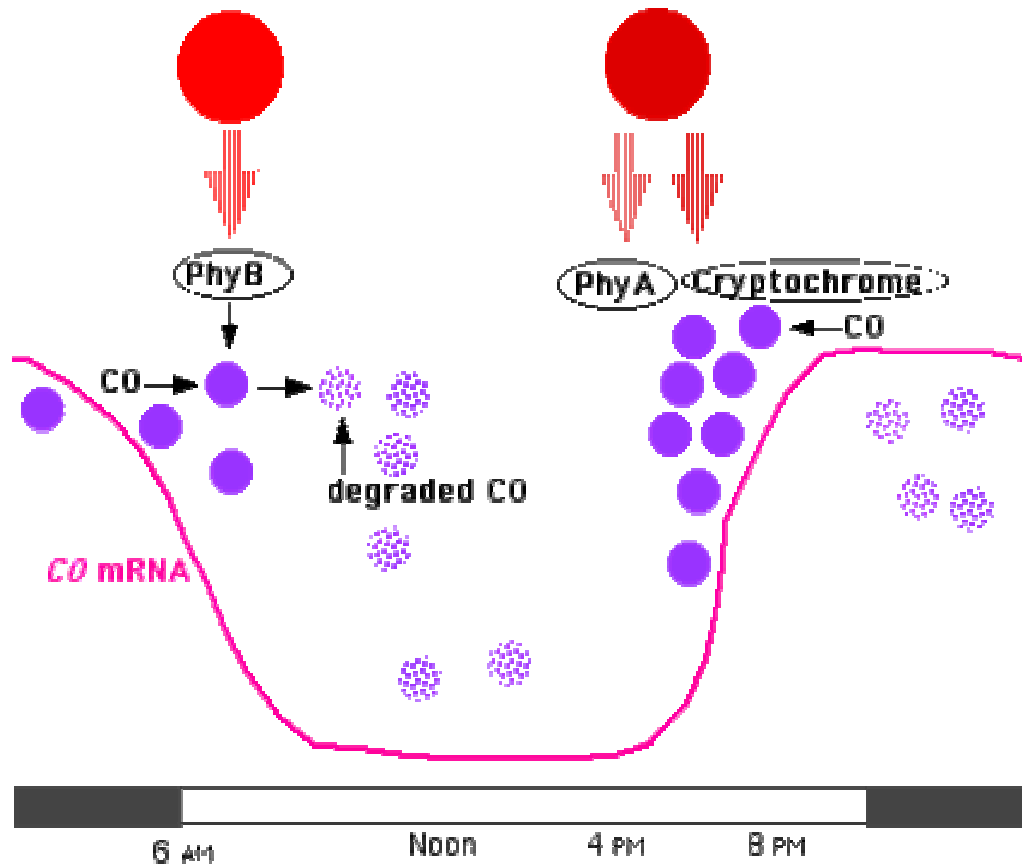
Model Jam Pasir (Hourglass Model): mekanisme fotoperiodisme pada SDP

- Sinar matahari lebih kaya akan cahaya merah (660 nm) daripada far-red (730 nm), sehingga pada saat matahari terbenam seluruh fitokrom berupa PFR.
- Ketika malam PFR kembali berubah menjadi PR.
- Bentuk PR diperlukan untuk pelepasan sinyal pembungaan.
- Oleh karenanya tumbuhan Cocklebur memerlukan gelap 8,5 jam untuk:
 - merubah semua PFR yang ada pada saat matahari terbenam menjadi PR
 - melaksanakan reaksi untuk melepas sinyal pembungaan (**florigen**).
- Jika proses ini diinterupsi oleh pancaran cahaya 660 nm, PR segera kembali berubah menjadi PFR dan pekerjaan malam tidak berlangsung (C).
- Penggantian dengan cahaya far-red (730 nm) merubah pigmen kembali menjadi PR dan tahap berikutnya pelepasan florigen dapat disempurnakan (D).
- Pemaparan intensif cahaya far-red pada awal jam malam kira-kira 2 jam atau dengan eliminasi keperluan untuk perubahan spontan PFR menjadi PR (E).

Model Ritme Sirkadian

- Seluruh eukariotik mempunyai bakat ritme sirkadian.
- Ritme sirkadian adalah ritme aktivitas biologi yang berfluktuasi selama periode waktu kira-kira 24 jam (*L. circa* = kira-kira; *dies* = hari) bahkan pada **kondisi lingkungan yang konstan** (contohnya: gelap). Dibawah kondisi konstan siklus dapat **drift out** fase dengan lingkungan.
- Bahkan ketika diekspose ke lingkungan (siang dan malam bergantian), ritme menjadi **entrained**, sehingga mereka sekarang bersiklus pada tahap **lockstep** dengan siklus siang dan malam dengan periode tepat 24 jam.
- Pada *Arabidopsis* pengujian ritme memerlukan cahaya yang dideteksi oleh fitokrom (mengabsorbsi cahaya merah) dan kriptokrom (mengabsorbsi cahaya biru).

Tumbuhan Berhari Panjang (contoh: Arabidopsis)



Tumbuhan Berhari Panjang (contoh: Arabidopsis)

- **CONSTANS (CO)** adalah gen yang mengkode faktor transkripsi zinc-finger dimana kadar mRNA-nya naik dan turun dengan ritme sirkadian.
- Translasi mRNA **CONSTANS** menghasilkan faktor transkripsi yang mengaktifkan sejumlah gen, termasuk **FLOWERING LOCUS T (FT)**, suatu gen yang diperlukan untuk memulai perubahan pucuk apikal dalam pucuk bunga.
- **CONSTAN mRNA**:
 - tinggi pada awal pagi
 - menurun selama siang hari dan
 - naik lagi pada sore hari.
- Protein **CONSTAN** dengan cepat didegradasi (dalam proteosom) selama pagi dan siang hari dan juga selama malam.
- Degradasi dipicu oleh cahaya pagi (kaya akan 660 nm) dimediasi oleh fitokrom B (Fit. B).
- Pada sore, jika hari cukup lama, degradasi Protein **CO** berhenti.
- Hal ini diperantarai oleh absorpsi:
 - Cahaya merah (miskin far-red) oleh fitokrom A (Fit. A), dan
 - Cahaya biru oleh kriptokrom.

Dengan akumulasi protein CONSTANS dimungkinkan untuk mengaktifkan transkripsi gen (contoh FT) yang diperlukan untuk induksi pembungaan.

Pada hari yang pendek, dengan munculnya malam sebelum munculnya CONSTANS mRNA, tidak cukup protein CONSTANS yang disintesis untuk menginduksi pembungaan.

Jadi pembungaan Arabidopsis memerlukan interaksi:

- penerimaan cahaya siang oleh fitokrom dan kriptokromd, dengan;
- ritme sirkadian ekspresi *CONSTANS* intrinsik

Tumbuhan Berhari Pendek (contoh: padi)

- Aturan ritme sirkadian dan cahaya pada tumbuhan berhari pendek belum dipahami dengan baik.
- studi pada padi menunjukkan bahwa mekanisme yang dijelaskan pada Arabidopsis dapat bekerja tetapi dengan peran CONSTANS sebagai suppressor FLOWERING LOCUS T dan sebagai inhibitor pembungaan dibawah hari yang panjang.