



Prof. Dr. Ir. Razali, MT | Prof. Dr. Ir. Hamdani, MT
Rachmad Almi Putra, S.Pd., M.Sc | Mulia Safrida Sari, S.Pd., M.Si

Microalgae Sebagai Sensitizer DSSC dan Bioenergi

Microalgae Sebagai Sensitizer DSSC dan Bioenergi

Mikroalga memiliki beragam spesies, termasuk *Chlorella* sp, *Spirulina* sp, *diatom*, *dinoflagelata*, dan masih banyak lagi. Setiap spesies memiliki karakteristik unik, meliputi bentuk sel, ukuran, serta kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. *Spirulina* termasuk salah satu spesies mikroalga bersifat *fotoautotrof* "hijau biru", yang berarti mampu memperoleh energi dari sinar matahari dan menggunakan karbon dioksida sebagai sumber karbonnya. Kemampuan absorpsi tersebut menyebabkan mikroalga memiliki potensi untuk diaplikasikan diberbagai bidang. Salah satu aplikasi pemanfaatan mikroalga sebagai Dye untuk sensitizer sell surya pada konfigurasi DSSC. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan sel surya yang tersensitasi pewarna yang dapat diproduksi dengan biaya rendah dan berbasis lapisan tipis (*thin film*). Sel surya tersebut termasuk teknologi semikonduktor yang dibentuk antara anoda yang tersensitasi cahaya dengan elektrolit sebagai suatu sistem elektrokimia. DSSC memiliki keunikan diantaranya mudah diproduksi, semi fleksibel, semi transparan dan memiliki efisiensi yang tinggi dengan biaya produksi yang rendah. Namun beberapa kesulitan yang dihadapi dari proses produksi DSSC ini adalah bahan sensitizer dan cairan elektrolyte yang digunakan masih menjadi tantangan dalam proses produksinya untuk mendapatkan sensitizer dan elektrolyte terbaik untuk meningkatkan efisiensi dan daya tahan dari sel surya DSSC. Material *Dye* yang digunakan berpengaruh terhadap kemampuan absorpsi cahaya tampak untuk diteruskan ke komponen fotoanoda lainnya. didalam buku ini membahas beberapa manfaat dari mikroalga yang meliputi potensi dari mikroalga, proses kultivasi, dan pengembangan untuk bioenergi.



eureka
media aksara
Anggota IKAPI
No. 225/JTE/2021

☎ 0858 5343 1992
✉ eurekaediaaksara@gmail.com
📍 Jl. Banjaran RT.20 RW.10
Bojongsari - Purbalingga 53362

ISBN 978-623-151-644-2



9 786231 516442

MICROALGAE SEBAGAI SENSITIZER DSSC DAN BIOENERGI

Prof. Dr. Ir. Razali, MT
Prof. Dr. Ir. Hamdani, MT
Rachmad Almi Putra, S.Pd., M.Sc
Mulia Safrida Sari, S.Pd., M.Si



eureka
media aksara

PENERBIT CV. EUREKA MEDIA AKSARA

MICROALGAE SEBAGAI SENSITIZER DSSC DAN BIOENERGI

Penulis : Prof. Dr. Ir. Razali, MT
Prof. Dr. Ir. Hamdani, MT
Rachmad Almi Putra, S.Pd., M.Sc
Mulia Safrida Sari, S.Pd., M.Si

Desain Sampul : Ardyan Arya Hayuwaskita

Tata Letak : Uli Mas'uliyah Indarwati

ISBN : 978-623-151-644-2

Diterbitkan oleh : **EUREKA MEDIA AKSARA,**
OKTOBER 2023
ANGGOTA IKAPI JAWA TENGAH
NO. 225/JTE/2021

Redaksi:

Jalan Banjaran, Desa Banjaran RT 20 RW 10 Kecamatan Bojongsari
Kabupaten Purbalingga Telp. 0858-5343-1992
Surel : eurekamediaaksara@gmail.com
Cetakan Pertama : 2023

All right reserved

Hak Cipta dilindungi undang-undang
Dilarang memperbanyak atau memindahkan sebagian atau seluruh
isi buku ini dalam bentuk apapun dan dengan cara apapun,
termasuk memfotokopi, merekam, atau dengan teknik perekaman
lainnya tanpa seizin tertulis dari penerbit.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyelesaikan buku ini. Kami mengucapkan banyak terima kasih pada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini. Sehingga buku ini bisa hadir di hadapan pembaca. Penulis menyadari bahwa buku ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan guna penyempurnaan buku ini. Akhir kata kami berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga buku ini akan membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Tim Penyusun

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	vii
A. Pengantar.....	1
B. Structure Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)	3
BAB 2 POTENSI MIKROALGA DALAM APLIKASI BIOTEKNOLOGI	6
A. Potensi Mikroalga Laut Dalam Aplikasi Bioteknologi Inovatif	6
B. Pemanfaatan Mikroalga Dalam Produksi Bioenergi	18
BAB 3 KULTIVASI SPESIES MIKROALGA <i>Spirulina</i> sp UNTUK PENGEMBANGAN POTENSI BIOENERGI	45
A. Pengertian Kultivasi	45
B. Jenis -Jenis Kultivasi	46
C. Jenis <i>Spirulina</i> yang Umum Dikultivasi	51
D. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan <i>Spirulina</i>	57
E. Tahapan Proses Kultivasi.....	65
F. Kultivasi <i>Spirulina</i> Dalam Skala Laboratorium.....	71
BAB 4 INDIKATOR KEBERHASILAN KULTIVASI <i>Spirulina</i> sp UNTUK PENGEMBANGAN POTENSI BIOENERGI	90
A. Indikator Keberhasilan Kultivasi <i>Spirulina</i>	90
B. Indikator Pertumbuhan Sel.....	91
C. Indikator Kepadatan Sel.....	96
D. Indikator Produktivitas Biomassa	98
E. Indikator Kandungan Pigmen.....	106
F. Indikator Kandungan Nutrisi.....	115
G. Indikator Kualitas Air	123
DAFTAR PUSTAKA	129

DAFTAR TABEL

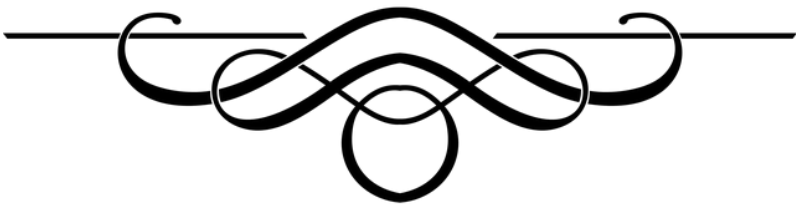
Tabel 1. Riset tentang DSSC Beberapa Tahun Terakhir	2
Tabel 2. Contoh Pemanfaatan Pigmen Alami Mikroalga dalam Bidang Farmasi/Kesehatan	11
Tabel 3. Persentase Kandungan Biodiesel dari Ekstraksi Minyak dalam Beberapa Jenis Mikroalga.....	22
Tabel 4. Kandungan Karbohidrat dari Beberapa Strain Mikroalga Sebagai Sumber Bioetanol	25
Tabel 5. Kandungan Gas Metana dalam Beberapa Jenis Mikroalga	29
Tabel 6. Kandungan Bio-crude oil dari Beberapa Jenis Mikroalga	33
Tabel 7. Kandungan Nutrisi Pada Media Walne	72

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skematik DSSC	3
Gambar 2. Potensi Pemanfaatan Mikroalga dalam Bidang Farmasi/Kesehatan	9
Gambar 3. Potensi Pemanfaatan Mikroalga dalam Bioteknologi Aplikatif	17
Gambar 4. Tahapan Proses Pembuatan Biodiesel dari Biomassa Spirulina Bioetanol	24
Gambar 5. Proses Pembentukan Bio-oil	32
Gambar 6. Proses Pembuatan Bioelektrisitas Berbasis Mikroalga	39
Gambar 7. Potensi Pemanfaatan Mikroalga dalam Produksi Bioenergi Level Industri (Biogas/Biomethane, Bioetanol, Biocrude-oil, Biochar, dan Biodiesel)	44
Gambar 8. Gambaran Mikroskopik Struktur dan Fase Reproduksi Spirulina platensis	54



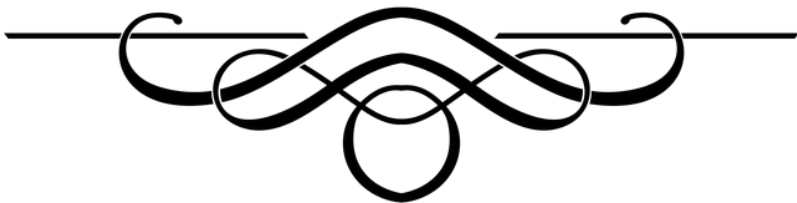
Penelitian ini didanai oleh Universitas Syiah Kuala, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi, Sesuai dengan Kontrak Penelitian Profesor Tahun Anggaran 2023 Nomor Kontrak 57/UN11.2.1/PT.01.03/PNBP/2023





**MICROALGAE SEBAGAI SENSITIZER
DSSC DAN BIOENERGI**

**Prof. Dr. Ir. Razali, MT
Prof. Dr. Ir. Hamdani, MT
Rachmad Almi Putra, S.Pd., M.Sc
Mulia Safrida Sari, S.Pd., M.Si**



BAB

1

PENDAHULUAN

A. Pengantar

Kebutuhan energi setiap tahun terus meningkat seiring dengan meningkatkannya populasi manusia, namun persediaan energi terus menurun. Hal tersebut mendorong ilmuan di setiap negara untuk mencari energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan tersebut. Alternatif energi yang dimaksud adalah energi yang bersifat fotovoltaik yang dapat mengkonversi energi dari sinar matahari menjadi listrik. salah satu jenis teknologi tersebut adalah sel surya, namun teknologi sel surya memiliki beberapa kekurangan diantaranya proses produksinya yang rumit dan cost produksi yang mahal. Diantara beberapa teknolgi sel surya lainnya, teknologi Sel surya yang menggunakan *Dye* diprediksi memiliki efisiensi yang baik untuk mengabsorpsi sinar matahari dan mengubahnya menjadi energi listrik. *Dye Sensitized Solar Cell* (DSSC) merupakan sel surya yang tersensitasi pewarna yang dapat diproduksi dengan biaya rendah dan berbasis lapisan tipis (*thin film*). Sel surya tersebut termasuk teknologi semikonduktor yang dibentuk antara anoda yang tersensitasi cahaya dengan elektrolit sebagai suatu sistem elektrokimia.

DSSC memiliki keunikan diantaranya mudah diproduksi, semi fleksibel, semi transparan dan memiliki efisiensi yang tinggi dengan biaya produksi yang rendah. Namun beberapa kesulitan yang dihadapi dari proses produksi DSSC ini adalah bahan sensitizer dan cairan elektrolyte yang digunakan masih menjadi tantangan dalam proses produksinya untuk

BAB 2

POTENSI MIKROALGA DALAM APLIKASI BIOTEKNOLOGI

A. Potensi Mikroalga Laut Dalam Aplikasi Bioteknologi Inovatif

Mikroalga, juga dikenal sebagai fitoplankton, adalah organisme autotrof akuatik yang hidup dalam bentuk suspensi di kolom air. Mikroalga ini mencakup beberapa filum yang sebagian besar merupakan eukariota dan beberapa prokariota fotosintetik yang disebut sianobakteri [8], [9]. *Filum sianobakteri* atau dikenal sebagai "ganggang hijau biru" mencakup prokariota fotosintetik yang memiliki kemampuan untuk mengonversi energi cahaya, karbon dioksida dan air menjadi biomassa, menggunakan pigmen fotosintetik seperti klorofil α [10]. Penggolongan jenis *sianobakteri* berdasarkan kemampuannya untuk mensintesis fikosianin, pigmen fikobilin berwarna biru. Warna kebiruan dari organisme ini merupakan alasan penamaannya sebagai "ganggang hijau biru" yang berasal dari pigmen fikobilin biru yang dimilikinya. Mikroalga umumnya berukuran sangat kecil dan memiliki diameter yang berkisar antara 3-30 μm , sehingga pengamatan terhadap mikroalga hanya dapat dilihat dengan bantuan mikroskop [11]. Mikroalga memiliki beragam spesies, termasuk *Chlorella* sp, *Spirulina* sp, *diatom*, *dinoflagelata*, dan masih banyak lagi. Setiap spesies memiliki karakteristik unik, meliputi bentuk sel, ukuran, serta kemampuan adaptasi terhadap kondisi lingkungan yang berbeda. *Spirulina* termasuk salah satu spesies mikroalga bersifat *fotolitotrof* "hijau biru", yang berarti mampu memperoleh energi dari sinar matahari dan menggunakan karbon dioksida sebagai sumber karbonnya. Ia memperoleh mineral dari sumber

BAB 3

KULTIVASI SPESIES MIKROALGA *Spirulina* sp UNTUK PENGEMBANGAN POTENSI BIOENERGI

A. Pengertian Kultivasi

Kultivasi adalah proses atau kegiatan yang dilakukan untuk mengembangkan, membiakkan, atau mengelola organisme hidup, baik itu tumbuhan, hewan, atau mikroorganisme, dalam kondisi yang dikendalikan. Kultivasi sering kali dilakukan dalam konteks pertanian, akuakultur, atau mikrobiologi, dengan tujuan memproduksi hasil yang diinginkan atau memperbanyak populasi organisme tertentu.

Dalam kaitannya dengan mikroorganisme seperti spirulina, kultivasi mengacu pada pengembangan dan pengelolaan populasi spirulina dalam lingkungan yang dikendalikan, seperti media kultur atau sistem akuakultur. Kultivasi spirulina melibatkan serangkaian langkah yang meliputi persiapan media kultur, inokulasi, pengaturan kondisi pertumbuhan yang optimal (seperti suhu, cahaya, nutrisi, pH, aerasi), pemantauan pertumbuhan dan kualitas, serta pemanenan atau pengumpulan hasil yang diinginkan.

Tujuan kultivasi spirulina dapat bervariasi, seperti produksi biomass atau biomassa yang kaya nutrisi, produksi pigmen alami seperti klorofil atau fitosianin, produksi senyawa bioaktif, atau penelitian ilmiah untuk memahami karakteristik dan potensi spirulina.

BAB 4

INDIKATOR KEBERHASILAN KULTIVASI *Spirulina sp* UNTUK PENGEMBANGAN POTENSI BIOENERGI

A. Indikator Keberhasilan Kultivasi *Spirulina*

Indikator keberhasilan kultivasi mikroalga spirulina dapat bervariasi tergantung pada tujuan dan parameter yang ingin diukur. Beberapa indikator umum yang digunakan untuk mengevaluasi keberhasilan kultivasi mikroalga spirulina adalah sebagai berikut:

1. Pertumbuhan sel. Pertumbuhan mikroalga spirulina dapat diukur dengan memantau peningkatan jumlah sel atau biomassa selama periode kultivasi. Hal ini dapat diukur menggunakan alat seperti spektrofotometer atau penghitungan sel mikroskopis.
2. Kepadatan sel. Kepadatan sel mengacu pada jumlah sel mikroalga dalam unit volume kultur. Kepadatan sel sering diukur dengan menghitung sel secara mikroskopis atau menggunakan alat pengukuran optik seperti turbidimeter atau kolorimeter.
3. Produktivitas biomassa. Produktivitas biomassa mengukur jumlah biomassa yang dihasilkan oleh kultur spirulina dalam jangka waktu tertentu. Produktivitas biomassa dapat dihitung dengan mengalikan kepadatan sel dengan volume kultur dan efisiensi pemanfaatan nutrisi.
4. Kandungan pigmen. *Spirulina* kaya akan pigmen seperti klorofil dan fikosianin. Kandungan pigmen dapat diukur menggunakan metode spektrofotometri atau kromatografi

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. Rajaramanan, F. Heidari Gourji, D. Velauthapillai, P. Ravirajan, and M. Senthilnathanan, "Enhanced Photovoltaic Properties of Dye-Sensitized Solar Cells through Ammonium Hydroxide-Modified (Nitrogen-Doped) Titania Photoanodes," *Int. J. Energy Res.*, vol. 2023, pp. 1-12, 2023, doi: 10.1155/2023/1090174.
- [2] M. F. Cerdá, "Dyes from the Southern Lands : An Alternative or a Dream?," vol. 2, pp. 519-539, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/solar2040031>.
- [3] M. F. Maulana, E. Yuniarti, A. Nurlaela, and S. A. Saptari, "Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) Efficiency Derived from Natural Source," *J. Fis. dan Apl.*, vol. 17, no. 3, p. 68, 2021, doi: 10.12962/j24604682.v17i3.9616.
- [4] L. Meng and T. Yang, "Inclined substrate deposition of nanostructured tio2 thin films for dssc application," *Molecules*, vol. 26, no. 11, pp. 1-9, 2021, doi: 10.3390/molecules26113122.
- [5] V. A. González-Verjan *et al.*, "Effect of TiO₂ particle and pore size on DSSC efficiency," *Mater. Renew. Sustain. Energy*, vol. 9, no. 2, pp. 1-8, 2020, doi: 10.1007/s40243-020-00173-7.
- [6] A. Orón-Navar, I. Aguilar-Hernández, T. López-Luke, A. Pacheco, and N. Ornelas-Soto, "Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) by Using a Natural Pigment from Microalgae," *Int. J. Chem. Eng. Appl.*, vol. 11, no. 1, pp. 14-17, 2020, doi: 10.18178/ijcea.2020.11.1.772.
- [7] S. Rahman *et al.*, "Research on dye sensitized solar cells: recent advancement toward the various constituents of dye sensitized solar cells for efficiency enhancement and future prospects," *RSC Adv.*, vol. 13, no. 28, pp. 19508-19529, 2023, doi: 10.1039/d3ra00903c.
- [8] J.-L. M. Ita Widowati, Muhammad Zainuri, Hermien Pancasakti Kusumaningrum, Ragil Susilowati, Yann Hardivillier, Vincent Leignel, Nathalie Bourgougnon, "Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 755, no. 1, 2016, doi:

10.1088/1742-6596/755/1/011001.

- [9] E. Asrial *et al.*, "Trends in the Uses of Spirulina Microalga: A mini-review," *J. Ilm. Perikan. Dan Kelaut.*, vol. 12, no. 2, pp. 214-223, 2020.
- [10] S. H. Ganesan V, "Biomass from Microalgae: An Overview," *Oceanogr. Open Access*, vol. 02, no. 01, pp. 1-7, 2014, doi: 10.4172/2332-2632.1000118.
- [11] F. Hindarti and E. Ayuningtyas, "The Development of Spirulina Sp . Cultivation Technique as A Renewable Energy Biomass Source in The Airlift Fotobioreactor," *J. Energi dan Lingkungan.*, vol. 16, pp. 17-24, 2020.
- [12] M. Rizwan, G. Mujtaba, S. A. Memon, K. Lee, and N. Rashid, "Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 92, no. September, pp. 394-404, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.034.
- [13] K. Mulluye, Y. Bogale, D. Bayle, and Y. Atnafu, "Review on Microalgae Potential Innovative Biotechnological Applications," *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*, vol. 20, no. 1, pp. 35-43, 2023, doi: 10.13005/bbra/3066.
- [14] Surabhi Joshi, Roshani Kumari, and Vivek N. Upasani, "Applications of algae in cosmetics: an overview," *Int. J. Innov. Res. Sci.*, vol. 7, no. 2, 2018, doi: 10.15680/IJRSET.2018.0702038.
- [15] M. Rizwan, G. Mujtaba, S. A. Memon, K. Lee, and N. Rashid, "Exploring the potential of microalgae for new biotechnology applications and beyond: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 92, no. September, pp. 394-404, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2018.04.034.
- [16] C. Mahata *et al.*, "The Potential of Marine Microalgae for the Production of Food, Feed, and Fuel (3F)," *Fermentation*, vol. 8, no. 7, 2022, doi: 10.3390/fermentation8070316.
- [17] K. Arora, P. Kumar, D. Bose, X. Li, and S. Kulshrestha, "Potential applications of algae in biochemical and bioenergy sector," *3 Biotech*, vol. 11, no. 6, pp. 1-24, 2021, doi: 10.1007/s13205-021-02825-5.
- [18] J. P. Keshri, "Present Status and Development of Algal Pulp for

- Hand-Made Paper Making Technology: A Review," *Adv. Plants Agric. Res.*, vol. 8, no. 1, pp. 10–18, 2018, doi: 10.15406/apar.2018.08.00284.
- [19] K. Arora, P. Kumar, D. Bose, X. Li, and S. Kulshrestha, "Potential applications of algae in biochemical and bioenergy sector," *3 Biotech*, vol. 11, no. 6, pp. 1–24, 2021, doi: 10.1007/s13205-021-02825-5.
- [20] Y. B. Seo, Y. W. Lee, C. H. Lee, and H. C. You, "Red algae and their use in papermaking," *Bioresour. Technol.*, vol. 101, no. 7, pp. 2549–2553, 2010, doi: 10.1016/j.biortech.2009.11.088.
- [21] C. Ververis *et al.*, "Cellulose, hemicelluloses, lignin and ash content of some organic materials and their suitability for use as paper pulp supplements," *Bioresour. Technol.*, vol. 98, no. 2, pp. 296–301, 2007, doi: 10.1016/j.biortech.2006.01.007.
- [22] A. Jabłońska-Trypuć, E. Wołejko, M. D. Ernazarovna, A. Głowacka, G. Sokołowska, and U. Wydro, "Using Algae for Biofuel Production: A Review," *Energies*, vol. 16, no. 4, 2023, doi: 10.3390/en16041758.
- [23] D. Nagarajan, D. J. Lee, A. Kondo, and J. S. Chang, "Recent insights into biohydrogen production by microalgae – From biophotolysis to dark fermentation," *Bioresour. Technol.*, vol. 227, pp. 373–387, 2017, doi: 10.1016/j.biortech.2016.12.104.
- [24] D. Nagarajan, D. J. Lee, A. Kondo, and J. S. Chang, "Recent insights into biohydrogen production by microalgae – From biophotolysis to dark fermentation," *Bioresour. Technol.*, vol. 227, pp. 373–387, 2017, doi: 10.1016/j.biortech.2016.12.104.
- [25] Srikanth Reddy Medipally; Fatimah Md. Yusoff; Sanjoy Banerjee; and M. Shariff, "Microalgae as Sustainable Renewable Energy Feedstock for Biofuel Production," *Bioenergy Eng.*, vol. 2015, pp. 17–50, 2023, doi: 10.1016/b978-0-323-98363-1.00008-9.
- [26] A. Ahmad, S. W. Hassan, and F. Banat, "An overview of microalgae biomass as a sustainable aquaculture feed ingredient: food security and circular economy," *Bioengineered*, vol. 13, no. 4, pp. 9521–9547, 2022, doi: 10.1080/21655979.2022.2061148.

- [27] M. N. Kaggwa, A. Burian, S. O. Oduor, and M. Schagerl, "Ecomorphological variability of *Arthrospira fusiformis* (Cyanoprokaryota) in African soda lakes," *Microbiologyopen*, vol. 2, no. 5, pp. 881–891, 2013, doi: 10.1002/mbo3.125.
- [28] N. K. Z. AlFadhly, N. Alhelfi, A. B. Altemimi, D. K. Verma, and F. Cacciola, "Tendencies Affecting the Growth and Cultivation of Genus *Spirulina*: An Investigative Review on Current Trends," *Plants*, vol. 11, no. 22, pp. 1–21, 2022, doi: 10.3390/plants11223063.
- [29] E. S. Sofiyah, I. Y. Septiariva, and I. W. K. Suryawan, "The Opportunity of Developing Microalgae Cultivation Techniques in Indonesia," *Ber. Biol.*, vol. 20, no. 2, pp. 221–233, 2021, doi: 10.14203/beritabiologi.v20i2.4000.
- [30] R. B. ;Rade. Q. N. Nanik, "Studi Pertumbuhan Populasi *Spirulina* sp. pada Skala Kultur yang Berbeda. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan," *Stud. Pertumbuhan Popul. Spirulina sp. pada Skala Kult. yang Berbeda. J. Ilm. Perikan. dan Kelaut.*, vol. 10, no. 2, pp. 95–105, 2018.
- [31] H. Widianingsih, Ali ridho, Retno Hartati, "Kandungan Nutrisi *Spirulina Platensis* yang dikultur pada media berbeda." pp. 167–170, 2008.
- [32] B. Aryono, M. Zainuddin, and R. F. Fithria, "Pertumbuhan, Kadar Pigmen dan Aktivitas Antioksidan *Spirulina platensis* pada Kultur dengan Perbedaan Warna Pencahayaan Leds," *J. Mar. Res.*, vol. 11, no. 4, pp. 805–818, 2022, doi: 10.14710/jmr.v11i4.35310.