

BEBERAPA MODEL PREDIKSI
HUBUNGAN
PERKEMBANGAN DAN
PRODUKSI TANAMAN

Hapsoh

- ⦿ Kisaran suhu di alam antara -273°C sampai berjuta-juta $^{\circ}\text{C}$ (di pusat matahari).
- ⦿ Untuk pertumbuhan diperlukan suhu antara 15°C sampai 40°C . Dibawah suhu 15°C atau di atas suhu 40°C pertumbuhan menurun secara drastis.
- ⦿ Suhu akan mengaktifkan proses fisik dan proses kimia pada tanaman. Energi panas dapat menggiatkan reaksi-reaksi biokimia pada tanaman atau reaksi fisiologis dikontrol oleh selang suhu tertentu.

- ⊙ Suhu meningkatkan perkembangan tanaman sampai batas tertentu.
- ⊙ Hubungan suhu dengan pertumbuhan tanaman menunjukkan hubungan yang linear sampai batas tertentu, setelah tercapai titik maksimum (puncak) hubungan kedua variabel itu menunjukkan hubungan parabolik.
- ⊙ Kemudian kecepatan pertumbuhan tanaman menurun, sehingga rata-rata fluktuasi pertumbuhan dapat membentuk garis mendatar.

- ⊙ Laju reaksi meningkat dua kali lipat bila suhu naik 10°C. Istilah yang digunakan untuk menyatakan pengaruh suhu pada laju reaksi adalah suhu Q_{10} , yaitu

$$Q_{10} = \frac{\text{Laju kecepatan reaksi biokimia pada suhu } (t^0 + 10^0\text{C})}{\text{Laju kecepatan reaksi biokimia pada suhu } t^0}$$

- ⊙ Q_{10} pada tanaman hanya berlaku pada selang suhu tertentu, sesuai dengan proses **fisiologis, varietas tanaman dan tahap pertumbuhan.**
- ⊙ Keefektifan Q_{10} dibatasi oleh banyak faktor yang rumit, karena menyangkut organ hidup, misalnya gula sebagai hasil fotosintesa, dapat menumpuk dan memblokir reaksi selanjutnya, ataupun dibatasi oleh ketahanan organel sel dan enzim.

- ⊙ Urutan pengaruh suhu terhadap fungsi tanaman adalah sebagai berikut :
 - Pertumbuhan
 - Pembelahan sel
 - Fotosintesa
 - Respirasi

- ⊙ Efisiensi fotosintesis adalah

Ratio antara energi yang tersimpan oleh asimilasi CO_2 dan energi matahari (cahaya) yang diserap oleh sistem fotosintesa (Monteith, *dalam* Alvim dan Kozlowski, 1977)

- ⊙ Efisiensi fotosintesa dibatasi oleh sistem cahaya (intensitas, kualitas dan lamanya penyinaran), golongan tanaman (C_4 , C_3 dan C_{AM}), suhu, dan air.
- ⊙ Faktor-faktor pembatas efisiensi fotosintesa secara langsung berakibat mempengaruhi kegiatan respirasi, translokasi asimilat, translokasi asimilat dari source ke sink dan penumpukan asimilat pada sink.

⊙ Walaupun fotosintesa dapat disebut sebagai proses yang menghasilkan source, namun untuk menduga tingkat efisiensi fotosintesa masih sulit dilakukan, karena :

1. Pendugaan efisiensi fotosintesa pada suatu tingkat perkembangan tanaman mungkin tidak ada hubungan dengan hasil akhir yang diperoleh. Hal ini dapat disadari bahwa hasil akhir yang dibutuhkan (buah, biji, minyak nabati, atau bahan kering lainnya) hanya sebagian dari produk fotosintesa.

2. Efisiensi merupakan suatu yang kompleks yang memerlukan peralatan ilmiah yang sophisticated kalau ingin ditentukan secara tepat (akurat).

- ⊙ Tingkat efisiensi fotosintesa setiap jenis dan golongan tanaman tidak sama, karena pembagian asimilat ke sink (buah, biji dan bagian vegetatif lainnya) bervariasi. Variasi ini juga akan terjadi antara tingkat pertumbuhan tanaman.

- ⊙ Oleh karena itu perhitungan-perhitungan **efisiensi fotosintesa** harus didasarkan pada **seluruh bahan kering tanaman, yakni bagian vegetatif, akar dan generatif**, agar perhitungan yang diperoleh tetap akurat. Memang disadari bahwa beberapa kendala dalam pendugaan bahan kering tanaman antara lain :
 - Kesulitan dalam memperhitungkan respirasi dari pertukaran CO_2 . Tetapi sebagai acuan bahwa laju respirasi dari suatu tanaman dapat dinyatakan sebagai suatu fungsi yang linear dari laju fotosintesa (respirasi tumbuhan) dan berat kering (respirasi pemeliharaan).
 - Menetapkan seberapa wajar laju fotosintesa daun berkurang dengan bertambahnya umur tanaman tersebut, yang tentu bergantung pula pada faktor-faktor seperti hara, suplai air dan suhu.

- ⦿ **Laju fotosintesa** bervariasi akibat kegiatan-kegiatan fisiologis tanaman (**respirasi, transpirasi**), golongan tanaman, letak lintang (**latitude**), kondisi air tanah, suhu dan keadaan atmosfer (**kecerahan udara**) dan lain-lain.
- ⦿ Semua faktor yang mempengaruhi laju fotosintesa di atas secara garis besarnya dikelompokkan atas 3 golongan besar, yakni **iklim, tanah, dan tanaman**.
- ⦿ Faktor iklim langsung mempengaruhi penerusan radiasi matahari ke bagian tanaman yang mengkonversi energi matahari menjadi bahan kering tanaman. Besarnya energi matahari yang diterima oleh tanaman tidak sama dari musim ke musim dan latitude ke latitude lainnya. Tetapi besarnya energi matahari yang diterima tanaman (tumbuhan) setiap tahunnya pada latitude yang sama tidak banyak bervariasi.

Faktor-faktor yang mempengaruhi Fotosintesa

a. Suhu

Suhu berkorelasi dengan penangkapan cahaya matahari. Intensitas cahaya tinggi, suhu juga tinggi. Sampai batas tertentu laju fotosintesa meningkat dengan meningkatnya suhu. Tanaman beriklim sedang suhu maksimum untuk fotosintesa berkisar antara 20°C sampai 30°C. Fotosintesa naik dengan meningkatnya suhu dari 10°C sampai 30°C, tetapi akan menurun dengan naiknya suhu setelah diatas 30°C dan fotosintesa juga menurun dengan turunnya suhu dari 10°C sampai 0°C. Pada suhu 0°C fotosintesa terhenti. Dari kondisi ini diketahui bahwa suhu bekerja sebagai faktor pembatas.

b. Penangkapan Radiasi Matahari

Bila air cukup tersedia dan suhu tidak menjadi faktor pembatas, laju fotosintesa netto hampir berbanding lurus dengan penangkapan (intersepsi) radiasi matahari.

c. Kapasitas Sink dan Keseimbangan Antara Source dan Sink

Source (sumber) adalah jaringan yang mensuplai asimilat (fotosintat), organ tanaman yang aktif berfotosintesa itu adalah daun dan bagian tanaman yang berwarna hijau (yang mengandung khlorophyl).

Sink adalah jaringan yang menampung atau menerima asimilat, tetapi tidak aktif berfotosintesa, misalnya buah, biji dan umbi.

d. Sistem Teknologi Budidaya

Lama dan lajunya perkembangan tanaman akan dipengaruhi oleh fluktuasi iklim. Suhu yang rendah pada permulaan fase vegetatif akan menyebabkan panjangnya fase vegetatif tersebut, sehingga kesempatan tanaman untuk mempertinggi batang dan pertambahan jumlah dan luas daun semakin lebar.

Tetapi bila suhu tinggi pada permulaan fase vegetatif akan menyebabkan tanaman pendek dan luas daun sempit. Hal ini akan mempengaruhi sink.

Demikian pula halnya dengan lama penyinaran, hari panjang pada permulaan fase vegetatif akan meningkatkan asimilat yang akan dipergunakan untuk pembentukan organ-organ baru, di antaranya adalah organ penyimpan (storage).

Pengaruh Kadar Air Terhadap Pertumbuhan Tanaman

Selama siklus hidup tanaman, mulai dari perkecambahan sampai panen selalu membutuhkan air. Tidak satu pun proses kehidupan tanaman yang dapat bebas dari air. Besarnya kebutuhan air setiap fase pertumbuhan selama siklus hidupnya tidak sama. Hal ini berhubungan langsung dengan proses fisiologis, morfologis dan kombinasi ke dua faktor di atas dengan faktor-faktor lingkungan.

Fungsi air bagi tanaman adalah :

- * Merupakan unsur penting dari protoplasma, terutama pada jaringan meristematik
- * Sebagai pelarut dalam proses fotosintesa dan proses hidrolitik, seperti perubahan pati menjadi gula.
- * Bagian yang esensial dalam menstabilkan turgor sel tanaman
- * Pengatur suhu bagi tanaman, karena air mempunyai kemampuan menyerap panas yang baik
- * Transportasi bagi garam-garam, gas dan material lainnya dalam tubuh tanaman.

KEBUTUHAN AIR

- ⦿ Sebagian besar air dikandung dalam isi sel (85-90%), yang merupakan media yang baik untuk banyak reaksi biokimia.
- ⦿ Air jugamempunyai beberapa peranan lain dalam fisiologi tanaman dan keadaannya unik, yang cocok dengan sifat kimia dan fisiknya yang diperankannya.

PEMENUHAN AIR

- ⦿ **Perbaikan sistem perakaran**
- ⦿ **Konservasi dan Penggunaan Air**

PERBAIKAN SISTEM PERAKARAN

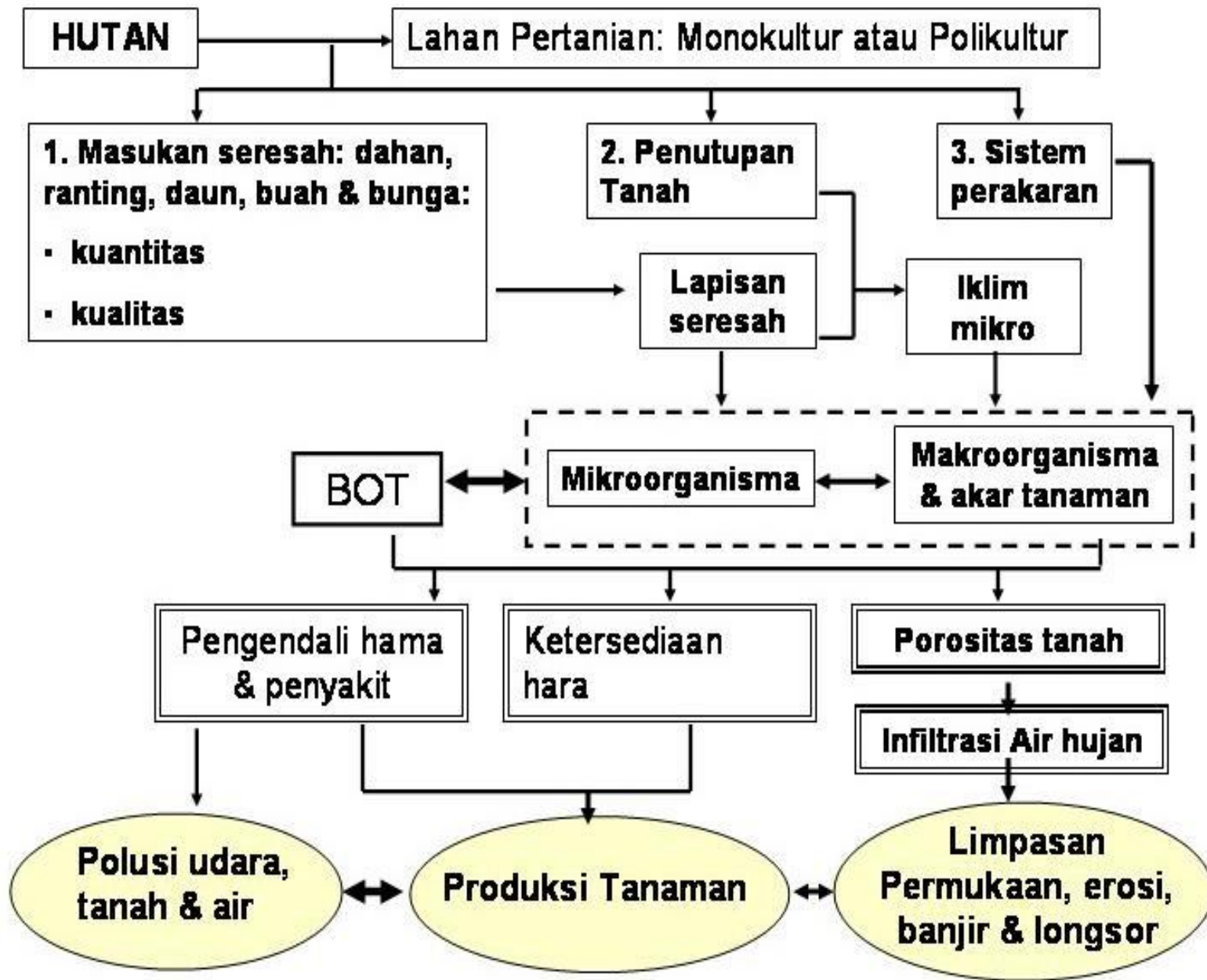
- ⦿ Memperluas kedalaman perakaran mengembangkan sistem perakaran yang dalam dan ekstensif (tanaman tahunan)
- ⦿ Perpanjangan akar yang cepat pada permulaan musim tanam (laju tumbuh yg tinggi) (tanaman semusim.
- ⦿ Modifikasi struktur daun dari spesies tanaman tertentu telah berkembang untuk memungkinkan absorpsi embun atau hujan secara langsung ke dalam pucuk.
- ⦿ Memiliki kemampuan yang tinggi untuk dapat mengekstraksi air dari dalam tanah

KONSERVASI DAN PENGGUNAAN AIR

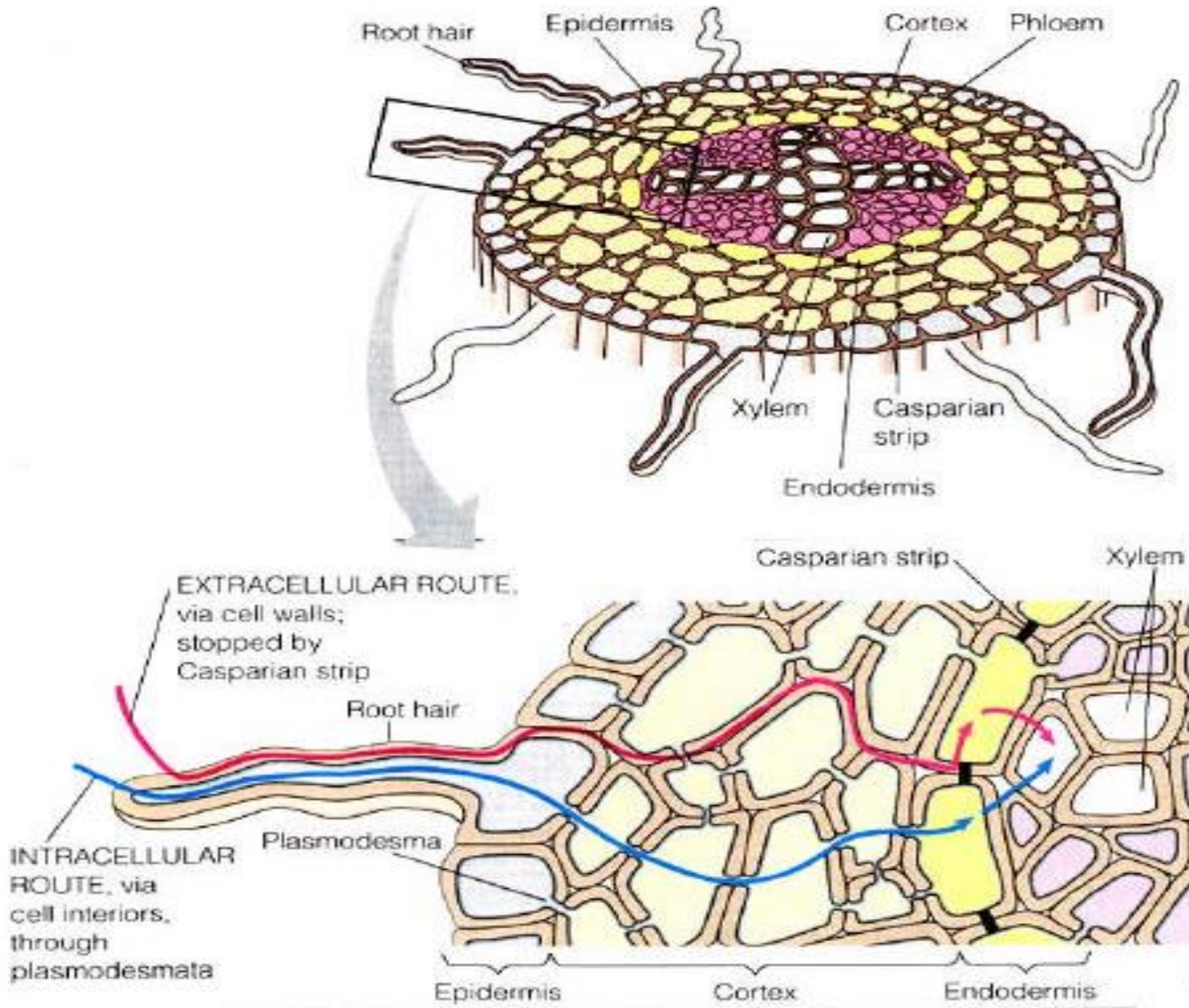
- Transpirasi rendah
- Tanaman efisien air, tanaman yang hanya sedikit membutuhkan air untuk kehidupannya
- Variasi pada morfologi daun

- Absisi daun.
- Dimorphisme” musiman (daun-daun lebar selama musim dingin yang basah diganti oleh daun-daun kecil pada bulan-bulan musim panas yang kering) (contoh pada komunitas tanaman gurun).
- Penutupan stomata

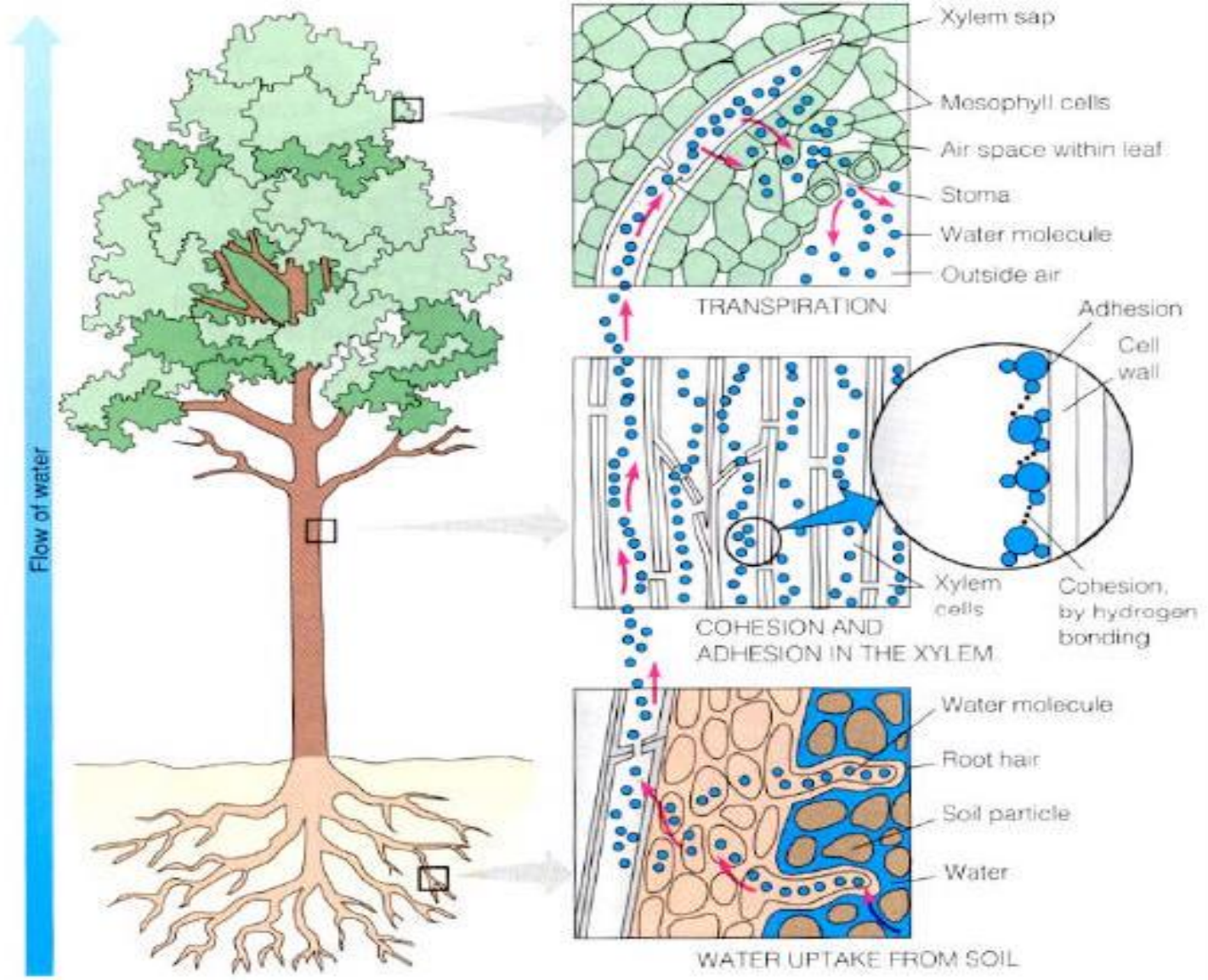
- *Rambut daun*, terutama yang melingkari stomata, yang mengakibatkan bertambahnya ketebalan dan karena itu, juga tahan terhadap hilangnya air dari lapisan batas daun.
- *Sudut daun*, yang mempengaruhi jumlah radiasi yang diterima
- Penyimpanan air di dalam *bulb*, *umbi* (*tuber*) dan *akar*.



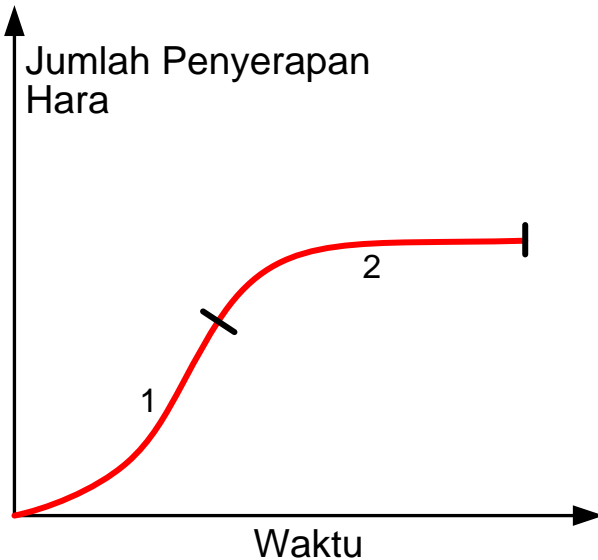
PERJALANAN AIR DAN SOLUT DARI TANAH KE SISTEM PERAKARAN.



Aliran air dan hara dari akar ke tajuk



❖ PENYERAPAN HARA KARENA PERTUMBUHAN AKAR



Terjadi 2 tahapan penyerapan hara selama kehidupan tanaman, yi :

1. Ketika akar-akar baru tumbuh dengan cepat, penyerapan hara yang mula-mula lambat, meningkat dengan sangat cepat.
2. Akar sudah tumbuh pada seluruh daerah perakaran, maka akar-akar baru harus tumbuh diantara akar-akar yang sudah ada \Rightarrow terjadi kompetisi dalam penyerapan hara antara akar-akar baru dengan akar-akar lama; tanaman juga semakin tua, sehingga jumlah akar yang mati lebih banyak daripada akar yang baru tumbuh. Akibatnya penyerapan hara menurun drastis.

HUBUNGAN KONDISI LINGKUNGAN DENGAN PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN

Sabar T.H. Siregar
1110247134
Ekologi Tanaman
01 Desember 2012

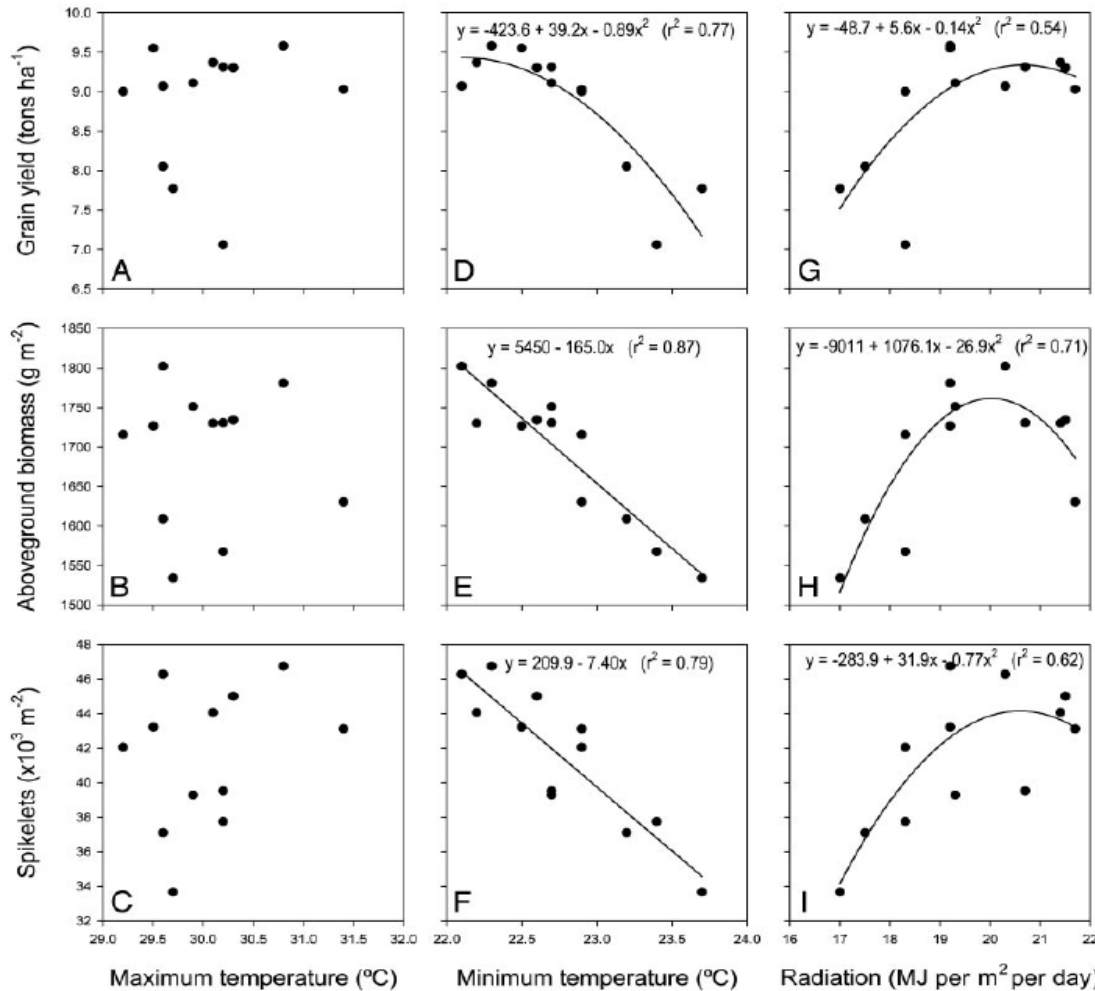
PENDAHULUAN

- Tiap tumbuhan memerlukan kondisi lingkungan tertentu
- Faktor Lingkungan: abiotik dan biotik
- Tumbuhan berinteraksi secara timbal balik dengan faktor lingkungan
- Perubahan faktor lingkungan akan mempengaruhi tanaman
- Pengetahuan yang cukup diperlukan dalam mengelola lingkungan dan mengelola tanaman

FAKTOR LINGKUNGAN ABIOTIK

- ◉ Udara (suhu udara, kelembaban udara, konsentrasi gas-gas)
- ◉ Tanah (sifat fisik, kimia dan biologi tanah)
- ◉ Cahaya (intensitas, durasi)
- ◉ Suhu
- ◉ Curah Hujan, Evaporasi
- ◉ Satu atau kombinasi faktor mempengaruhi tanaman secara kompleks

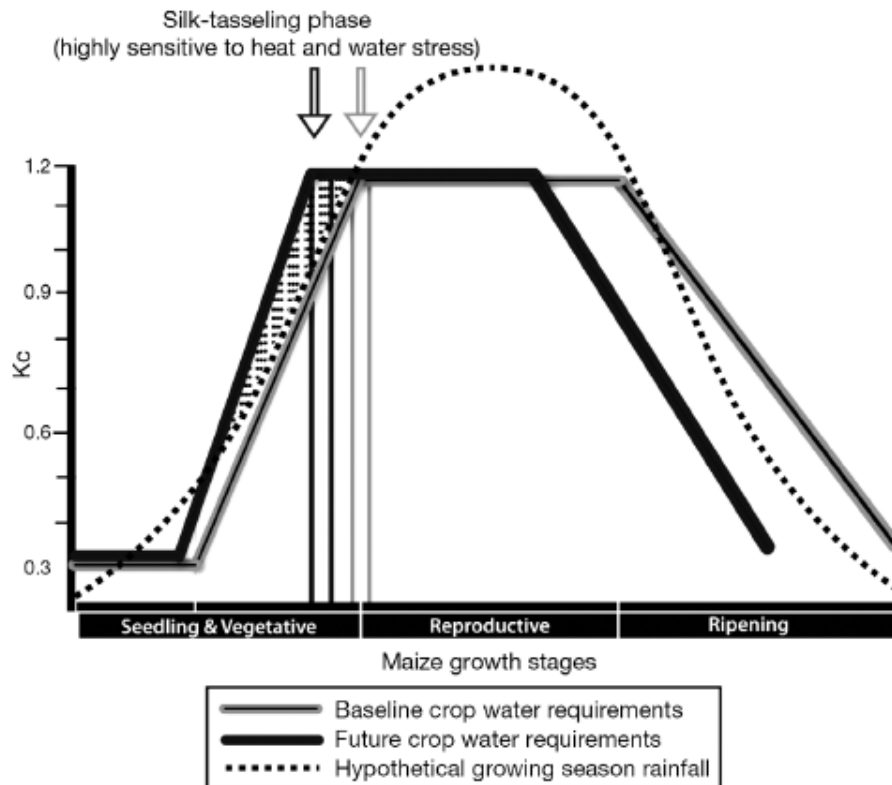
PENGARUH LINGKUNGAN PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN



Padi (Filipina):

- Tidak ada pengaruh suhu max pada komponen hasil
- Korelasi negatif antara suhu min dengan komponen hasil
- Pola polinomial antara radiasi dengan komponen hasil

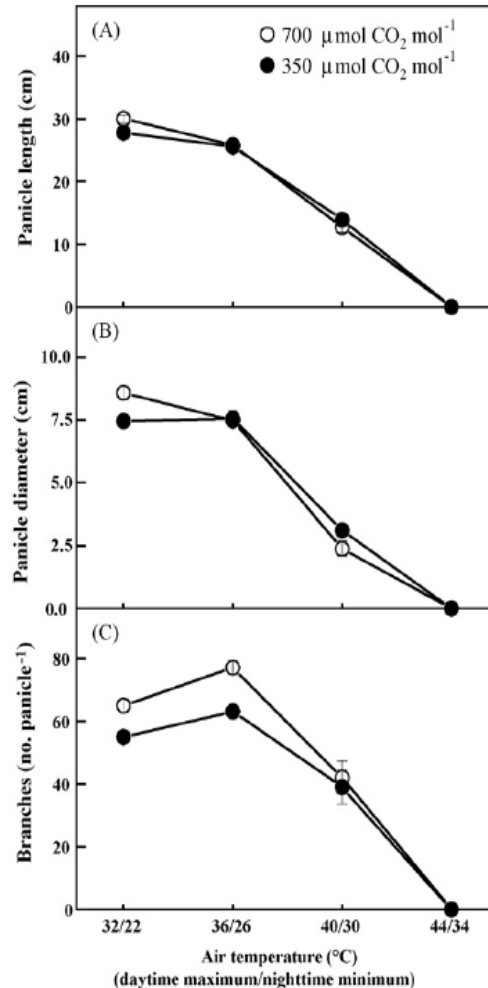
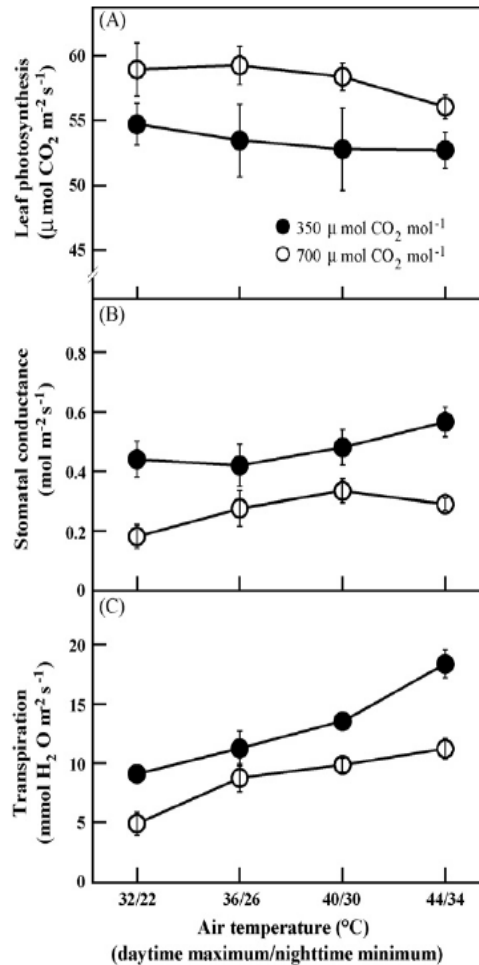
LANJUTAN



Jagung (Mozambique):

- Kenaikan suhu dari 1979/80 hingga 2008/09 menyebabkan masa reproduktif jagung menjadi lebih cepat rata-rata 4 hari
- Masa reproduktif masa sensitif terhadap ketersediaan air dan stres suhu tinggi
- Berpengaruh pada pengisian biji dan hasil akhir

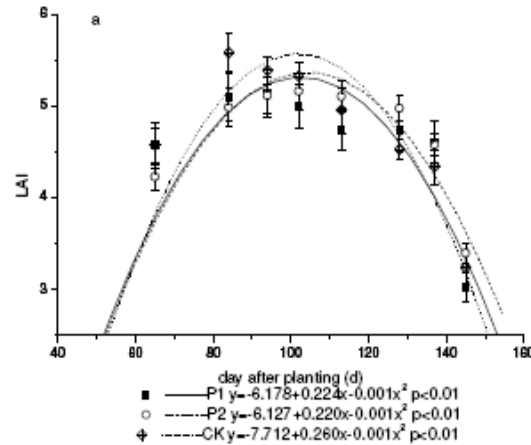
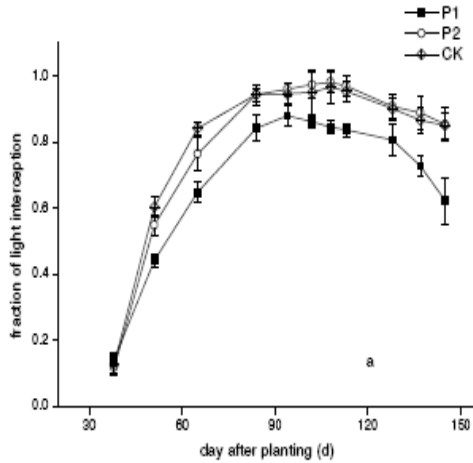
LANJUTAN



Sorghum (Florida):

- Kenaikan suhu meningkatkan laju transpirasi, aliran stomata
- Menurunkan fotosintesis
- Kenaikan suhu menurunkan pertumbuhan malai
- Penurunan konsentrasi CO_2 di udara meningkatkan fotosintesis

LANJUTAN

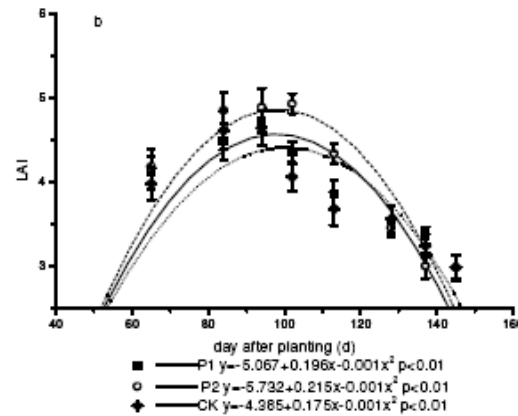
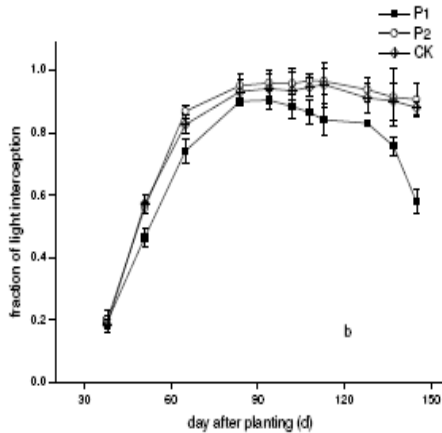


Jagung (Cina):

- Jarak tanam rapat meningkatkan intersepsi cahaya pada daun

- Kemampuan intersepsi dipengaruhi oleh indeks luas daun

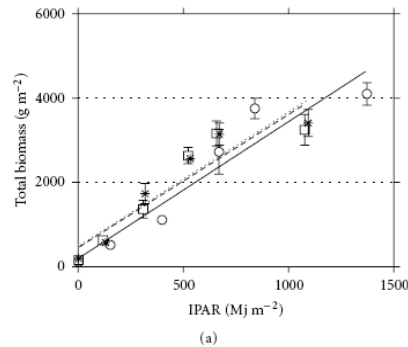
- Indeks luas daun juga dipengaruhi oleh jarak tanam



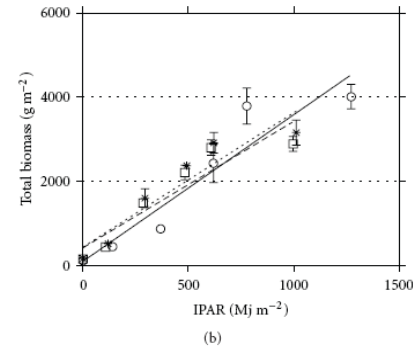
LANJUTAN

Tumpang sari Jagung Kedelai (Argentina):

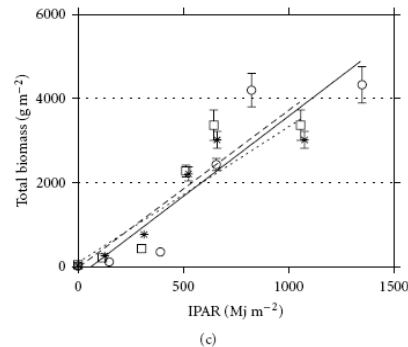
- Tumpang sari dan pola tumpang sari berpengaruh pada biomas total
- Tumpang sari menghasilkan biomas lebih besar daripada monokultur
- Namun demikian, tumpangsari menimbulkan kompetisi cahaya (jagung dapat menaungi kedelai)



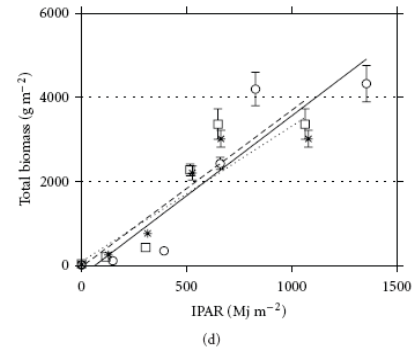
(a)



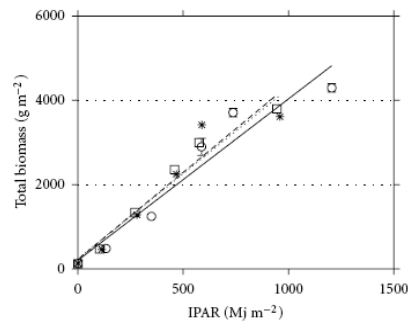
(b)



(c)

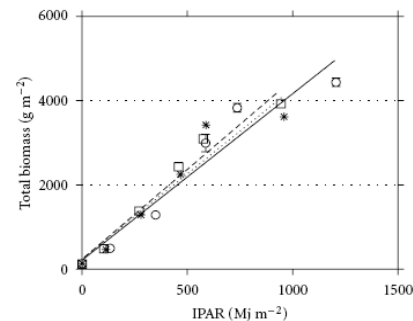


(d)



○ Row 1 ··· Monoculture
□ Row 7

(e)



○ Row 1 ··· Monoculture
□ Row 7

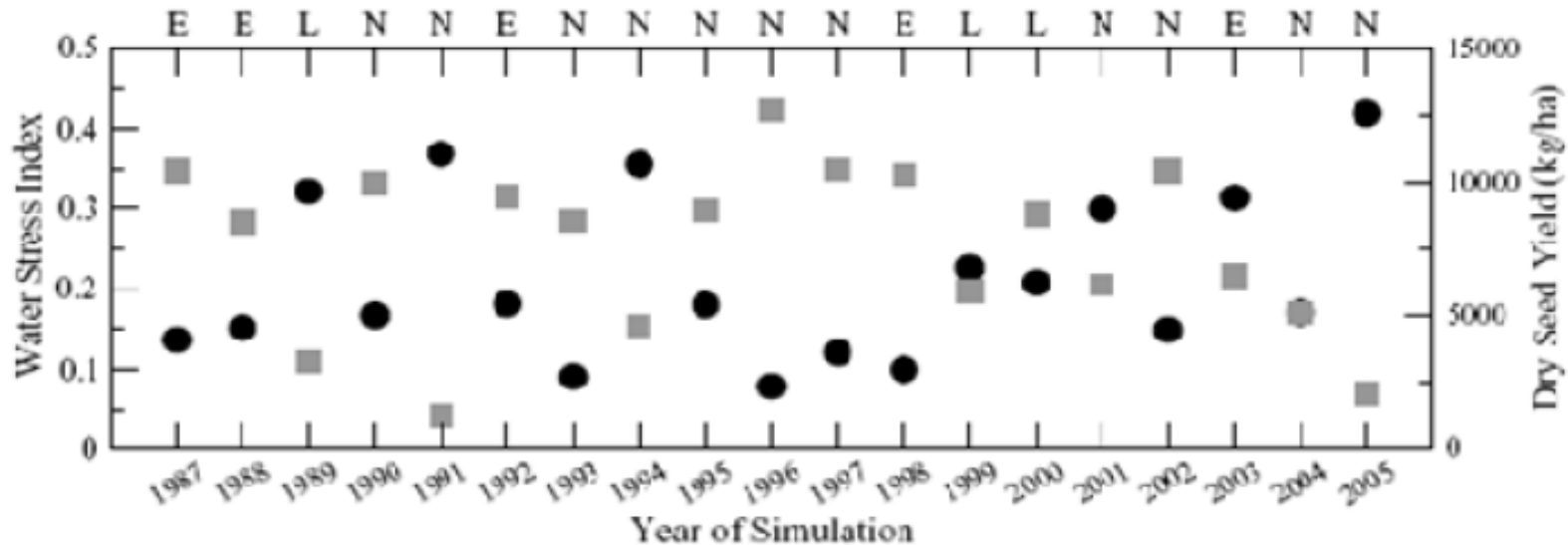
(f)

PENGEMBANGAN MODEL PREDIKSI

- Data empiris dari hasil penelitian dan rekaman cuaca dapat digunakan untuk membangun model
- Model berguna untuk menghemat waktu dan biaya dari pengumpulan data empiris
- Membantu mitigasi kerugian (biaya, waktu, tenaga)
- Keterbatasan model:
 - Penyederhanaan faktor dan interaksi faktor yang kompleks (asumsi: *ceteris paribus*)
 - Site specific; species specific; condition specific

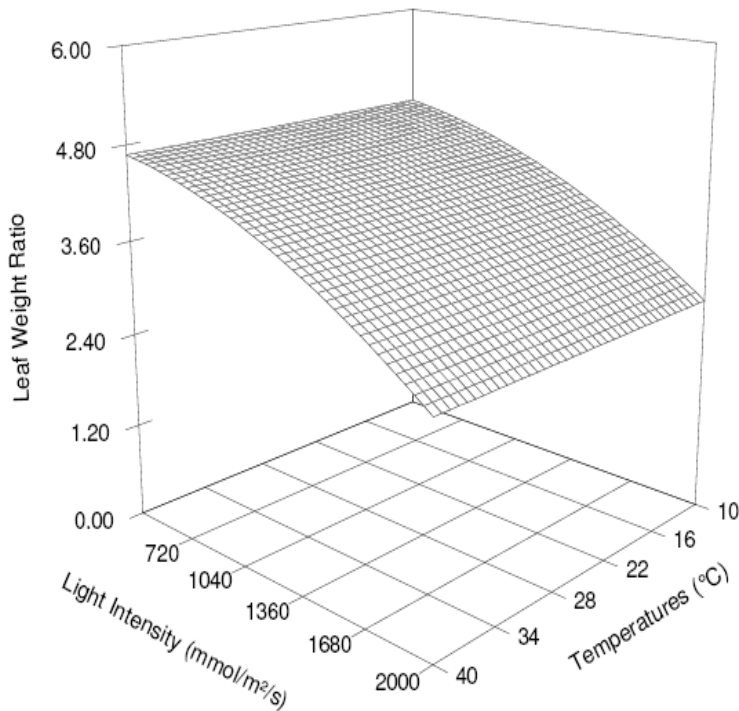
CONTOH

Model prediksi antara perubahan pola iklim thd indeks stres air and hasil

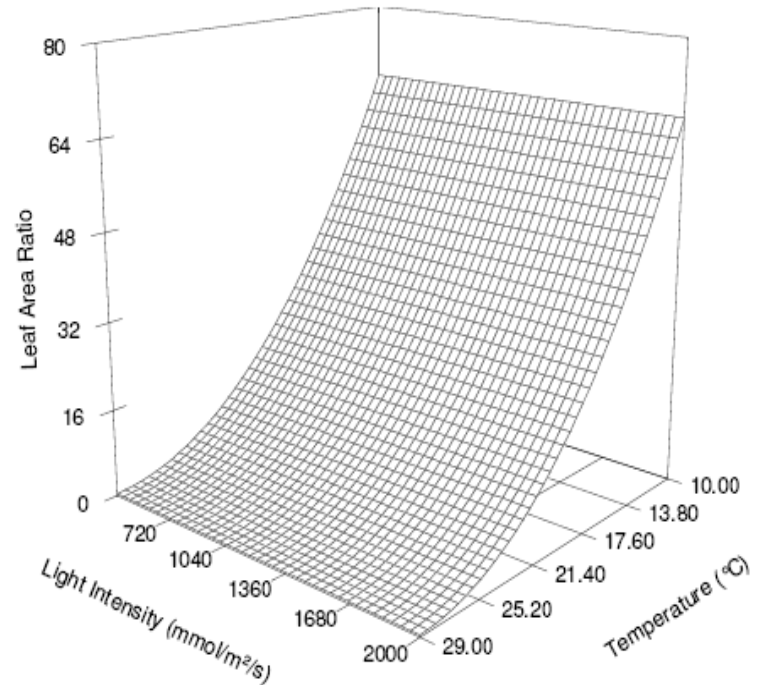


CONTOH

Model hubungan antara suhu dan intensitas cahaya dengan berat dan luas daun

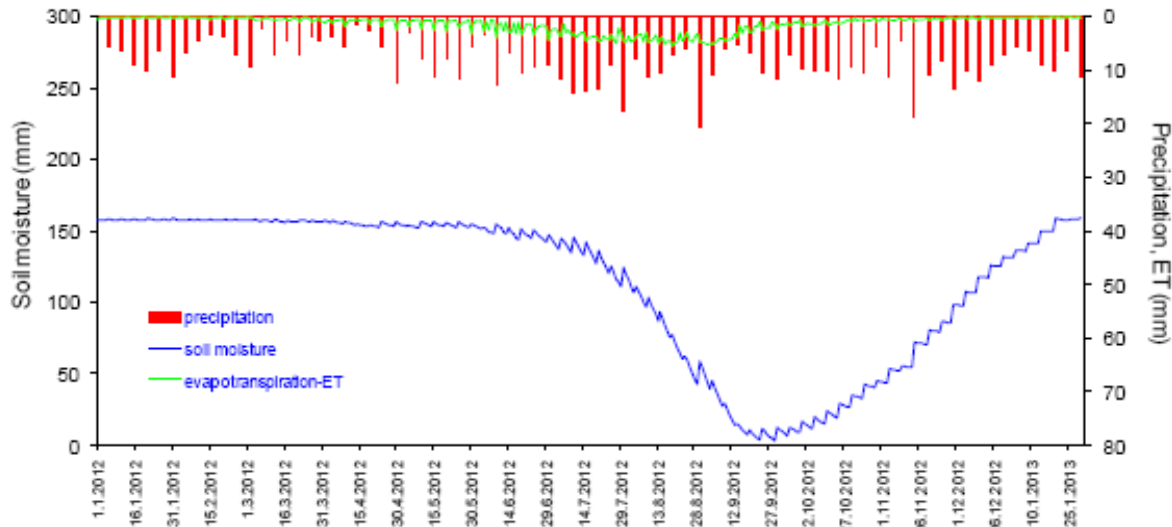


$$\begin{aligned} \text{LWR} &= (-0.14) + (0.021 \times T) \\ \text{SE} &= 0.161^{**} \quad 5.55 \text{ E}^{-3} ** \\ \text{R}^2 &= 0.93 \end{aligned}$$

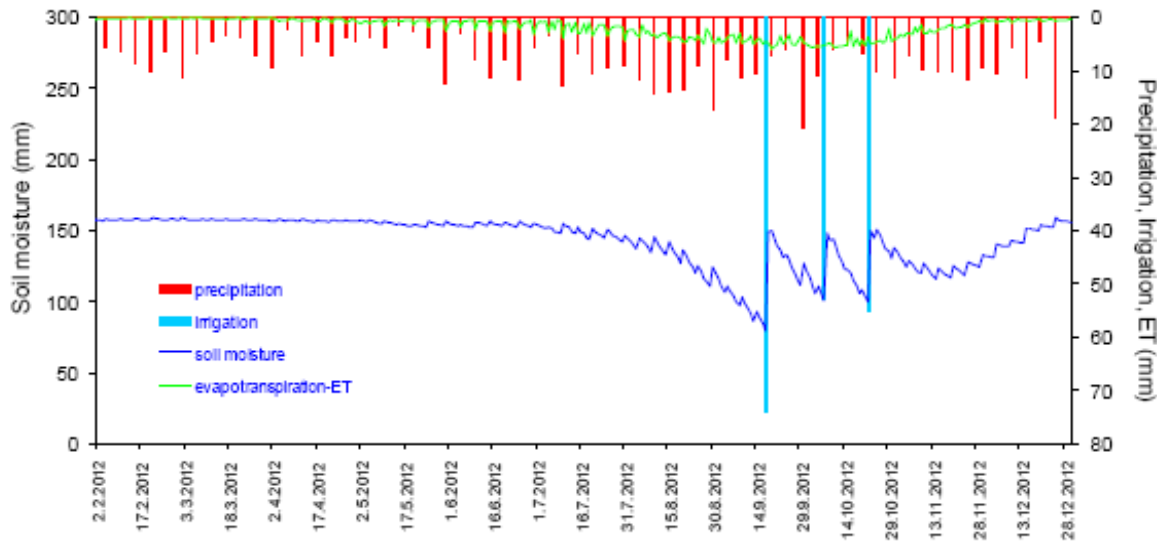


$$\begin{aligned} \text{LAR} &= (149.52) + (-11.016 \times T) + (0.192 \times T^2) \\ \text{SE} &= 49.033^{**} \quad 3.458^{**} \quad 0.071^{**} \\ \text{R}^2 &= 0.98 \end{aligned}$$

CONTOH



Model dapat membantu dalam merencanakan tindakan manajemen yang tepat



Dapat membantu mengurangi kerugian selama masa kritis

PENUTUP

- Tanaman secara timbal balik berinteraksi dengan lingkungannya:
 - Dengan lingkungan abiotik
 - Dengan tanaman lain
- Besaran interaksi itu akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman
- Model adalah complement bukan substitusi penelitian untuk menghasilkan data empiris

TERIMA KASIH