

Kultivasi Mikroalga dari Perairan Konservasi Mangrove Mamburungan Kota Tarakan yang Berpotensi Biodiesel

Cultivating Microalgae from The Mangrove Conservation Waters of Mamburungan, Tarakan has the Potential for Biodiesel

Imra*, Harinto

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Borneo Tarakan, Tarakan, Jalan Amal Lama No 1 Tarakan Barat Kota Tarakan

*)Penulis untuk korespondensi: imranmomo@gmail.com

ABSTRACT

The mangrove forest is a unique and intricate ecosystem that combines land and marine environments and contains microalgae. The growth microalgae were significantly affected by various environmental factors, such as nutrients, salinity, pH, temperature, and light. This research aims to analyze the microalgae present in the mangrove conservation waters of Mamburungan Kota Tarakan, as well as to assess optical density (OD), microalgae abundance, and microalgae biomass content. The research methodology employed is quantitative description. The study is based on microalgae cultivation research conducted in the Mamburungan Tarakan mangrove conservation waters, specifically on *Oscillatoria* microalgae. The optimal cell density of OD was observed from day one to eight, with a decrease on day nine. The cell density was 295,000.00 cells/L on day one, 1,460,000.00 cells/L on day six, 2,970,000.00 cells/L on day eight, and 1,130,000.00 cells/L on day nine. The study found that 1.003 g of wet biomass produced an average of 0.547 g of dry biomass and 1.51 g of lipid testing results per 3 g of dry biomass. This study shows that the potential of *Oscillatoria* microalgae can be used as a feedstock for biodiesel.

Keywords : Biodiesel, ultivation, mangrove, *Oscillatoria* microalgae

ABSTRAK

Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem kompleks dan khas yang merupakan perpaduan antara ekosistem darat dan laut yang banyak ditemukan mikroalga. Pertumbuhan mikroalga sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan diantaranya unsur hara, salinitas, pH, suhu, cahaya. Tujuan dari penelitian kultivasi ini adalah menganalisis mikroalga yang ditemukan pada perairan konservasi mangrove Mamburungan Kota Tarakan serta menganalisis OD (*Optical density*), kelimpahan mikroalga dan kandungan biomassa mikroalga. Metode yang digunakan adalah deskripsi kuantitatif. Berdasarkan hasil penelitian kultivasi mikroalga yang ditemukan pada perairan konservasi mangrove Mamburungan Kota Tarakan yaitu mikroalga *Oscillatoria*. Nilai OD yang memiliki kepadatan sel yang optimal dari hari pertama sampai ke delapan dan mengalami penurunan hari ke sembilan, dimana hari pertama ditemukan 295.000.00 sel/L, hari ke enam ditemukan 1.460.000.00 sel/L, hari ke delapan 2.970.000.00 sel/L, dan hari ke sembilan ditemukan 1.130.000.00 sel/L. Selanjutnya kandungan biomassa bahwa dari rata-rata 1,003g biomassa basah didapatkan biomassa kering dengan rata-rata sebesar 0,547 g, dan didapatkan hasil pengujian lipid sebesar 1,51g dari biomassa kering seberat 3 g. Penelitian ini menunjukkan bahwa potensi mikroalga *Oscillatoria* dapat dijadikan bahan awal biodiesel.

Kata kunci: Biodiesel, kultivasi, mangrove, mikroalga *Oscillatoria*

PENDAHULUAN

Hutan mangrove adalah lingkungan yang unik dari perpaduan sistem biologis darat dan laut. Terlebih lagi, hutan mangrove tumbuh subur di daerah yang masih terkena dampak pasang surut air laut yang memenuhi aliran sungai di sepanjang pantai. Dari sudut pandang lingkungan, mangrove diketahui mempunyai kemampuan biologis, khususnya sebagai tempat mencari makan, bertelur dan berkembang biak bagi makhluk hidup yang hidup di kawasan hutan mangrove. Hutan mangrove merupakan lingkungan bagi berbagai jenis makhluk hidup, baik sebagai wilayah utama maupun lingkungan alami singkat (Bengen, 1999). Berbagai jenis biota yang hidup di kawasan hutan mangrove ini antara lain biota yang hidup di darat, lumpur, pasir, dan substrat air seperti bekantan, kepiting, udang, ikan, dan berbagai jenis mikroalga. Hutan mangrove dapat memberikan kontribusi besar terhadap sampah alam yang sangat penting sebagai sumber makanan, khususnya mikroalga di hutan mangrove.

Kota Tarakan merupakan sebuah pulau kecil yang dikelilingi oleh laut dan mempunyai beberapa kawasan hutan mangrove, salah satunya adalah hutan mangrove yang berada di perairan konservasi mangrove Mamburungan, Kota Tarakan. Lingkungan mangrove di perairan konservasi Mamburungan merupakan salah satu hutan lindung yang ditetapkan oleh Pemerintah Daerah Tarakan mulai sekitar tahun 2006. Luas kawasan perairan konservasi mangrove Mamburungan di Kota Tarakan adalah 32 HA (Dinas Kehutanan 2005). Salah satu hewan utama yang hidup di perairan mangrove adalah mikroalga. Menurut Jusmaidin (2018) perairan mangrove Mamburungan memiliki nilai indeks keragaman mikroalga sebesar 1,95-2,76%. Tingginya keanekaragaman pada perairan ini diyakini memiliki kualitas air yang baik, karena belum terjadi pencemaran yang dapat mengganggu pertumbuhan mikroalga dan perairan tersebut juga mempunyai kandungan nitrat dan fosfat yang sangat tinggi.

Mikroalga merupakan kumpulan tumbuhan kecil dengan ukuran antara 3-

30 μ m, sel tunggal yang hidup di setiap perairan air tawar dan perairan laut. Mikroalga merupakan sumber alternatif bahan mentah untuk pembuatan biodiesel. Biodiesel dapat diproduksi dengan menggunakan berbagai sumber, seperti minyak nabati dan lemak hewani. Meskipun minyak hewani dapat dimanfaatkan, namun minyak nabati merupakan bahan alami biodiesel yang paling banyak dimanfaatkan (Raharjo, 2007). Salah satu bahan yang paling umum digunakan untuk menghantarkan minyak nabati adalah mikroalga. Kandungan minyaknya yang sangat tinggi, mencapai 70% dari berat kering dan tidak membutuhkan tanah yang subur, menjadikan mikroalga sebagai bahan yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan alami biodiesel serta kesejahteraan, keunggulan dan lain-lain.

Tingginya kandungan minyak nabati pada mikroalga menunjukkan tingginya kandungan lemak tak jenuh pada mikroalga. Mikroalga memiliki efisiensi yang lebih tinggi sehingga berguna dalam menghasilkan minyak. Minyak mikroalga dari beberapa kelompok hewan telah dieksplorasi untuk dimanfaatkan sebagai biodiesel. Karena bahan alami biodiesel berasal dari minyak nabati atau lemak hewani, maka biodiesel dianggap sebagai bahan bakar yang tidak ada habisnya (Knothe, 2005). Chisti (2007) menyatakan, mikroalga merupakan sumber utama bahan biodiesel berkelanjutan yang dapat memenuhi kebutuhan bahan bakar transportasi global dan berpotensi menggantikan penggunaan produk minyak bumi. Melihat potensi melimpahnya mikroalga yang cukup tinggi di kawasan konservasi mangrove Mamburungan, peneliti tertarik untuk meneliti mikroalga sebagai bahan pembuat biodiesel. Penelitian ini bertujuan menganalisis Optical density (OD), kelimpahan, kandungan lemak dan biomassa mikroalga dari perairan konservasi mangrove Kota Tarakan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat mikroalga, air laut, aquades, walne, dietil eter, Na₂SO₄. Alat yang

digunakan dalam penelitian ini adalah toples 5 L, jaring plankton, aerator, lampu neon 5000 lux, spektrofotometer U-Vis T60, neraca analitik, mikroskop, oven, gelas beaker, labu erlenmeyer, gelas ukur, desikator, *waterbath*, ekstraktor, *rotary evaporator*, corong, pipet penetes, kertas saring, refraktometer, pH meter dan termometer.

Metode Penelitian

Pengambilan sampel

Proses pengambilan sampel dengan menyaring 100 liter air laut menggunakan jaring plankton. 50 mL filtrat yang dihasilkan dimasukkan ke dalam toples 5 liter yang berisi 1.950 mL air laut 20 ppt lalu ditambahkan 2 mL media Walne. Selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk proses kultivasi dan identifikasi sampel menggunakan buku panduan identifikasi mikroalga dengan pengamatan dilakukan di bawah mikroskop.

Kultivasi

Bahan dan alat yang akan digunakan untuk kultivasi terlebih dahulu disterilkan menggunakan pada suhu 121°C untuk menghilangkan kontaminasi. Isolat diremajakan dengan iradiasi dengan lampu neon 5000 lux. Kultivasi mikroalga yang telah mencapai OD > 0,5 dengan menambahkan 200 mL media peremajaan ditambahkan ke dalam 800 mL air laut 20 ppt dengan penambahan 2 mL Walne. Kultivasi dilakukan selama 9 hari, dimana setiap hari dilakukan pengukuran OD dengan panjang gelombang 680 µm (Mahdi *et al.*, 2012). Hari pertama, hari keenam, hari kedelapan dan hari kesembilan, sel diamati menggunakan mikroskop untuk mengetahui pertambahan ukuran sel. Pada hari kesembilan juga dihitung kelimpahan mikroalga.

Pemanenan

Pemanenan biomassa mikroalga dilakukan dengan cara filtrasi. Biomassa mikroalga yang terkumpul ditimbang hingga diperoleh biomassa basah. Biomassa mikroalga kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam sehingga diperoleh biomassa kering. Biomassa mikroalga kering kemudian

dianalisis kandungan lipidnya menggunakan metode AOAC 2005.

Pengujian Kandungan Lipid (AOAC 2005)

Pemeriksaan kandungan lipid, khususnya biomassa kering mikroalga seberat 3 g (A) dimasukkan ke dalam selongsong lemak, selanjutnya dimasukkan ke dalam labu lemak yang telah diukur (B), dan dihubungkan dengan tabung sokhlet. Selongsong lemak dimasukkan ke dalam ruang ekstraktor tabung *soxhlet* dan kemudian dipanaskan pada suhu 60°C menggunakan radiator listrik selama 6 jam. Lemak yang larut dalam labu lemak dipisahkan hingga seluruh lemak yang larut tidak kembali lagi ke dalam labu lemak, kemudian labu lemak tersebut dikeringkan dalam broiler dengan suhu 105°C, setelah itu didinginkan dalam desikator. sampai beratnya tetap stabil (C). Perhitungan kadar lemak pada mikroalga:

$$\text{Lemak} = \frac{C - B}{A} \times 100\%$$

Keterangan:

A= Berat biomassa mikroalga (g)

B= Berat labu lemak tanpa lemak (g)

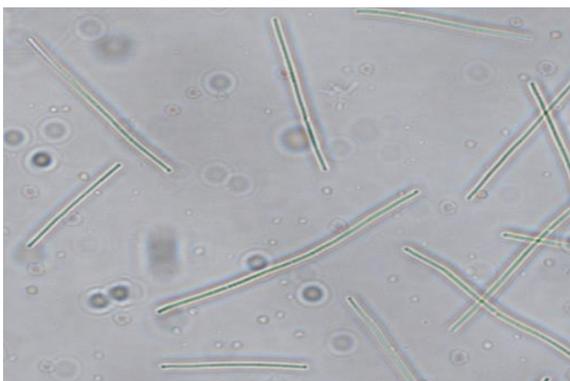
C= Berat labu lemak dengan lemak (g)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis Mikroalga yang Teridentifikasi

Identifikasi yaitu penempatan atau penentuan identitas sampel yang diteliti. Dilihat dari ciri khas mikroalga, secara morfologi berbentuk lurus dan panjang, mempunyai warna hijau, mempunyai dinding sel, dinding sel tebal dan berwarna kuning, jika dicermati ujung-ujung filamennya berbentuk bulat dan bergaris hijau (Gambar 1). Hasil identifikasi yang di temukan pada penelitian didapatkan yaitu mikroalga *Oscillatoria* memiliki ciri-ciri yang sama pada hasil identifikasi menggunakan buku "*Alga Identification Lab Guide*" (Gambar 2) karya Sereidiak dan Mailinh (2011) yaitu merupakan organisme mikroskopis, berbentuk lurus dan panjang, warnanya hijau zaitun, mempunyai

dinding sel, dinding sel tebal dan agak kuning,



a

ujung filamen bulat, bergaris hijau.



b

Gambar 1. a). Mikroalga *Oscillatoria* Perbesaran 40x10, b). Mikroalga *Oscillatoria* (Sumber: B. Anderson and D. Patterson. 2006)

Mikroalga *Oscillatoria* memiliki ruang hidup yang sering kali ditemukan di danau atau perairan tergenang eutrofik. Mikroalga banyak ditemukan di kawasan mangrove karena mangrove merupakan kawasan yang sangat subur dan mempunyai serasah yang mampu menunjang perkembangan mikroalga secara ideal. Mikroalga *Oscillatoria* mengandung lemak yang berpotensi dimanfaatkan sebagai biodiesel. Mikroalga *Oscillatoria* dikelompokkan dalam kelas *Cyanophyceae* dalam famili *Oscillatoiaceae*. Mikroalga *Oscillatoria* berukuran 8-30 μm berwarna hijau karena adanya pigmen klorofil. Mikroalga *Oscillatoria* berbentuk uniseluler dan tidak bergerak dengan sel membentuk koloni berbentuk filamen dan berkembang biak secara fragmentasi (Guiry, 2015). Mikroalga *Oscillatoria* merupakan mikroalga yang dapat tumbuh di semua jenis air, baik air tawar, laut maupun air panas (Vurren, 2006).

Pengamatan makroskopis mikroalga *Oscillatoria* yang terlihat secara alami dalam cawan petri menunjukkan bahwa sel mikroalga *Oscillatoria* berkembang membentuk benang hijau. Perkembangan mikroalga *Oscillatoria* dipengaruhi oleh keadaan ekologi di lokasi pengembangan.

Perlakuan penambahan pupuk walne juga baik untuk pertumbuhan mikroalga, hal ini karena pupuk walne mengandung komponen Fe, Mn, Cl dan Zn yang lebih mudah didapat dibandingkan pupuk lainnya. Komponen-komponen tersebut

dapat diserap dan dimanfaatkan oleh mikroalga untuk siklus fotosintesis yang hasilnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Pupuk walne juga mengandung nutrisi lengkap yang mampu berperan sebagai pemacu pertumbuhan, khususnya vitamin B₁₂, thiamin dan biotin. Beberapa strain mikroalga dapat menyerap lebih banyak vitamin B₁₂ yang terkandung dalam media kultivasi dibandingkan jenis lainnya (Boroh et al., 2019).

Salah satu jenis biofuel yang penting adalah biodiesel yang dapat menggantikan bahan bakar biodiesel. Mikroalga telah dipertimbangkan untuk produksi biodiesel berdasarkan kemampuannya untuk tumbuh dengan cepat dan mengakumulasi cadangan lipid dalam jumlah besar, terutama dalam bentuk triasilgliserol.

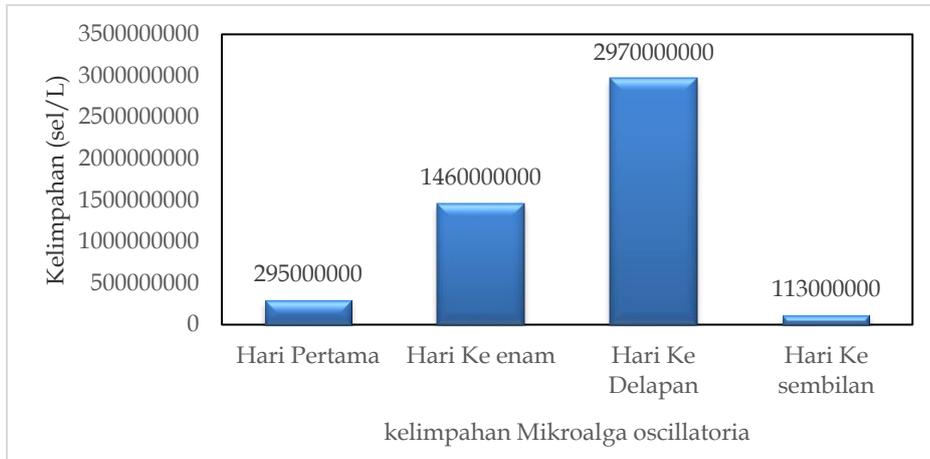
Kelimpahan Jenis Mikroalga yang Diamati

Tujuan dari kultivasi mikroalga adalah untuk memperoleh sel-sel mikroalga yang berlimpah dengan kandungan nutrisi yang baik. Perkembangan mikroalga sangat dipengaruhi oleh kondisi tempat kultivasi, antara lain media kultivasi (nutrisi), suhu, pH, salinitas dan cahaya. Komposisi media kultivasi yang menyeluruh dan nutrisi yang tepat dapat menentukan seberapa besar hasil biomassa dan kandungan nutrisi mikroalga yang sehat.

Berdasarkan hasil pengamatan, kelimpahan mikroalga teramati meningkat

dari hari pertama hingga hari kedelapan dan hari kesembilan mengalami penurunan, dimana hari pertama ditemukan 295.000.000 sel/L, hari keenam ditemukan 1.460.000.000 sel/L, hari kedelapan

ditemukan 1.460.000.000 sel/L, hari kedelapan 2.970.000.000 sel/L, dan pada hari kesembilan didapat 1.130.000.000 sel/L. Pertumbuhan kelimpahan mikroalga dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kelimpahan mikroalga *Oscillatoria*

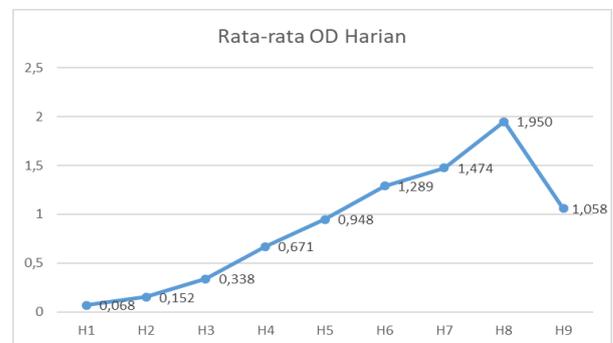
OD Mikroalga yang Diamati

Perkembangan sel mikroalga pada media cair dapat dilakukan dengan mengukur nilai OD (*Optical density*). Pengukuran biomassa pertumbuhan mikroalga dilakukan pada OD₆₈₀. Estimasi OD ini diselesaikan secara konsisten dan simultan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Tujuan pengukuran OD adalah untuk menentukan kepadatan sel yang akan dipanen. Nilai absorbansi pengukuran OD untuk pemanenan mikroalga yang sudah siap untuk panen adalah >1 (Tina *et al.*, 2015). Nilai absorbansi yang diperoleh dari kepadatan rapat optik ditentukan menggunakan pendekatan logaritma (ln) biasa dan kemudian diplot pada diagram untuk mendapatkan kurva pertumbuhan. Kurva pertumbuhan dapat dilihat pada Gambar 4.

Berdasarkan kurva pertumbuhan tersebut dapat diketahui bahwa pada fase awal (lag) pertumbuhan terdapat penambahan jumlah sel yang sedikit yaitu pada hari pertama hingga hari ketiga. Setelah mengalami fase lag, alga akan mengalami pertumbuhan secara cepat atau yang disebut dengan fase pertumbuhan eksponensial. Hal ini ditandai dengan penambahan jumlah sel yang sangat cepat

melalui pembelahan sel alga. Fase pertumbuhan eksponensial berlangsung dari hari ke empat hingga hari ke enam masa kultur. Fase stasioner adalah fase pertumbuhan ketika kelimpahan sel mengalami pertumbuhan konstan akibat keseimbangan katabolisme dan metabolisme sel. Fase stasioner berlangsung pada hari ke enam hingga hari ke delapan. Fase kematian sel terjadi karena perubahan kualitas air yang semakin memburuk, penurunan nutrisi dalam media kultur dan kemampuan sel yang sudah tua untuk melakukan metabolisme. Fase kematian berlangsung pada hari ke sembilan masa kultur (Dieng *et al.*, 2022).



Gambar 4. Kurva Pertumbuhan Mikroalga *Oscillatoria*

Tabel 1. OD Harian Mikroalga yang Teramati

OD Harian	OD1	OD2	OD3	Rata-rata
Hari ke 1	0.065	0.062	0.078	0.068
Hari ke 2	0.192	0.146	0.119	0.152
Hari ke 3	0.435	0.297	0.282	0.338
Hari ke 4	0.792	0.590	0.632	0.671
Hari ke 5	1.128	0.879	0.838	0.948
Hari ke 6	1.505	1.173	1.188	1.289
Hari ke 7	1.751	1.400	1.271	1.474
Hari ke 8	2.315	1.947	1.588	1.950
Hari ke 9	1.584	0.597	0.962	1.058

Biomassa dan Kandungan Lemak Mikroalga yang Diamati

Pemanenan mikroalga *Oscillatoria* dilakukan pada fase stationer. Fase stationer merupakan tahap pertumbuhan yang konstan dimana laju reproduksi sama dengan laju kematian. Pembelahan sel masih terjadi pada fase stationer, hal ini dikarenakan sel memiliki cadangan energi untuk melakukan pembelahan sel dan pertumbuhan. Proses pemanenan dilakukan dengan metode pemisahan menggunakan alat kertas saring.

Preparasi mikroalga *Oscillatoria* dilakukan dengan cara mengeringkan biomassa hasil kultivasi. Pengeringan

biomassa mikroalga dilakukan dengan cara mengeringkannya menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh dari proses pengeringan menunjukkan bahwa biomassa kering mikroalga *Oscillatoria* berwarna hijau. Tabel 3 menunjukkan bahwa dari rata-rata 1,003 g biomassa basah diperoleh rata-rata 0,547 g biomassa kering, dan hasil uji lipid diperoleh 1,51 g dari 3 g biomassa kering. Tingginya kandungan lemak yang didapatkan menjadikan peluang dan potensi bahwa mikroalga *Oscillatoria* yang berasal dari kawasan mangrove Kota Tarakan dapat dikembangkan menjadi biodiesel.

Tabel 1. Rendemen dan kandungan lemak biomassa mikroalga

Sampel	Rendemen			Rata-rata	Kandungan lemak
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3		
Basah	1,044g	1,150g	0,815	1.003	
Kering	0,385g	0,448g	0,539	0.547	1,51 g/3g

KESIMPULAN

Hasil penelitian kultivasi mikroalga *Oscillatoria* dengan penambahan pupuk walne dapat meningkatkan laju pertumbuhan mikroalga *Oscillatoria* bahwa dari rata-rata 1,003 g biomassa basah didapatkan biomassa kering dengan rata-rata sebesar 0,547 g, dan didapatkan hasil pengujian lipid sebesar 1,51 g dari biomassa kering seberat 3 g. Penelitian ini menunjukkan potensi mikroalga *Oscillatoria* dapat dijadikan bahan awal biodiesel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ketua pelaksana dan tim anggota mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat atas bantuan hibah DIPA Riset Kompetensi Dasar Dosen Tahun Anggaran 2022.

DAFTAR PUSTAKA

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. 2005. *Official Method of*

- The Association Official Agriculture Chemist*. Washington DC: AOAC.
- Anderson B and Patterson D. 2006. Microscope. *Oscillatoria*. <http://starcentral.mbl.edu/microscope/portal.php>.
- Bengen and Dietrich G. 1999. *Pengenalan dan Pengelolaan Ekosistem Mangrove*. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB, Bogor.
- Boroh R, Litaay M, Umar, Ambeng. 2019. Pertumbuhan *Chlorella* Sp. Pada Beberapa Kombinasi Media Kultur. *Jurnal Biologi Makassar*. 4(2): 129-137
- Chisti Y.(2007). Biodiesel From Microalgae. *Biotechnology Advances*. 25: 294-306.
- Dieng W, Gunawan WS dan Ervia Y. 2022. Pengaruh Pertumbuhan *Spirulina platensis* terhadap Kandungan Pigmen beda Salinitas. *Journal of Marine Research*. 11(1):61-70
- Dinas Kehutanan. 2005. Luasan Mangrove Mamburungan. *Jurnal Media Sains*. 2: 63-100.
- Guiry MD and Guiry GM. 2015. *Algae Base*. World-Wide Electronic Publication, National University of Ireland, Galway.
- Jusmaidin. 2018. *Struktur Komunitas Fitoplankton Sebagai Salah Satu Indikator Kesuburan Perairan di Kawasan Hutan Mangrove Mamburungan Kota Tarakan*. Skripsi. Universitas Borneo Tarakan. 1-94.
- Knothe G. 2005. Dependence of Biodiesel Fuel Properties on the Structure of Fatty Acid Alkyl Esters. *Fuel Processing Technology*. 86(1): 1059-1070.
- Mahdi ZM, Titisari NY dan Hadiyanto H. 2012. Evaluasi Pertumbuhan Mikroalga Dalam Medium Pome Variasi Jenis Mikroalga, Medium dan Waktu Penambahan Nutrient. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*. 1(1): 312-319.
- Raharjo dan Samsudi. 2007. Analisis Performa Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar dari Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang*. 3(2:) 40-43.
- Serediak and Mailinh. 2011. *Alga Identification*. Lab Guide. Agriculture and Agri Food Canada. Canada.
- Tina DR, Yuli SC dan Dede S. 2015. Uji Aktivitas Daya Antioksidan Biopigmen Pada Fraksi Aseton dari Mikroalga *Chlorella Vulgaris*. *Jurnal ISTEK*. 9 : 1
- Vuuren, SJ., Taylor, Jonathan GK., Carin V, G., dan Annelise. 2006. *Easy Identification of the Most Common Freshwater Algae*. South-Africa. North-west University and Department of Water Affairs and Forest.