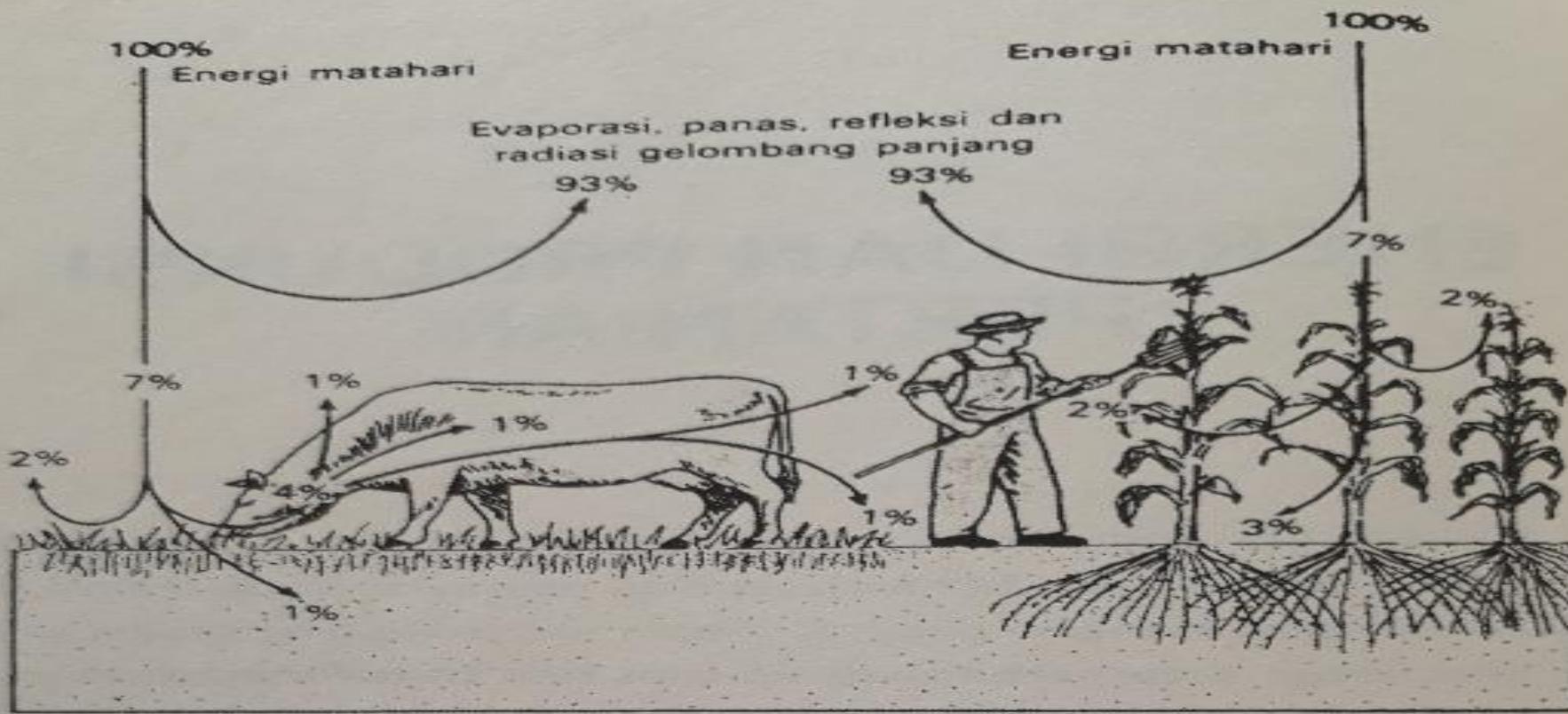


## ENERGI DAN PRODUKSI PERTANIAN

- ❖ Pada dasarnya pertanian berkaitan dengan perubahan energy matahari ke bentuk energy yang bermanfaat bagi manusia (serat dan pangan).
- ❖ Tiap orang membutuhkan 810 gram /bahan tanaman yang mangandung 315 g karbon. Setara 117 kg karbon per tahun.
- ❖ Rata2 hanya 20% dari tanaman yang dapat dimakan (serealia hanya 28% dari bobot kering tanaman).
- ❖ Hanya 3% dari energy tersimpan sebagai bahan pangan manusia, setengahnya oleh hewan.



**Gambar 6.** Penyebaran energi yang terlibat dalam produksi jagung dan rumput-rumputan. Dari seluruh sinar matahari yang mencapai 500 kalori tiap sentimeter persegi setiap hari, kira-kira 93 persen kembali ke atmosfer. Dengan hara dan air berlimpah dan cukup, daun menangkap kira-kira 7 persen cahaya matahari dapat diubah dalam fotosintesis; 2 persen untuk respirasi, yang diperlukan tanaman untuk tumbuh dan pemeliharaan; 5 persen menjadi bahan kering tanaman. Pada jagung, 3 persen jadi akar, batang dan daun, yang menjadi sisa tanaman, dikembalikan ke tanah dan diberikan kepada ternak, dan 2 persen muncul dalam biji yang dapat dimakan manusia. Untuk rumput; 4 persen dapat dimakan sapi. Penyebaran energi dari pangan lebih lanjut oleh manusia dan hewan dapat dilihat pada gambar.

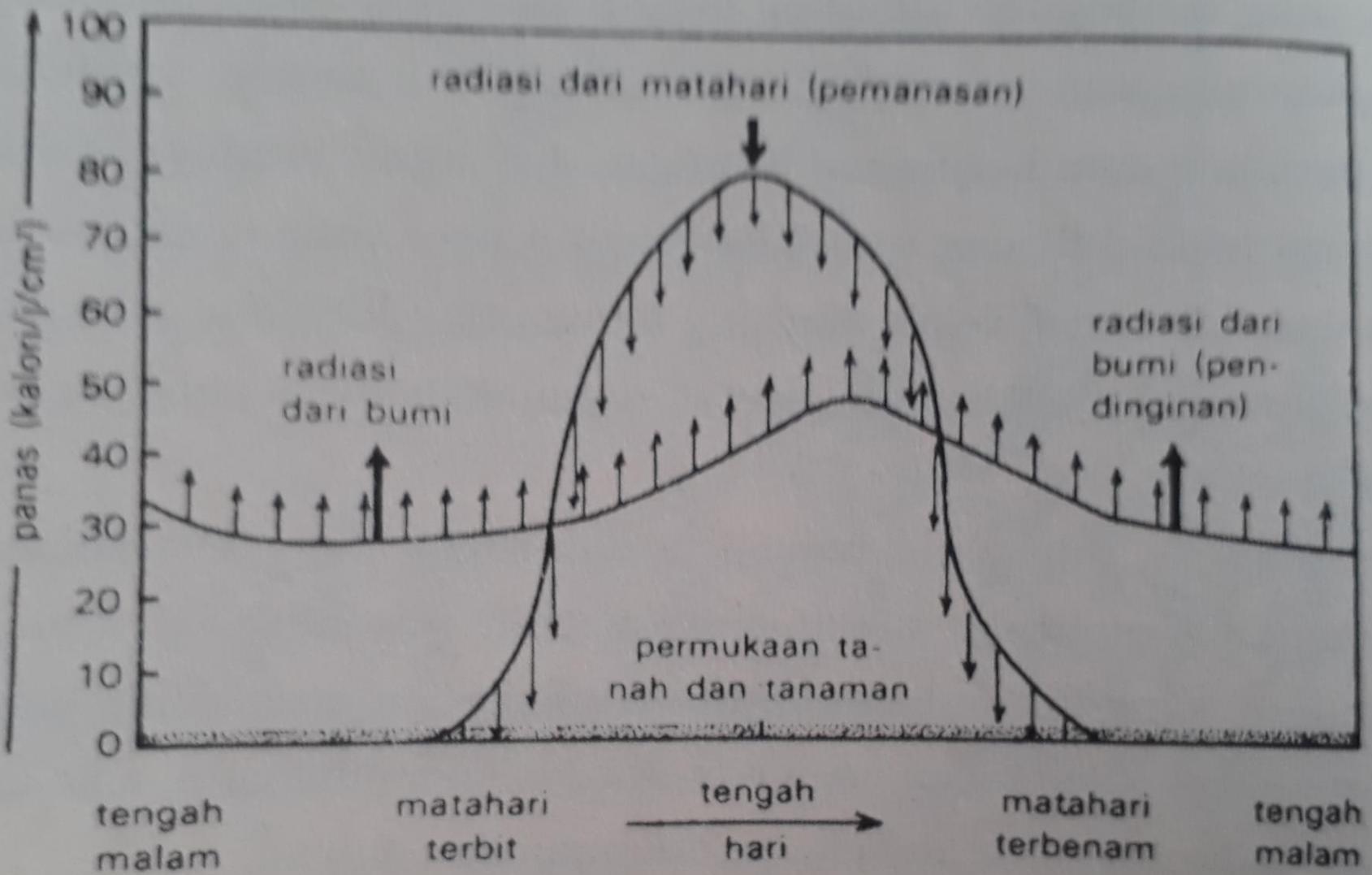
(Sumber: Loomis, 1976)

## Kegiatan Tanaman

- Ekologi produksi: memperhatikan penangkapan energy penyinaran pada fotosintesis, pengubahannya ke dalam energy kimia, dan alirannya lewat tanaman dan hewan.
- Energi yang tertangkap pada fotosintesis dalam bentuk biomassa (bobot kering oven).
- Jumlah bahan organic yang didapati hanya sebagian dari pengukuran produksi bersih (net production) karena respirasi membutuhkan sebagian besar karbohidrat yang merupakan sebagian dari seluruh produksi total.

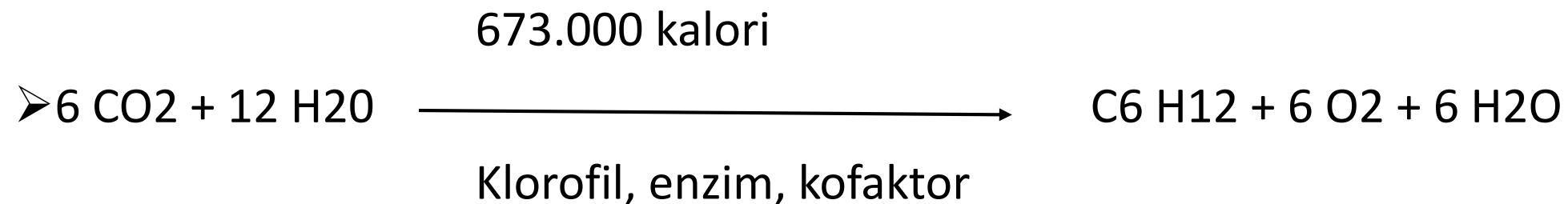
## KEEFISIENAN FOTOSINTESIS

- ✓ 263.000 Langley (1 Langley= 1gram kalori/cm) energy matahari yang dipancarkan, hanya 140.000 yg mencapai permukaan bumi.
- ✓ Penyebaran radiasi dipengaruhi keadaan awan, ketinggian tempat,topografi, dan waktu dalam hari

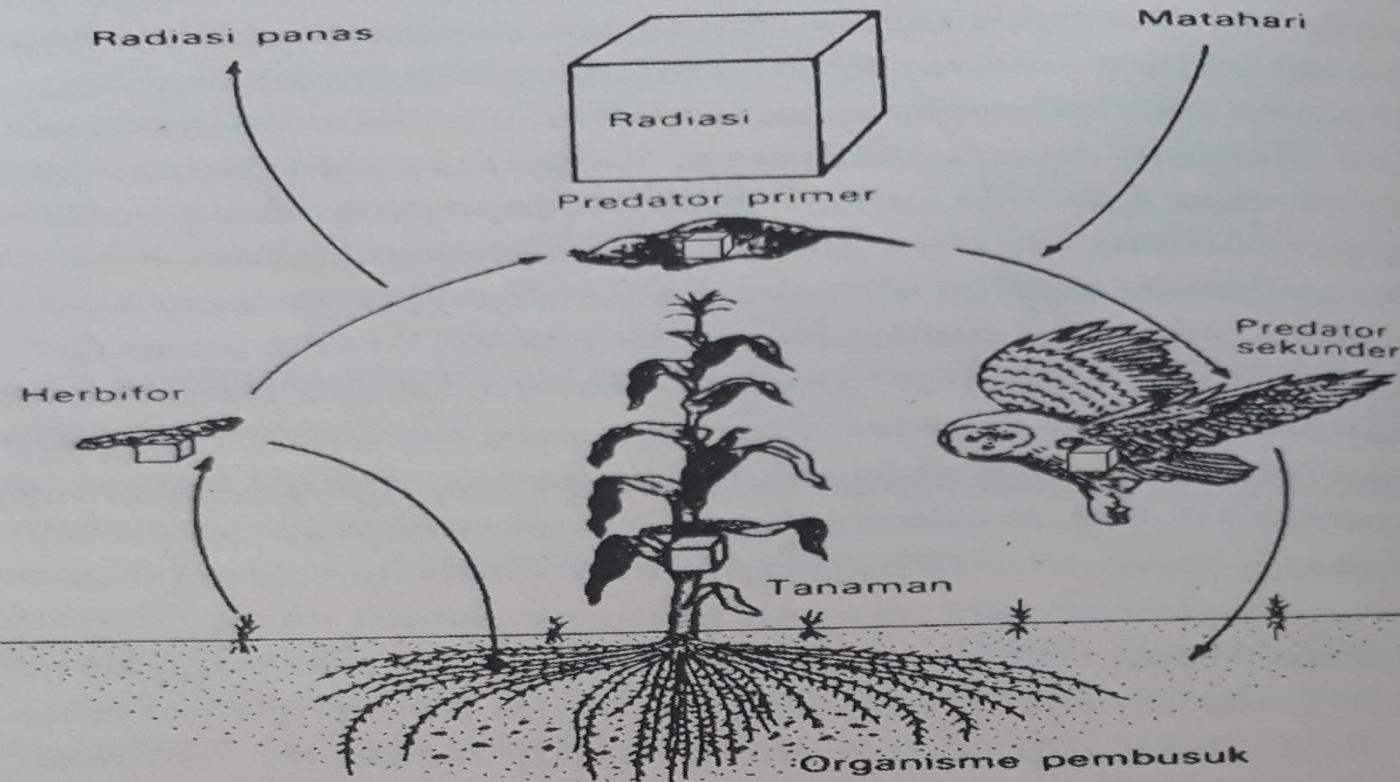


**Gambar 7.** Energi yang datang pada siang hari diimbangi dengan hilangnya energi yang terjadi pada malam hari.  
 (Sumber: Janick *et al.*, 1969)

- Yang penting bagi tumbuhan adalah energy penyinaran dibagian tampak (visible part).
- Pada daerah ini tumbuhan mampu mengubah energy cahaya menjadi energi kimia melalui fotosintesis.



- Energi matahari yang digunakan tanaman berasal dari panjang gelombang 0,4-0,7 micron. spectrum yang kita terima sebagai cahaya.
- Energi cahaya ditangkap tanaman, digabungkan dengan molekul lain menghasilkan selulosa, pati, minyak, gula.
- Gula merupakan hasil fotosintesis, tapi juga digunakan dalam respirasi, suatu pembakaran biologi.
- Proses transfer energy di dalam tanaman dilakukan oleh ATP (Adenosine triphosphate).



**Gambar 8.** Siklus energi dalam biosfer dipacu oleh kegiatan fotosintesis tanaman. Tanaman menggunakan energi matahari untuk mengubah zat hara anorganik ke dalam persenyawaan organik yang kaya energi, terutama karbohidrat dan protein. Hampir seluruh organisme lainnya menopang kehidupannya dengan memecah hasil fotosintesis ke dalam bagian-bagiannya yang lebih sederhana. Semua hewan, misalnya, untuk gizinya tergantung seluruhnya pada kehidupan tanaman, langsung pada kasus herbivora, tidak langsung pada kasus predator primer dan sekunder. Akhirnya hasil buangan dan jaringan-jaringan mati tanaman dan hewan menjadi makanan organisme pembusuk, yang mengekstrak energi yang masih tersedia dari bahan-bahan tersebut dan mengembalikannya ke bentuk anorganik. Jumlah energi penyinaran secara relatif yang diterima bumi dan dikembalikan ke angkasa dan biomassa berjenis-jenis organisme dalam rantai pangan diwakili oleh volume kubus dalam gambar tersebut.

(Sumber: Janick *et al.*, 1969)

- Laju foto sintesis berubah menurut intensitas cahaya. Laju fotosintesis meningkat pada intensitas tertentu, disebut daun berada dalam keadaan jenuh cahaya (light-saturated).
- Pada kenyataannya, fotosintesis yang maksimum dapat diperoleh hanya dibawah intensitas cahaya rendah. Karena pada intensitas cahaya tinggi, secara relative banyak cahaya melewati daun-daun dan dipantulkan lagi. Pada intensitas rendah banyak diserap dan digunakan.
- Pada hutan-hutan alam, jumlah cahaya yang mencapai daun-daun bawah berada di bawah **titik kompensasi (Compensation point)** yaitu suatu intensitas cahaya yang dibutuhkan untuk mempertahankan laju fotosintesis menyamai laju respirasi. Sehingga cabang atas sebagai source dan cabang bawah sebagai sink.

## KONSEP ALIRAN ENERGI DALAM PERTANIAN

- ❖ Tanaman pertanian sebagai “perangkap” yang dapat digunakan untuk menangkap, mengubah, dan menyimpan energy.
- ❖ Teknologi/paham untuk memperbaiki dan menaikkan keefisienan dan produktivitas pertanian.

### *Mengukur Produktivitas*

Tujuan utama ahli pertanian menaikkan keefisienan pengubahan energy matahari ke produk yang lebih berfaedah

- ❖ Produktivitas tanaman ditaksir dengan mengukur baik oksigen yang dikeluarkan maupun karbondioksida yang digunakan dalam fotosintesis.
- ❖ Jumlah C dalam CO<sub>2</sub> berbanding lurus dengan jumlah C yang terikat dalam gula selama fotosintesis, produktivitas dapat diduga dengan laju menghilangnya CO<sub>2</sub> dari lingkungannya.

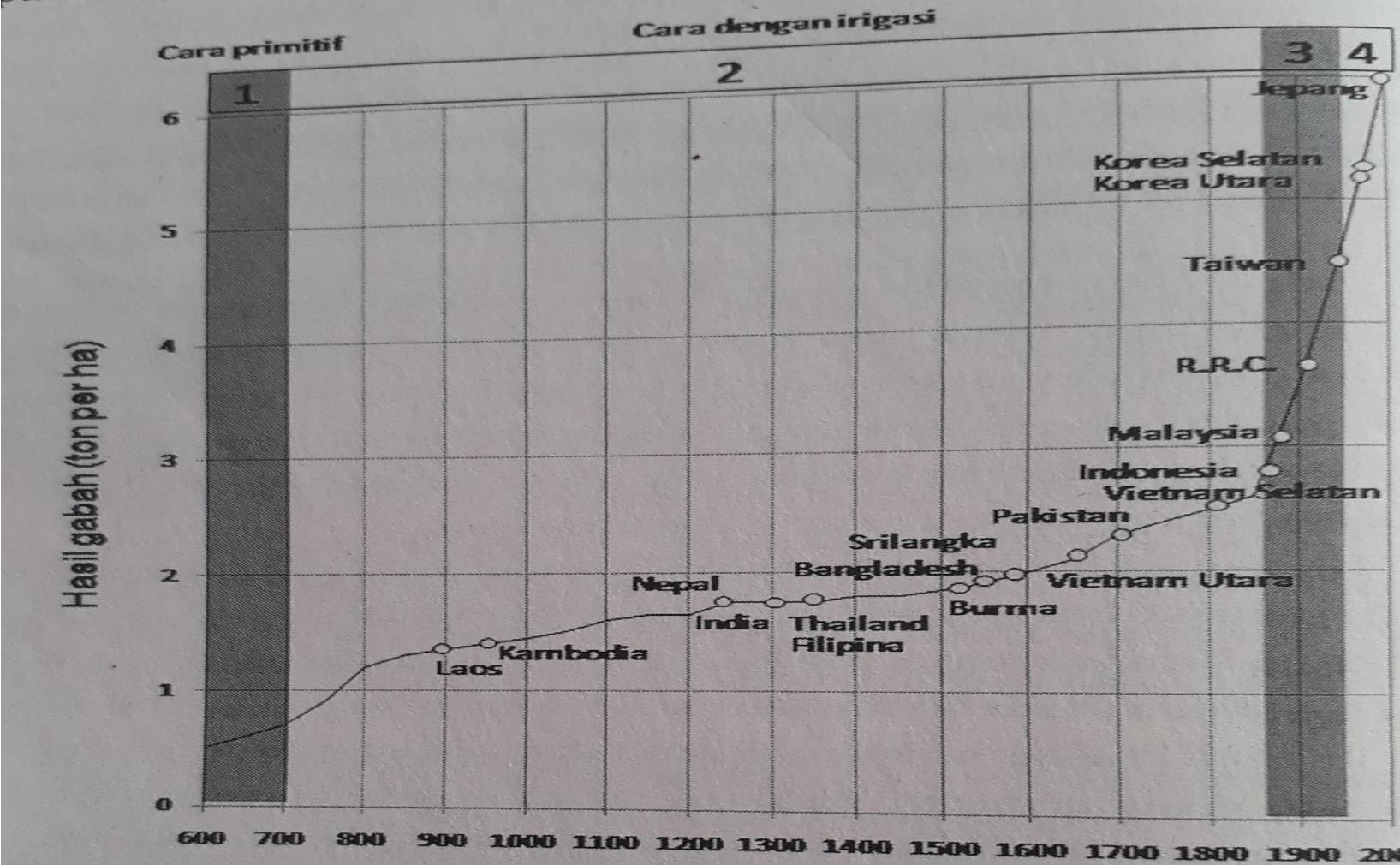
- Dengan jumlah klorofil yang terdapat pada jumlah vegetasi tertentu pada suatu luasan tertentu.
- Caranya: dikumpulkan daun2 pada vegetasi tersebut, diukur bobot basahnya, klorofil diekstraksi dalam alcohol mendidih. Dengan mengetahui berat total daun dari sumber ekstraksi klorofil dan keefisienan klorofil dalam fotosintesis, maka keefisienan total dari vegetasi dapat diukur.

- ✓ Satuan energy adalah kalori.
- ✓ Seorang butuh 3.000 kalori/hari = 1.100.000 kalori= 2 ton kentang atau 375 kg.

- Saat ini banyak produk pertanian yang tidak diproduksi tanah/tanaman, tetapi dibuat secara kimia dari komponen-komponen.
- Produksi diarahkan pada tanaman-tanaman untuk pemenuhan kebutuhan utama manusia.

## MENAIKKAN PRODUKSI PERTANIAN

- ❖ Produktivitas pertanian di berbagai daerah tidak sama.
  - ❖ Tergantung tingkat teknologi di suatu tempat.
  - ❖ Cahaya, kelembaban, dan hara sering menjadi factor pembatas pertumbuhan (*growth limiting factor*).
  - ❖ Pemupukan (fertilization) sering sering menjadi kendala di daerah berkembang (jumlah, cara memupuk, ketersediaan pupuk).
  - ❖ Perlu juga perbaikan produksi dengan pendekatan genetika dan pemuliaan tanaman.
  - ❖ Di negara maju, jumlah pupuk, cara pemberiannya, pemberantasan hama, teknik membajak, rotasi, pemberantasan gulma, telah dipecahkan dengan percobaan/penelitian yang terus menerus.
- Dihasilkannya SOP (standar operation Procedur) untuk tanaman tertentu.

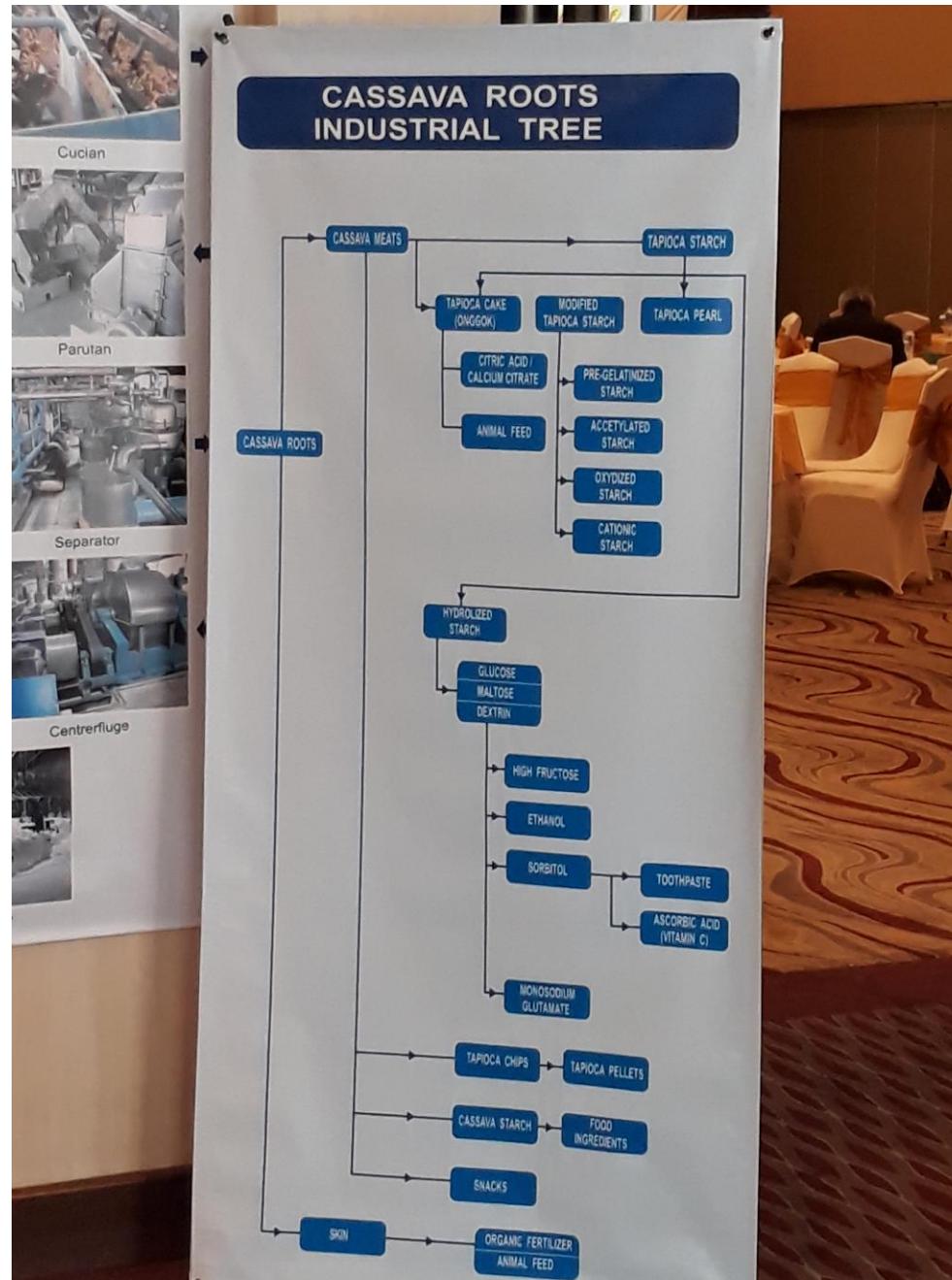


**Gambar 11.** Intensifikasi pertanian pada tanah-tanah yang sekarang sudah diusahakan merupakan cara mendapatkan pangan. Ini dengan membawa pertanian di daerah berkembang ke perkembangan yang lebih maju. Contohnya di Jepang, di samping kemajuan irigasi dan teknik pertanian, juga diadakan perubahan struktur. Hasil-hasil negara Asia lainnya masih dalam tahap kedua. (Sumber: Janick *et al.*, 1969)

## PENGGUNAAN LIMBAH PERTANIAN

- ❖ Bila bahan yang dihasilkan dari tanaman seperti tongkol jagung, serbuk gergaji, dll dapat dimanfaatkan berarti memperbesar keefisienan penggunaan energi.
- ❖ Banyak sisa/berangkas tanamn digunakan sebagai pupuk dan lain (papan jerami, kertas, papan dll).
- ❖ Ubi kayu (pangan, pakan, bahan baku industry dll).





# PENANGKAPAN ENERGI

- Perluasan penangkapan energi : eksplorasi laut, perluasan ke daerah padang pasir, daerah beriklim buruk, memperpanjang musim tanam (rumah kaca).
- ❖ Gerakan udara mempengaruhi laju fotosintesis dengan mempengaruhi pertukaran CO<sub>2</sub> antara dedaunan dan atmosfer disekitarnya.
- ❖ Memperhatikan arah angin, arah mata angin timur barat, arah lereng bukit dapat mempengaruhi produktivitas.
- ❖ Hasil jagung dapat dinaikkan bila barisan diarahkan tegak lurus terhadap angin. Pucuk akan tertutup maju mundur dan terdapat turbulensi besar dan percampuran udara.
- ❖ Morfologi tanaman (bentuk daun, sudut percabangan dll) berkaitan dengan penangkapan energi karena mempengaruhi absorbs cahaya.
- ❖ Pengubahan tanaman pertanian untuk meningkatkan penangkapan dan penggunaan energi merupakan masa depan langkah-langkah teknologi perbaikan tanaman.

- Revolusi hijau (pemuliaan tanaman) berhasil mengubah habitus tanaman gandum dan padi yang tinggi menjadi rendah (tinggi tanamannya), dan arah daun panjang melengkung menjadi tegak dan pendek.

- Pada tanaman kehutanan konsep aliran energi pada produksi hutan.
- Produksi tidak diarahkan pada bentuk dan struktur pohon saja tapi juga diarahkan pada susunan kimia kayu (selulosa untuk bangunan dan hasil hasil degradasi ligin untuk pakan ternak).
- ✓ Saat ini telah banyak digunakan komputer untuk merencanakan merencanakan produksi dalam bidang pertanian.
- ✓ Salah satu cara pengambilan keputusan (decision making) secara matematik yang terpenting adalah *linear programing*.

- Untuk dapat memaksimalkan penangkapan dan penyimpanan energi, suatu kekhususan dari kegiatan tanaman, akan mencakup bukan saja tindakan budidaya biasa, tetapi mencakup banyak faktor yang pada masa lalu kurang menjadi perhatian (kerapatan tanaman, warna daun, tinggi tanaman).
- Ilmu sedang menguantifikasi kimia dan fisika tanaman dalam istilah-istilah kebutuhan metabolismenya.
- Ilmu modeling