



MAFLEXTOR (*Smart And Flexible Photobioreaktor*): Inovasi Kultivasi Mikroalga Dilengkapi Panel Surya Berbasis IoT Guna Mewujudkan *Sustainable Environment* Di Indonesia

Nurahmad Hadi Cahyadi¹, Muhammad Rafi Solakhudin¹ dan Vanny Nastiti¹

¹ Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Email Korespondensi: hadicahyadi30@student.ppns.ac.id

Diterima: 01-03-2023
Disetujui: 15-03-2023
Diterbitkan: 30-06-2023

Kata Kunci:
Fotobioreaktor, *Internet of Things*,
Mikroalga

ABSTRAK

Perubahan iklim yang disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca merupakan masalah global. Total emisi pada tahun 2018 adalah 55,3 GtCO₂e. Dampak perubahan iklim diantaranya peningkatan bencana dan penurunan kualitas udara. Pengembangan teknologi serapan karbon secara biologis menggunakan fotobioreaktor mikroalga dilakukan sebagai upaya meminimalisasi dampak pemanasan global. Mikroalga yang ditumbuhkan dalam fotobioreaktor mengubah CO₂ menjadi biomassa dengan bantuan sinar matahari melalui proses fotosintesis. MAFLEXTOR merupakan inovasi teknologi yang mampu menyerap emisi gas CO₂ serta media budidaya mikroalga dengan mengintegrasikan teknologi IoT untuk mengetahui tingkat kualitas udara. MAFLEXTOR dilengkapi dengan panel surya sebagai suplai listrik mandiri untuk mengaktifkan aerator, mikrokontroler, sensor dan lampu. Metode penelitian yang digunakan yakni metode kombinasi deskriptif dan metode eksperimen, dengan melakukan percobaan dalam skala prototype. Hasil penelitian yang dilakukan yaitu terciptanya sebuah sistem budidaya mikroalga yang efektif agar mampu menyerap kadar CO₂ secara maksimal dan menghasilkan desain implementasi MAFLEXTOR yang flexible.

Received: 01-03-2023
Accepted: 15-03-2023
Published: 30-06-2023

Keywords:
Photobioreactor, *Internet of Things*,
Microalga

ABSTRACT

Climate change due to increased greenhouse gas emissions is a global problem. Total emissions in 2018 were recorded at 55.3 GtCO₂e. The impacts of climate change include an increase in disasters and a decrease in air quality. The development of biological carbon sequestration technology using a microalgae photobioreactor is carried out as an effort to minimize the impact of global warming. Microalgae grown in photobioreactors convert CO₂ into biomass with the help of sunlight through the process of photosynthesis. MAFLEXTOR is a technological innovation that is able to absorb CO₂ gas emissions as well as microalgae cultivation media by integrating IoT technology to determine the level of air quality. MAFLEXTOR is equipped with solar panels as an independent power supply to activate the aerator, microcontroller, sensors and lights. Research method uses a combination of descriptive and experimental methods, by conducting experiments on a prototype scale. The result of this research is the creation of an effective microalgae cultivation system to be able to absorb maximum CO₂ levels and produce a flexible MAFLEXTOR implementation design.

1. PENDAHULUAN

Perubahan iklim saat ini menjadi masalah global yang sudah diketahui publik. Perubahan iklim terutama disebabkan oleh peningkatan gas rumah kaca yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Total emisi gas rumah kaca pada tahun 2018 adalah sebesar 55,3 GtCO₂e (Edo et al., 2019). Emisi gas

rumah kaca yang terakumulasi dapat meningkatkan kejadian bencana dan penurunan kualitas udara. *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* mengelompokkan gas rumah kaca menjadi enam jenis, yaitu karbon dioksida (CO₂), nitro oksida (N₂O), sulfur heksafluorida (SF₆), gas metana (CH₄), hidrofluorokarbon (HFCS) dan perfluorokarbon (PFCS). Dari keenam jenis gas

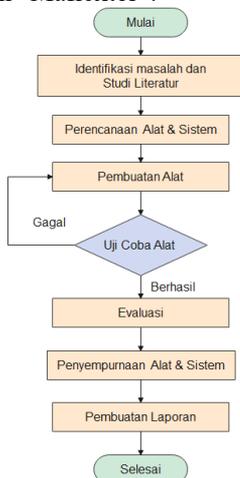
rumah kaca tersebut, karbondioksida (CO₂) memiliki dampak terbesar terhadap pemanasan global sebesar 26%, dengan sebagian besar gas tersebut berasal dari kegiatan masyarakat berupa penggunaan bahan bakar fosil pada industri dan transportasi. (IPCC 1996).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk menurunkan konsentrasi gas CO₂, salah satunya dengan penggunaan mikroalga yang dapat dimanfaatkan menjadi sumber daya alam terbarukan karena dapat dikembangkan biakkan dan jumlahnya yang melimpah. Selain itu, dibandingkan dengan penghijauan, mikroalga juga memiliki potensi yang lebih besar untuk mengatasi pemanasan global (Bioshop et al., 2000). Mikroalga dibagi menjadi delapan filum: Cyanophyta, Chlorophyta, Chrysophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Euglenophyta, Cryptophyta, Phytophyta (Kawaroe et al., 2010). Salah satu jenis mikroalga yang banyak ditemukan dan sering digunakan untuk mengurangi emisi karbon adalah *Chlorella vulgaris*, spesies yang mudah ditemukan di seluruh Indonesia. Spesies *Chlorella vulgaris* mampu melakukan fotosintesis dengan cahaya buatan dan umur selnya mencapai 60 hari dibandingkan mikroalga lainnya (Kurnia, 2015).

Optimalisasi kapasitas mikroalga dapat dilakukan dengan merancang bioreaktor yang menggunakan sumber cahaya atau biasa dikenal dengan fotobioreaktor. Berdasarkan permasalahan diatas, dirancanglah inovasi teknologi yang mampu menyerap emisi gas CO₂ serta sebagai media budidaya mikroalga yang tepat dan efektif. Teknologi tersebut adalah MAFLEXTOR (*Smart and Flexible Photobioreaktor*): inovasi kultivasi mikroalga dilengkapi panel surya berbasis *Internet of Things* guna mewujudkan *Sustainable Environment* di Indonesia. MAFLEXTOR mengintegrasikan teknologi IoT guna mengetahui tingkat kualitas udara dengan cara mengukur parameter kualitas udara secara realtime dengan akurasi yang tinggi. Sebagai teknologi ramah lingkungan, MAFLEXTOR juga dilengkapi dengan panel surya sebagai suplai listrik mandiri untuk mengaktifkan aerator, mikrokontroler, sensor dan lampu untuk berjalanya proses kerja dari alat.

2. ETODE

Metode penelitian ini yakni menggunakan metode kombinasi deskriptif dan eksperimen dengan melakukan percobaan dalam skala *prototype*. Berikut adalah alur penelitian pembuatan “Maflextor”:



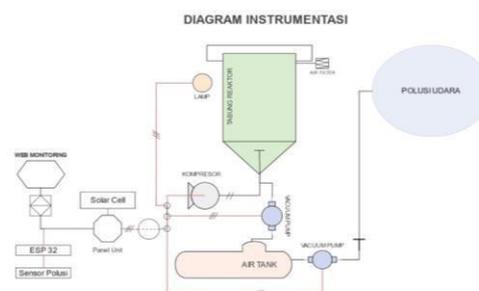
Gambar 1. Flowchart Penelitian

2.1 Identifikasi Masalah dan Studi Literatur

Tahap awal dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi masalah dan studi literatur terhadap beberapa jurnal terkait penelitian sebelumnya. Perubahan iklim akibat emisi gas rumah kaca (GRK) yang besar dapat mempengaruhi peningkatan suhu global dan memburuknya kualitas udara. Sebagai solusi dari permasalahan tersebut maka digagaslah sebuah ide dengan membuat sistem kultivasi mikroalga pada alat penerangan yang dilengkapi panel surya sebagai sumber tenaga listrik dan diintegrasikan dengan IoT. Kemudian dilakukan studi literatur dengan mencari berbagai materi penunjang dari buku, jurnal, dan artikel dari media cetak dan media online.

2.2 Perancangan Alat dan Sistem

Tahap selanjutnya, pererancangan alat meliputi pembuatan diagram blok sistem dan desain yang akan direalisasikan



Gambar 2. Desain Maflextor

2.3 Alat dan Bahan

Tahap selanjutnya adalah menyiapkan bahan dan komponen untuk merealisasikan inovasi alat, diantaranya adalah:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No	Alat atau Bahan	Fungsi
1.	Tabung fotobioreaktor	Tempat kultivasi mikroalga
2.	Lampu LED neon flex	Sumber cahaya untuk fotosintesis
3.	Mikroalga	Media pengubah CO ₂ menjadi O ₂
4.	BBM (<i>Bold Bassal Medium</i>)	Sebagai nutrisi yang digunakan untuk pertumbuhan mikroalga
5.	Panel surya	Pengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik
6.	ESP32	Mikrokontroler “Maflextor” serta sistem IoT

7.	Beberapa sensor seperti: Sensor debu GP2Y10, sensor gas MQ-5, MQ-7, MQ-9	Mendeteksi CO ₂ , debu, amonia dan beberapa gas lain
8.	Website	Pemantau kondisi udara dan listrik secara <i>realtime</i>

2.4 Pembuatan Alat dan Sistem

Pada tahap ini adalah tahapan realisasi dari rancangan inovasi yang akan dibuat. Tahap ini akan dijelaskan mengenai gambaran alat “Maflextor” dengan segala teknologi, ukuran dan letak komponennya.

2.5 Pengujian Sistem

Tahapan ini merupakan tahapan terpenting dalam metode pelaksanaan lainnya, dikarenakan sebagai tolok ukur keberhasilan dari “Maflextor”:

1. Kultivasi awal mikroalga *Chlorella vulgaris*: Kultivasi menggunakan nutrisi bahan bakar yang diolah sebagai pakan mikroalga yang ditempatkan dalam fotobioreaktor.
2. Pengujian konsumsi cahaya mikroalga: pengujian ini dilakukan menggunakan spektrometer untuk mengetahui panjang gelombang yang dapat diterima oleh mikroalga saat proses fotosintesis.
3. Sistem IoT (Internet of Things): sistem pemantauan secara *realtime* “Maflextor” menggunakan website digunakan untuk memantau kelistrikan dan kualitas udara pada maflextor. website tersebut nantinya dapat diakses dengan mudah menggunakan hp ataupun laptop
4. Perancangan fotobioreaktor sumber cahaya lampu halogen: menggunakan beberapa variasi intensitas cahaya untuk melihat konsentrasi maksimal oksigen yang dapat dihasilkan.
5. Rancangan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS): Pengujian ini dilakukan dengan mengukur arus dan tegangan yang dihasilkan oleh sistem PLTS untuk mengetahui daya yang dihasilkan oleh "Maflextor" dan waktu yang diperlukan untuk mengisi baterai atau baterai yang telah habis.

2.6 Pengambilan Data

Pengumpulan data merupakan bagian terpenting dari penelitian. Karena tujuan utama penelitian adalah untuk mendapatkan informasi yang valid karena banyak data yang terkumpul. Pengumpulan data dilakukan dengan pencitraan dan eksperimen dengan sistem filtrasi gas, budidaya mikroalga dan sistem panel surya “Maflextor” di Laboratorium Robotika Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

2.7 Evaluasi dan Penyempurnaan

Tahap kegiatan evaluasi dan penyempurnaan meliputi: hasil analisis data yang didapat dari uji coba. Apabila tingkat keberhasilan produk dibawah 75% maka dilakukan penyempurnaan. Setelah tahapan pengembangan dari desain, perakitan produk, uji coba, revisi dan penyempurnaan selesai produk dapat digunakan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Alat

Perancangan desain inovasi maflextor memiliki dimensi 200cm x 50cm x 50cm. “Maflextor” dapat diaplikasikan pada beberapa tempat umum yang terjangkau sinar matahari seperti taman, alun alun, pelataran gedung, dsb. Rancang bangun “Maflextor” tersusun atas sistem kultivasi mikroalga, sistem sirkulasi udara, sistem pemantau kualitas udara berbasis *IoT*, sistem konversi energi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dan penyimpanan energi.



Gambar 3. Desain Maflextor

3.2 Pengujian Tabung Reaktor Mikroalga

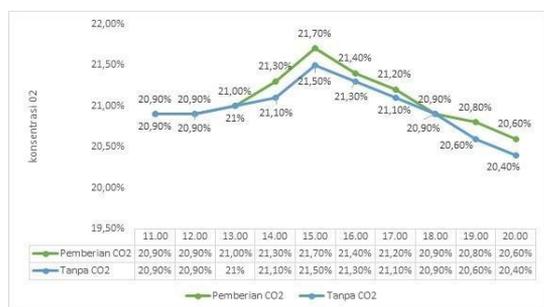
Pengumpulan data untuk lampu halogen sebagai sumber cahaya, lampu warna biru dan fotobioreaktor sinar matahari dilakukan dengan bertahap. Setiap bioreaktor dimoderasi oleh perangkat pengontrol suhu yang dirancang dengan cara ini. Alat ini mengukur, mengontrol dan monitoring suhu pada desain fotobioreaktor seperti pada Gambar -4:



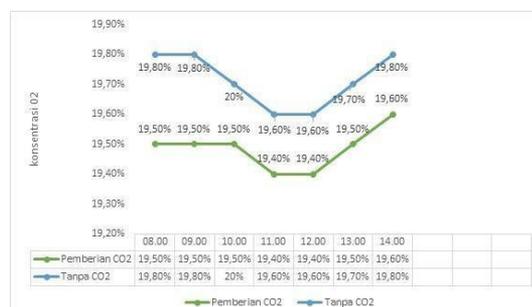
Gambar 4. Pengujian Tabung Reaktor

3.3 Pengujian Reaksi Mikroalga dengan cahaya matahari

Pengumpulan data pengaruh jumlah gas oksigen (O₂) terhadap desain fotobioreaktor sinar matahari dilakukan mulai pukul 11:10 WIB hingga 20:10 WIB. Intensitas cahaya yang dihasilkan kemudian diukur setiap jam. Hasil pengendalian konsentrasi gas oksigen yang terbentuk pada fotobioreaktor dengan menggunakan sumber sinar matahari ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Konsentrasi O₂ yang dihasilkan



Gambar 6. Grafik Konsentrasi O₂ yang dihasilkan

Gambar 5 menampilkan jumlah konsentrasi O₂ dalam fotobioreaktor yang dihasilkan dari pemberian gas CO₂ dan tanpa CO₂ oleh sinar matahari. Pada kedua fotobioreaktor, jumlah konsentrasi gas O₂ meningkat dari pukul 11:10 WIB menjadi 15:00 WIB dan menurun dari pukul 15:00 WIB hingga 20:10 WIB. Fotosintesis berlangsung optimal dan maksimal pada siang dan kemampuan mikroalga dalam melakukan fotosintesis menurun pada waktu sore menjelang malam.

Pada 14:30-16.30 WIB perbandingan fotobioreaktor yang dialiri CO₂ dan yang tidak dialiri larutan CO₂ menghasilkan konsentrasi oksigen lebih tinggi pada fotobioreaktor yang dialiri CO₂ dibandingkan dengan fotobioreaktor yang tidak dialiri. Hal tersebut mengindikasikan bahwa dalam jangka waktu tersebut mikroalga *Chlorella vulgaris* mampu menyerap gas CO₂ dengan optimal, sehingga fotobioreaktor dengan suplai CO₂ menghasilkan jumlah konsentrasi O₂ atau gas oksigen lebih banyak, sedangkan pada waktu malam pukul 19:10-20:10 WIB pada fotobioreaktor tanpa injeksi larutan gas CO₂, konsentrasi gas oksigen lebih banyak apabila dibandingkan dengan fotobioreaktor yang terdapat injeksi gas CO₂. Hal ini diakibatkan oleh mikroalga yang tidak dapat menyerap gas CO₂ untuk diubah menjadi O₂ saat malam dan menyebabkan emisi ke fotobioreaktor bertenaga gas karbondioksida (CO₂), sehingga fotobioreaktor bertenaga gas karbondioksida (CO₂) sehingga menghasilkan larutan oksigen (O₂) yang lebih sedikit.

Pada fotobioreaktor untuk sumber sinar matahari ini, jumlah konsentrasi gas oksigen minimum yang diperoleh pada pukul 20:00 WIB pada fotobioreaktor bermuatan gas karbondioksida sebesar 20,4%, sedangkan konsentrasi gas oksigen maksimum yang dicapai pada pukul 15:00 pada fotobioreaktor bermuatan gas O₂ adalah 19%. Intensitas yang terukur pada model fotobioreaktor ini mengindikasikan intensitas cahaya yang berbeda. Intensitas cahaya maksimum pada pukul 14:10. WIB yang setara dengan 54200 lux, namun proses fotosintesis tidak terjadi maksimal pada pukul 14.10. WIB, akibat intensitas cahaya yang sangat tinggi yang dapat menghambat proses fotosintesis (photoinhibition). Intensitas terukur terendah adalah 85 lux pada pukul 20:00 WIB.

3.4 Pengujian Reaksi Mikroalga tanpa cahaya matahari

Waktu pengambilan data adalah pukul 08:30 WIB - 16:30 WIB. Nilai konsentrasi gas Oksigen yang dihasilkan lampu LED halogen 0 lux ditunjukkan pada Gambar 6.

Grafik -2 menampilkan jumlah konsentrasi gas oksigen yang dihasilkan oleh fotobioreaktor dengan diberi umpan gas karbondioksida (CO₂) dan tanpa umpan CO₂ pada tingkat kecerahan sebesar 0 lux. Pada percobaan kedua fotobioreaktor, terjadi penurunan konsentrasi gas oksigen O₂ pada jam ke-3 dan ke-4. Hal ini menunjukkan bahwa selama proses penyinaran dengan waktu yang lama, proses terjadinya fotosintesis tidak berjalan lancar karena energi yang dibutuhkan mikroalga selama proses fotosintesis semakin berkurang dan habis. Perlakuan dengan tingkat kecerahan cahaya sebesar 0 lux mengakibatkan konsentrasi gas oksigen (O₂) tidak mencapai 20%. Konsentrasi O₂ tertinggi terlihat pada fotobioreaktor tanpa suplai gas CO₂ pada jam ke-7 yaitu jam 15.00 sebesar 19,8%. Konsentrasi O₂ minimum adalah 19,4% pada fotobioreaktor jam ke-4 yang disuplai CO₂ per jam.

3.5 Pengujian Sensor

Pada pengujian sistem *Internet of Things* diperlukan pengujian sensor terlebih dahulu untuk mengetahui karakteristik dan efektifitas dari masing masing sensor. Sensor yang diuji pada penelitian ini meliputi sensor debu GP2Y10, MQ-2, MQ- 7, dan MQ-9 dengan menggunakan mikrokontroler ESP-32. Setelah dilakukan pengujian masing masing sensor, nilai akurasi, efektifitas dan keandalan sensor mencapai nilai 92%. Dengan nilai tersebut, maka sensor yang dipilih layak digunakan dalam pengembangan sistem IoT pada alat untuk memonitoring kualitas udara.



Gambar 7. Pengujian Sensor

3.6 Pengujian Panel Surya

Pada tahap ini pengujian dilakukan pada tanggal 20 Juli 2022 di lingkungan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya pada pukul 09.00-13.00. Pengujian dilakukan dengan tujuan mengetahui besar daya listrik maksimal yang dihasilkan oleh panel surya 50 Wp dengan didapatkan perhitungan sudut kemiringan sebesar 24,689°. Pengukuran tegangan dilakukan dengan menggunakan beban. Jenis beban yang

digunakan yakni lampu DC dengan daya mencapai 15 Watt. Data pengujian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pengujian Panel Surya

Waktu	Tegangan	Arus	Daya	Intesitas Cahaya
09.00	72,12	2,56	184,6	86
09.30	71,98	2,61	187,86	87
10.00	75,41	2,74	206,6	88
10.30	75,62	2,77	209,47	89
11.00	75,72	3,08	233,21	95
11.30	75,70	3,02	228,4	94
12.00	75,67	2,98	225,4	93
12.30	75,60	2,78	210,168	92
13.00	75,50	2,75	207,62	91
Rata-Rata	74,8	2,72	203,4	90,5

Pada pengujian panel surya, pengambilan data intensitas cahaya dilakukan menggunakan Mikrokontroler ESP32 dan LDR sehingga didapatkan bahwa semakin besar intensitas cahaya matahari yang mengenai panel, maka semakin besar pula tegangan atau arus yang dihasilkan oleh panel surya dan begitu pula sebaliknya. Dalam pengujian tersebut didapatkan daya rata-rata yang dihasilkan yaitu 203,4 Watt.

Perancangan sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS): “Maflextor” memanfaatkan konversi cahaya matahari menjadi listrik oleh panel surya 50 WP. Energi yang dihasilkan oleh panel surya akan disimpan di aki yang dapat diisi ulang berkapasitas 65Ah 12V dan dilengkapi dengan inverter 500watt sebagai konversi arus DC menjadi AC. Pembangkit ini dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif peralatan elektronik. Pada alat maflextor, daya listrik yang dibutuhkan kurang dari 12 watt untuk bisa beroperasi, kemudian sisa daya yang dihasilkan oleh panel surya bisa dimanfaatkan untuk kegiatan sehari-hari secara mandiri dan lebih ramah lingkungan.

3.7 Desain Interface Website

Desain website disesuaikan dengan kebutuhan user, dimana pada inovasi maflextor tampilan *website* berisi mengenai indeks pencemaran polusi udara, kadar debu, gas CO₂, NO₂, tegangan, arus, serta daya yang dihasilkan oleh panel surya pada alat. Monitoring dilakukan secara *realtime* agar user mudah dalam memantau kinerja alat.

3.8 Integrasi Sistem

Setelah melakukan pengujian dari tiap sistem, maka semua sistem akan diintegrasikan menjadi satu buah sistem alat yang lebih kompleks. ketika diintegrasikan alat ini ampu mengubah gas CO₂ menjadi oksigen melalui proses fotosintesis mikroalga pada tabung reactor. Proses kultivasi mikroalga dilengkapi panel surya sebagai suplai listrik mandiri pada alat. Maflextor juga menerapkan teknologi Internet of Things guna memudahkan user untuk monitoring oksigen yang dihasilkan oleh alat hingga mampu mendeteksi kadar polusi udara disekitar alat.

Alat ini mampu beroperasi selama 24 jam penuh karena

telah dilengkapi panel surya berkapasitas 50WP dengan daya yang dihasilkan mencapai lebih dari 200 watt.

4. SIMPULAN

Berdasarkan analisa hasil, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. “Maflextor” merupakan inovasi teknologi serapan karbon secara biologis menggunakan fotobioreaktor mikroalga serta media budidaya mikroalga yang efektif agar mampu menyerap kadar CO₂.
2. “Maflextor” dilengkapi panel surya berbasis Internet of Things guna mengetahui tingkat kualitas udara dengan cara mengukur parameter kualitas udara secara realtime dengan akurasi yang tinggi.
3. “Maflextor” dapat menyuplai listrik mandiri untuk mengaktifkan aerator, mikrokontroler, sensor dan lampu untuk berjalanya proses kerja dari alat karena “Maflextor” dilengkapi panel surya sebagai teknologi ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bioshop, J.K.B., dan R.E. Davis, 2000, Autonomous Observing Strategies for the Ocean Carbon Cycle, Paper LBNL- 46860, Lawrence Berkeley National Laboratory.
- Edo, A., Hertwich, E., Heeren, N., 2019. Emissions Gap Report 2019, United Nations Environment Programme. IPCC. 2006.
- IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories- A primer, Prepared by the national greenhouse gas inventories programme. Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K, editors. Hayama (Japan): Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Kawaroe, M., Prtatonno, T., Sanuddin, A., Wulansari, D., Augustine, D., 2010, Mikroalga Potensi dan Pemanfaatannya Untuk Produksi Bio Bahan Bakar, IPB PRESS, Bogor.
- Kurnia, I., 2015, Optimasi Pertumbuhan Dan Hidrolisis Lignoselulosa Dari Mikroalga *Chlorella vulgaris* Untuk Meningkatkan Kadar Glukosa Sebagai Bahan Baku Bioetanol, Skripsi, Unand, Padang.
- Melati, D. N. (2021) ‘Mangrove Ecosystem and Climate Change Mitigation: aLiterature Review’, Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana, 16(1), pp. 1–8. doi: 10.29122/jstmb.v16i1.4979.
- Praharyawan, S. (2021) ‘Peningkatan Produksi Biomassa Sebagai Strategi Jitu Dalam Mempercepat Produksi Biodiesel Berbasis Mikroalga Di Indonesia’, Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia, 8(December), pp. 294–320.
- Prasetyo, L. D., Supriyantini, E. and Sedjati, S. (2022) ‘Pertumbuhan Mikroalga *Chaetoceros calcitrans* Pada Kultivasi Dengan Intensitas Cahaya Berbeda’, Buletin Oseanografi Marina, 11(1), pp. 59–70. doi:

10.14710/buloma.v1i1.31698.

Purnamasari, D. (2020) 'Isolasi Dan Kultivasi Mikroalga Untuk Pengolahan Limbah Dari Sungai Cisadane Tangerang', Repository.Uinjkt.Ac.Id. Available at:
[http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/han](http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/handle/123456789/55035%0Ahttp://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/55035/1/DIAN_PURNAMASARI-FST.pdf)

[dle/123456789/55035%0Ahttp://re
pository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/1
23456789/55035/1/DIAN_PURNAMASARI-
FST.pdf.](http://repository.uinjkt.ac.id/dspace/bitstream/123456789/55035/1/DIAN_PURNAMASARI-FST.pdf)

Wahyuni, H. and Suranto, S. (2021) 'Dampak Deforestasi Hutan Skala Besar terhadap Pemanasan Global di Indonesia', JIIP: Jurnal Ilmiah Ilmu Pemerintahan, 6(1), pp. 148–162. doi: 10.14710/jiip.v6i1.10083.

Zaky, M., Mufti, A. and Rahman, A. (2018) 'Perancangan Sistem Kendali Berbasis Gps (Global Positioning System) Pada Kapal Tanpa Awak', Kitekro, 3(2), pp. 60–67.