

Hubungan ketersediaan air dan aktivitas fotosintesis pada reaksi gelap terang: Pendekatan ilmiah dan nilai-nilai konservasi islam

Rohmatun Nazila

Program Studi Biologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: rohmatunnazila236@gmail.com

Kata Kunci:

Fotosintesis, klorofil, air, cahaya matahari, oksigen

Keywords:

Photosynthesis, chlorophyll, water, sunlight, oxygen

ABSTRAK

Fotosintesis merupakan proses fundamental yang menentukan kelangsungan hidup tumbuhan dan menyediakan oksigen bagi seluruh makhluk hidup. Proses ini dipengaruhi secara langsung oleh kondisi lingkungan, terutama ketersediaan air yang berperan sebagai donor elektron dalam reaksi terang serta sebagai penopang regulasi fisiologis tumbuhan. Air juga menjadi medium transportasi unsur hara melalui xilem, sehingga ketidakseimbangan ketersediaannya dapat menghambat fotolisis, menurunkan produksi ATP dan NADPH, menutup stomata, serta menurunkan efisiensi reaksi gelap pada siklus Calvin. Dalam perspektif Islam, air dipandang sebagai sumber utama kehidupan sebagaimana termaktub dalam QS. Al-Anbiya: 30, sehingga pemanfaatannya harus dilakukan secara bijak, tidak berlebihan, dan tidak menimbulkan kerusakan. Nilai-nilai konservasi Islam seperti larangan israf, tabdzir, dan kewajiban menjaga lingkungan sejalan dengan konsep pengelolaan air berkelanjutan dalam kajian ilmiah modern. Artikel ini bertujuan menganalisis hubungan antara ketersediaan air dan aktivitas fotosintesis pada tahap reaksi terang dan gelap, sekaligus mengaitkannya dengan prinsip-prinsip konservasi Islam. Hasil kajian menunjukkan bahwa integrasi pemahaman ilmiah dan nilai-nilai etis keislaman memberikan kerangka holistik dalam menjaga keberlanjutan air dan memelihara proses fotosintesis sebagai penopang utama keseimbangan ekosistem. Temuan ini menegaskan bahwa pengelolaan air yang berkelanjutan tidak hanya penting secara ekologis, tetapi juga memiliki landasan normatif yang kuat dalam ajaran Islam.

ABSTRACT

Photosynthesis is a fundamental process that determines the survival of plants and provides oxygen for all living things. This process is directly influenced by environmental conditions, especially the availability of water, which acts as an electron donor in light reactions and supports plant physiological regulation. Water also serves as a medium for transporting nutrients through the xylem, so an imbalance in its availability can inhibit photolysis, reduce ATP and NADPH production, close stomata, and decrease the efficiency of the dark reaction in the Calvin cycle. From an Islamic perspective, water is viewed as the primary source of life, as stated in QS. Al-Anbiya: 30, so its use must be done wisely, without excess, and without causing damage. Islamic conservation values such as the prohibition of israf, tabdzir, and the obligation to protect the environment align with the concept of sustainable water management in modern scientific studies. This article aims to analyze the relationship between water availability and photosynthetic activity during the light and dark reaction stages, while linking it to Islamic conservation principles Islam. The study results indicate that the integration of scientific understanding and Islamic ethical values provides a holistic framework for maintaining water sustainability and preserving the photosynthesis process as the main pillar of ecosystem balance. These findings emphasize that sustainable water management is not only important in terms of .



Pendahuluan

Ilmu pengetahuan alam adalah bidang yang mempelajari peristiwa, kehidupan, dan lingkungan yang ada pada sekitar kita. Lingkungan memiliki peran yang sangat penting terhadap pertumbuhan kelangsungan hidup suatu tanaman, karena fungsi fisiologis tanaman dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan (Wasis & Irianto, 2008). Lingkungan yang sesuai akan dapat mengotimalkan pertumbuhan tanaman. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman yaitu Tanah, kelembapan, udara, suhu, cahaya dan air. Fotosintesis adalah proses yang sangat penting untuk kelangsungan hidup di Bumi, hal ini terjadi ketika tanaman, alga, dan beberapa bakteri mengambil energi dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi senyawa organik seperti glukosa.

Proses ini juga menghasilkan oksigen, yang diperlukan oleh makhluk hidup untuk bernapas, menunjukkan betapa pentingnya fotosintesis untuk kelangsungan hidup di Bumi. Fotosintesis terjadi dalam dua tahap, reaksi terang dan reaksi gelap. Air menjadi medium transportasi unsur hara dalam xilem, yang diperlukan untuk menjaga fungsi enzim-enzim fotosintesis. Kekurangan air menghambat pengangkutan nutrisi sehingga efisiensi fotosintesis menurun, selain itu Kondisi lingkungan dan pohon juga mempengaruhi aktivitas klorofil. Al-Qur'an menyebut air sebagai sumber kehidupan yang secara ilmiah dengan perannya dalam fotosintesis sebagai kunci keberlangsungan kehidupan tumbuhan yang terdapat dalam QS. Al-Anbiya: 30 yang berbunyi :

يُؤْمِنُونَ أَفَلَا حَيٌّ شَيْءٌ مِّنَ كُلِّ الْمَاءِ مِنَّا وَجَعَلْنَا فَقَعْلَهُمَا رَتْقًا كَانْتَا وَالْأَرْضِ السَّمَوَاتِ أَنْ كَفَرُوا الَّذِينَ يَرِ أَوْلَمْ

Artinya : “Apakah orang-orang kafir tidak mengetahui bahwa langit dan bumi, keduanya, dahulu menyatu, kemudian Kami memisahkan keduanya dan Kami menjadikan segala sesuatu yang hidup berasal dari air? Maka, tidakkah mereka beriman?”

Latar belakang tersebut menuntun pada pertanyaan mengenai bagaimana ketersediaan air memengaruhi aktivitas fotosintesis pada reaksi terang dan reaksi gelap, serta bagaimana nilai-nilai konservasi Islam dapat mendukung pengelolaan air yang berkelanjutan untuk menjaga keberlangsungan proses fotosintesis. Ayat yang telah dikemukakan sebelumnya memberikan pesan kuat agar manusia menghargai air sebagai sumber utama kehidupan yang menopang seluruh makhluk di Bumi. Selain itu, ayat tersebut menekankan pentingnya menjaga kelestarian tumbuhan, karena melalui proses fotosintesis tumbuhan berperan besar dalam mempertahankan kehidupan dengan menghasilkan oksigen dan menjaga keseimbangan ekosistem. Kajian ini disusun untuk menjawab kedua pertanyaan tersebut melalui analisis ilmiah yang dipadukan dengan perspektif etis keislaman.

Pembahasan

Fotosintesis adalah proses pembentukan karbohidrat menggunakan sinar matahari dari karbon dioksida (CO₂) dan air (H₂O). Fotosintesis terjadi karena tumbuhan memiliki sel-sel yang mengandung klorofil, atau zat hijau daun. Energi kimia

diambil oleh klorofil dari cahaya matahari selama fotosintesis dan disimpan dalam bentuk karbohidrat atau senyawa organik lainnya. Kemudian di dalam tumbuhan, energi kimia ini diubah menjadi protein, lemak, vitamin, dan senyawa lainnya. Selain digunakan oleh tumbuhan, senyawa organik ini juga dikonsumsi oleh manusia dan hewan pemakan tumbuhan.

Proses fotosintesis terdiri dari banyak reaksi kimia yang sangat kompleks. Secara ringkas, reaksi kimia berikut terjadi selama fotosintesis:



Ketersediaan air sangat menentukan laju fotosintesis karena air berperan langsung sebagai substrat pada reaksi terang dan secara tidak langsung mengatur efisiensi reaksi gelap.

Reaksi Terang

Air berfungsi sebagai donor elektron dalam reaksi fotosintesis terang; fotolisis terjadi di fotosistem II dan menghasilkan ion hidrogen (H^+), oksigen (O_2), dan elektron. Namun, jika air terbatas, proses fotolisis terganggu, yang pada akhirnya menyebabkan aliran elektron berkurang, pembentukan gradien proton, dan produksi ATP dan NADPH. Kekurangan air juga dapat menyebabkan kerusakan pada bagian-bagian fotosistem dan penurunan jumlah klorofil. Akibatnya, meskipun intensitas cahaya sudah memadai, proses penyerapan cahaya dan perubahannya menjadi energi kimia tidak berjalan dengan baik.

Tahap awal fotosintesis dikenal sebagai reaksi terang, di mana cahaya matahari digunakan untuk memfotolisis molekul air, menghasilkan produk sampingan seperti ion hidrogen (H^+), dan oksigen (O_2). Membran tilakoid kloroplas mengalami proses ini di mana pigmen klorofil pada fotosistem I dan II menyerap energi cahaya, memicu aliran elektron melalui rantai transpor yang menghasilkan ATP dan NADPH sebagai pembawa energi, menurut beberapa jurnal ilmiah tentang fotosintesis. Air berfungsi sebagai donor elektron utama dalam reaksi ini, karena elektron yang hilang dari fotosistem II diganti oleh air.

Pada reaksi terang, fotolisis air menghasilkan persamaan cahaya + ADP + Pi + NADP⁺ + 2H₂O → ATP + NADPH + 3H⁺ + O₂, di mana oksigen dilepaskan ke atmosfer sementara ATP dan NADPH digunakan dalam reaksi gelap berikutnya. Proses ini baik siklik maupun nonsiklik, dengan fotosistem II memulai pemecahan air untuk memberikan elektron ke fotosistem I. Jurnal menekankan bahwa ketersediaan air sangat penting untuk kelancaran reaksi ini, yang berdampak pada efisiensi produksi energi kimia tumbuhan.

Reaksi Gelap

Raksi gelap fotosintesis, juga dikenal sebagai siklus Calvin adalah tahap tidak menggunakan cahaya secara langsung, ketersediaan air sangat memengaruhi aktivitas fotosintesis. Air adalah sumber utama ion hidrogen (H^+) dan elektron yang diperoleh

dari reaksi terang melalui fotolisis air. Ion hidrogen dan energi kimia yang dihasilkan dari reaksi terang ini kemudian digunakan dalam reaksi gelap, terutama dalam siklus Calvin, untuk mengikat karbon dioksida (CO_2) menjadi karbohidrat. Kekurangan air menghambat reaksi terang, sehingga dapat mengurangi jumlah ATP dan NADPH yang dibutuhkan dalam reaksi gelap. Akibatnya, air menjadi kurang sehat.

Efek samping karena kekurangan air, stomata pada daun tertutup, yang mengurangi jumlah CO_2 yang masuk ke dalam kloroplas. Oleh karena itu, ketersediaan air yang cukup sangat penting untuk kelancaran reaksi gelap dan mendukung reaksi terang karena memastikan pasokan elektron, ion hidrogen, dan CO_2 yang memadai. Faktor lingkungan seperti suhu dan intensitas cahaya juga berpengaruh, tetapi air masih diperlukan untuk melanjutkan fotosintesis pada kedua tahap.

Pengaruh air terhadap reaksi gelap sangat jelas karena fotolisis air di reaksi terang menyediakan elektron dan proton esensial (melalui NADPH dan ATP) yang diperlukan untuk mengurangi CO_2 menjadi karbohidrat, sehingga kekeringan mengganggu rantai pasokan energi ini. Tanpa air yang cukup, efisiensi siklus Calvin menurun karena berkurangnya NADPH, yang menghambat reduksi senyawa karbon dan produksi glukosa. Menurut beberapa penelitian fotosintesis variasi ketersediaan air berdampak pada keseluruhan fotosintesis, dengan reaksi gelap menjadi titik lemah saat stomata tertutup.



Nilai-nilai konservasi Islam

Nilai-nilai konservasi dalam Islam memberikan landasan normatif yang kuat dalam upaya pelestarian air sebagai sumber kehidupan. Al-qur'an menegaskan bahwa air merupakan elemen esensial bagi keberlangsungan seluruh makhluk hidup, sehingga penggunaannya harus dilakukan secara proporsional, tidak berlebihan (israf), dan tidak disia-siakan (tabdzir). Prinsip manusia sebagai khalifah di bumi mengandung konsekuensi moral untuk menjaga dan mengelola lingkungan secara bertanggung jawab, termasuk mencegah tindakan merusak (fasad) seperti pencemaran dan eksploitasi berlebih terhadap sumber air. Nilai-nilai tersebut sejalan dengan konsep pengelolaan air berkelanjutan dalam ilmu lingkungan modern, yang menekankan pentingnya efisiensi pemanfaatan, perlindungan kawasan resapan, serta pemeliharaan keseimbangan ekosistem. Dengan demikian, konservasi air dalam perspektif Islam bukan hanya ajaran spiritual, tetapi juga prinsip ekologis yang relevan dalam konteks pengelolaan sumber daya alam.

Nilai konservasi air dalam Islam tersebut memiliki implikasi langsung terhadap keberlangsungan proses fotosintesis pada tumbuhan. Air berperan sebagai substrat utama dalam reaksi terang melalui proses fotolisis, yang menghasilkan oksigen, elektron, dan proton sebagai komponen penting dalam pembentukan energi kimiawi. Ketersediaan air yang stabil memungkinkan tumbuhan mempertahankan fungsi stomata, penyerapan CO₂, serta kondisi fisiologis yang mendukung kelancaran reaksi terang dan reaksi gelap fotosintesis. Sebaliknya, kekurangan air akibat kerusakan lingkungan atau pengelolaan yang tidak berkelanjutan dapat menghambat laju fotosintesis, menurunkan produktivitas biomassa, dan mengganggu keseimbangan ekosistem. Oleh karena itu, penerapan nilai-nilai konservasi Islam dalam pengelolaan air tidak hanya mendukung keberlanjutan lingkungan, tetapi juga memastikan berlangsungnya proses biologis yang fundamental, termasuk fotosintesis sebagai dasar kehidupan dalam ekosistem tropis maupun global.

Kesimpulan dan Saran

Ketersediaan air memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung proses fotosintesis, baik pada reaksi terang maupun reaksi gelap. Air berfungsi sebagai donor elektron dalam fotolisis, menjaga aktivitas klorofil, serta mendukung transportasi unsur hara dalam xilem. Kekurangan air menyebabkan terganggunya fotolisis, berkurangnya produksi ATP dan NADPH, tertutupnya stomata, dan menurunnya efektivitas siklus Calvin, sehingga secara keseluruhan menghambat laju fotosintesis dan menurunkan produktivitas tanaman. Selain aspek ilmiah, nilai-nilai konservasi dalam Islam memberikan dasar etis yang kuat untuk menjaga kelestarian air sebagai sumber kehidupan. Al-Qur'an menegaskan pentingnya air bagi seluruh makhluk hidup, sekaligus mengajarkan manusia untuk tidak melakukan pemborosan, kerusakan lingkungan, maupun eksploitasi berlebihan. Keterpaduan antara pemahaman ilmiah tentang fotosintesis dan prinsip konservasi Islam menunjukkan bahwa pengelolaan air yang bijaksana merupakan kunci keberlanjutan ekosistem dan keberlangsungan kehidupan.

Upaya pengelolaan air yang efisien dan berkelanjutan perlu terus ditingkatkan untuk menjaga optimalnya proses fotosintesis pada tanaman. Edukasi masyarakat mengenai pentingnya air bagi keberlangsungan kehidupan juga sebaiknya diperluas, sementara nilai-nilai konservasi Islam dapat dijadikan landasan etis dalam menjaga kelestarian sumber daya air. Penelitian lanjutan terkait pengaruh ketersediaan air terhadap fotosintesis di berbagai ekosistem juga disarankan untuk memperkuat pemahaman ilmiah dan mendukung upaya konservasi lingkungan.

Daftar Pustaka

- Abidin, Z., Fatchurrohman, F., & Aziz, O. Q. (2022). Identifikasi pohon tropis di daerah perkotaan menggunakan multispectral drone imagery. *Techno.Com: Jurnal Teknologi Informasi*, 21(4), 829–837. <http://repository.uin-malang.ac.id/13635/>
- Aprilia, Y., Puspita, T., & Susanti, R. (2017). Pengaruh pemberian perlakuan suara musik terhadap pertumbuhan tanaman bayam merah (*Amaranthus gangeticus*)

- Linn). *Jurnal Pembelajaran Biologi*, 5(2), 186-200. <https://digilib.uin-suka.ac.id/id/document/584249>
- Imamudin, M. (2011). Lingkungan dan Pelestariannya dalam Prespektif Islam. *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 2(1). <https://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/bio/article/view/1790>
- Imamudin, M. (2012). Peranan Air dalam Perspektif Al-Qur'an (Air Sebagai Sumber Kehidupan). *El-Hayah: Jurnal Biologi*, 3(1). <https://ejournal.uin-malang.ac.id/index.php/bio/article/view/2220>
- Nasution, M. A., Susanty, R. R., Limbong, F., Harahap, F., Silitonga, M., & Edi, S. (2025). Pengaruh Cahaya dan NaHCO₃ terhadap Laju Reaksi Fotosintesis pada *Hydrilla verticillata*. *Jurnal Bioshell*, 14(1), 17-24. <https://ejournal.uinj.ac.id/index.php/BIO/article/download/3464/2119>
- Rohmi, H. T. M., Prayogo, M. S., Afifah, I. N., & Isnaini, U. N. A. (2025). Memahami Proses Fotosintesis pada Tumbuhan: Kajian Mekanisme dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhinya. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 10(03), 452-458. <https://journal.unpas.ac.id/index.php/pendas/article/download/24522/15387>
- Saputri, A., Prayogo, M. S., & Ni'mah, F. (2025). Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Laju Fotosintesis pada Tanaman Bayam (*Amaranthus sp.*). *Flora: Jurnal Kajian Ilmu Pertanian dan Perkebunan*, 2(2), 01-13.
- Song, A. N., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 166-173.
- Suskha, A., Rusydi, A. M., & Wusqa, U. (2020). Manfaat Air bagi Tumbuhan: Perspektif Al-Qur'an dan Sains. *Al Quds*, 4(2), 447-466.
- Suyatman, S. (2021). Menyelidiki Energi pada Fotosintesis Tumbuhan. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(2), 125-131.
- Waruwu, A. L., Mendrofa, H. K., Tafonao, F., Gulo, N. O., Zai, M. L. F., Waruwu, P. Z. F., ... & Zebua, H. P. (2024). Pengaruh Variasi Intensitas Cahaya terhadap Efisiensi Fotosintesis pada Pertumbuhan Tanaman. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*, 1(2), 262-269. <https://sihojournal.com/index.php/penarik/article/download/306/234>
- Wasis, & Irianto, S. Y. (2008). *Ilmu Pengetahuan Alam Jilid 2 untuk SMP dan MTs Kelas VIII*. PT Gramedia. <https://repository.unair.ac.id/92868/3/daftar%20pustaka.pdf>