

## **FOTOSINTESIS SEBAGAI PROSES FUNDAMENTAL KEHIDUPAN: MEKANISME, FAKTOR YANG MEMPENGARUHI, DAN APLIKASINYA**

Raden Ayu Niarwangi<sup>1</sup>, Tsabita Tansahan Waranginan<sup>2</sup>  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta

[ayuniar123@gmail.com](mailto:ayuniar123@gmail.com)<sup>1</sup>, [tsabitatw@gmail.com](mailto:tsabitatw@gmail.com)<sup>2</sup>

### **Abstrak**

Fotosintesis merupakan proses biokimia penting yang dilakukan oleh tumbuhan, alga, dan beberapa bakteri untuk mengubah energi cahaya menjadi energi kimia dalam bentuk glukosa. Proses ini terdiri dari dua tahap, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap (siklus Calvin), yang saling berkaitan dalam menghasilkan oksigen dan senyawa organik. Penulisan ini menggunakan metode studi pustaka untuk menelaah mekanisme fotosintesis serta faktor-faktor yang memengaruhinya. Hasil kajian menunjukkan bahwa fotosintesis berperan penting dalam menyediakan oksigen, mengatur siklus karbon, dan menjadi dasar rantai makanan. Selain itu, fotosintesis juga memiliki aplikasi dalam pertanian untuk meningkatkan produktivitas serta dalam bidang energi melalui pengembangan fotosintesis buatan. Dengan demikian, fotosintesis merupakan proses fundamental yang tidak hanya menopang ekosistem alami, tetapi juga relevan bagi kebutuhan manusia modern.

**Kata Kunci:** Fotosintesis, Reaksi Terang, Siklus Calvin, Energi, Tumbuhan

### **Pendahuluan**

Fotosintesis merupakan salah satu proses paling penting yang menopang keberlangsungan kehidupan di bumi. Proses ini dilakukan oleh tumbuhan hijau, alga, dan beberapa bakteri untuk mengubah energi cahaya matahari menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk senyawa organik, terutama glukosa. Selain menghasilkan energi bagi organisme autotrof, fotosintesis juga melepaskan oksigen sebagai produk sampingan yang sangat dibutuhkan oleh organisme heterotrof, termasuk manusia. Oleh karena itu, fotosintesis dapat dikatakan sebagai fondasi utama bagi keberlangsungan ekosistem di planet ini.

Menurut Taiz dan Zeiger (2010), fotosintesis tidak hanya menyediakan energi bagi tumbuhan, tetapi juga menjadi sumber energi utama bagi seluruh organisme lain melalui rantai makanan. Tanpa adanya fotosintesis, tidak akan ada cukup oksigen dan bahan organik untuk mendukung kehidupan seperti yang kita kenal saat ini. Lakitan (2019) menambahkan bahwa fotosintesis juga berperan dalam mengatur siklus karbon global, sehingga memiliki hubungan erat dengan kestabilan iklim bumi. Dengan demikian, fotosintesis memiliki dampak langsung maupun tidak langsung terhadap kelangsungan seluruh makhluk hidup.

Sejarah penelitian fotosintesis juga menarik untuk diperhatikan. Awalnya, para peneliti hanya mengetahui bahwa tumbuhan membutuhkan cahaya untuk tumbuh, namun mekanisme detailnya belum dipahami secara menyeluruh. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, ditemukan bahwa fotosintesis melibatkan serangkaian reaksi biokimia yang kompleks, termasuk reaksi terang dari tilakoid dan siklus Calvin di stroma kloroplas. Penemuan ini tidak hanya memperkaya pengetahuan tentang biologi, namun juga membuka jalan bagi penelitian di bidang pertanian, bioteknologi, hingga energi terbarukan.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan, kajian fotosintesis tidak hanya penting dari sisi teori, tetapi juga aplikatif. Pemahaman mendalam mengenai mekanisme fotosintesis digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari peningkatan produktivitas tanaman pertanian, pengelolaan lingkungan, hingga pengembangan teknologi energi terbarukan melalui fotosintesis buatan. Oleh karena itu, pembahasan mengenai fotosintesis sebagai proses fundamental kehidupan menjadi sangat relevan untuk dikaji. Artikel ini bertujuan untuk menjelaskan mekanisme fotosintesis, faktor-faktor yang memengaruhinya, serta aplikasinya dalam kehidupan modern, sehingga diharapkan dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai peran vital fotosintesis dalam menopang kehidupan di bumi. Dengan memahami hal ini, diharapkan masyarakat dan lingkungan akademis semakin menyadari betapa pentingnya menjaga keberlanjutan proses fotosintesis melalui pelestarian lingkungan dan pengembangan ilmu pengetahuan.

## **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan dalam penulisan artikel ini adalah metode penelitian kualitatif dengan pendekatan studi pustaka. Menurut Zed (2014), studi pustaka merupakan metode penelitian yang dilakukan melalui penelaahan berbagai sumber tertulis yang relevan dengan topik penelitian, seperti buku, jurnal ilmiah, artikel, maupun laporan penelitian.

## **Pembahasan**

### **1. Mekanisme Fotosintesis**

Fotosintesis merupakan proses biokimia kompleks yang berlangsung di dalam organel kloroplas. Proses ini terdiri dari dua tahapan utama, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap atau siklus Calvin. Reaksi terang terjadi di membran tilakoid dan bergantung langsung pada cahaya matahari. Energi cahaya ditangkap oleh pigmen fotosintetik, terutama klorofil, untuk menggerakkan aliran elektron melalui fotosistem II dan fotosistem I. Hasil dari reaksi terang adalah pembentukan ATP, NADPH, serta pelepasan oksigen melalui proses fotolisis air. Oksigen yang dilepaskan ini merupakan kontribusi penting fotosintesis bagi kehidupan di bumi karena digunakan oleh organisme aerob untuk respirasi seluler.

Sementara itu, reaksi gelap atau siklus Calvin berlangsung di stroma kloroplas. Proses ini tidak bergantung langsung pada cahaya, tetapi memanfaatkan ATP dan NADPH hasil reaksi terang untuk mengikat CO<sub>2</sub> menjadi senyawa organik

tiga karbon (3-PGA) yang kemudian diubah menjadi glukosa. Salisbury dan Ross (1995) menegaskan bahwa siklus Calvin merupakan inti dari pembentukan biomassa tumbuhan karena menghasilkan karbohidrat yang dapat digunakan sebagai sumber energi maupun disimpan dalam bentuk pati. Dengan demikian, kedua tahapan fotosintesis saling berkaitan erat dan berperan penting dalam kelangsungan metabolisme seluler.

Selain jalur fotosintesis  $C_3$  yang umum, terdapat juga variasi lain seperti fotosintesis  $C_4$  dan CAM (Crassulacean Acid Metabolism). Tumbuhan  $C_4$ , seperti jagung dan tebu, memiliki mekanisme tambahan untuk mengurangi fotorespirasi, sehingga lebih efisien di lingkungan dengan intensitas cahaya tinggi dan konsentrasi  $CO_2$  rendah. Sementara itu, tumbuhan CAM, seperti kaktus, beradaptasi dengan kondisi kering dengan cara membuka stomata pada malam hari untuk mengurangi kehilangan air. Variasi ini menunjukkan bagaimana fotosintesis berevolusi untuk menyesuaikan diri dengan lingkungan yang berbeda.

## **2. Faktor yang Mempengaruhi Fotosintesis**

Fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor internal dan eksternal. Faktor eksternal meliputi cahaya, air, suhu, dan ketersediaan karbon dioksida. Intensitas cahaya menentukan jumlah energi yang dapat ditangkap oleh klorofil, sedangkan kualitas cahaya (panjang gelombang) juga berpengaruh karena klorofil lebih efektif menyerap cahaya biru dan merah dibandingkan hijau. Konsentrasi  $CO_2$  sangat menentukan kelancaran siklus Calvin karena menjadi bahan baku utama dalam pembentukan glukosa.

Air berperan ganda, yaitu sebagai bahan untuk fotolisis pada reaksi terang sekaligus sebagai medium untuk transportasi zat di dalam tumbuhan. Kekurangan air akan menyebabkan stomata menutup, sehingga mengurangi penyerapan  $CO_2$  dan memperlambat fotosintesis. Suhu juga sangat berpengaruh karena enzim fotosintesis memiliki suhu optimal, biasanya pada kisaran  $25-30^{\circ}C$  untuk tumbuhan  $C_3$ . Lakitan (2019) menyatakan bahwa suhu ekstrem dapat merusak enzim sehingga menghambat laju fotosintesis.

Faktor internal yang berpengaruh antara lain jumlah klorofil, struktur daun, serta kondisi fisiologis tumbuhan. Tumbuhan dengan daun lebar dan hijau segar biasanya memiliki laju fotosintesis lebih tinggi karena memiliki permukaan luas untuk menangkap cahaya. Selain itu, usia daun juga memengaruhi, di mana daun muda umumnya lebih aktif berfotosintesis dibandingkan daun tua.

## **3. Peran Fotosintesis dalam Ekosistem**

Fotosintesis tidak hanya penting bagi tumbuhan, tetapi juga menjadi dasar bagi seluruh ekosistem. Proses ini menghasilkan oksigen yang dibutuhkan oleh hampir semua organisme untuk respirasi. Selain itu, fotosintesis menyediakan sumber energi kimia berupa karbohidrat yang menjadi awal dari rantai makanan. Organisme heterotrof, seperti hewan dan manusia, sangat bergantung pada hasil fotosintesis untuk kelangsungan hidupnya. Campbell dkk. (2017) menegaskan bahwa fotosintesis juga berperan besar dalam mengatur siklus karbon global.

Dengan menyerap CO<sub>2</sub> dari atmosfer, fotosintesis membantu menyeimbangkan konsentrasi gas rumah kaca yang berdampak pada iklim bumi. Penurunan luas hutan akibat deforestasi dapat mengurangi kemampuan fotosintesis global dan meningkatkan kadar CO<sub>2</sub> atmosfer, sehingga mempercepat pemanasan global. Oleh karena itu, menjaga ekosistem hijau seperti hutan sangat penting untuk keberlanjutan bumi.

#### **4. Aplikasi Fotosintesis dalam Kehidupan Modern**

Selain perannya dalam ekosistem, fotosintesis juga memiliki berbagai aplikasi dalam kehidupan manusia. Di bidang pertanian, pemahaman tentang fotosintesis digunakan untuk meningkatkan hasil panen melalui teknik pemuliaan tanaman, pengaturan intensitas cahaya di rumah kaca, hingga rekayasa genetika untuk menciptakan tanaman dengan efisiensi fotosintesis yang lebih tinggi. Taiz dan Zeiger (2010) menekankan bahwa meningkatkan efisiensi fotosintesis merupakan salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan pangan dunia yang terus meningkat.

Dalam bidang energi, konsep fotosintesis buatan (*artificial photosynthesis*) sedang dikembangkan. Teknologi ini berupaya meniru proses alami fotosintesis untuk menghasilkan bahan bakar terbarukan, misalnya dengan memecah air menjadi hidrogen dan oksigen menggunakan energi cahaya. Blankenship (2014) menyebutkan bahwa fotosintesis buatan memiliki potensi besar sebagai solusi energi berkelanjutan di masa depan. Selain itu, penelitian fotosintesis juga berkontribusi dalam bidang lingkungan. Misalnya, penggunaan mikroalga dalam bioteknologi tidak hanya bermanfaat untuk menghasilkan biomassa sebagai sumber energi alternatif, tetapi juga dapat menyerap CO<sub>2</sub> dari udara sehingga membantu mengurangi dampak perubahan iklim.

### **Kesimpulan**

Fotosintesis merupakan proses fundamental yang menopang keberlangsungan kehidupan di bumi. Melalui dua tahap utama, yaitu reaksi terang dan siklus Calvin, tumbuhan mampu mengubah energi cahaya menjadi energi kimia yang tersimpan dalam bentuk glukosa serta menghasilkan oksigen yang sangat penting bagi organisme lain. Laju fotosintesis dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti intensitas cahaya, konsentrasi CO<sub>2</sub>, ketersediaan air, suhu, serta jumlah klorofil. Peran fotosintesis tidak hanya sebatas menyediakan energi dan oksigen bagi ekosistem, tetapi juga berkontribusi dalam menjaga keseimbangan siklus karbon global.

Di luar perannya secara alami, fotosintesis juga memiliki aplikasi luas dalam kehidupan modern. Dalam bidang pertanian, pemahaman mekanisme fotosintesis digunakan untuk meningkatkan produktivitas tanaman, sedangkan dalam bidang energi, konsep fotosintesis buatan mulai dikembangkan sebagai sumber energi terbarukan. Dengan demikian, fotosintesis tidak hanya menjadi proses dasar kehidupan, tetapi juga memiliki nilai strategis bagi keberlanjutan lingkungan dan kesejahteraan manusia di masa depan.

Daftar Pustaka

Blankenship, R. E. (2014). *Molecular Mechanisms of Photosynthesis*. Wiley Blackwell.

Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., & Jackson, R. B. (2017). *Biologi* (9th ed.). Erlangga.

Lakitan, B. (2019). *Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan*. Rajawali Pers.

Salisbury, F. B., & Ross, C. W. (1995). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 2*. ITB Press.

Taiz, L., & Zeiger, E. (2010). *Plant Physiology* (5th ed.). Sinauer Associates.

Zed, M. (2014). *Metode Penelitian Kepustakaan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.