

Pengaruh cahaya terhadap proses fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung

The effect of light on the process of photosynthesis in shade plants and plants exposed to direct light

Maftukhah, Ulfaturrohmah, Nurul Izzatush Sholikhah dan Ulya Fawaida

Institut Agama Islam Negeri Kudus, Kudus, Indonesia

**E-mail: mafmafa218@gmail.com*

Abstrak

Fotosintesis adalah proses memasak makanan bagi daun untuk memperoleh energi. Dalam proses fotosintesis berlaku pada daun yang memiliki zat hijau daun. Sejauh ini kita mengetahui bahwa proses fotosintesis membutuhkan cahaya. Namun dengan seiring perkembangan waktu pemahaman tersebut diperdalam oleh para pengajar dan menekankan pada siswa bahwa fotosintesis tidak hanya berlangsung dengan naungan cahaya melainkan juga bisa tanpa cahaya. Proses fotosintesis terjadi melalui dua tahap yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Dengan proses fotosintesis tumbuhan dapat melangsungkan kehidupannya. Penelitian literatur bertujuan memberikan kepehaman pada siswa yang lebih mendetail dengan bantuan visual agar siswa mampu memahami lebih dalam materi fotosintesis. Penelitian ini menggunakan studi literatur dengan acuan beberapa jurnal yang telah didapatkan.

Kata kunci: *fotosintesis, reaksi terang, reaksi gelap*

Abstract

Photosynthesis is the process of cooking food for the leaves to obtain energy. In the process of photosynthesis, it occurs in leaves that have a green substance. So far we know that the process of photosynthesis requires light. However, with the development of time, this understanding was deepened by the teachers and emphasized to students that photosynthesis does not only take place in the shade of light but also without light. The process of photosynthesis occurs in two stages, namely the light reaction and the dark reaction. With the process of photosynthesis, plants can carry out their lives. Literature research aims to provide students with a more detailed understanding with visual aids so that students are able to understand more deeply about photosynthesis. This study uses a literature study with references to several journals that have been obtained.

Keywords: *photosynthesis, light reactions, dark reactions*

PENDAHULUAN

Mata pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) adalah ilmu yang mempelajari tentang lingkungan kehidupan alam sekitar. Pelajaran tersebut sudah mulai diajarkan pada siswa sekolah dasar, dikarenakan pelajaran tersebut merupakan pelajaran dasar yang harus diketahui para siswa untuk melanjutkan pelajaran kejenjang yang lebih tinggi. Dalam mata pelajaran IPA dibahas berbagai macam materi salah satunya sistem fotosintesis

Fotosintesis adalah proses pembuatan

makanan yang dilakukan oleh tumbuhan digunakan untuk sumber makanannya sendiri, serta pembuatan oksigen yang berguna bagi kelangsungan hidup manusia. Fotosintesis merupakan proses biologi, proses ini menggunakan energi dan cahaya matahari yang dapat dimanfaatkan oleh klorofil yang terdapat di dalam kloroplas. Proses fotosintesis dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain air (H₂O), karbondioksida (CO₂), suhu, umur daun, karbohidrat, dan cahaya. Faktor utama agar fotosintesis dapat berlangsung adalah cahaya, air

dan karbondioksida. Sistem fotosintesis merupakan proses yang bersifat abstrak tidak dapat terlihat, karena proses fotosintesis berlangsung secara alami.

Organisme fotosintesis disebut fotoautotrof karena mereka dapat membuat makanannya sendiri. Pada tanaman, alga, dan cyanobacteria, fotosintesis dilakukan dengan memanfaatkan karbondioksida dan air serta menghasilkan produk buangan oksigen. Fotosintesis sangat penting bagi semua kehidupan aerobik di Bumi karena selain untuk menjaga tingkat normal oksigen di atmosfer, fotosintesis juga merupakan sumber energi bagi hampir semua kehidupan di Bumi, baik secara langsung (melalui produksi primer) maupun tidak langsung (sebagai sumber utama energi dalam makanan mereka), kecuali pada organisme kemoautotrof yang hidup di bebatuan atau di lubang angin hidrotermal di laut yang dalam. Tingkat penyerapan energi oleh fotosintesis sangat tinggi, yaitu sekitar 100 terawatt, atau kira-kira enam kali lebih besar daripada konsumsi energi peradaban manusia. Selain energi, fotosintesis juga menjadi sumber karbon bagi semua senyawa organik dalam tubuh organisme. Fotosintesis mengubah sekitar 100–115 petagram karbon menjadi biomassa setiap tahunnya.

Meskipun fotosintesis dapat berlangsung dalam berbagai cara pada berbagai spesies, beberapa cirinya selalu sama. Misalnya, prosesnya selalu dimulai dengan energi cahaya diserap oleh protein berklorofil yang disebut pusat reaksi fotosintesis. Pada tumbuhan, protein ini tersimpan di dalam organel yang disebut kloroplas, sedangkan pada bakteri, protein ini tersimpan pada membran plasma. Sebagian dari energi cahaya yang dikumpulkan oleh klorofil disimpan dalam bentuk adenosin trifosfat (ATP). Sisa energinya digunakan untuk memisahkan elektron dari zat seperti air. Elektron ini digunakan dalam reaksi yang mengubah karbondioksida menjadi senyawa organik

Namun seringkali masih dijumpai pembelajaran tentang fotosintesis namun siswa hanya membayangkan terjadinya fotosintesis yang disampaikan oleh para pengajar. Sistem fotosintesis membutuhkan materi visual untuk

menerangkan bagaimana berlangsungnya proses fotosintesis sehingga siswa dapat lebih memahami berlangsungnya proses tersebut.

Harapan dengan adanya penelitian ini bertujuan agar memudahkan pemahaman siswa dalam memahami materi fotosintesis dan siswa mampu mengamati secara langsung perbedaan pengaruh fotosintesis dengan naungan cahaya dan tanpa cahaya.

SOLUSI/TEKNOLOGI

Dalam pelaksanaan, terdapat beberapa metode pendekatan yang dilakukan guna membantu pemahaman siswa dalam mencerna materi fotosintesis. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur adalah serangkaian kegiatan yang berkenaan dengan metode pengumpulan data pustaka, membaca dan mencatat, serta mengelolah bahan penelitian. Menurut (Daniel dan Warsiah 2009), Studi Literatur adalah merupakan penelitian yang dilakukan oleh peneliti dengan mengumpulkan sejumlah buku, majalah yang berkaitan dengan masalah dan tujuan penelitian. Penggunaan internet sebagai salah satu sumber dalam teknik pengumpulan data dikarenakan dalam internet terdapat banyak informasi yang berkaitan dengan penelitian. Beragam informasi ini tentunya sangat berguna bagi penelitian, serta dilengkapi dengan beragam literatur yang berasal dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dari berbagai belahan dunia. Pada artikel kali ini, memuat hal tentang: (a) Pengertian Fotosintesis, (b) Reaksi terang, (c) Reaksi Gelap, yang didapat dari sumber informasi berasal berbagai artikel jurnal yang ada dalam internet, yang bahasannya relevan dengan topik yang akan dibahas.

HASIL DAN DISKUSI

1. Reaksi Terang (*Light Dependent Reaction/LDR*)

Cahaya merupakan faktor yang terpenting dalam proses fotosintesis, di mana cahaya sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis yang dapat mempengaruhi produktivitas tanaman. (Yustiningsih 2019) Cahaya mencakup bagian dari energi matahari dengan panjang gelombang antara 390 nm

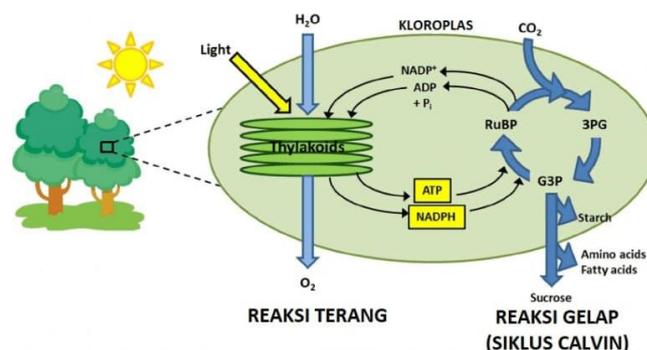
sampai 760 nm dan tergolong cahaya tampak. Kisaran ini merupakan kisaran spektrum elektromagnetik. Cahaya sebagai partikel diekspresikan dengan pernyataan bahwa cahaya sebagai foton (*photon*) atau kuantum, yang merupakan suatu paket diskrit dari energi, di mana masing-masing dikaitkan dengan panjang gelombang tertentu. Energi dalam tiap foton berbanding terbalik dengan panjang gelombang. Cahaya biru dan ungu dengan panjang gelombang lebih pendek memiliki lebih banyak foton energetik dibandingkan cahaya merah dan jingga dengan panjang gelombang lebih panjang. (Nurmaeli dan Taifur 2015).

Reaksi terang atau reaksi penangkapan energi adalah proses untuk menghasilkan ATP atau reduksi NADPH₂. Reaksi ini memerlukan molekul air. Proses diawali dengan penangkapan foton oleh pigmen sebagai antena. (Suyatman 2021) Pigmen klorofil menyerap lebih banyak cahaya, terlihat pada warna biru (434-520 nm) dan merah (625-740 nm) dibandingkan hijau (520-565 nm). (Handoko dan Fajariyanti 2013).

Reaksi terang terjadi pada grana, membran tilakoid. Di dalam reaksi terang, tumbuhan menangkap air dan CO₂ kemudian mengolahnya menggunakan sumber energi cahaya matahari yang ditangkap oleh klorofil. Selanjutnya, gula dan air tersebut dengan bantuan sinar matahari diubah menjadi gula (glukosa), O₂, dan uap air. O₂ dan uap air dikeluarkan dari dalam tubuh tumbuhan, sedangkan gula dijadikan bahan makanan tumbuhan tersebut. (Nurmaeli dan Taifur 2015) Cahaya hijau ini akan dipantulkan dan ditangkap oleh mata sehingga menimbulkan sensasi bahwa daun berwarna hijau. Fotosintesis akan menghasilkan lebih banyak energi pada gelombang cahaya pada panjang tertentu karena panjang gelombang yang pendek menyimpan lebih banyak energi.

Pada daun, cahaya akan diserap oleh molekul klorofil untuk dikumpulkan pada pusat-pusat reaksi. Tumbuhan memiliki dua jenis pigmen yang berfungsi aktif sebagai pusat reaksi atau fotosintesis yaitu fotosistem II (PS II) dan fotosistem I (PS I). Fotosistem II terdiri dari molekul klorofil yang menyerap cahaya dengan panjang gelombang 680 nanometer. Fotosistem II (PS II) berisi pusat reaksi P680, yang berarti

bahwa fotosistem ini optimal menyerap cahaya pada panjang gelombang 680 nm. Sedangkan fotosistem I (PS I) menyerap cahaya dengan panjang gelombang 700 nanometer. Fotosistem I (PS I) berisi pusat reaksi P700, yang berarti bahwa fotosistem ini optimal menyerap cahaya pada panjang gelombang 700 nm. Kedua fotosistem ini akan bekerja secara simultan dalam fotosintesis seperti dua baterai dalam senter yang bekerja saling memperkuat. (Suyatman 2021)



Gambar 1. Proses Fotosintesis

Laju fotosintesis terhadap berbagai macam spesies tumbuhan yang tumbuh pada berbagai daerah yang berbeda seperti tumbuhan yang tumbuh di gurun pasir, puncak gunung dan hutan hujan tropis, sangat berbeda. Faktor yang mempengaruhi fotosintesis di antaranya cahaya, konsentrasi CO₂, suhu, H₂O, dan unsur hara tempat hidup spesies tumbuhan tersebut. Spesies tumbuhan yang tumbuh di lingkungan terpapar sinar matahari langsung secara sempurna dengan spesies tumbuhan yang tumbuh di lingkungan tanpa terpapar sinar matahari akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman tersebut. Oleh karena itu, cahaya sangat mempengaruhi proses fotosintesis.

2. Reaksi Gelap (*Light Independent Reaction/LIR*)

Reaksi gelap pada tumbuhan dapat terjadi melalui dua jalur, yaitu siklus Calvin-Benson dan siklus Hatch-Slack. Pada siklus Calvin-Benson tumbuhan mengubah senyawa ribulosa 1,5 bisfosfat menjadi senyawa dengan jumlah atom karbon tiga yaitu senyawa 3-phosphogliserat. Oleh karena itulah tumbuhan yang menjalankan reaksi gelap melalui jalur ini dinamakan

tumbuhan C-3. Penambatan CO₂, sebagai sumber karbon pada tumbuhan ini dibantu oleh enzim rubisco. Tumbuhan yang reaksi gelapnya mengikuti jalur Hatch-Slack disebut tumbuhan C-4 karena senyawa yang terbentuk setelah penambatan CO₂ adalah oksaloasetat yang memiliki empat atom karbon. Enzim yang berperan adalah phosphoenolpyruvate karboksilase. (Lakitan 2007)

Perbedaan antara reaksi terang dan reaksi gelap dalam fotosintesis, digambarkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Perbedaan Reaksi Terang dan Gelap

No.	Aspek	Reaksi Terang	Reaksi Gelap
1	Tempat Berlangsung	Grana atau membrane tilakoid	Stroma
2	Sumber energi	Membutuhkan cahaya matahari	Tidak membutuhkan cahaya matahari tetapi membutuhkan ATP dan NADPH ₂ hasil dari reaksi terang
3	Hasil	ATP, O ₂ , dan NADPH ₂	Glukosa atau karbon sederhana

3. Siklus Calvin-Benson

Mekanisme siklus Calvin-Benson dimulai dengan fiksasi CO₂ oleh ribulosa difosfat karboksilase (RuBP) membentuk 3-fosfoglisarat. RuBP merupakan enzim alosetrik yang distimulasi oleh tiga jenis perubahan yang dihasilkan dari pencahayaan kloroplas. Pertama, reaksi dari enzim ini distimulasi oleh peningkatan pH. Jika kloroplas diberi cahaya, ion H⁺ ditranspor dari stroma ke dalam tilakoid menghasilkan peningkatan pH stroma yang menstimulasi enzim karboksilase, terletak di permukaan luar membran tilakoid. Kedua, reaksi ini distimulasi oleh Mg²⁺, yang memasuki stroma daun sebagai ion H⁺, jika kloroplas diberi cahaya. Ketiga, reaksi ini distimulasi oleh NADPH, yang dihasilkan oleh fotosistem I selama pemberian cahaya.

Fiksasi CO₂ ini merupakan reaksi gelap yang distimulasi oleh pencahayaan kloroplas. Fiksasi CO₂ melewati proses karboksilasi,

reduksi, dan regenerasi. Karboksilasi melibatkan penambahan CO₂ dan H₂O ke RuBP membentuk dua molekul 3-fosfoglisarat (3-PGA). Kemudian pada fase reduksi, gugus karboksil dalam 3-PGA direduksi menjadi 1 gugus aldehida dalam 3-fosfoglisaraldehida (3-Pgaldehida).

Reduksi ini tidak terjadi secara langsung, tetapi gugus karboksil dari 3-PGA pertamata diubah menjadi ester jenis anhidrida asam pada asam 1,3-bifosfoglisarat (1,3-bisPGA) dengan penambahan gugus fosfat terakhir dari ATP. ATP ini timbul dari fotofosforilasi dan ADP yang dilepas ketika 1,3-bisPGA terbentuk, yang diubah kembali dengan cepat menjadi ATP oleh reaksi fotofosforilasi tambahan. Bahan pereduksi yang sebenarnya adalah NADPH, yang menyumbang 2 elektron. Secara bersamaan, Pi dilepas dan digunakan kembali untuk mengubah ADP menjadi ATP.

Pada fase regenerasi, yang diregenerasi adalah RuBP yang diperlukan untuk bereaksi dengan CO₂ tambahan yang berdifusi secara konstan ke dalam dan melalui stomata. Padaakhir reaksi Calvin, ATP ketiga yang diperlukan bagi tiap molekul CO₂ yang ditambat, digunakan untuk mengubah ribulosa-5-fosfat menjadi RuBP, kemudian daur dimulai lagi.

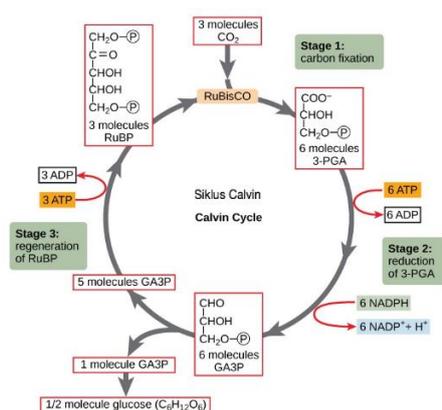
Tiga putaran daur akan menambatkan 3 molekul CO₂ dan produk akhirnya adalah 1,3-Pgaldehida. Sebagian digunakan kloroplas untuk membentuk pati, sebagian lainnya dibawa keluar. Sistem ini membuat jumlah total fosfat menjadi konstan di kloroplas, tetapi menyebabkan munculnya triosafosfat di sitosol. Triosa fosfat digunakan sitosol untuk membentuk sukrosa

Berdasarkan cara memproduksi glukosa, tumbuhan dapat dibedakan menjadi tumbuhan C₃ dan C₄. Tumbuhan C₃ merupakan tumbuhan yang berasal dari daerah subtropis. Tumbuhan ini menghasilkan glukosa dengan pengolahan CO₂ melalui siklus Calvin, yang melibatkan enzim Rubisco sebagai penambat CO₂.

Tumbuhan C₃ memerlukan 3 ATP untuk menghasilkan molekul glukosa. Namun, ATP ini dapat terpakai sia-sia tanpa dihasilkannya glukosa. Hal ini dapat terjadi jika ada

fotorespirasi, di mana enzim Rubisco tidak menambat CO₂ tetapi menambat O₂. Tumbuhan C₄ adalah tumbuhan yang umumnya ditemukan di daerah tropis. Tumbuhan ini melibatkan dua enzim di dalam pengolahan CO₂ menjadi glukosa.

Enzim phosphoenol pyruvate carboxilase (PEPco) adalah enzim yang akan mengikat CO₂ dari udara dan kemudian akan menjadi oksaloasetat. Oksaloasetat akan diubah menjadi malat. Malat akan terkarboksilasi menjadi piruvat dan CO₂. Piruvat akan kembali menjadi PEPco, sedangkan CO₂ akan masuk ke dalam siklus Calvin yang berlangsung di sel bundle sheath dan melibatkan enzim RuBP. Proses ini dinamakan siklus Hatch Slack, yang terjadi di sel mesofil. Pada keseluruhan proses ini, digunakan 5 ATP.



Gambar 2. Siklus Calvin

KESIMPULAN

Fotosintesis adalah proses memasak makanan bagi tumbuhan untuk memperoleh energi. Dalam fotosintesis terdapat dua tahap yaitu reaksi terang dan reaksi gelap. Reaksi terang membutuhkan cahaya matahari dan reaksi gelap tidak membutuhkan cahaya. Dalam reaksi terang berlangsung pada grana atau membran

tilakoid sedangkan pada reaksi gelap berlangsung pada stroma. Hasil dari reaksi terang ATP, O₂, dan NADPH₂ dan reaksi gelap menghasilkan glukosa atau karbon sederhana.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dari penelitian-penelitian terdahulu yang dilakukan oleh para peneliti. Hasil penelitian tersebut dituangkan dalam bentuk artikel atau jurnal yang telah dipublish.

DAFTAR PUSTAKA

- Daniel, E., & N Warsiah. (2009). *Metode Penulisan Karya Ilmiah*. Laboratorium PKn UPI.
- Handoko, Papib, & Yunie Fajariyanti. (2013). Pengaruh spektrum cahaya tampak terhadap laju fotosintesis, 9.
- Lakitan, B. (2007). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Raja Grafindo Persada.
- Nurmaeli, RR Ersi, & Moh. Taifur. (2015). Analisis penentuan kandungan gas oksigen (O₂) fotosintesis tanaman gelombang cinta (anthuriumsp) pada variasi daya lampu. *TAMAN VOKASI* 1 (1). <https://doi.org/10.30738/jtvok.v3i1.265>.
- Suyatman, Suyatman. (2021). Menyelidiki Energi pada fotosintesis tumbuhan. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 134. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i2.50085>.
- 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. <https://doi.org/10.32938/jbe.v4i2.385>.