



PERBANDINGAN LAJU FOTOSINTESIS PADA TANAMAN YANG TUMBUH DITEMPAT TERANG DAN GELAP

Novita Debora Zega¹⁾, Elsa Greta Mendrofa²⁾, Chelsa Julian Gea³⁾, Lola Sri Wahyuni Halawa⁴⁾,
Herni Susanti Lase⁵⁾, Irwilan Waruwu⁶⁾, Natalia Kristiani Lase⁷⁾

¹⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: zegadebora15@gmail.com

²⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: elsagreta10@gmail.com

³⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: chelsagea@gmail.com

⁴⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: lolahalawa07@mail.com

⁵⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: hernisusantilase@gmail.com

⁶⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: wilanwaruwu@gmail.com

⁷⁾Agroteknologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: natalialase16@gmail.com

Abstract

This study was conducted to explore the differences in the rate of photosynthesis in plants growing in light and dark environments, focusing on corn (*Zea mays*) and mung bean (*Vigna radiata*). Photosynthesis is an essential process that allows plants to generate energy from sunlight, with light being a key factor that determines the efficiency of this process. In this study, the plants were grown in two different conditions: a light environment with direct sunlight exposure and a dark environment with no light exposure. Observations were made over a period of one month to record the morphological and physiological differences in the plants. The results showed that plants growing in the light environment had a higher rate of photosynthesis, indicated by fresh green leaves due to optimal chlorophyll formation.

Keywords: Photosynthesis; Light; Etiolation; Plant Growth.

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi perbedaan laju fotosintesis pada tanaman yang tumbuh di lingkungan terang dan gelap, dengan fokus pada tanaman jagung (*Zea mays*) dan kacang hijau (*Vigna radiata*). Fotosintesis adalah proses penting yang memungkinkan tanaman menghasilkan energi dari cahaya matahari, dengan cahaya sebagai faktor utama yang menentukan efisiensi proses ini. Dalam penelitian ini, tanaman ditanam di dua kondisi berbeda: lingkungan terang yang mendapatkan paparan cahaya matahari langsung dan lingkungan gelap yang sama sekali tidak terpapar cahaya. Pengamatan dilakukan selama satu bulan untuk mencatat perbedaan morfologi dan fisiologi tanaman. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh di tempat terang memiliki laju fotosintesis lebih tinggi, ditunjukkan dengan warna daun hijau segar akibat pembentukan klorofil yang optimal. Tanaman ini juga menunjukkan batang yang kokoh, daun yang lebar, dan struktur yang lebih proporsional dibandingkan dengan tanaman di tempat gelap.

Kata Kunci: Fotosintesis; Cahaya; Etiolasi; Pertumbuhan Tanaman.



PENDAHULUAN

Fotosintesis merupakan proses fundamental yang dilakukan oleh tumbuhan hijau, alga, dan beberapa bakteri untuk menghasilkan energi kimia dalam bentuk glukosa dengan memanfaatkan cahaya matahari, karbon dioksida, dan air. Proses ini sangat bergantung pada keberadaan cahaya sebagai sumber energi utama. Dalam reaksi fotosintesis, klorofil pada daun menangkap cahaya untuk mengubah karbon dioksida menjadi senyawa organik, dengan oksigen sebagai produk sampingan.

Intensitas cahaya merupakan salah satu faktor lingkungan yang memengaruhi laju fotosintesis. Tanaman yang tumbuh di lingkungan terang cenderung memiliki laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan tanaman di tempat gelap, karena ketersediaan cahaya yang optimal memungkinkan proses penyerapan energi berjalan lebih efektif. Sebaliknya, di lingkungan tanpa cahaya, proses fotosintesis menjadi terhambat atau bahkan tidak terjadi, karena tidak ada energi yang dapat digunakan untuk menggerakkan reaksi fotokimia.

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan laju fotosintesis antara tanaman yang tumbuh di tempat terang dan gelap. Dengan mengetahui pengaruh intensitas cahaya terhadap fotosintesis, diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan mengenai kebutuhan cahaya bagi pertumbuhan tanaman, serta implikasinya dalam pengelolaan lahan pertanian atau perkebunan.

Fotosintesis tidak hanya penting bagi tanaman itu sendiri, tetapi juga bagi ekosistem secara keseluruhan. Melalui proses ini, tanaman menyediakan oksigen yang vital bagi kehidupan makhluk aerobik dan berkontribusi pada siklus karbon global. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam mengenai faktor-faktor yang memengaruhi fotosintesis, seperti intensitas cahaya, sangat penting untuk mendukung upaya pelestarian lingkungan dan keberlanjutan sumber daya alam.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa intensitas cahaya yang rendah atau ketiadaan cahaya dapat mengurangi efisiensi fotosintesis secara drastis. Dalam kondisi gelap, tanaman tidak mampu melakukan reaksi terang fotosintesis yang memproduksi ATP dan NADPH sebagai energi untuk reaksi gelap. Hal ini menyebabkan tanaman hanya bergantung pada respirasi untuk memenuhi kebutuhannya, yang dapat berakibat pada pertumbuhan yang terhambat atau bahkan kematian pada kondisi ekstrim.

Namun, belum banyak penelitian yang secara langsung membandingkan laju fotosintesis tanaman pada kondisi terang dan gelap dalam jangka waktu tertentu. Penelitian ini dirancang untuk mengisi celah tersebut dengan mempelajari perbedaan kuantitatif laju fotosintesis melalui pengukuran kadar oksigen yang dilepaskan atau perubahan kadar karbon dioksida. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan bukti empiris mengenai hubungan antara intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis, yang dapat digunakan sebagai acuan dalam berbagai aplikasi, termasuk budidaya tanaman dalam ruang tertutup atau daerah dengan intensitas cahaya rendah.

KAJIAN PUSTAKA

1. Proses Fotosintesis

Fotosintesis adalah proses biokimia yang dilakukan oleh tanaman, alga, dan beberapa mikroorganisme untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa. Proses ini sangat penting untuk kehidupan di Bumi karena menghasilkan oksigen yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dan menyuplai sumber energi bagi organisme heterotrof (Nelson & Cox, 2017).

Fotosintesis terjadi di dalam kloroplas pada sel tanaman, yang mengandung klorofil sebagai pigmen utama yang menyerap cahaya matahari. Proses ini melibatkan dua tahap utama, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap (siklus Calvin). Pada reaksi terang, cahaya digunakan untuk memecah molekul air, menghasilkan oksigen dan energi yang disimpan dalam bentuk ATP dan NADPH. Pada tahap berikutnya, ATP dan NADPH digunakan untuk mengubah karbon dioksida menjadi glukosa dalam siklus Calvin.

2. Pengaruh Cahaya terhadap Laju Fotosintesis

Cahaya merupakan faktor penting yang mempengaruhi laju fotosintesis. Dalam kondisi terang, intensitas cahaya yang tinggi meningkatkan laju fotosintesis karena lebih banyak energi yang tersedia untuk proses ini. Sebaliknya, di tempat gelap, tidak ada cahaya yang dapat digunakan untuk reaksi terang, sehingga fotosintesis tidak dapat berlangsung secara optimal (Taiz et al., 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Feng et al. (2020) menunjukkan bahwa tanaman yang tumbuh di tempat terang memiliki laju fotosintesis yang lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman yang tumbuh di tempat gelap. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan cahaya yang lebih banyak, yang memungkinkan tanaman untuk menghasilkan ATP dan NADPH dalam jumlah lebih besar, yang selanjutnya mendukung proses sintesis glukosa.



3. Efek Lingkungan Gelap

Pada kondisi gelap, tanaman tidak dapat melakukan reaksi terang yang memerlukan cahaya. Meskipun demikian, reaksi gelap yang dikenal dengan siklus Calvin tetap dapat berlangsung menggunakan simpanan energi yang ada, tetapi proses ini tidak dapat berlangsung lama tanpa cahaya yang cukup untuk menggantikan energi yang hilang selama reaksi terang (Schwartz, 2018). Tanaman yang terus-menerus berada dalam kegelapan akan mengalami penurunan laju fotosintesis secara signifikan karena tidak adanya cahaya yang dapat digunakan untuk memecah air dan menghasilkan energi.

Gibson dan Smirnoff (2017) juga mengungkapkan bahwa tanaman yang tumbuh di tempat gelap lebih cenderung mengalami penurunan pertumbuhan karena tidak dapat memproduksi energi dalam jumlah yang cukup. Dalam jangka panjang, tanaman ini akan mengalami gejala seperti daun yang menguning dan pertumbuhan yang terhambat.

4. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Laju Fotosintesis

Laju fotosintesis tanaman dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang tersedia. Pada intensitas cahaya yang rendah (misalnya, di tempat gelap), laju fotosintesis berkurang. Hal ini dikarenakan klorofil tidak dapat menyerap energi cahaya dalam jumlah yang cukup untuk mendorong proses fotosintesis (Araujo et al., 2018). Sebaliknya, pada intensitas cahaya yang tinggi, laju fotosintesis meningkat hingga mencapai titik jenuh, di mana peningkatan cahaya lebih lanjut tidak meningkatkan laju fotosintesis secara signifikan.

Penelitian oleh Sage & Kubien (2013) menunjukkan bahwa tanaman yang menerima lebih banyak cahaya memiliki kemampuan fotosintesis yang lebih tinggi, sementara tanaman di tempat gelap atau dengan cahaya yang terbatas mengalami stres dan laju fotosintesis yang rendah.

METODE PENELITIAN

1. Lokasi dan Waktu Penelitian

- **Lokasi:**
 - a. Tempat terang: di halaman rumah atau area yang terkena sinar matahari langsung.
 - b. Tempat gelap: di dalam ruangan tertutup tanpa akses cahaya.
- **Waktu Penelitian:** Penelitian berlangsung selama 31 hari, mulai dari 2 November 2024 hingga 2 Desember 2024.

2. Populasi dan Sampel

- **Populasi:** Bibit tanaman jagung dan kacang hijau.
- **Sampel:**

- Tempat terang: 2 tanaman jagung dan 3 tanaman kacang hijau.
- Tempat gelap: 3 tanaman jagung dan 2 tanaman kacang hijau.

3. Rancangan dan Variabel Penelitian

- **Rancangan Penelitian:** Penelitian dilakukan dengan membandingkan pertumbuhan tanaman di dua lingkungan yang berbeda (terang dan gelap).
- **Variabel Penelitian:**
 - Variabel bebas: Intensitas cahaya (terang dan gelap).
 - Variabel terikat: Tinggi tanaman, warna daun, dan kondisi batang.
 - Variabel kontrol: Tanah, jumlah air, dan kualitas bibit.

4. Instrumen Penelitian

- **Alat:**
 - Polybag.
 - Penggaris untuk mengukur tinggi tanaman.
 - Kamera untuk dokumentasi visual.
- **Bahan:**
 - Tanah hitam.
 - Bibit jagung dan kacang hijau.
 - Air.

5. Teknik Pengumpulan Data

- **Observasi:** Pemantauan harian terhadap pertumbuhan tanaman di tempat terang dan gelap.
- **Pengukuran Fisik:** Mengukur tinggi tanaman dan mencatat warna daun serta kondisi batang.
- **Dokumentasi:** Mengambil foto untuk mendukung hasil pengamatan.

6. Cara Kerja

1. Rendam biji jagung dan kacang hijau selama 24 jam untuk mempercepat proses perkecambahan.
2. Siapkan polybag yang diisi dengan tanah hitam.
3. Tanam biji jagung dan kacang hijau ke dalam polybag dengan jarak yang cukup untuk menghindari kompetisi.
4. Letakkan polybag:
 - Tempat terang: di area dengan sinar matahari langsung.
 - Tempat gelap: di ruang tertutup tanpa akses cahaya.
5. Siram tanaman setiap hari agar tanah tetap lembab, tetapi hindari kelebihan air.
6. Catat tinggi tanaman dan perubahan morfologinya setiap hari selama 31 hari.

7. Teknik Analisis Data

- Data dianalisis menggunakan metode statistik sederhana untuk membandingkan tinggi rata-rata tanaman di kedua kondisi.
- Hasil dianalisis berdasarkan teori fotosintesis dan efek cahaya terhadap tanaman.



Penelitian ini dilakukan di dua lokasi dengan kondisi pencahayaan berbeda:

- **Tempat terang:** Area terbuka yang terkena sinar matahari langsung.
 - **Tempat gelap:** Ruangan tertutup tanpa akses cahaya.
- Penelitian berlangsung selama 31 hari, dari 2 November hingga 2 Desember 2024.

Populasi dan Sampel

- **Populasi:** Tanaman jagung (*Zea mays*) dan kacang hijau (*Vigna radiata*).
- **Sampel:**
 - **Tempat terang:** 2 tanaman jagung dan 3 tanaman kacang hijau.
 - **Tempat gelap:** 3 tanaman jagung dan 2 tanaman kacang hijau.

Rancangan dan Variabel Penelitian

- **Rancangan penelitian:** Eksperimen perbandingan antara tanaman di tempat terang dan gelap.
- **Variabel penelitian:**
 - **Variabel bebas:** Intensitas cahaya (terang vs. gelap).
 - **Variabel terikat:** Tinggi tanaman, warna daun, dan kondisi batang.
 - **Variabel kontrol:** Tanah, jumlah air, dan kualitas bibit.

Prosedur Penelitian

1. **Persiapan:**
 - Rendam biji jagung dan kacang hijau selama 24 jam untuk mempercepat perkecambahan.
 - Tanam biji ke dalam polybag yang telah diisi tanah hitam, dengan jarak tanam yang cukup.
2. **Perlakuan:**
 - Letakkan polybag di tempat terang dan gelap sesuai dengan desain eksperimen.
 - Siram tanaman setiap hari dengan jumlah air yang sama.
3. **Pengamatan:**
 - Ukur tinggi tanaman setiap hari menggunakan penggaris.
 - Catat perubahan warna daun, kondisi batang, dan gejala etiolasi.
 - Dokumentasikan hasil pengamatan dengan foto secara berkala.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

1. **Tanaman di Tempat Terang:** Tanaman yang ditempatkan di tempat terang menunjukkan pertumbuhan yang stabil, dengan batang yang kokoh, daun yang berwarna hijau cerah, dan pertumbuhan yang proporsional. Tinggi rata-rata tanaman jagung dan kacang hijau bertambah setiap hari, meskipun dengan laju yang relatif lebih lambat dibandingkan tanaman di tempat gelap. Berikut adalah ringkasan hasil pengamatan:
 - **Jagung:** Batang berwarna hijau, kokoh, dengan perkembangan daun yang lebar.
 - **Kacang Hijau:** Daun hijau lebar dan batang tegak lurus, dengan pertumbuhan tinggi yang signifikan hingga mencapai rata-rata 20 cm dalam minggu pertama dan terus bertambah hingga akhir penelitian.
2. **Tanaman di Tempat Gelap:** Tanaman yang ditempatkan di tempat gelap menunjukkan pertumbuhan yang lebih cepat dalam hal tinggi batang, tetapi kondisi fisiknya lebih lemah dibandingkan tanaman di tempat terang. Fenomena etiolasi terlihat jelas, dengan batang yang panjang tetapi rapuh, serta daun yang berwarna kuning pucat akibat kurangnya klorofil. Berikut adalah ringkasan hasil pengamatan:
 - **Jagung:** Tinggi batang meningkat cepat dalam minggu pertama, tetapi batang terlihat lemah dan warna daun kuning.
 - **Kacang Hijau:** Tinggi batang bertambah pesat, tetapi tanaman cenderung melengkung ke arah sumber cahaya, dengan daun berwarna kuning.

Pembahasan

1. **Pengaruh Cahaya terhadap Fotosintesis dan Pertumbuhan**

Cahaya memainkan peran penting dalam proses fotosintesis. Tanaman di tempat terang memperoleh cukup cahaya untuk memproduksi energi melalui fotosintesis, menghasilkan klorofil yang memberikan warna hijau pada daun. Sebaliknya, tanaman di tempat gelap tidak dapat melakukan fotosintesis secara optimal, sehingga batang memanjang akibat konsentrasi hormon auksin yang tinggi.
2. **Etiolasi pada Tanaman di Tempat Gelap**

Fenomena etiolasi pada tanaman di tempat gelap terjadi karena distribusi hormon auksin yang tidak terurai oleh cahaya. Hal ini menyebabkan pemanjangan batang yang tidak proporsional sebagai upaya mencari sumber cahaya. Meskipun tinggi batang meningkat, kondisi fisik tanaman menjadi lemah, daun kecil, dan warna kuning pucat akibat kurangnya klorofil.



3. **Pertumbuhan Proporsional di Tempat Terang**
Tanaman di tempat terang menunjukkan pertumbuhan yang lebih sehat, dengan batang yang kokoh, daun hijau, dan struktur yang stabil. Cahaya menghambat konsentrasi auksin berlebih, sehingga pertumbuhan batang terjadi secara proporsional. Hal ini menjadikan tanaman lebih tahan terhadap tekanan lingkungan.
4. **Efisiensi Energi:** Tanaman di tempat terang lebih efisien dalam menggunakan energi yang dihasilkan dari fotosintesis untuk pertumbuhan dan perkembangan. Sebaliknya, tanaman di tempat gelap hanya bergantung pada cadangan energi awal, yang menyebabkan tanaman cepat layu atau mati dalam jangka panjang.

Analisis Perbandingan Pertumbuhan di Tempat Terang dan Gelap

1. **Pertumbuhan Tinggi Tanaman:** Pengamatan menunjukkan bahwa tanaman di tempat gelap mengalami pertumbuhan tinggi batang yang lebih cepat dibandingkan tanaman di tempat terang. Hal ini disebabkan oleh hormon auksin, yang tidak terurai di tempat gelap sehingga memacu pemanjangan sel secara berlebihan. Namun, pertumbuhan ini tidak disertai dengan peningkatan biomassa yang signifikan, sehingga batang menjadi rapuh dan tidak kokoh. Sebaliknya, tanaman di tempat terang menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat tetapi kokoh, karena energi dari fotosintesis digunakan untuk memperkuat struktur tanaman, termasuk batang, daun, dan akar.
2. **Warna Daun dan Klorofil:** Daun tanaman di tempat terang berwarna hijau cerah, menunjukkan kandungan klorofil yang tinggi sebagai hasil dari fotosintesis yang optimal. Sementara itu, tanaman di tempat gelap memiliki daun berwarna kuning pucat akibat kekurangan klorofil. Kurangnya klorofil ini membuat tanaman tidak mampu menyerap energi cahaya dengan efisien jika kondisi lingkungan berubah.
3. **Gejala Etiolasi di Tempat Gelap:** Tanaman di tempat gelap menunjukkan gejala etiolasi yang jelas, yaitu:
 - o Pemanjangan batang secara berlebihan untuk mencari sumber cahaya.
 - o Warna daun dan batang kuning pucat.
 - o Struktur batang yang lemah dan mudah roboh.
 - o Daun kecil dengan permukaan yang tidak optimal untuk menangkap cahaya. Kondisi ini menunjukkan bahwa meskipun tinggi tanaman bertambah, kesehatan dan daya tahan tanaman berkurang secara signifikan.
4. **Respon terhadap Lingkungan:** Tanaman di tempat terang beradaptasi dengan memanfaatkan cahaya untuk fotosintesis, yang menghasilkan energi dalam bentuk ATP dan NADPH. Adaptasi

ini memungkinkan tanaman berkembang dengan struktur yang sehat dan tahan terhadap tekanan lingkungan. Di sisi lain, tanaman di tempat gelap menunjukkan keterbatasan adaptasi karena energi yang dihasilkan hanya berasal dari cadangan biji, yang cepat habis.

5. **Efek Panjang Penelitian:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman di tempat gelap hanya mampu bertahan dalam waktu yang lebih singkat dibandingkan tanaman di tempat terang. Setelah beberapa hari, tanaman di tempat gelap mulai menunjukkan tanda-tanda layu, dan sebagian besar mati sebelum akhir penelitian. Hal ini membuktikan pentingnya cahaya untuk kelangsungan hidup tanaman dalam jangka panjang.

Implikasi Hasil Penelitian

1. **Aplikasi Praktis dalam Budidaya Tanaman**
Hasil penelitian ini memberikan wawasan penting bagi praktik budidaya tanaman. Tanaman yang ditempatkan di tempat terang menghasilkan hasil yang lebih baik dari segi kesehatan dan ketahanan. Hal ini relevan untuk pertanian, hortikultura, dan pengelolaan lingkungan dalam menentukan kebutuhan pencahayaan untuk berbagai jenis tanaman.
2. **Kondisi Lingkungan Tertutup:** Untuk pertanian dalam ruangan atau ruang tertutup seperti rumah kaca, pencahayaan buatan dapat digunakan untuk meniru kondisi terang agar tanaman tetap dapat melakukan fotosintesis. Lampu dengan spektrum merah dan biru direkomendasikan karena efektif dalam merangsang pembentukan klorofil dan fotosintesis.
3. **Pengembangan Teknologi Pertanian:** Penelitian ini mendukung pengembangan teknologi seperti lampu tumbuh (*grow light*), yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi fotosintesis pada tanaman di lingkungan dengan cahaya minim. Selain itu, hasil ini juga relevan dalam desain sistem hidroponik dan aeroponik di daerah urban.
4. **Implikasi Ekologis:** Pemahaman mengenai peran cahaya dalam fotosintesis dapat diterapkan dalam pelestarian ekosistem alami. Tanaman di hutan yang mengalami kanopi padat (minim cahaya) dapat diberikan perhatian khusus untuk memastikan pertumbuhan optimal melalui pengelolaan lingkungan yang tepat.

Pembahasan Mendalam Berdasarkan Literatur

1. **Fotosintesis dan Spektrum Cahaya**
Spektrum cahaya merah (600-700 nm) dan biru (400-500 nm) adalah spektrum yang paling efektif untuk fotosintesis. Tanaman di tempat terang memanfaatkan spektrum ini untuk menghasilkan energi kimia dalam bentuk glukosa, yang mendukung pertumbuhan dan perkembangan. Tanaman di tempat gelap tidak



mendapatkan akses ke spektrum ini, sehingga mengandalkan metabolisme cadangan energi yang terbatas.

2. **Peran Hormon dalam Pertumbuhan Tanaman**
Hormon auksin memainkan peran kunci dalam mengatur pemanjangan sel tanaman. Di tempat terang, auksin terurai di bawah paparan cahaya, sehingga pertumbuhan batang lebih lambat tetapi kokoh. Di tempat gelap, auksin terakumulasi secara berlebihan, menyebabkan pemanjangan batang yang cepat tetapi tidak disertai kekuatan struktural.
3. **Keterkaitan dengan Penelitian Terdahulu**
Hasil penelitian ini konsisten dengan studi sebelumnya oleh Smith (2018) dan Liu et al. (2020), yang menunjukkan bahwa intensitas cahaya memengaruhi laju fotosintesis dan kandungan klorofil tanaman. Penelitian ini memperkuat bukti bahwa cahaya tidak hanya penting untuk fotosintesis tetapi juga untuk pembentukan struktur tanaman yang sehat.

Perbandingan Morfologi Tanaman di Tempat Terang dan Gelap

Tanaman yang tumbuh di tempat terang dan gelap memiliki perbedaan morfologi yang signifikan:

- **Batang:** Di tempat terang, batang tumbuh lebih pendek tetapi kokoh, karena energi digunakan untuk memperkuat struktur. Sebaliknya, batang di tempat gelap tumbuh panjang tetapi lemah, akibat aktivitas hormon auksin yang tidak terurai.
- **Daun:** Daun tanaman di tempat terang berwarna hijau cerah karena klorofil terbentuk dengan baik melalui fotosintesis. Di tempat gelap, daun berwarna kuning pucat karena kurangnya klorofil akibat minimnya aktivitas fotosintesis.
- **Akar:** Sistem perakaran di tempat terang lebih berkembang dibandingkan di tempat gelap, karena fotosintesis menghasilkan energi untuk mendukung pembentukan akar.

Efek Durasi dan Intensitas Cahaya terhadap Fotosintesis

Intensitas dan durasi cahaya memengaruhi efisiensi fotosintesis. Pada tanaman di tempat terang, durasi pencahayaan yang cukup memberikan kesempatan bagi kloroplas untuk beraktivitas secara optimal. Sebaliknya, ketiadaan cahaya di tempat gelap menghambat pembentukan ATP dan NADPH, yang merupakan sumber energi utama bagi tanaman. Akibatnya, metabolisme tanaman bergantung pada cadangan energi dari biji, yang menyebabkan kondisi tanaman cepat memburuk.

Fenomena Penghambatan Auksin oleh Cahaya
Cahaya menghambat distribusi auksin, yang merupakan hormon pemanjangan batang. Di tempat terang, cahaya memecah molekul auksin, sehingga konsentrasinya

terkendali. Ini menjelaskan pertumbuhan yang lebih proporsional pada tanaman di tempat terang. Sebaliknya, di tempat gelap, auksin terakumulasi, memicu pertumbuhan batang yang panjang tetapi tidak diimbangi dengan kekuatan struktural.

Peran Spektrum Cahaya terhadap Pertumbuhan
Spektrum cahaya merah dan biru, yang dominan dalam sinar matahari, berkontribusi pada aktivitas fotosintesis. Tanaman di tempat terang memanfaatkan spektrum ini untuk menghasilkan energi, yang digunakan untuk pertumbuhan daun, batang, dan akar. Tanaman di tempat gelap, yang tidak mendapatkan spektrum ini, mengalami pertumbuhan yang tidak seimbang, ditandai dengan batang panjang tetapi lemah, dan daun kecil yang pucat.

Ketahanan Tanaman terhadap Tekanan Lingkungan
Tanaman di tempat terang menunjukkan ketahanan yang lebih baik terhadap tekanan lingkungan karena pertumbuhan yang sehat dan proporsional. Kondisi ini mempersiapkan tanaman untuk menghadapi perubahan lingkungan, seperti fluktuasi suhu dan ketersediaan air. Sebaliknya, tanaman di tempat gelap lebih rentan terhadap kondisi buruk karena kelemahan struktural dan kurangnya energi dari fotosintesis.

Dampak Panjang Penelitian terhadap Pertumbuhan Tanaman

Pengamatan selama 31 hari memberikan wawasan bahwa tanaman di tempat terang dapat terus bertumbuh dengan kondisi yang baik, meskipun pertumbuhan tinggi batang lebih lambat. Di tempat gelap, tanaman mengalami kematian lebih cepat akibat kehabisan cadangan energi dan ketidakmampuan untuk menghasilkan energi baru melalui fotosintesis.

Relevansi Penelitian dengan Kehidupan Sehari-hari

- **Pertanian dan Hortikultura:** Penelitian ini relevan untuk menentukan kebutuhan pencahayaan tanaman dalam pertanian modern, termasuk sistem hidroponik dan rumah kaca.
- **Urban Farming:** Hasil ini penting bagi urban farming, di mana pencahayaan buatan dapat digunakan untuk memastikan keberhasilan pertumbuhan tanaman di ruang tertutup.
- **Pemilihan Lokasi Tanam:** Pengetahuan ini membantu petani memilih lokasi tanam yang sesuai untuk jenis tanaman tertentu, memastikan pencahayaan yang cukup untuk mendukung pertumbuhan optimal.



KESIMPULAN

Fotosintesis adalah proses biokimia yang sangat bergantung pada cahaya untuk mengubah karbon dioksida dan air menjadi glukosa dan oksigen. Cahaya merupakan faktor utama yang memengaruhi laju fotosintesis, sehingga keberadaan atau ketiadaan cahaya di lingkungan tanaman sangat memengaruhi produktivitas fotosintesis.

1. **Laju Fotosintesis di Tempat Terang:** Tanaman yang tumbuh di tempat terang memiliki akses optimal terhadap intensitas cahaya, yang merupakan sumber energi utama dalam reaksi terang fotosintesis. Kondisi ini meningkatkan aktivitas klorofil untuk menangkap cahaya, sehingga lebih banyak energi dihasilkan untuk memecah molekul air (fotolisis) dan menghasilkan ATP serta NADPH yang diperlukan dalam siklus Calvin. Akibatnya, laju fotosintesis menjadi tinggi, menghasilkan lebih banyak glukosa dan oksigen. Hal ini juga mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih cepat dan sehat.
2. **Laju Fotosintesis di Tempat Gelap:** Di tempat gelap, fotosintesis sangat terbatas karena tidak ada cahaya yang cukup untuk memicu reaksi terang. Tanaman hanya dapat melakukan proses respirasi seluler, di mana cadangan energi dalam bentuk glukosa digunakan untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Dalam jangka panjang, kurangnya fotosintesis menyebabkan penurunan cadangan energi, menghambat pertumbuhan, dan dapat mengakibatkan kematian tanaman.
3. **Faktor Utama yang Mempengaruhi Perbedaan Laju Fotosintesis**
 - o **Intensitas Cahaya:** Cahaya merupakan katalis utama untuk reaksi terang. Tanaman di tempat terang mendapat cahaya yang cukup, sedangkan di tempat gelap intensitasnya nol.
 - o **Produksi Energi (ATP dan NADPH):** Tanaman di tempat terang mampu menghasilkan energi lebih banyak dibandingkan tanaman di tempat gelap.
 - o **Efisiensi Siklus Calvin:** Tempat terang mendukung produksi gula secara maksimal, sedangkan tempat gelap hanya mengandalkan energi cadangan.
4. **Dampak Terhadap Pertumbuhan Tanaman:** Tanaman di tempat terang tumbuh lebih subur dengan daun yang lebih hijau karena produksi klorofil yang optimal, sementara tanaman di tempat gelap menunjukkan pertumbuhan yang terhambat, daun pucat, dan kemungkinan mati jika kekurangan energi berlangsung terlalu lama.
5. **Implikasi Ekologis :** Tanaman yang tumbuh di tempat terang lebih mampu menyerap karbon dioksida dan melepaskan oksigen ke atmosfer,

sehingga berkontribusi pada keseimbangan ekosistem global. Di sisi lain, tanaman di tempat gelap tidak mampu memberikan kontribusi serupa karena laju fotosintesis yang sangat rendah atau bahkan nihil.

6. **Dampak pada Produktivitas Pertanian:** Dalam konteks pertanian, pemahaman mengenai peran cahaya sangat penting. Tanaman yang ditanam di area dengan pencahayaan optimal memiliki produktivitas yang jauh lebih tinggi dibandingkan tanaman di area dengan cahaya minim. Oleh karena itu, petani perlu memperhatikan pengelolaan cahaya melalui sistem pertanian modern, seperti rumah kaca dengan pencahayaan buatan, untuk meningkatkan hasil panen.
7. **Adaptasi Tanaman:** Beberapa tanaman yang biasa tumbuh di lingkungan dengan cahaya rendah (tanaman naungan) memiliki mekanisme adaptasi, seperti meningkatkan jumlah klorofil per satuan luas daun atau memperlambat laju respirasi. Namun, meski ada adaptasi, kemampuan fotosintesis tanaman di tempat gelap tetap jauh lebih rendah dibandingkan tanaman di tempat terang.
8. **Faktor Lain yang Berinteraksi:** Selain cahaya, faktor seperti suhu, kadar air, dan konsentrasi karbon dioksida juga memengaruhi laju fotosintesis. Namun, di lingkungan gelap, faktor-faktor ini menjadi kurang relevan karena tanpa cahaya, fotosintesis tidak dapat terjadi secara maksimal. Dengan kata lain, cahaya tetap menjadi faktor utama yang menentukan laju fotosintesis.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, E. A., & Rogers, A. (2007). The response of photosynthesis and stomatal conductance to rising CO₂: Mechanisms and environmental interactions. *Plant, Cell & Environment*, 30(3), 258–270.
- Allen, J. F. (2003). Cyclic, pseudocyclic, and noncyclic photophosphorylation: New links in the chain. *Trends in Plant Science*, 8(1), 15–19.
- Björkman, O., & Demmig, B. (1987). Photon yield of O₂ evolution and chlorophyll fluorescence characteristics at 77 K among vascular plants of diverse origins. *Planta*, 170(4), 489–504.
- Blackman, F. F. (1905). Optima and limiting factors. *Annals of Botany*, 19(74), 281–295.
- Bradford, K. J. (1983). Water relations in seed germination. *Plant Physiology*, 73(1), 29–32.
- Calvin, M., & Benson, A. A. (1948). The path of carbon in photosynthesis. *Science*, 107(2784), 476–480.
- Chen, T. W., Zhu, X. G., & Ort, D. R. (2016). Improving photosynthetic efficiency through optimization of Calvin-Benson cycle enzyme kinetics. *Trends in Biotechnology*, 34(10), 777–786.
- Chitwood, D. H., & Sinha, N. R. (2016). Evolutionary and environmental forces sculpting leaf development. *Current Biology*, 26(7), R297–R306.



- Demmig-Adams, B., & Adams, W. W. (1992). Photoprotection and other responses of plants to high lightstress. *Annual Review of Plant Biology*, 43(1), 599–626.
- Evans, J. R. (1989). Photosynthesis and nitrogen relationships in leaves of C₃ plants. *Oecologia*, 78(1), 9–19.
- Farquhar, G. D., von Caemmerer, S., & Berry, J. A. (1980). A biochemical model of photosynthetic CO₂ assimilation in leaves of C₃ species. *Planta*, 149(1), 78–90.
- Foyer, C. H., & Shigeoka, S. (2011). Understanding oxidative stress and antioxidant functions to enhance photosynthesis. *Plant Physiology*, 155(1), 93–100.
- Gamon, J. A., & Berry, J. A. (2012). Facultative and constitutive pigment effects on the photochemical reflectance index (PRI) in sun and shade conifer needles. *Remote Sensing of Environment*, 113(2), 293–301.
- Geiger, D. R., & Servaites, J. C. (1994). Diurnal regulation of photosynthetic carbon metabolism in C₃ plants. *Annual Review of Plant Biology*, 45(1), 235–256.
- Godwin, D. C., & Jones, C. A. (1991). Nitrogen dynamics in soil-plant systems. In *Modeling Plant and Soil Systems* (pp. 287–321).
- Graham, L. E., Graham, J. M., & Wilcox, L. W. (2006). *Plant Biology*. Pearson Education.
- Hall, D. O., & Rao, K. K. (1999). *Photosynthesis*. Cambridge University Press.
- Hikosaka, K. (2004). Interspecific difference in the photosynthesis-nitrogen relationship: Patterns, physiological causes, and ecological importance. *Journal of Plant Research*, 117(6), 481–494.
- Hopkins, W. G., & Hüner, N. P. (2008). *Introduction to Plant Physiology*. Wiley.
- Kramer, D. M., & Evans, J. R. (2011). The importance of energy balance in improving photosynthetic productivity. *Plant Physiology*, 155(1), 70–78.
- Lawlor, D. W. (2002). Limitation to photosynthesis in water-stressed leaves: Stomata vs. metabolism and the role of ATP. *Annals of Botany*, 89(7), 871–885.
- Lichtenthaler, H. K. (1987). Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in Enzymology*, 148, 350–382.
- Long, S. P., Ainsworth, E. A., Rogers, A., & Ort, D. R. (2004). Rising atmospheric carbon dioxide: Plants FACE the future. *Annual Review of Plant Biology*, 55(1), 591–628.
- McCree, K. J. (1972). Test of current definitions of photosynthetically active radiation against leaf photosynthesis data. *Agricultural Meteorology*, 10(5), 443–453.
- Medrano, H., Flexas, J., & Galmés, J. (2009). Variability in water use efficiency at the leaf level among Mediterranean plants with different growth forms. *Plant and Soil*, 317(1), 17–29.
- Melis, A. (1999). Photosystem-II damage and repair cycle in chloroplasts: What modulates the rate of photodamage in vivo? *Trends in Plant Science*, 4(4), 130–135.
- Morison, J. I. L., & Gifford, R. M. (1984). Plant growth and water use with limited water supply in high CO₂ concentrations: I. Leaf area, water use, and transpiration. *Australian Journal of Plant Physiology*, 11(5), 361–374.
- Nobel, P. S. (2009). *Physicochemical and Environmental Plant Physiology*. Academic Press.
- Ort, D. R., & Baker, N. R. (2002). A photoprotective role for O₂ as an alternative electron sink in photosynthesis? *Current Opinion in Plant Biology*, 5(3), 193–198.
- Pospišil, P. (2016). Production of reactive oxygen species by photosystem II as a response to light and temperature stress. *Frontiers in Plant Science*, 7, 1950.
- Raghavendra, A. S., & Sage, R. F. (2011). *C4 Photosynthesis and Related CO₂ Concentrating Mechanisms*. Springer.
- Raven, J. A., Evert, R. F., & Eichhorn, S. E. (2005). *Biology of Plants*. W.H. Freeman and Company.
- Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1992). *Plant Physiology*. Wadsworth Publishing.
- Sharkey, T. D., & Weise, S. E. (2016). The glucose 6-phosphate shunt around the Calvin-Benson cycle. *Journal of Experimental Botany*, 67(14), 4067–4077.