

PRODUKSI LIPID DARI MIKROALGA YANG TUMBUH DI AIR GAMBUT DENGAN PENAMBAHAN NUTRISI BG-11

Bella Nadiah Putri¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan

²⁾Dosen Teknik Lingkungan ³⁾Dosen Teknik Kimia

Laboratorium Pencegahan dan Pengendalian Pencemaran Lingkungan
Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km. 12,5 Simpang Baru, Panam,
Pekanbaru 28293

E-mail: bellanadiahputri@gmail.com

ABSTRACT

One innovation in making biodiesel is from microalgae. The use of microalgae as a source of raw materials for biodiesel production requires biomass and high lipid content. The lipid content of microalgae can be converted into biodiesel. The purpose of this study is to look at the effect of the addition of micronutrients on the growth rate and lipid content of indigenous microalgae in peat water. Indigenous microalgae as much as 50 mL were cultivated in 450 mL of peat water and BG-11 nutrients at a dose (0 mL / L, 0.5 mL / L, 1 mL / L and 1.5 mL / L) lasted 13 days. The results of the study, the highest cell count of 10.08×10^6 cells / mL and the highest lipid content of 34.8% in the addition of BG-11 nutrients by 1 mL / L.

Keywords: Nutrition BG-11, Peat Water, Microalgae Indigeneous, Lipids

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia, energi saat ini menjadi kebutuhan yang mutlak dan harus dipenuhi. Meningkatnya laju pertumbuhan penduduk dan ekonomi yang secara langsung berdampak pada konsumsi energi (Boedoyo dkk., 2014). Hingga saat ini, tingkat kebutuhan energi lebih banyak dipenuhi dari energi fosil seperti Bahan Bakar Minyak (BBM) yang merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable fuels*) dan ketersediannya di alam sangat terbatas (Putnarubun dkk, 2012). Pemanfaatan mikroalga sebagai bahan baku bioenergi juga dapat

mengatasi masalah *algae blooming* yang merupakan masalah ekosistem yang cukup serius (Makmur, 2008). *Algae blooming* yaitu pertumbuhan alga secara cepat yang disebabkan oleh banyaknya zat organik di perairan. *Algae blooming* merugikan bagi lingkungan perairan karena dapat menghalangi penetrasi cahaya kedalam perairan sehingga menurunkan kualitas air, menurunkan oksigen terlarut, air menjadi keruh dan timbulnya gas beracun (Rustadi, 2009).

Untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, pemerintah Indonesia mengeluarkan Peraturan presiden

No.5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mendorong pengembangan sumber energi alternatif sebagai pengganti BBM. Saat ini mulai dikembangkan Bahan Bakar Nabati (BBN) yang dapat menghasilkan biodiesel (Ningrum, dkk., 2016). Salah satu bahan baku penghasil biodiesel yang cukup potensial adalah mikroalga.

Mikroalga merupakan mikroorganisme fotosintetik yang mampu mengkonversi cahaya matahari, air dan karbon dioksida menjadi biomassa (Chisti, 2007).

Air gambut merupakan air permukaan atau air tanah yang banyak terdapat didaerah dataran rendah, berawa dan di lahan gambut. Menurut penelitian (Nabila dan Saraswati, 2018) menunjukan bahwa air gambut berpotensi sebagai sumber nutrisi pada kultivasi mikroalga karena menyediakan nutrisi makro dan mikro seperti N, P, Ca, Cu, Fe, Mg, Mn, dan Zn yang dapat dijadikan sebagai media pertumbuhan mikroalga. Air gambut memiliki mikroalga indigen yang tumbuh secara alami di dalamnya, seperti mikroalga *Chlorella* sp., *Melosira* sp., dan *Amphora* sp.

Salah satu faktor keberhasilan dalam mengembangkan produk dari mikroalga, salah satunya ditentukan oleh pemilihan nutrisi yang tepat (Jumiarni, 2018). Salah satunya yaitu nutrisi BG-11 yang merupakan nutrisi kultur yang terbaik bagi mikroalga yang biasanya digunakan untuk mikroalga air laut dan mikroalga air tawar. Nutrisi BG-11 mengandung mikronutrien seperti Mn, Zn, Cl, Cu, Na, vitamin B12

dan Biotin yang dapat melengkapi mikronutrien nutrisi mikroalga (Hadiyanto dan Azim, 2012). Hadiyanto dan Azim (2012) mengatakan bahwa dengan mengubah kondisi kultivasi mikroalga seperti nutrisi, nutrisi, suhu, intensitas cahaya ataupun pH yang dapat meningkatkan kandungan lipid yang terdapat dalam mikroalga.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah erlenmeyer ukuran 500 mL dan 1000 mL, botol sampel, plankton net, aerator dengan debit 3L/menit, batu aerator, *thomacytometer*, *hand counter*, mikroskop cahaya, *cover glass*, *chamber*, termometer, tabung reaksi, labu ukur, gelas kimia, pipet tetes, timbangan analitik, kertas saring no 41, jerigen 10 L, aluminium foil, corong, spatula, gelas ukur 10 mL, gelas kimia 500 mL, buret dan statif, *autoclave*, dan pH meter.

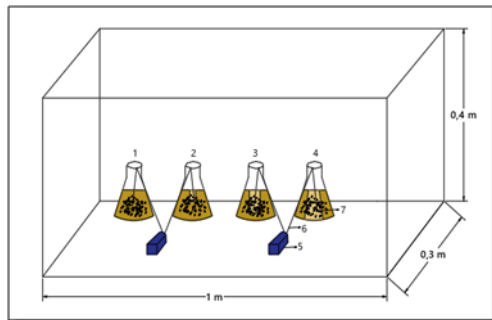
Mikroalga yang digunakan yaitu mikroalga yang berasal dari air gambut tambahannya berupa Nutrisi BG-11

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Persiapan Alat

Terdapat satu erlenmeyer yang berfungsi sebagai kontrol. Pada erlenmeyer pertama mikroalga akan dikultivasi menggunakan air gambut tanpa penambahan nutrisi BG-11. Tiga erlenmeyer lainnya

alga dikultivasi dengan variasi penambahan nutrisi BG-11. Keempat erlenmeyer ini yang akan diletakkan pada chamber plastik yang berukuran (p x l x t) 1 m x 0,3 m x 0,4 m (Rahmawati, 2018).



Gambar 2.1. Desain Alat

2.2.2 Sterilisasi Peralatan dan Bahan

Sterilisasi nutrisi dilakukan dengan memasukkan nutrisi ke dalam erlenmeyer atau tabung kaca yang steril kemudian erlenmeyer atau tabung kaca ditutup dengan menggunakan kapas yang dibungkus dengan *gauze* (kain kasa). Erlenmeyer atau tabung kaca yang berisi nutrisi dibungkus kertas kemudian disterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C dengan tekanan 2 atm selama 15 menit (Pariawan, 2014).

2.2.3 Preparasi Nutrisi BG-11

Larutan nutrisi BG-11 dibuat dengan menambahkan NaNO_3 15gr/100mL, K_2HPO_4 0,3gr/10mL, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,75gr/10mL, $\text{CaCl}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 0,36gr/10mL, asam sitrat 0,06gr/10mL, $\text{Na}_2\text{EDTA} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,01gr/10mL, Na_2CO_3 0,2gr/10mL, Larutan Trace Metal (H_3BO_3 2,86g/L, $\text{MnCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ 1,81g/L, $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0,222g/L, $\text{NaMoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 0,390g/L,

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,079g/L, dan $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0,0494g/L), Vitamin B12 5mg/5mL dan Biotin 2mg/10mL. Pembuatan nutrisi dilakukan dengan menambahkan 5 mL NaNO_3 , 0,5 mL dari setiap stok makronutrien, 0,5 mL *trace metal*, 0,5 mL Vitamin B12 dan Biotin kemudian dilarutkan dengan aquadest hingga 500 mL. Larutan disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 2 atm.

2.2.4 Preparasi Mikroalga

Air gambut yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Rawa gambut di Jl. Paus, kecamatan Marpoyan Damai, Pekanbaru. Air gambut diletakkan pada wadah jerigen 10 L dan diberi label. Metode pengambilan sampel ini dilakukan dengan metode *grab sampling* sebanyak satu kali. Air gambut dimasukan kedalam erlemeyer ukuran 1000 mL yang telah disaring menggunakan kertas saring untuk menyisahkan partikel dan pasir yang berukuran besar yang dapat mengganggu pertumbuhan alga. Ditutup dengan menggunakan kapas yang dibungkus dengan *gauze* (kain kasa) kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit dengan tekanan 2 atm.

2.2.5 Penelitian Utama

Mikroalga yang telah dikultivasi sebanyak 50 mL dengan kepadatan 10^6 cfu.mL dimasukkan kedalam nutrisi perlakuan elenmeyer 500 mL. Volume kerja dalam penelitian ini 500 mL. Variasi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu variasi penambahan nutrisi BG-11 yaitu 0 mL/L, 0,5 mL/L, 1

mL/L dan 1,5 mL/L. Percobaan ini dilakukan selama 13 hari. Pencahayaan dilakukan secara alami menggunakan sinar matahari. Semua erlenmeyer dilakukan aerasi secara kontinu menggunakan pompa aerasi pada debit 3 l/menit agar terjadi pengadukan dilakukan secara kontinu selama 24 jam untuk menghindari pengendapan mikroalga dan mengontakkan mikroalga dengan nutrien. Kemudian dilakukan pengujian jumlah sel mikroalga setiap hari selama 13 hari, pengujian kandungan lipid pada waktu kultivasi 0, 1, 3, 5, 7, 9,11 dan 13 hari. Erlenmeyer ditutup rapat untuk mencegah kontaminasi (Kothari dkk., 2012). Berikut uraian dari variasi penambahan nutrisi BG-11 yang digunakan pada percobaan ini.

- a. 450 mL air gambut + 50 mL suspensi alga (kontrol)
- b. 450 mL air gambut + 50 mL suspensi alga + 0,5 mL/L nutrisi BG-11
- c. 450 mL air gambut + 50 mL suspensi alga + 1 mL/L nutrisi BG -11
- d. 450 mL air gambut + 50 mL suspensi alga + 1,5 mL/L nutrisi BG -11

Perhitungan jumlah sel untuk mendapatkan data jumlah sel dilakukan setiap hari selam 13 hari. Sebanyak 1 mL kultur diambil dari tiap-tiap perlakuan. Perhitungan jumlah sel dilakukan menggunakan alat *thomacytometer*. Rumus yang digunakan untuk menghitung kepadatan sel alga adalah :

$$N = n \times 10^4$$

Keterangan :

N = Jumlah sel *mikroalga* (sel/mL)

n = Jumlah total sel yang dihitung pada setiap sampel (sel)

Sebanyak 5 ml mikroalga dimasukkan kedalam corong pemisah. Lipid diekstraksi dengan larutan kloroform metanol (2:1, v/v) sehingga terpisah menjadi lapisan cairan kloroform dan metanol. Tambahkan metanol dan air untuk menghasilkan rasio pelarut akhir dari kloroform : metanol : air sebesar 1:1:0,9. Lapisan kloroform dicuci dengan 1 tetes larutan HCl dan diuapkan hingga kering. Total lipid ditentukan secara gravimetri. Adapun rumus yang digunakan :

$$\% \text{ Total lipid} = \frac{Lw}{Bw} \times 100$$

Keterangan:

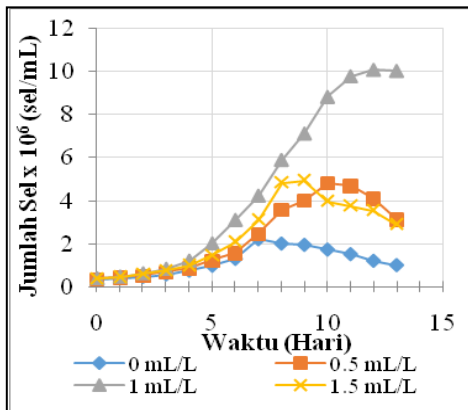
Lw = Bobot lipid (gram)

Bw = Biomassa (gram)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Variasi Dosis Nutrisi BG-11 terhadap Jumlah Sel Mikroalga

Perhitungan jumlah sel mikroalga dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dari penambahan nutrisi BG-11 terhadap pertumbuhan sel menggunakan *Thomacytometer*. Dalam penelitian ini, digunakan nutrisi BG-11 sebanyak 0 mL/L, 0,5 mL/L, 1 mL/L dan 1,5 mL/L. Pola pertumbuhan sel mikroalga selama proses kultivasi dapat dilihat pada Gambar berikut ini:

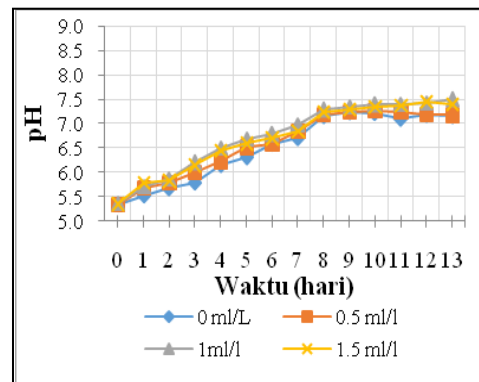


Gambar 3.1 Grafik Hubungan Nutrisi BG-11 Terhadap Jumlah Sel Mikroalga.

Kepadatan sel tertinggi terdapat pada penambahan nutrisi BG-11 sebanyak 1 mL/L yaitu $10,08 \times 10^6$ sel/mL pada volume kerja total 500 mL/L dimana air gambut sebanyak 450 mL/L dan mikroalga sebanyak 50 mL/L. Hal ini dikarenakan konsentrasi mikroalga dan nutrisi media kultur dalam kondisi yang seimbang sehingga metabolisme pertumbuhan sel berlangsung dengan baik. Hasil yang sama juga didapatkan pada penelitian Adi (2015), penambahan nutrisi BG-11 pada sampel air laut sebanyak 1 mL/L menghasilkan jumlah sel tertinggi sebanyak $2,45 \times 10^6$ sel/ml. Pada hari ke-12 jumlah sel terus meningkat mikroalga masih pada fase eksponensial. Jumlah sel masih terus bertambah, hal ini disebabkan nutrisi pada media kultur yang masih tersedia, yaitu ketersediaan unsur makronutrien dan unsur mikronutrien serta komponen vitamin yang ditambahkan bersamaan dengan BG-11 yang dapat mempercepat pertumbuhan sel dan memperlama umur kultur (Nur,dkk.,2015).

3.2 Pengukuran pH dan Suhu Selama Proses Kultivasi Mikroalga

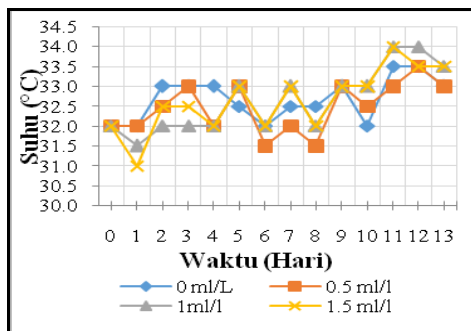
Selama kultivasi nilai pH medium mikroalga berada pada rentang 5-7,4. Berikut ini Gambar 4.4 grafik pH medium pertumbuhan mikroalga selama kultivasi:



Gambar 3.2 Grafik pH Medium Pertumbuhan Mikroalga Selama Kultivasi

Menurut Arinta (2012), penurunan CO_2 akan meningkatkan pH, dalam keadaan basa ion bikarbonat (HCO_3^-) akan membentuk ion karbonat (CO_3^{2-}) dan melepaskan ion hidrogen (H^+) yang bersifat asam sehingga menjadi netral. Pada pertumbuhan mikroalga, pH akan sangat mempengaruhi metabolisme sel mikroalga.

Pada penelitian ini selama proses kultivasi suhu medium berada pada rentang $32-33,5$ °C. Perubahan suhu selama kultivasi dapat dilihat pada Gambar 3.3 berikut ini:

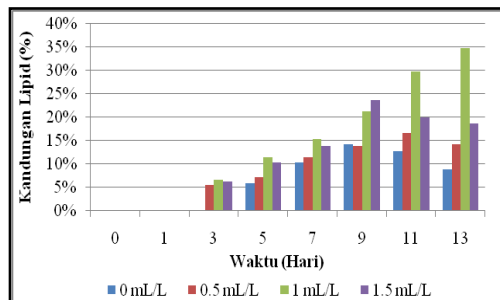


Gambar 3.3 Grafik Perubahan Suhu Medium Pertumbuhan Mikroalga Selama Kultivasi

Menurut Nur,dkk (2015), Perkembangan suhu dari waktu ke waktu menunjukan bahwa semakin lama kultur maka suhu medium semakin tinggi.

3.4 Pengaruh Variasi Nutrisi BG-11 Terhadap Konsentrasi Lipid Mikroalga

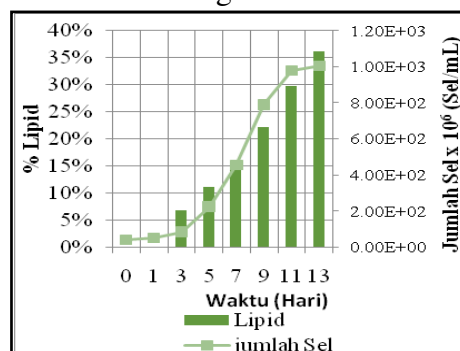
Pada penelitian ini yaitu produksi lipid terbanyak terjadi pada penambahan nutrisi BG-11 sebanyak 1 mL/L sebesar 34,8%. Produksi lipid terendah terdapat pada kontrol atau tanpa penambahan nutrisi BG-11, lipid yang dihasilkan sebesar 8,8%. Ketika nutrisi BG-11 ditambahkan kedalam medium air gambut, pertumbuhan mikroalga akan berlangsung dengan cepat, namun kandungan lipid diawal kultivasi cenderung lebih rendah. Kandungan lipid mikroalga dapat dilihat pada gambar 3.4 sebagai berikut:



Gambar 3.4 Grafik Kandungan Lipid Mikroalga

Pada penambahan nutrisi sebanyak 1 mL/L kandungan lipid yang didapatkan lebih tinggi dari perlakuan lainnya sebesar 34,8%. Nilai tersebut didapatkan pada saat pengambilan sampel pada fase stasioner yaitu hari ke-13. Hal ini berbeda dengan tanpa penambahan nutrisi, kandungan lipid tertinggi didapatkan pada hari ke-7 sebesar 8,8% . Hal ini disebabkan oleh lamanya waktu adaptasi yang dilakukan mikroalga, sehingga nutrisi didalam medium kultur sudah mulai habis karena tidak adanya penambahan nutrisi pada awal perlakuan, yang menyebabkan mikroalga akan lebih cepat mengalami fase stasioner.

Hubungan Jumlah Mikroalga dengan Lipid dapat dilihat pada Gambar 3.5 sebagai berikut:



Gambar 3.5 Hubungan Jumlah Mikroalga dengan Lipid

Pada fase awal pertumbuhan mikroalga lebih banyak mensintesis

protein untuk pertumbuhan dan memperbanyak sel (Bellou dan Aggelis, 2013). Pada fase eksponensial hari ke-3 hingga hari ke-11, kadar lipid mikroalga akan lebih kecil, karena pada fase eksponensial seluruh nutrisi yang dibutuhkan pada sel mikroalga masih digunakan untuk pertumbuhan (Harahap dkk, 2013). Pada saat mikroalga mencapai fase stasioner pada hari ke-13, kandungan lipid di dalam mikroalga akan meningkat. Hal ini terjadi karena pada fase ini kandungan nutrisi dalam media kultur sudah mulai habis dan mikroalga lebih banyak mengakumulasi hasil fotosintesis dalam bentuk lipid (Liu dkk., 2012).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kondisi pertumbuhan optimum mikroalga indigen yaitu pada penambahan variasi nutrisi BG-11 sebanyak 1 mL/L menghasilkan mikroalga dengan kepadatan sel $10,08 \times 10^6$ sel/mL. Hal ini dikarenakan konsentrasi mikroalga dan nutrisi media kultur dalam kondisi yang seimbang sehingga metabolisme pertumbuhan sel berlangsung dengan baik. Kandungan lipid terbanyak yaitu pada penambahan variasi nutrisi BG-11 sebanyak 1 mL/L menghasilkan lipid sebanyak 34,8%.

5. DAFTAR PUSTAKA

Adi, I., Arnata, W., dan Anggreni, M. 2015. Optimasi Salinitas dan pH awal media BG-11 terhadap konsentrasi Biomassa dan Klorofil *Tetraselmis chuii*. *Jurnal*

Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. Teknologi Industri Pertanian UNUD

Bellou, S. dan Aggelis G. 2013. Biochemical Activities in *Chlorella sp.* and *Nannochloropsis salina* During Lipid and Sugar Synthesis in a Lab-Scale Open Pond Simulating Reactor. *Journal of Biotechnology*. 1:1-12.

Boedoyo, M. Sidik dkk. 2014. *Outlook Energi Indonesia 2014*. Jakarta : Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

Chisti, Y. 2007. Biodiesel from Microalgae. *Biotechnology Advances*. 25:294-306.

Hadiyanto dan Azim, M. 2012. *Mikroalga Sumber Pangan dan Energi Masa Depan*. Semarang: UNDIP Press.

Hadiyanto dan Nur. 2012. Potential Palm Oil Mill Effluent (POME) as Medium Growth of *Chlorella sp.* for Bioenergy Production. *International Journal of Environment and Bioenergy*, 3(2): 67-74.

Harahap, P. 2013. Pengaruh Substitusi Limbah Cair Tahu untuk Menstimulasi Pembentukan Lipida Pada *Chlorella sp.* *Journal of Marine Research*, Vol. 2, No. 1, 80-86.

Jumiarni, D. 2018. Kultur Mikroalga dari Rawa Gambut: Studi Pendahuluan Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Biodiesel. Universitas Bengkulu. Bengkulu

Liu, J., Yuan, C., Hu, G. dan Li, F. 2012. Effect of Light Intensity

- on The Growth and Lipid Accumulation of Microalga *Scenedesmus* sp. Under Nitrogen Limitation. *Application Biochemical Biotechnol.* 166: 2127-2137.
- Nabila, M dan Saraswati, W.D.M. 2018. Potensi Air Gambut sebagai Media Kultivasi Mikroalga. *Skripsi.* Universitas Riau
- Ningrum, A.S., Wahyu., Liani, V., dan Widyasti, A.R. 2016. Pengaruh Variasi Asam Dalam Fermentasi Biomassa Berbahan Baku Alga *Spirogyra* sp. terhadap kadar Etanol. *Jurnal FMIPA Kimia*, Vol. XI
- Pariawan, A. 2014. Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Kandungan Karotenoid *Chlorella* sp. *Skripsi.* Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga Surabaya.
- Putnarubun dan Cenny. 2012. Penelitian Pendahuluan Pembuatan Biodiesel dan Bioetanol dari *Chlorella* sp secara Simultan. Universitas Lampung. Lampung.
- Rahmawati, Y. 2019. Alternatif Bahan Baku *Biofuel* dari Mikroalga *Chlorella pyrenoidosa* yang dikultivasi dengan variasi intensitas cahaya dan konsentrasi POME. *Skripsi.* Universitas Riau
- Rustadi. 2009. Eutrofikasi Nitrogen dan Fosfor serta Pengendaliannya dengan Perikanann di Waduk Serno. *Jurnal Manusia Dan Lingkungan.* 16(3): 176-186.
- Saragih, L.R. 2019. Pengaruh Interaksi Mikroalga *Chlorella* sp. dan bakteri *Bioprisma* terhadap Penurunan Kadar Nitrogen Total pada Medium Limbah Cair Tahu. *Skripsi.* Universitas Riau.
- Wijoseno, T. (2011). Uji Pengaruh Variasi Media Kultur terhadap tingkat pertumbuhan dan Kandungan Produksi Lipid, Klorofil dan Karotenoid pada Mikroalga *Chlorella vulgaris* *Buitenzorg.* In *skripsi.* Depok.
- Winarno, J. 2014. Studi Gas Buang Kendaraan Bermesin Bensin pada Berbagai Merk Kendaraan dan Tahun Pembuatan. *Jurnal Teknik Mesin.*
- Xin, L., Hong-Ying, H., Ke, G. dan Jia, Y. 2010. Growth and Nutrient Removal Properties of a Freshwater Microalga *Scenedesmus* sp. LXI Under Different Kinds of Nitrogen Sources. *Ecological Engineering.* 36.