



Potensi Mikroalga Laut, *Chlorella vulgaris*, dalam Menghasilkan Listrik

The Potential of Marine Microalgae, *Chlorella vulgaris*, in Electricity Production

Qori Atur R. Suhada^{1*}, Adyttia Indra Gunawan¹ Tiwi Sartika¹, Hasna Labib Lathifah¹, Marsya Naranissa Puteri¹, Maya Amini Sukma¹, Nadilla Suci Nugraha¹, Rosi Ainin Faqihah¹, Tiara Zahira¹

¹ Departemen Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Bandung

*Corresponding author: Jalan Soekarno-Hatta No. 752 Kota Bandung, Provinsi Jawa Barat, 40614, Indonesia.

E-mail addresses: qori.a.r.suhada@umbandung.ac.id

2024 BIODIVERSE: Jurnal Biodiversitas dan Bioteknologi

Abstract

Electrical energy is energy that comes from an electric charge that creates a static electric field or the movement of electrons in electrical conductors or ions (positive or negative) in liquids or substances in the form of gases. One of the sources of renewable electrical energy can be obtained from marine microalgae through the process of photosynthesis, called biophotovoltaics. The electrical energy produced by these marine microalgae can be channeled to power electronic devices. *Chlorella vulgaris* is a photosynthetic microorganism that can be used in biophotovoltaics systems. The purpose of this observation is to utilize microalgae as a renewable energy source and to develop the potential of microalgae, especially green algae. The method used is to create a biophotovoltaics system utilizing 2 glass tubes filled with microalgae cultures which are connected to an electrical circuit using aluminum and steel electrodes. The experiments carried out produced electricity of 2.5V from 2 liters of microalgae culture that had previously been made. The amount of electric voltage obtained from the microalgae is strongly influenced by the biomass it produces during photosynthesis.

Article info

Article history:

Received : 16 June 2024

Revised : 20 June 2024

Accepted : 25 June 2024

Available online : 30 June 2024

Keywords:

Biophotovoltaic

Chlorella vulgaris

Electrical energy

Microalgae

1. PENDAHULUAN

Listrik banyak dimanfaatkan pada zaman modern. Banyak masyarakat lebih menyukai sesuatu hal yang praktis dan cepat, sehingga para ilmuwan berusaha membuat alat-alat yang dapat mempermudah aktivitas manusia. Kebanyakan dari alat tersebut memanfaatkan listrik sebagai sumber energinya. Energi listrik merupakan energi yang bersumber dari muatan listrik. Muatan listrik tersebut menimbulkan medan listrik statis atau Bergeraknya elektron pada penghantar listrik atau ion (positif atau negatif) pada zat cair atau pada zat yang berupa gas. Satuan listrik disimbolkan Ampere (A) dan tegangan listrik disimbolkan Volt (V) [1].

Energi listrik dapat bersumber dari energi lain dan dapat dikonversi menjadi energi lainnya. Produksi listrik di Indonesia mayoritas dari bahan bakar fosil. Penggunaan sumber energi fosil ini

meningkatkan krisis sumber energi dan pemanasan global. Oleh karena itu, diperlukan peningkatan dalam pemanfaatan sumber energi terbarukan. Sumber energi terbarukan ini merupakan sumber energi yang akan terus regenerasi dan tidak akan habis. Seperti energi surya (matahari), angin, air, biomassa, panas bumi, dan magnet [2].

Dari banyaknya sumber energi terbarukan salah satunya yaitu mikroalga yang memiliki potensi untuk menjadi sumber energi listrik. Mikroalga ini termasuk ke dalam kelas alga yang berukuran mikroskopis dan memiliki diameter antara 30 μm . Mikroalga dimulai dari sel tunggal maupun koloni yang hidup di seluruh wilayah perairan tawar maupun laut yang lazim disebut fitoplankton. Hal yang membedakan mikroalga dari tumbuhan tingkat tinggi yaitu terletak pada pembagian fungsi pada sel-sel komponennya yang belum jelas. Energi listrik yang dihasilkan oleh mikroalga ini dapat disalurkan untuk memberi daya pada alat elektronik, salah satunya lampu tidur. Lampu tidur seringkali dimanfaatkan sebagai hiasan dalam kamar tidur. Selain sebagai dekorasi, lampu tidur juga bermanfaat untuk meningkatkan kualitas tidur, karena cahayanya yang remang-remang memberikan suasana yang nyaman di dalam kamar [3].

Adapun tujuan dari pengamatan ini yaitu untuk memanfaatkan mikroalga laut sebagai sumber energi baru dan terbarukan dan untuk mengembangkan potensi mikroalga terutama alga hijau. Dan Manfaat yang diharapkan adalah bagaimana memanfaatkan sumber yang ada, salah satunya mikroalga yang dapat menjadi sumber energi alternatif. Sumber energi alternatif atau sumber energi terbarukan dinilai lebih ramah lingkungan dan tidak dapat habis. Dimana pemanfaatan energi alternatif memerlukan ilmu pengetahuan untuk mengembangkan alat yang ramah lingkungan. Namun dapat mengubah energi alternatif tersebut menjadi energi-energi lain, salah satunya energi Listrik [4].

Terdapat salah satu fitoplankton yang dikenal sebagai *Chlorella vulgaris* umumnya ditemukan di perairan umum, termasuk lingkungan air tawar dan laut [5]. *C. vulgaris* laut merupakan salah satu mikroorganisme fotosintetik, mikroorganisme yang berfotosintesis sepanjang hidupnya. Selain itu, *Chlorella vulgaris* juga merupakan salah satu mikroalga yang sering dibudidayakan, karena tidak beracun dan memiliki nilai gizi yang tinggi untuk produk seperti obat-obatan, kosmetik, dan biodiesel alternatif. *C. vulgaris* adalah spesies kosmopolitan yang dapat hidup di mana saja, kecuali lingkungan yang diperlukan untuk bertahan hidup. Faktor lingkungan dan ketersediaan unsur hara berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan *C. vulgaris*. Nitrat dan fosfat merupakan unsur pembatas pada pertumbuhan *C. vulgaris* [6].

Bioreaktor merupakan seperangkat alat atau wadah yang di dalamnya terjadi transformasi biokimia dari suatu bahan baku menjadi produk yang diinginkan. Untuk mempercepat reaksi, digunakan enzim-enzim mikrobial atau isolat enzim murni. Proses dalam bioreaktor dapat terjadi secara aerobik maupun anaerobik. Kondisi lingkungan seperti pH, suhu, oksigen, dan lain-lain pada bioreaktor harus diperhatikan agar mikroba dapat tumbuh dengan baik dan menghasilkan produk yang diinginkan. Biophotovoltaics adalah teknologi pembangkit listrik yang memanfaatkan mikroorganisme fotosintetik. Energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik. Tujuan dari penelitian ini untuk memanfaatkan sifat fotosintetik mikroorganisme seperti mikroalga untuk mengubah cahaya menjadi arus listrik yang dapat digunakan untuk penyediaan listrik. Selama berfotosintesis, terjadi serangkaian reaksi yang memisahkan air menjadi proton (H^+), elektron, dan oksigen [7].

2. METODE

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah labu erlenmeyer, aerator, selang aerator, batu aerasi, plastic wrap karet gelang, plastik tahan panas, elektroda (aluminium & baja), kabel jumper dengan penjepit buaya kecil, lampu flip flop tabung kaca sedang, dan multimeter. Sedangkan bahan yang digunakan adalah air mineral, bibit *Chlorella vulgaris*, garam krocok dan pupuk NPK.

2.1 Pembiakan kultur mikroalga (*C. vulgaris*)

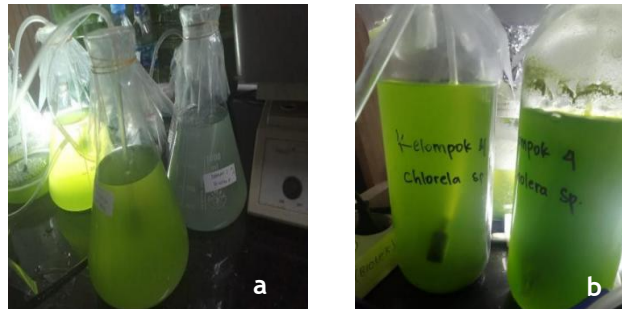
Mengacu pada [4] proses pembiakan mikroalga labu erlenmeyer steril disiapkan, lalu diisi dengan air mineral sebanyak 500 mL. Selanjutnya disanitasi dengan penambahan garam krosok dan ditambahkan pupuk NPK sebagai nutrisi pertumbuhan mikroalga pada erlenmeyer, lalu dihomogenkan. Bibit mikroalga yang sudah diaktivasi dimasukkan ke dalam media kultur dengan perbandingan bibit 1 bagian dan 9 bagian air Diberikan aerator untuk aerasi. Media disimpan di tempat yang terkena sinar matahari atau cahaya lampu khusus. Kemudian bibit dibiarkan selama 7-10 hari. Pencapaian dan aerasi bibit perlu diperhatikan agar bibit mikroalga dapat berfotosintesis dan berkembangbiak.

2.2 Design Biophotovoltaics

Gelas jamu ukuran 1 L yang sudah disterilkan disiapkan sebanyak 2 buah, 2 buah kabel jumper merah dan 1 buah kabel jumper hitam, 2 pasang elektroda, dan multimeter. Mikroalga *C. vulgaris* hasil inokulasi dimasukkan sebanyak 1 L. Kedua gelas jamu dihubungkan dengan rangkaian seri. Elektroda alumunium dan baja disiapkan, lalu keduanya dihubungkan menggunakan kabel jumper merah, elektroda alumunium dimasukkan dalam tabung A dan elektroda baja dimasukkan pada tabung B. Selanjutnya pada kabel jumper merah yang lain pada salah satu sisinya dipasang pada elektroda alumunium dan dimasukkan ke dalam tabung A. Pada kabel jumper hitam, salah satu sisinya dipasang pada elektroda baja dan dimasukkan ke dalam tabung B. Kemudian sisi yang lain pada dua kabel jumper merah dan hitam tersebut dihubungkan dengan multimeter untuk diketahui besaran tegangan listrik yang dihasilkan. Lalu sambungan kabel jumper pada multimeter dilepas dan dihubungkan dengan lampu untuk memberikan daya agar lampu dapat menyala [8].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan selama 3 pekan telah didapatkan hasil kultur *C. vulgaris* dengan bagian yang diamati yakni perubahan warna *C. vulgaris*, pengamatan kualitas air, dan uji coba pemanfaatan *C. vulgaris* menghasilkan sumber listrik untuk menyalakan lampu.



Gambar 1. Kultur cair *C. vulgaris* pada Hari ke-7 (a) dan Hari ke-21 (b)

Pada hari ke-7 kultur *C. vulgaris* terlihat masih berwarna hijau bening, setelah hari ke-21 warna kultur *C. vulgaris* semakin hijau mendekati pekat dengan ditambah adanya biomassa yang terlihat jelas dan banyak di sekitar dasar media kultur. Faktor pengaruh perubahan warna kultur *C. vulgaris* yaitu dikarenakan adanya peningkatan kepadatan sel yang mengindikasikan terjadinya pertumbuhan sel mikroalga. Pertumbuhan sel mikroalga akan terus berlangsung mulai dari fase lag, eksponensial, hingga fase stasioner akhir. Pertumbuhan yang mencapai fase stasioner akan ditandai dengan warna hijau yang pekat dan padat. Setelah mencapai fase stasioner akhir, sel akan memasuki fase *death* (kematian) yaitu berhentinya proses pertumbuhan sel dan mengalami kematian.

Pertumbuhan sel mikroalga *C. vulgaris* dipengaruhi oleh proses fotosintesis di dalam organel sel kloroplas. Proses metabolisme tersebut ditentukan oleh ketersediaan H_2O sebagai sumber hidrogen, CO_2 sebagai sumber karbon, dan cahaya sebagai sumber energi. Dalam penelitian, cahaya LED digunakan sebagai pengganti cahaya matahari. Berdasarkan aspek efisiensi pemanfaatan cahaya oleh kloroplas mikroalga, diketahui bahwa mikroalga menyerap semua cahaya yang diterima walaupun tidak semua foton dapat dimanfaatkan [9]. Hal tersebut tercermin pada hasil penelitian yang memperlihatkan variasi pada setiap perlakuan yang diujikan. Jumlah foton pada panjang gelombang biru atau merah yang dapat ditangkap oleh molekul klorofil mikroalga bergantung pada struktur sel, komposisi pigmen dan susunan kloroplas [10].

Pengukuran Parameter Fisika-Kimia Medium Kultur

Hasil pengukuran parameter fisika-kimia medium kultur meliputi parameter salinitas dan pH yang dilakukan selama periode kultur *C. vulgaris* (Tabel 1).

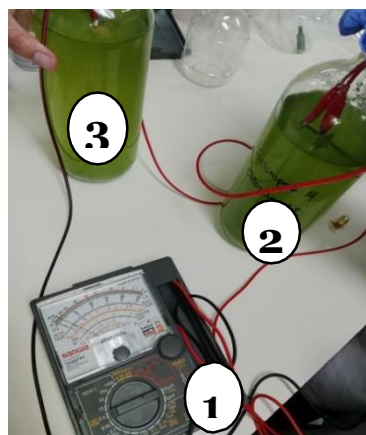
Tabel 1. Hasil Pengamatan Kisaran Kualitas Air

No	Kualitas Air	Rata-Rata	Kisaran Optimal
1	pH	6-8	4,5-9,3
2	Salinitas	30 ppt	30-35 ppt

Hasil tersebut menunjukkan kisaran optimal dan variabel kualitas air mendukung pola pertumbuhan sel *C. vulgaris*. Nilai pH media kultur merupakan faktor pengontrol yang menentukan kemampuan biologis fitoplankton dalam memanfaatkan unsur hara. Nilai pH yang terlalu tinggi misalnya, akan mengurangi aktivitas fotosintesis fitoplankton. Pengukuran pH ini menggunakan pH meter didapatkan hasil kisaran 6-8, Kisaran pH optimal pada mikroalga adalah 4,5-9,3. Dalam kenaikan pH pengamatan ini dibantu dengan penambahan baking soda agar didapatkan pH kultur *Chlorella vulgaris* dalam kisaran yang optimal [11]. Salinitas pada pengamatan mencapai 30 ppt, kisaran optimal pada mikroalga yaitu berkisar 30-34 ppt [12].

Uji coba pemanfaatan *Chlorella vulgaris* menghasilkan sumber listrik untuk lampu tidur

Produksi listrik menggunakan sebanyak 2 L kultur cair *C. vulgaris* (Gambar 2). Tegangan listrik yang dihasilkan dari 2L kultur cair *C. vulgaris* yaitu sebesar 2.5 volt (Gambar 3). Berdasarkan hasil pengamatan, lampu yang dihubungkan dengan pemanfaatan kultur *Chlorella vulgaris* tidak menyala dengan semestinya karena memiliki tegangan listrik yang relatif kecil ($\pm 2,5$ volt), sedangkan lampu yang dipakai membutuhkan besaran listrik yang lebih besar.



Gambar 2. Pengukuran tegangan listrik yang dihasilkan dari kultur cair *C. vulgaris*

Keterangan:

1. Multimeter sebagai alat pengukur besaran listrik pada *Chlorella vulgaris*
2. Kabel jumper, katoda dan anoda yang tersambung dengan multimeter dan kultur *Chlorella vulgaris*
3. Kultur *Chlorella vulgaris* pada media botol jamu



Gambar 3. Besaran tegangan listrik pemanfaatan kultur *Chlorella vulgaris*

Terkait pemanfaatan untuk menghasilkan sumber listrik, terdapat faktor yang memengaruhi tingkat keberhasilan pertumbuhan sel mikroalga yaitu NPK pada media yang mengendap (tidak larut secara sempurna) serta kekurangannya pasokan CO_2 . Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, konsentrasi CO_2 yang optimal untuk pertumbuhan mikroalga yaitu 5-10% [13]. Selain memberi pasokan CO_2 pada medium kultur, pemberian aerasi dapat juga berfungsi untuk agitasi atau pengadukan nutrisi di dalam air medium. Pengadukan sangat penting dilakukan bertujuan untuk membantu nutrisi tersebar dengan baik sehingga mikroalga dalam kultur mendapatkan

nutrien yang merata, mencegah stratifikasi, suhu, dan meningkatkan pertukaran gas dari udara ke media mikroalga [14].

4. KESIMPULAN

Kultur cair *C. vulgaris* laut dapat digunakan sebagai sumber energi listrik. Besaran tegangan listrik yang dapat diperoleh dari mikroalga tersebut sangat dipengaruhi oleh biomassa yang dihasilkannya. Biomassa yang dihasilkan oleh mikroalga bergantung pada proses fotosintesis yang berlangsung. Selama berfotosintesis, terjadi serangkaian reaksi yang menghasilkan proton, sebagai muatan listrik. Komposisi nutrien, suplai CO₂, dan cahaya berperan penting untuk meningkatkan jumlah sel mikroalga. Tegangan listrik yang diperoleh pada 2L kultur mikroalga laut *C. vulgaris* sebanyak 2,5 volt, besaran tegangan tersebut belum memenuhi kebutuhan tegangan listrik untuk menhidupkan lampu.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Program Studi Bioteknologi beserta Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Muhammadiyah Bandung atas dukungan dana serta fasilitas Laboratorium Bioteknologi dan Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Bandung yang telah diberikan sehingga terselenggaranya penelitian ini.

6. DAFTAR REFERENSI

- [1] Andi, S., Kurnia, R., & Sulistiono. Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) Dengan Metode Dan Kepadatan Berbeda di Perairan Pesisir Kuala Langsa, Aceh. Jurnal Riset Akuakultur. 12(1): 57-60.
- [2] Azarin., Belva., & Fidela. 2016. Tesis. Analisis Efisiensi Photovoltaic Ditinjau dari Variasi Bayangan pada Panel Surya. Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya
- [3] Efendi. 2003. "Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan" Yogyakarta: Kanisius
- [4] Hartini, Fitri, Fajar Restuhadi, and Tengku Dahril. 2017. Pemanfaatan Mikroalga *Chlorella*. sp dalam menurunkan baku mutu polutan limbah cair industri sagu. OM Faperta. 4(1): 1-13
- [5] Kimball, J.W. 2000. "Biologi. Edisi kelima Jilid 1" Jakarta: Erlangga.
- [6] Park, K.H dan Lee, G.C. 2000. Optimazation of algal photobioreactors using flashing lights J. Biotechnol. Bioprocess Eng. 5(1): 186-190.
- [7] Pertamawati. 2010. Pengaruh Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan Tanaman Kentang (*Solanum tuberosum*. L) Dalam Lingkungan Fotoautotrof Secara Invitro. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia.12(1): 33-34.
- [8] Rivandhika, W.F. 2022. "Pengaruh Pemberian Lindi Hasil Penyaringan dengan Dosis Berbeda Terhadap Kelimpahan *Chlorella vulgaris*.
- [9] Sylvester, B. N. 2002. "Budidaya Fitoplankton & Zooplankton". Persyaratan Budidaya Fitoplankton , 10(1): 24-36.
- [10] Sulidah., Yamin, A., & Susanti, D.R. 2016. Pengaruh Latihan Relaksasi Otot Progresif Terhadap Kualitas Tidur Lansia. J Keperawatan. 4(1): 11-12.
- [11] Taw, N. 1990. "Petunjuk pemeliharaan kultur murni dan massal mikroalga proyek pengembangan udang" United Nations, Development programme food and agriculture organization of the united nations. hal. 80.
- [12] Teni., & N.ovianti 2017. Studi Tentang Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* yang dikultivasi Berdasarkan Sumber Cahaya yang Berbeda. Jurnal Biologi Sel dan Pendidikan Biologi. 1(2): 1-5
- [13] Triana, B.K., Danies, R.K., & Nugraha, P.N.I. 2019. Pengembangan Desain Free Energy Generator Berbahan Magnet Neodymium Berbasis Solidworks Untuk Sistem Recharging Prototype Ganesha Electric Generasi II Undiksha. JJTM: 8(3)
- [14] Utami, N. 2021. "Lingkungan". Retrieved Juni 02, 2023, from Kompas.com: <https://www.kompas.com/skola/read/2021/02/16/171809969/mengapa-energi-alternatif-bersifat-ramahlingkungan>
- [15] Wey., & Laura, T. 2019. "The Development of Biophotovoltaic Systems For Power Generation and Biological Analysis. ChemElectroChem. (21): 5375-5386
- [16] Wigajatri, R. H. 2003. "Studi karakteristik fluoresensi *Chlorella* sp. : Pengaruh pH terhadap pengkulturan". Jurnal Makara, Teknologi. 7(2): 83-88