

FAKTOR-FAKTOR FOTOSINTESIS¹

Oleh : Drs. Suyitno Al. MS²

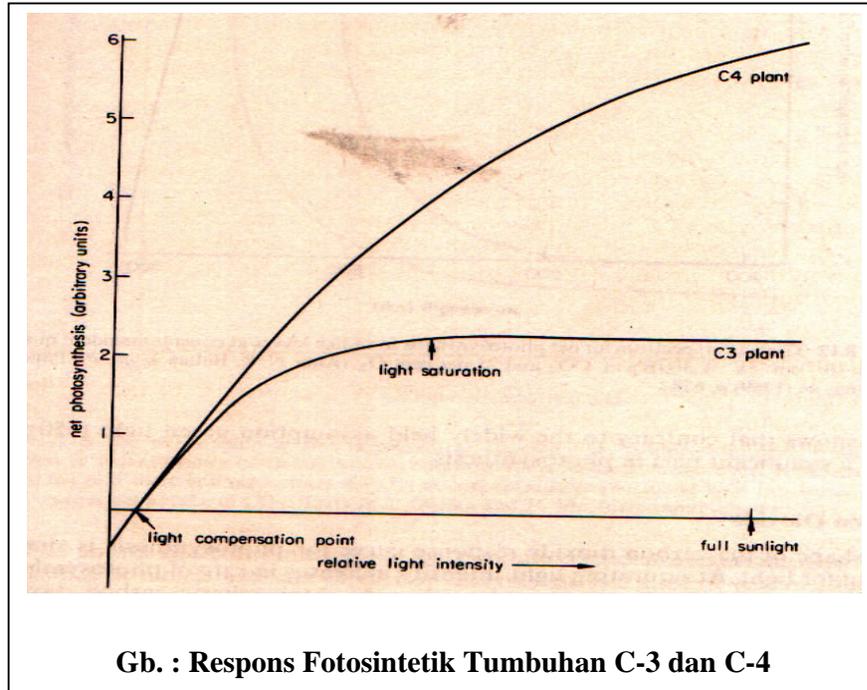
Fotosintesis merupakan aktivitas kompleks, dipengaruhi oleh banyak faktor, baik faktor internal maupun eksternal. Faktor internal menyangkut kondisi jaringan/organ fotosintetik, kandungan klorofil, umur jaringan, aktivitas fisiologi yang lain seperti transpirasi, respirasi dan adaptasi fisiologis yang lain yang saling kait mengkait. Faktor eksternal meliputi faktor klimatik seperti suhu, kelembaban, kecepatan angin, hujan, dan juga faktor cahaya, konsentrasi CO₂, O₂, kompetitor, dan organisme pathogen. Selain itu juga faktor penyebab timbulnya stress seperti ketersediaan air, ada polutan biosida dan zat-zat beracun lain. Kondisi excess pada berbagai factor yang dibutuhkan dari lingkungan juga berpengaruh terhadap fotosintesis. Misal, logam-logam berat beracun, biosida, SO₂ dan juga O₂.

1. Respon fotosintesis terhadap intensitas cahaya

Cahaya mutlak dibutuhkan sebagai energi penggerak fotosintesis, namun demikian tingkat kebutuhan antar kelompok tumbuhan akan berbeda. Tidak pada setiap kondisi meningkatnya intensitas akan diikuti atau menyebabkan meningkatnya laju fotosintesis. Terdapat perbedaan tingkat kebutuhan cahaya, terutama antara tumbuhan tipe C-3 dan C4. Pada tumbuhan C-3 terjadi kondisi yang disebut titik jenuh cahaya (Gb. .). Pada kondisi tersebut, laju fotosintesis telah mencapai maksimum, dan tidak meningkat lagi lajunya walau intensitas cahayanya bertambah.

¹ Materi disampaikan pada kegiatan pembinaan Tim Olimpiade Biologi SMAN 9 Yogyakarta, pada 25 Maret 2006 di SMAN 9 Yogyakarta.

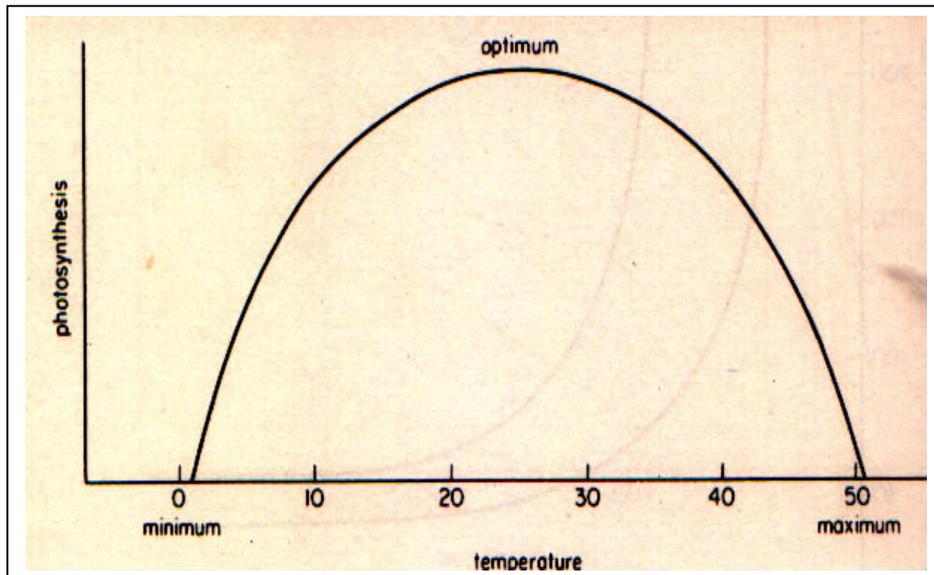
² Staf Tenaga Pengajar pada Jurdik. Biologi FMIPA - UNY



Fotosintesis tumbuhan tipe C-4 semakin efektif pada intensitas yang semakin tinggi. Bahkan pada kisaran intensitas dimana bagi tumbuhan C-3 telah mencapai titik jenuh, pada tumbuhan C-4 justru masih mengalami peningkatan yang signifikan. Kenyataan ini menunjukkan bahwa tumbuhan C-4 lebih toleran hidup pada daerah dengan tingkat intensitas cahaya yang tinggi. Pada tumbuhan C-3,

2. Suhu

Sifat lain tumbuhan C-4 adalah lebih toleran di lingkungan dengan suhu yang panas. Kisaran suhu optimum untuk fotosintesis tumbuhan C-4 (lebih tinggi daripada tumbuhan C-3.



Gb. : Kisaran suhu optimum untuk fotosintetik : 20 – 26°C (pada C-3) dan 35 – 40°C (pada C-4)

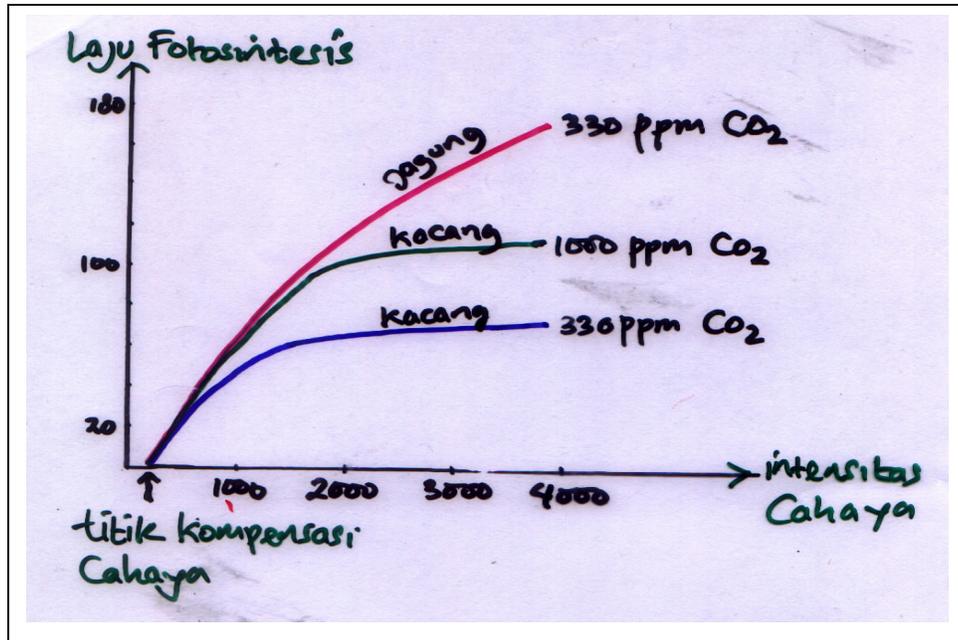
3. Umur jaringan dan fotosintesis

Selain faktor intensitas cahaya, umur daun sangat menentukan produktivitas daun dalam aktivitas fotosintesisnya. Kapasitas kemampuan daun melakukan fotosintesis berkembang seiring dengan perkembangan kedewasaan daun mencapai perkembangan dan pertumbuhan optimalnya. Pada fase awal pertumbuhannya, daun muda masih menggangungkan asimilat dari daun dewasa lainnya (mengimport).

Pada saat daun mencapai laju pertumbuhan optimum, produktivitasnya telah jauh meningkat, dan sebagian fotosintatnya telah mulai diekspor ke jaringan lain yang membutuhkan. Kapasitas fotosintesis ini terus meningkat bersamaan dengan pencapaian kedewasaan organ daun. Terdapat hubungan interaktif antara perkembangan struktural daun (anatomi-morfologi) dan intensitas cahaya dengan perkembangan kapasitas fotosintetiknya. Tumbuhan yang tumbuh pada tempat dengan intensitas cahaya tinggi, daun berkembang dengan memadahi, sehingga kapasitas fotosintetiknya juga lebih besar.

3. CO₂ dan Fotosintesis

Konsentrasi CO₂ sebagai salah satu prekursor atau bahan dasar asimilasi karbon tentu akan sangat berpengaruh pada produktivitas fotosintesisnya. Tumbuhan menunjukkan kemampuannya dalam memfiksasi CO₂ yang berbeda-beda. Perbedaan ini sangat menyolok antara tumbuhan tipe C-3 dengan C-4 (gb. ..). Jagung (Tumbuhan C-4) dan Kacang tumbuhan C-3)



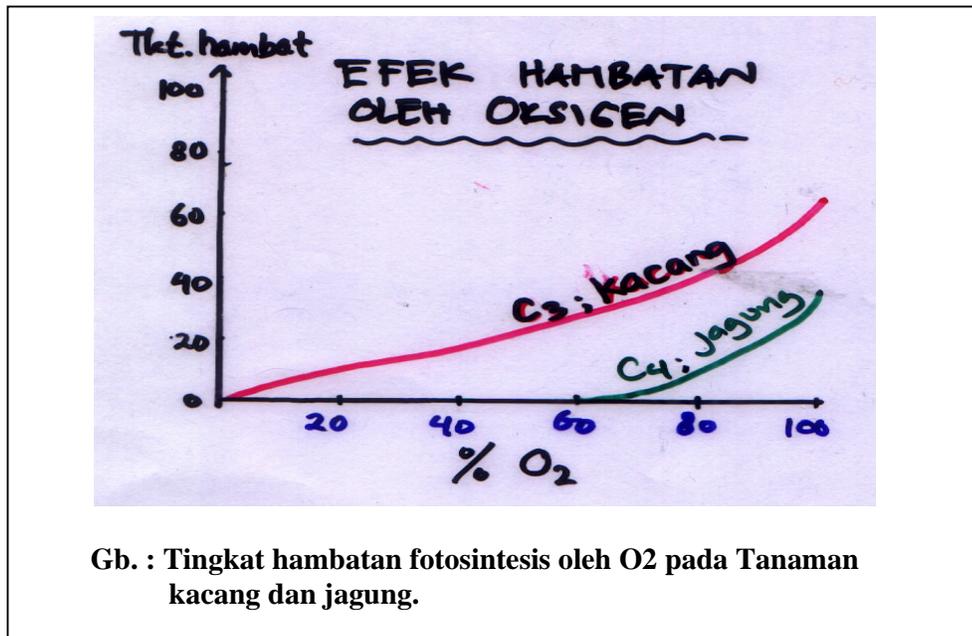
Gb. : Respons Fotosintetik Tumbuhan Jagung dan Kacang pada beberapa level CO₂.

Pada konsentrasi CO₂ lingkungan yang sama (330 ppm), jagung (*Zea mays*) sebagai contoh dari tumbuhan C-4 memiliki laju fotosintesis yang jauh lebih tinggi dibanding dengan kacang, bahkan dengan tumbuhan kacang yang diberi suplai CO₂ 1000 ppm sekalipun. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan C-4 memiliki kemampuan yang sangat efisien dalam memfiksasi CO₂. Pada tumbuhan C-4, CO₂ diikat oleh PEP karboksilase dan menggabungkan dengan PEP menjadi asam oksaloasetat (OAA). OAA ini menjadi timbunan sumber CO₂ di vakuola. Selanjutnya, OAA akan dikonversi menjadi asam malat atau aspartat tergantung jenis

tumbuhannya, yang kemudian ditranspor ke seludang berkas (bundle sheat = Kranz anatomy). Selanjutnya, malat atau aspartat akan didekarboksilasi dan CO₂ yang terlepas akan diikat oleh enzim RubisCo untuk asimilasi karbon pada siklus Calvin.

4. Oksigen dan Fotosintesis

Oksigen merupakan salah satu produk samping dari fotosintesis, dari hasil fotolisis air. Namun demikian, kadar oksigen yang tinggi pada jaringan fotosintetik akan menghambat laju fotosintesis. Grafik berikut menggambarkan bagaimana laju fotosintesis pada beberapa level O₂.



Gb. : Tingkat hambatan fotosintesis oleh O₂ pada Tanaman kacang dan jagung.

Pada kondisi kadar oksigen yang semakin tinggi, laju fotosintesisnya secara signifikan menjadi semakin rendah. Tampak kecenderungan adanya efek interaksi antara konsentrasi CO₂ dan O₂ terhadap laju fotosintesisnya. Namun tingkat penghambatan ini sangat berbeda antara kelompok tumbuhan C-3 dan C-4. Tingkat hambatan fotosintesis oleh adanya oksigen jauh lebih besar terjadi pada tanaman kacang dibanding pada jagung.

Tingkat penghambatan fotosintesis yang begitu besar oleh keberadaan O₂ pada kacang terkait erat dengan intensitas fotorespirasinya. Pada Tumbuhan C-3, laju fotorespirasi sangat intensif. Sebaliknya, pada tumbuhan C-4 sangat rendah. Rendahnya laju fotorespirasi tumbuhan C-4 diduga disebabkan karena pada jaringan fotosintetiknya, rasio CO₂ / O₂ cukup besar. Dengan tingginya CO₂ jaringan, mengurangi peluang terikatnya oksigen pada sisi aktif enzim Rubisco.

Khususnya pada tumbuhan C-4 yang mentranspor timbunan CO₂ dalam bentuk asam amino Aspartat (asam C-4 dalam bentuk Aspartat), laju fotosintesisnya memiliki hubungan erat dengan penyerapan N dari tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Edwards, Gerry and David Walker. 1983. *C3, C4 : Mechanisms and cellular and environmental regulation, of photosynthesis*. Blackwell Sci. Publ. Melbourne.
- Campbell, Neil A.; Jane B. Reece and Lawrence G. Mitchell. 1999. *Biology*. Addison-Wesley, Inc. California
- Salisbury, Frank B. and Cleon W. Ross. 1985. *Plant Physiology*. Wadsworth Publ. Comp. Inc. USA
- Taiz, Lincoln and Eduardo Zeiger. 1991. *Plant Physiology*. The Benjamin/Cummings Publ. Comp. Inc. California
- Raven, Peter H.; Ray F. Evert and Susan E. Eichhorn. *Biology of Plants*. 3rd Ed. Worth Publisher. USA