

# ILMU DAN TEKNOLOGI BENIH

## 3 (2-1) SKS

Prof. Dr. Ir. Aslim Rasyad, M.Sc.

Dr. Ir. Anthony Hamzah, M.P.

---

# DISKRIPSI MATA KULIAH

---

Mata kuliah ini bertujuan untuk:

1. Mendiskripsikan proses-proses Morfologis dan Fisiologis yang terjadi selama Pembentukan Biji, Perkembangan Biji, Pemasakan Biji.
2. Memahami aplikasi prinsip Biokimia dan Fisiologi dalam mengatur Perkecambahan dan Dormansi pada biji.
3. Memahami hubungan antara kualitas biji dengan kinerja tanaman di lapangan

Pertemuan	Topik dan Materi	Dosen	Metode
1	Proses Reproduksi pada tanaman a. Induksi Bunga b. Fotoperiodisme vs Vernalisasi	A. H.	Diskusi
2, 3 dan 4	Pembentukan dan Perkembangan Biji a. Perkembangan Ovule b. Perkembangan Gametogenesis c. Fertilisasi d. Embriogenesis e. Perkembangan Endosperm f. Pertumbuhan dan Pemasakan Biji g. Asexual Formation: Apomiksis dan Partenogenesis	A. H.	Diskusi dan Presentasi Artikel Ilmiah
5 dan 6	Susunan Biji Komposisi kimia pada biji	A. H.	Diskusi
7	Hubungan antara Pengujian Mutu benih di Laboratorium dengan Tampilan tanaman di lapangan	A. H.	Diskusi
8	UTS	A. H.	

Pertemuan	Topik dan Materi	Dosen	Metode
9	Interkasi Mutu Benih dan Penyakit Benih melalui Tanah	A. R.	Diskusi
10 dan 11	Perkecambahan Biji a. Imbibisi dan perkecambahan b. Metabolisme dalam biji yang berkecambah c. Mobilisasi bahan cadangan d. Aspek Biokimia dalam perkecambahan e. Aspek Fisiologis dalam perkecambahan	A. R.	Diskusi dan Presentasi Artikel Ilmiah
12 dan 13	Dormansi pada Biji a. Arti ekonomis dan fisiologis b. Mekanisme Dormansi c. Inhibitor dan stimulus dalam dormansi dan perkecambahan	A. R.	Diskusi dan Presentasi Artikel Ilmiah
14 dan 15	Kemunduran benih, penyimpanan dan umur benih Faktor lingkungan dalam kemunduran benih	A. R.	Diskusi
16	UAS	A. R.	

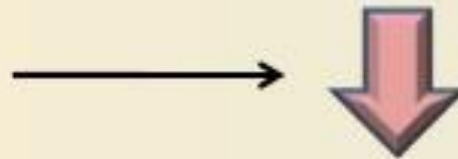
INDUKSI BUNGA

# PROSES REPRODUKSI PADA TANAMAN

INDUKSI BUNGA/PEMBUNGAAN: Merupakan fase paling penting dalam proses pembungaan

Pertumbuhan vegetatif

Perubahan fisiologis dan biokimiawi



Pertumbuhan generatif

**Proses pembungaan dan pembuahan** terdiri atas beberapa tahap penting:

1. Induksi bunga (evokasi)
2. Inisiasi bunga
3. Perkembangan kuncup bunga menuju anthesis (bunga mekar)
4. Anthesis
5. Penyerbukan dan pembuahan
6. Perkembangan buah muda menuju kemasakan buah dan biji

## **1. Induksi bunga (evokasi)**

- Tahap pertama dari proses pembungaan, yaitu suatu tahap ketika meristem vegetatif mulai berubah menjadi meristem reproduktif.
- Terjadi di dalam sel.
- Dapat dideteksi secara kimiawi dari peningkatan sintesis asam nukleat dan protein, yang dibutuhkan dalam pembelahan dan diferensiasi sel.



## **2. Inisiasi bunga**

- Tahap ketika perubahan morfologis menjadi bentuk kuncup reproduktif mulai dapat terdeteksi secara makroskopis untuk pertama kalinya.
- Transisi dari tunas vegetatif menjadi kuncup reproduktif ini dapat dideteksi dari perubahan bentuk maupun ukuran kuncup, serta proses-proses selanjutnya yang mulai membentuk organ-organ reproduktif.

### **3. Perkembangan kuncup bunga menuju anthesis (bunga mekar)**

- Ditandai dengan terjadinya diferensiasi bagian-bagian bunga.
- Pada tahap ini terjadi proses megasporogenesis dan mikrosporogenesis untuk penyempurnaan dan pematangan organ-organ reproduksi jantan dan betina.

#### **4. Anthesis**

- Merupakan tahap ketika terjadi pemekaran bunga.
- Anthesis biasanya bersamaan dengan masakannya organ reproduksi jantan dan betina, walaupun dalam kenyataannya tidak selalu demikian. Ada kalanya organ reproduksi, baik jantan maupun betina, masak sebelum terjadi anthesis, atau bahkan jauh setelah terjadinya anthesis.
- Bunga-bunga bertipe dichogamy mencapai kemasakan organ reproduktif jantan dan betina dalam waktu yang tidak bersamaan.

## **5. Penyerbukan dan pembuahan**

Memberikan hasil terbentuknya buah muda.

## **6. Perkembangan buah muda menuju kemasakan buah dan biji**

Diawali dengan pembesaran bakal buah (ovarium), yang diikuti oleh perkembangan cadangan makanan (endosperm), dan selanjutnya terjadi perkembangan embryo.

# PENGATURAN PEMBUNGAAN (BARNIER, ET AL., 1985)

---

- ✘ Inisiasi bunga tidak akan terjadi kecuali ada rangsangan (induksi).
- ✘ Tanaman yang berada pada kondisi kurang sesuai untuk pembungaan akan menghasilkan satu atau beberapa zat penghambat pembungaan dan inisiasi bunga akan terjadi jika produksi zat penghambat dicegah

## Faktor yang berperan

1. Faktor lingkungan: Suhu, cekaman air, panjang hari (periode penyinaran)
2. Faktor internal: Kandungan Nitrogen, karbohidrat, asam amino, hormon
3. Faktor budidaya/manipulasi: *girdling/ringing*, pemangkasan, pengeringan, pemangkasan akar, pelengkungan cabang, pemberian zat pengatur tumbuh.

## **Girdling/ringing**

- Mengerat/menghilangkan kulit batang melingkari pohon → Menghambat sementara aliran fotosintat dari daun ke akar → Akumulasi karbohidrat dan hormon di bagian tanaman di atas batang yang dikerat → pembungaan.
- Sebaiknya dilakukan sebelum musim kemarau ketika kambium aktif membelah dan kulit mudah dihilangkan.

## Pemangkasan

Pada umumnya pemangkasan cabang, terutama pada tanaman muda menyebabkan tanaman tetap vegetatif.

Asumsi: Tanaman yang dipangkas menarik simpanan karbohidratnya untuk pertumbuhan  $\longrightarrow$  nisbah C/N rendah  $\longrightarrow$  pertumbuhan vegetatif.

Sebaliknya, pemangkasan akar mendorong pembungaan.

Asumsi: Akumulasi N di dalam tanaman yang dipangkas menurun, tetapi dengan melambatnya pertumbuhan vegetatif, tanaman tidak banyak menggunakan karbohidrat  $\longrightarrow$  surplus karbohidrat  $\longrightarrow$  nisbah C/N tinggi  $\longrightarrow$  pembungaan.



## Cekaman air

- Merupakan faktor yang paling berperan dalam induksi pohon buahan topika,
- Mangga memerlukan 2-3 bulan kering untuk induksi bunga
- Jeruk memerlukan 1-2 bulan
- Rambutan Rapih dan Lebak bulus memerlukan 1 bulan, Binjai dan Garuda 2 minggu
- Stress air menyebabkan induksi pembungaan, tetapi bunga akan terdiferensiasi setelah tanaman lepas dari stress air.



# Fotoperiodisme dan Vernalisasi

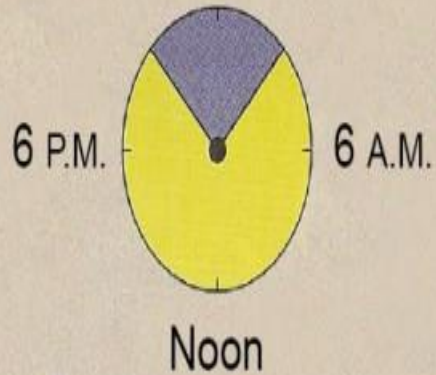
# Fotoperiodisme

- Fotoperiodisme adalah respon tumbuhan terhadap lamanya penyinaran (panjang pendeknya hari) yang dapat merangsang pembungaan.
- Istilah fotoperiodisme digunakan untuk fenomena dimana fase perkembangan tumbuhan dipengaruhi oleh lama penyinaran yang diterima oleh tumbuhan tersebut.
- Beberapa jenis tumbuhan perkembangannya sangat dipengaruhi oleh lamanya penyinaran, terutama dengan kapan tumbuhan tersebut akan memasuki fase generatifnya, misalnya pembungaan

# PHOTOPERIODISM

1

Midnight



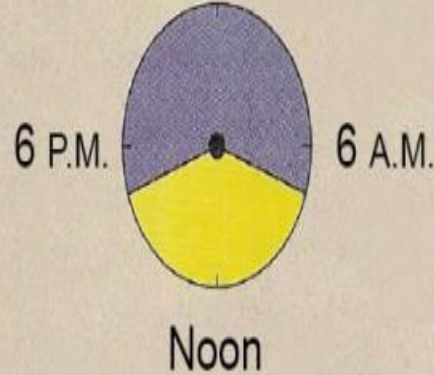
Long-day plants



Short-day plants

2

Midnight



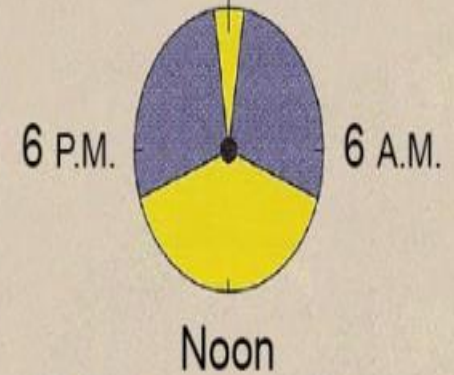
Long-day plants



Short-day plants

3

Flash of light



Long-day plants



Short-day plants

# TUMBUHAN HARI PENDEK (SHORT DAY PLANTS DISINGKAT SDPS)

- ✘ Pada tumbuhan ini pembungaan diinduksi oleh panjang hari yang lebih pendek dari panjang hari maksimum kritis
- ✘ Panjang hari bervariasi untuk setiap jenis dan varietas
- ✘ Dipengaruhi faktor lainnya seperti temperatur.
- ✘ Contoh tumbuhan:
  - + Tembakau Maryland, Kedelai 'Biloxi', Rosela, Cocklebur
  - + Tanaman-tanaman tersebut berbunga apabila hari lebih pendek daripada 15,7 jam (maksimum kritis) dan malam hari lebih panjang 8,3 jam (bervariasi).

# TUMBUHAN HARI PANJANG (LONG DAY PLANTS DISINGKAT LDPS)

- ✘ Pembungaannya diinduksi oleh panjang hari lebih panjang dari minimum kritis.
- ✘ Contoh tumbuhan:
  - + Henbane hitam (*Hyoscyamus niger*),  
Barley
  - + Tanaman tersebut berbunga apabila dikenai panjang hari lebih dari 12 jam (kritis minimum)

# TANAMAN HARI NETRAL (DAY NEUTRAL PLANTS DISINGKAT DNPS)

- ✘ Pembungaan tidak dipengaruhi oleh panjang pendeknya hari.
- ✘ Contoh:
  - + Lada (*Piper sp*), Tomat (*Lycopersicum esculenta*), Kacang merah, Pepaya, Mirabilis.

# TANAMAN HARI PANJANG PENDEK (LONG SHORT DAY PLANTS DISINGKAT LSDPS)

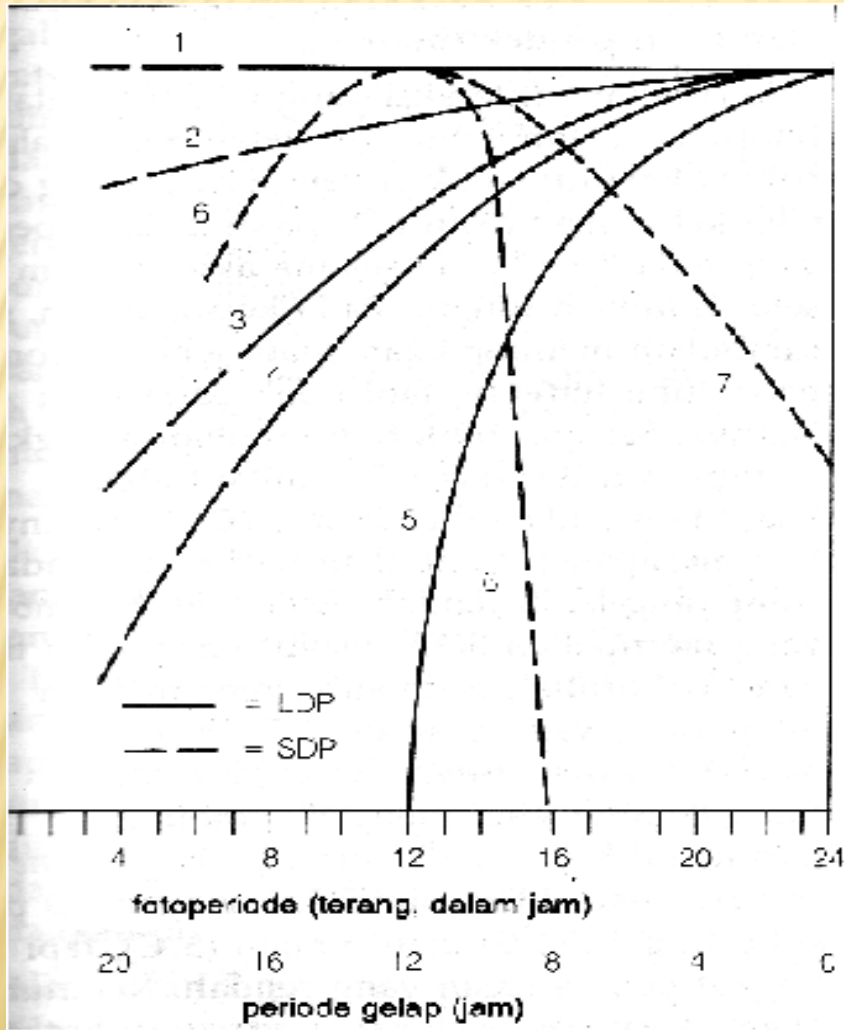
- ✘ Tanaman yang pembungaannya digalakkan oleh serangkaian hari panjang sebelum dikenai serangkaian hari pendek
- ✘ Contoh: *Jasmine*



# TANAMAN HARI PENDEK PANJANG (SHORT LONG DAY PLANTS DISINGKAT SLDPS)

- ✘ Tanaman yang pembungaannya digalakkan oleh serangkaian hari pendek sebelum dikenai serangkaian hari panjang.
- ✘ Contoh: Rumput-rumputan *Orchard* Iklim Sedang

# VARIASI RESPON FOTOPERIODISME (SALISBURY, 1995)



1. Hari Netral Sejati
- 2, 3, 4, Hari Panjang Kuantitatif
5. Hari Panjang Kualitatif
6. Hari Pendek Kualitatif
7. Hari Pendek Kuantitatif

# FASE JUVENIL

---

- Terkait dengan fase perkembangan tumbuhan tersebut maka pembungaan berkaitan pula dengan umur. Tahapan ini dikatakan fase juvenil/juwana yaitu sebagai tahap vegetatif dasar (**Basic Vegetatif Phase, BVP**). apabila BVP terpenuhi, tanaman memasuki tahap induksi fotoperiode (**Photoperiod Induced Phase, PIP**)
- ✘ Diperlukan umur minimal agar bunga responsif terhadap Fotoperiodisme. Sebagai contoh:
  - + Kedelai setelah umur 6 minggu
  - + Tembakau ditandai munculnya 5-6 daun
  - + Pinus setelah berumur 5 tahun

# DAUR FOTOINDUKSI

- ✘ Jumlah daur fotoinduksi minimum yang diperlukan untuk masing-masing species, varietas, umur dan besar tanaman adalah berbeda.
- ✘ Setelah jumlah minimum terpenuhi maka pembungaan akan meningkat.
  - + Misal pada Kedelai 'Biloxi' (SDPs) 7 daur foto induksi optimum lebih dari tujuh tidak meningkatkan pembungaan.
  - + Pada *cocklebur* 1 periode gelap 8,5 jam dan selanjutnya dipelihara dalam hari panjang tetap akan menginduksi bunga.
  - + Terkait pula dengan suhu udara, misalnya *cocklebur*, pada temperatur rendah ( $5^{\circ}\text{C}$ ) menyebabkan tanaman memerlukan periode gelap lebih lama.

# PEMUTUSAN MALAM

- ✘ Panjangnya malam merupakan faktor operatif pada fotoperiodisme, sehingga panjangnya malam yang di interupsi oleh cahaya putih atau merah merusak pengaruh panjang malam.
- ✘ Selingan berupa cahaya intensitas rendah 2 menit atau hanya 12 detik dapat memberikan pengaruh seperti hari panjang pada SDPs. **Sebaliknya** LDPs digalakkan untuk berbunga.
- ✘ Selingan efektif merusak apabila pada terjadi pada setelah 8 jam pertama pada malam yang panjangnya 10, 12, 16, atau 20 jam. Pemutusan 3-4 jam sebelum atau setelah 18 sampai 20 jam tidak efektif → untuk aplikasi rumah kaca komersial
- ✘ Fotoperiodisme ditentukan oleh bagian energi cahaya merah (600-680 nm, **R**) dan merah jauh (720-750 nm, **FR**).

### Sebuah percobaan:

Perlakuan	Rata-rata Tahap Perkembangan Pembungaan pada cocklebur (SDPs)	Rata-rata Tahap Perkembangan Pembungaan pada 'Biloxi' (SDPs)
Gelap, Kontrol	6,0	4.0
R	0.0	0.0
R,FR	5.6	1.6
R,FR,R	0.0	0.0
R,FR,R,FR	4.2	1.0
R,FR,R,FR,R	0.0	
R,FR,R,FR,R,FR	1.4	0.6

- ✘ Pengaruh pemberian cahaya tersebut terkait dengan adanya Fitokrom sehingga mekanisme kerjanya dapat dirangkum sebagai berikut:



- ✘ Pencahayaan R akan mengubah  $P_r$  menjadi  $P_{fr}$ . Bentuk  $P_{fr}$  ini berakibat menghambat pembungaan pada tanaman SDPs, **sebaliknya** pada LDPs justru akan menggiatkan.
- ✘ Sedangkan pencahayaan FR atau selama dalam periode gelap dan temperatur yang hangat,  $P_{fr}$  akan berubah menjadi  $P_r$  yang berarti menggiatkan pembungaan tanaman SDPs dan menghambat pembungaan LDPs.

# THERMOPERIODISME/ VERNALISASI

- ✘ Banyak species tanaman memerlukan serangkaian suhu dingin (periode dingin 2-10<sup>0</sup>C) selama 2-6 minggu agar dapat berbunga pada saat Fotoperiodisme.
- ✘ Sifat respon ini ada yang mutlak atau kualitatif (pembungaan terjadi sangat bergantung sepenuhnya pada suhu rendah, sebagai contoh gandum Lancer) dan
- ✘ ada yang bersifat fakultatif atau kuantitatif (suhu rendah hanya menyebabkan pembungaan lebih cepat)

Contoh:

Pada beras belanda Hari pendek dapat menggantikan vernalisasi dalam batas tertentu, yang kemudian dikenai hari panjang untuk dapat meningkatkan pembungaan.



- ✘ Letak respon vernalisasi diduga ada di dalam tunas atau meristem atau kuncup daun **bukan** di daun dengan bukti:
  - + Biji yang sudah diimbibisi mudah divernalisasi
  - + pengenaan suhu dingin hanya pada daun, akar, atau batang tidak efektif
  - + biji yang sedang berkembang dalam tanaman induk dapat dan sering sudah tervernalisasi apabila tepat pada saat waktu suhu dingin berlangsung sebelum biji kering.
  - + kuncup liar tanaman yang telah divernalisasi telah tergalakkan untuk berbunga.
- ✘ Vernalisasi pada biji dapat dihilangkan (*devernalisasi*) karena adanya kekeringan atau dengan perlakuan temperatur tinggi.

- ✘ George Melchers (1937) menduga bahwa vernalisasi terkait dengan **hormon hipotetik vernalin**.
- ✘ Vernalin kerjanya mirip dengan GA3, yang selalu dihasilkan secara alamiah oleh tanaman yang memerlukan suhu rendah dalam pembungaan.

# KONSEP FLORIGEN

---

- ✘ Sejak penemuan fotoperiode adanya duta kimia atau rangsangan kimia yang memberikan sinyal transformasi dari pertumbuhan vegetatif ke pembungaan menjadi perhatian para ahli.
- ✘ Gardner dan Alard menunjukkan bahwa daun merupakan reseptor rangsangan fotoperiode.
  - + Penelitian klasik Chailakhyan (1936) pada *Crysanthemum* (SDPs): kuncup dan daun bagian atas dihilangkan memulai pembungaan pada hari panjang apabila daun bagian bawah diberikan perlakuan hari pendek.

- ✘ Penelitian lain:
  - + SDPs: Daun ditutupi dengan karbon 16 jam, bagian lain diterangi terus menerus → bunga
  - + LDPs: Daun ditutupi dengan karbon 16 jam, bagian lain diterangi terus menerus → tidak berbunga.
  - + SDPs: Kuncup ditutupi, bagian lain diberi perlakuan hari panjang → tidak berbunga
  - + LDPs: Kuncup ditutupi, bagian lain diberi perlakuan hari panjang → berbunga
- ✘ Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kuncup bukan reseptor fotoperiode, reseptor fotoperiode adalah daun. Dari daun bawah ada zat kimia yang ditranslokasikan ke kuncup ujung. Chailakhyan memberi istilah untuk zat tersebut: **Florigen** (asal kata flora=bunga dan genno=menghasilkan).

- ✘ Pertanyaan kemudian muncul: jika daun mendeteksi foto periode tetapi kuncup berubah menjadi bunga berarti florigen ditranslokasikan dari daun ke pucuk melalui apa?
- ✘ Chailakhyan membuat percobaan:
  - + Tanaman terinduksi fotoperiode dientenkan ke tanaman tidak terinduksi. Walaupun **tanaman tidak terinduksi** diletakkan pada keadaan **non-induksi**, tanaman tidak terinduksi tetap berbunga.  
→ Stimulus melalui pertautan enten/jaringan hidup.
  - + Dengan demikian dimungkinkan Florigen ditranslokasikan melalui **floem** bersama aliran asimilat atau ada dugaan melalui jaringan kulit kayu.

- ✘ Mikail (1968) mengemukakan ada dua senyawa yang berperan dalam pembungaan yaitu **Giberelin dan antesis**.
- ✘ Menurut Chailakhyan:
  - + tanaman yang perlu suhu rendah (TSR) dan/atau LDPs mungkin tidak cukup mengandung giberelin bila tidak terpajan pada lingkungan penginduksi.
  - + Tanaman SDPs mungkin cukup giberelin tapi kurang antesis.
  - + Chailakhyan sependapat bahwa TSR memproduksi vernalin Melchers kemudian diubah menjadi Giberelin.

---

✘ Percobaan Melchers mendukung adanya 2 zat tersebut:

- + Tembakau Maryland (SDPs) tanpa induksi dientenkan kepada Henbane (LDPs) tanpa induksi → Henbane berbunga.
- + Kelemahan: Proses sebaliknya tidak berlaku (hanya berlaku pada Henbane)...???

- 
- ✘ Baik florigen maupun hasil vernalisasi (vernalin) keduanya belum dapat di isolasi ataupun sifat-sifat kimianya saat ini. Kemungkinan keduanya merupakan bahan kimia yang sama?.



# BEBERAPA HORMON BERPENGARUH TERHADAP PEMBUNGAAN (= FLORIGEN?)

---

## GIBERELIN

- + GA3 dapat membalikkan (pada *ivy*) fase dewasa menjadi juwana sebaliknya ABA mampu menahan proses tersebut. Namun GA lainnya justru menggiatkan pembungaan
- + GA4 + GA7 memacu pembungaan *Pinus radiata* → bernilai ekonomis.
- + GA3 dapat menggantikan kebutuhan akan suhu rendah tanaman yang perlu vernalisasi.
- + Ada 84 jenis GA !!!

# AUXIN dan ETILEN

---

- + Pada SDPs: IAA menghambat pembungaan apabila diberikan sebelum translokasi rangsang dalam jumlah cukup, **namun** IAA merangsang pembungaan/meningkatkan sedikit pembungaan setelah adanya translokasi.
- + Pada beberapa species tanaman, tingkat auxin endogen tidak berkorelasi dengan pembungaan.
- + Pada LDPs yang terpapar siang sangat pendek, IAA dapat menginduksi pembungaan.
- + IAA pada daun muda kedelai menghambat pembungaan

# AUXIN dan ETILEN

---

- + Auksin menyebabkan pembungaan pada Bromelia termasuk nenas.
- + Pemberian auxin pada nenas maupun cocklebur mengakibatkan dibentuknya etilen yang merangsang pembungaan sebagaimana auxin.
- + Bentuk IAA tidak efektif pada Bromelia, auksin sintetik NAA dan 2,4-D lebih efektif.
- + Pada *Guzmania* species Bromelia yang lain perlakuan etilen, prazat etilen (ACC) atau penggoyangan 15 detik menghasilkan etilen merangsang pembungaan.

- 
- + Pada Guzmani AVG (penghambat produksi etilen) menghambat kerja etilen **tetapi** tidak berlaku penghambatannya pada tanaman yang diberi ACC.
  - + Tampaknya etilen mempunyai peran pada pembungaan Bromelia lainnya.
  - + Tanaman muda tidak peka terhadap perlakuan etilen.

# ABA

---

- + SDPs tertentu seperti: *Pharbitis nil* dan *Chenopodium rubrum* yang sedikit terinduksi, penambahan ABA meningkatkan pembungaan
- + Beberapa LDPs seperti *Spinacia* menghambat pembungaan
- + Tidak menunjukkan pengaruh terhadap SDPs maupun LDPs lainnya.

# JENIS DAN FUNGSI HORMON TUMBUHAN



Perkecambahan

Pertumbuhan  
menuju  
dewasa

Pembungaan

Perkembangan  
buah

Absisi

Dormansi  
biji

Giberlin	■	■	■	■			
Auksin		■	■	■			
Sitokinin		■	■	■	■		
Etilen				■	■	■	
Absisin (ABA)						■	■

# STEROL

---

- + Senyawawa TDEAP (tris[2-dietilaminoetil]-fosfat trihidroklorida) menghambat pembentukan kolesterol hewan dan menghambat pembungaan *cocklebur* dan *morning glory* Jepang.
- + Apakah florigen merupakan kolesterol/semacam sterol? Pemberian berbagai sterol tidak mengatasi aksi TDEAP juga tidak ada perubahan nyata dalam fraksi sterol yang terdeteksi selama induksi.
- + Biosintesis sterol dapat dihambat oleh selain TDEAP tanpa mempengaruhi pembungaan.

# $\gamma$ -TOKOFEROL

---

- + Pada cocklebur (SDPs) kandungan  $\gamma$ - tokoferol setelah periode gelap 10-12 jam meningkat 5x lebih banyak daripada awal periode gelap.
- + Interupsi terang (20 menit cahaya merah) pada 8 jam setelah awal gelap kadar  $\gamma$ - tokoferol sebanding awal periode gelap



# $\gamma$ -TOKOFEROL

---

- + Interupsi terang pada 9 jam setelah awal gelap kadar g-tokoferol hampir setinggi dengan periode gelap (hampir 5x kandungan awal periode gelap).
- + Titik saat induksi pembungaan dengan kadar g-tokoferol tak terbalikkan oleh interupsi cahaya adalah sama. !!!

# SENYAWA LAIN

---

- + Poliamin,
- + Prostaglandin

# WAKTU PEMBUNGAAN PADA DAERAH 4 MUSIM?

- ✘ Hari Pendek terjadi pada musim semi awal sampai pertengahan, sehingga:
- ✘ SDPs akan berbunga lebih awal
- ✘ SLDPs (Tanaman Hari Pendek-Panjang)
  - + Perlu serangkaian hari pendek sebelum hari panjang
  - + Akan berbunga pada akhir musim semi-awal musim panas
- ✘ LDPs dan LSDPs?

- 
- ✘ Jikalau membawa tanaman LDPs ke Indonesia yang panjang hari maksimum 12 jam, bagaimana rekayasa anda agar berbunga?