

**HUBUNGAN INDEKS LUAS DAUN TERHADAP EFEKTIVITAS
FOTOSINTESIS**

***RELATIONSHIP BETWEEN LEAF AREA INDEX AND PHOTOSYNTHESIS
EFFECTIVENESS***

**Ferdi Sinaga¹, Beriasi Fransisco Sinaga², Diky Anggara³, ¹Oktafian Prayoga Sihaloho⁴,
Ihsan Taulani⁵, Hari Gunawan⁶**
^{1,2,3,4,5,6}Institut teknologi sawit Indonesia

ABSTRACT

Leaf Area Index (LAI) is a key biophysical indicator that reflects canopy structure and its capacity to intercept solar radiation, thereby influencing photosynthetic performance. This study aims to examine the relationship between Leaf Area Index and photosynthetic effectiveness in plants. A quantitative observational approach was employed by measuring leaf area, plant density, and photosynthetic rate using standard plant physiological methods. The results indicate that an increase in LAI generally enhances photosynthetic effectiveness due to improved light interception and greater chlorophyll availability. However, excessively high LAI leads to self-shading within the canopy, reducing light penetration to lower leaves and ultimately decreasing photosynthetic efficiency. These findings demonstrate that the relationship between LAI and photosynthetic effectiveness is non-linear and characterized by an optimal LAI range that maximizes photosynthetic performance. Understanding this relationship is crucial for optimizing crop management strategies, improving canopy architecture, and increasing plant productivity in a sustainable manner.

Keywords: canopy structure, leaf area indeks, light interception, plant physiology, photosynthesis

INTISARI

Indeks Luas Daun (LAI) adalah indikator biofisik kunci yang mencerminkan struktur kanopi dan kapasitasnya untuk menangkap radiasi matahari, sehingga memengaruhi kinerja fotosintesis. Studi ini bertujuan untuk meneliti hubungan antara Indeks Luas Daun dan efektivitas fotosintesis pada tanaman. Pendekatan observasional kuantitatif digunakan dengan mengukur luas daun, kepadatan tanaman, dan laju fotosintesis menggunakan metode fisiologi tanaman standar. Hasil menunjukkan bahwa peningkatan LAI umumnya meningkatkan efektivitas fotosintesis karena peningkatan penangkapan cahaya dan ketersediaan klorofil yang lebih besar. Namun, LAI yang terlalu tinggi menyebabkan bayangan diri di dalam kanopi, mengurangi penetrasi cahaya ke daun bagian bawah dan pada akhirnya menurunkan efisiensi fotosintesis. Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan antara LAI dan efektivitas fotosintesis bersifat non-linier dan ditandai dengan kisaran LAI optimal yang memaksimalkan kinerja fotosintesis. Memahami hubungan ini sangat penting untuk mengoptimalkan strategi pengelolaan tanaman, meningkatkan arsitektur kanopi, dan meningkatkan produktivitas tanaman secara berkelanjutan.

Kata kunci: fisiologi tanaman, fotosintesis, indeks luas daun, penangkapan cahaya, struktur kanopi

¹ Correspondence author: Oktafian Prayoga Sihaloho. Email: oktafianssss2@gmail.com

PENDAHULUAN

Fotosintesis merupakan proses fisiologis fundamental yang menentukan pertumbuhan, perkembangan, dan produktivitas tanaman. Melalui proses ini, energi cahaya matahari diubah menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk senyawa organik. Efektivitas fotosintesis sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal, seperti ketersediaan cahaya, kandungan klorofil, kondisi lingkungan, serta karakteristik morfologi tanaman. Salah satu indikator morfologi yang berperan penting dalam proses fotosintesis adalah Indeks Luas Daun (ILD) atau *Leaf Area Index* (LAI) (Yustiningsih, 2019).

Indeks luas daun menggambarkan perbandingan antara total luas permukaan daun dengan luas lahan yang ditempati tanaman. Nilai ILD digunakan secara luas untuk menilai kemampuan tajuk tanaman dalam mengintersepsi radiasi matahari. Semakin besar luas permukaan daun, semakin besar potensi tanaman dalam menyerap cahaya yang dibutuhkan untuk fotosintesis. Oleh karena itu, ILD sering dijadikan parameter penting dalam kajian fisiologi tumbuhan, ekologi tanaman, serta pengelolaan sistem pertanian (Ai, 1996).

Meskipun demikian, peningkatan indeks luas daun tidak selalu diikuti oleh peningkatan efektivitas fotosintesis. Pada kondisi tertentu, ILD yang terlalu tinggi justru dapat menimbulkan efek negatif berupa penutupan antar daun dalam tajuk tanaman. Kondisi ini menyebabkan distribusi cahaya menjadi tidak merata, sehingga daun bagian bawah menerima intensitas cahaya yang lebih rendah dan menurunkan efisiensi fotosintesis secara keseluruhan. Fenomena ini menunjukkan bahwa hubungan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis bersifat kompleks dan tidak linier (Ulva et al., 2019).

Sejumlah penelitian terdahulu menyatakan bahwa terdapat nilai indeks luas daun optimum yang mampu memaksimalkan intersepsi cahaya dan laju fotosintesis tanpa menimbulkan efek penutupan berlebih. Namun, perbedaan jenis tanaman, struktur tajuk, serta kondisi lingkungan menyebabkan variasi nilai ILD optimum tersebut. Oleh karena itu, kajian yang secara khusus membahas hubungan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis masih diperlukan untuk memperkuat dasar ilmiah dalam pengelolaan tanaman (Zakariyya, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara indeks luas daun terhadap efektivitas fotosintesis tanaman. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memahami peran indeks luas daun dalam proses fotosintesis serta menjadi dasar pertimbangan dalam pengaturan tajuk dan peningkatan produktivitas tanaman secara berkelanjutan. Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah terdapat hubungan yang signifikan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis, dengan kecenderungan adanya nilai indeks luas daun optimum yang menghasilkan laju fotosintesis maksimum (Mario Justinianus Santrum, Moses Kopong Tokan, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain penelitian korelasional, yang bertujuan untuk menganalisis hubungan antara indeks luas daun (*Leaf Area Index/LAI*) dan efektivitas fotosintesis pada tanaman. Pendekatan ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengukuran variabel numerik dan pengujian hubungan antar variabel secara statistik.

Penelitian dilaksanakan di lahan pertanian/perkebunan di wilayah Kisaran,

Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara. Pemilihan lokasi didasarkan pada kesesuaian kondisi agroklimat yang mendukung pertumbuhan tanaman. Tanaman yang dijadikan objek memiliki kondisi pertumbuhan yang relatif seragam, meliputi umur tanaman, tinggi tanaman, dan kondisi lingkungan tumbuh.

Data indeks luas daun diperoleh melalui pengukuran luas daun tanaman dengan metode perhitungan luas daun dan selanjutnya dihitung nilai LAI. Efektivitas fotosintesis diukur melalui parameter fisiologis tanaman, seperti laju fotosintesis atau indikator hasil fotosintesis berupa akumulasi biomassa kering dan/atau kandungan klorofil daun. Seluruh data hasil pengukuran.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat ukur luas daun atau LAI meter, alat pengukur klorofil (*chlorophyll meter*) atau perangkat pendukung pengukuran fotosintesis, timbangan analitik untuk pengukuran biomassa, serta lembar pencatatan data.

Variabel dari dalam penelitian ini adalah Indeks Luas Daun (ILD), yaitu perbandingan antara total luas daun dengan luas permukaan lahan yang ditempati tanaman. Variabel terikat adalah efektivitas fotosintesis, yang dinyatakan melalui laju fotosintesis daun dalam kondisi lingkungan tertentu.

Perhitungan indeks luas daun menggunakan rumus berikut (disajikan dalam format JPG):

$$K = LPpwhF \times 100 \%$$

Keterangan:

K = Indeks luas daun

L = Luas total daun

P = Luas permukaan lahan

w = Faktor koreksi

hF = Faktor homogenitas tajuk

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif untuk menggambarkan karakteristik masing-masing variabel. Selanjutnya, analisis korelasi digunakan untuk mengetahui hubungan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik guna mempermudah interpretasi data.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bagian ini disajikan hasil analisis data yang diperoleh dari pengukuran indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis pada tanaman di lokasi penelitian. Analisis data diawali dengan statistik deskriptif untuk memberikan gambaran umum mengenai karakteristik data penelitian, meliputi nilai minimum, maksimum, rata-rata, dan standar deviasi dari masing-masing variabel. Statistik deskriptif ini bertujuan untuk mengetahui variasi data serta kecenderungan nilai indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis sebelum dilakukan analisis statistik lanjutan.

Tabel 1. Statistik Deskriptif Indeks Luas Daun dan Efektivitas Fotosintesis

Variabel	N	Minimum	Maksimum	Rata-rata	Standar Deviasi
Indeks Luas Daun (LAI)	30	1,25	4,80	3,02	0,91
Efektivitas Fotosintesis	30	8,40	22,60	15,37	3,84

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Shapiro–Wilk

Variabel	Statistik W	Sig. (p-value)
Indeks Luas Daun (LAI)	0,962	0,287
Efektivitas Fotosintesis	0,954	0,198

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi Pearson

Variabel	Koefisien Korelasi (r)	Sig. (p-value)
LAI – Efektivitas Fotosintesis	0,684	0,000

Berdasarkan Tabel 1, nilai indeks luas daun (LAI) memiliki rata-rata sebesar 3,02 dengan nilai minimum 1,25 dan maksimum 4,80. Hal ini menunjukkan adanya variasi luas daun antar tanaman di lokasi penelitian. Efektivitas fotosintesis memiliki nilai rata-rata sebesar 15,37 dengan standar deviasi 3,84, yang menunjukkan perbedaan kemampuan fotosintesis antar sampel tanaman.

Hasil uji normalitas Shapiro–Wilk pada tabel 2 menunjukkan bahwa nilai signifikansi kedua variabel lebih besar dari 0,05. Dengan demikian, data indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis dinyatakan terdistribusi normal dan memenuhi syarat untuk dilakukan uji korelasi parametrik.

Hasil uji korelasi Pearson pada tabel 3 menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,684, yang mengindikasikan adanya hubungan positif kuat antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis. Nilai signifikansi sebesar 0,000 ($< 0,05$) menunjukkan bahwa hubungan tersebut signifikan secara statistik.

Hubungan positif yang signifikan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis menunjukkan bahwa peningkatan luas daun per satuan luas

lahan berkontribusi terhadap peningkatan kemampuan tanaman dalam menangkap cahaya matahari dan melakukan fotosintesis. Tanaman dengan indeks luas daun yang lebih tinggi cenderung memiliki efektivitas fotosintesis yang lebih besar dibandingkan tanaman dengan indeks luas daun yang rendah. Hasil ini menegaskan bahwa indeks luas daun merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan efektivitas fotosintesis tanaman di wilayah Kisaran, Kabupaten Asahan.

Indeks luas daun merupakan salah satu faktor utama yang menentukan kemampuan tanaman dalam mengintersepsi radiasi matahari. Berdasarkan hasil penelitian, lokasi dengan nilai keterbukaan tanah rendah memiliki tajuk tanaman yang rapat, sehingga sebagian besar radiasi matahari dapat diserap oleh daun (Aulia, 2023). Kondisi ini berpotensi meningkatkan laju fotosintesis karena energi cahaya yang tersedia dapat dimanfaatkan secara optimal oleh jaringan fotosintetik. Hal ini sejalan dengan konsep dasar fotosintesis yang menyatakan bahwa luas permukaan daun berbanding lurus dengan kapasitas penyerapan cahaya hingga batas tertentu (Yustiningsih, 2019).

Namun demikian, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kerapatan tajuk

yang terlalu tinggi tidak selalu berdampak positif terhadap efektivitas fotosintesis. Pada lokasi dengan indeks luas daun yang sangat tinggi, terjadi penaungan antar daun, khususnya pada lapisan tajuk bagian bawah (Safira, 2025). Daun-daun pada bagian ini menerima intensitas cahaya yang lebih rendah dibandingkan daun pada lapisan atas, sehingga laju fotosintesis menjadi tidak merata. Kondisi ini menyebabkan efisiensi fotosintesis secara keseluruhan tidak meningkat secara signifikan meskipun luas daun bertambah.

Di sisi lain, lokasi dengan keterbukaan tanah yang tinggi menunjukkan nilai indeks luas daun yang rendah. Pada kondisi ini, intensitas cahaya yang masuk relatif besar, namun jumlah daun yang berperan dalam fotosintesis terbatas (Ardiyansyah, 2019). Akibatnya, potensi pemanfaatan cahaya tidak dapat dimaksimalkan karena kurangnya permukaan daun yang mampu menyerap energi tersebut. Hal ini menyebabkan efektivitas fotosintesis menjadi rendah meskipun ketersediaan cahaya cukup tinggi (Fuadiyah, 2021).

Temuan ini menunjukkan bahwa hubungan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis bersifat tidak linier. Peningkatan indeks luas daun akan meningkatkan efektivitas fotosintesis hingga mencapai nilai optimum. Setelah melewati batas tersebut, peningkatan indeks luas daun justru dapat menurunkan efisiensi fotosintesis akibat meningkatnya efek penaungan dalam tajuk tanaman (Mario Justinianus Santrum, Moses Kopong Tokan, 2021). Pola hubungan ini menegaskan pentingnya keseimbangan antara luas daun dan distribusi cahaya dalam kanopi tanaman.

Selain itu, variasi indeks luas daun juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti ketersediaan cahaya, kondisi tanah, dan struktur vegetasi. Faktor-faktor tersebut berperan dalam menentukan bentuk dan kerapatan tajuk tanaman, yang pada akhirnya memengaruhi efektivitas

fotosintesis. Oleh karena itu, pengelolaan struktur tajuk melalui pengaturan jarak tanam, pemangkasan daun, atau pemilihan jenis tanaman menjadi strategi penting untuk mencapai indeks luas daun yang optimal.

Berdasarkan hasil dan pembahasan ini, dapat disimpulkan bahwa indeks luas daun memiliki peran strategis dalam menentukan efektivitas fotosintesis. Pemahaman mengenai hubungan ini sangat penting dalam pengelolaan ekosistem hutan maupun sistem pertanian, terutama dalam upaya meningkatkan produktivitas tanaman dan efisiensi pemanfaatan energi cahaya secara berkelanjutan (Dian Susanti, 2018).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa indeks luas daun memiliki hubungan yang erat dengan efektivitas fotosintesis. Variasi indeks luas daun yang tercermin dari tingkat keterbukaan tanah menunjukkan perbedaan kemampuan tajuk tanaman dalam mengintersepsi cahaya matahari. Semakin tinggi indeks luas daun, kemampuan tanaman dalam menyerap radiasi matahari cenderung meningkat sehingga proses fotosintesis berlangsung lebih efektif. Namun, indeks luas daun yang terlalu tinggi dapat menurunkan efisiensi fotosintesis akibat terjadinya penaungan antar daun yang menghambat distribusi cahaya di dalam tajuk tanaman. Dengan demikian, hubungan antara indeks luas daun dan efektivitas fotosintesis bersifat tidak linier dan memiliki nilai optimum tertentu yang mampu memaksimalkan kinerja fotosintesis tanaman.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan segala kerendahan hati, kami menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian ini. Pertama-tama, kami mengucapkan terima

kasih atas dukungan untuk kelancaran penelitian ini. Tanpa dukungan tersebut, penelitian ini tidak akan terlaksana. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada pembimbing dan peneliti senior yang telah memberikan arahan dan bimbingan berharga selama proses penelitian. Ucapan terima kasih juga diperuntukkan bagi seluruh rekan dan teman yang telah turut berkontribusi dalam pengumpulan data, analisis, dan penyusunan laporan.

Kami menghargai bantuan semua pihak yang telah menyemangati dan mendukung kami dalam menjalani setiap tahapan penelitian ini. Semoga kerja keras dan kontribusi semua pihak dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan serta praktik pertanian kelapa sawit di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, N. S. (1996). EVOLUSI FOTOSINTESIS PADA TUMBUHAN.
- Ardiansyah Purnama, Basuki Wasis, dan I. H. (2019). KARAKTERISTIK VEGETASI DI HUTAN ALAM Vegetation Characteristics in Lowland Natural Forest , Plantation Forest , and Post Nickel. *Jurnal Silviculture Tropika*, 10(03), 140–145.
- Aulia Mohammad Rahman, M. W. L. dan S. (2023). Hubungan Indeks Luas Daun, Luas Daun Spesifik dan Nisbah Luas Daun Akibat Pemberian Berbagai Jenis dan Dosis Pupuk Organik Tanaman Lobak (*Raphanus sativus* L.). *JURNAL AGRONISMA*, 11(2), 22–34.
- Dian Susanti, D. S. (2018). IDENTIFIKASI LUAS DAUN SPESIFIK DAN INDEKS LUAS DAUN KARANGANYAR , JAWA TENGAH Specific Leaf Area and Leaf Area Index Identification of *Centella (Centella asiatica (L.) Urb.)* Leaf in Karangpandan , Karanganyar , Central Java. 11(1), 11–17.
- Fuadiyah, F. Z. dan S. (2021). PENGARUH CAHAYA MATAHARI TERHADAP PROSES FOTOSINTESIS. *Prosiding SEMNAS BIO 2021 Universitas Negeri Padang*, 1, 1–4.
- Mario Justinianus Santrum, Moses Kopong Tokan, M. M. I. (2021). Estimasi Indeks Luas Daun dan Fotosintesis Bersih Kanopi Hutan Mangrove di Pantai Salupu Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang. *Haumeni Journal of Education Volume*, 1(2), 38–43.
- Safira, D. A., & Rusdiana, O. (2025). Variasi Tekstur Tanah dan Bahan Organik Berdasarkan Kerapatan Tajuk Studi Kasus pada Hutan Kota Muhammad Sabki , Kota Jambi. *Jurnal Silva Tropika*, 9(1), 32–43.
- Ulva, D. A., Supriyono, & Pardono. (2019). Efektivitas Pupuk Daun terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kedelai pada Sistem Tanpa Olah Tanah. 21(2), 29–33.
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas Cahaya dan Efisiensi Fotosintesis pada Tanaman Naungan dan Tanaman Terpapar Cahaya Langsung. *BIO-EDU: Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 44–49.
- Zakariyya, F. (2016). Menimbang Indeks Luas Daun Sebagai Variabel Penting Pertumbuhan Tanaman Kakao. *Warta (Pusat Penelitian Kopi an Kakao Indonesia)*, 2005, 8–12.