

PROSES PRODUKSI MIKROALGA DALAM PHOTOBIOREAKTOR MINI POND SECARA BATCH UNTUK BAHAN BAKAR BIODISEL

Anditha Ayustama L.S (L2C607004) dan Eka Artha Wulan Sari (L2C607022)
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058
Pembimbing: Ir. Indro Sumantri, M.Eng

Abstrak

Mikroalga merupakan mikroorganisme (ukuran 1-50 μm) yang menggunakan energi cahaya dan air untuk memetabolisme CO_2 menjadi senyawa anorganik CH_2O yang dengan proses lanjut dapat diubah menjadi biodiesel. Dengan kandungan minyak mencapai 30%, mikroalga juga sangat berpotensi digunakan sebagai biodiesel yang merupakan sumber energi alternatif. Keuntungan yang didapat dari biodiesel mikroalga yaitu sumbernya yang terbarukan. Persoalan yang dihadapi saat ini dalam pembuatan biodiesel dari mikroalga yaitu belum optimalnya biomasa yang dihasilkan. Tujuan penelitian adalah menentukan proses kondisi / parameter dalam kultivasi mikroalga, menentukan jenis nutrient yang paling baik dalam kultivasi, dan optimasi biomasa setinggi mungkin dari mikroalga. Dengan dilakukan penelitian ini diharapkan dapat mengetahui proses kondisi / parameter dalam kultivasi mikroalga, jenis nutrient yang paling baik, dan optimasi biomasa setinggi mungkin dari mikroalga. Untuk mencapai tujuan penelitian langkah – langkah yang dilakukan adalah menyiapkan alat dan bahan setelah itu melakukan proses kultivasi dalam mini pond. Penelitian ini memakai variabel perbandingan nutrient, yaitu : amonium bikarbonat, natrium bikarbonat, dan pupuk NPK serta komposisi Chlorophyta dalam media biakan (100, 75, 50, dan 25) % volume total kultivasi. Selanjutnya penentuan konsentrasi dilakukan dengan metode analisa spektrofotometri. Pola pertumbuhan mikroalga dengan jenis nutrient amonium bikarbonat seperti fase logaritme yang meliputi fase lag, fase eksponensial, fase penurunan, fase stasioner, dan fase kematian. Pola pertumbuhan mikroalga dengan nutrient Natrium bikarbonat dan pupuk NPK memperlihatkan suatu pola yang agak berbeda dan secara garis besar hanya menunjukkan penurunan. Pertumbuhan biomasa yang tertinggi didapatkan pada jenis nutrient amonium bikarbonat karena mengandung unsur nitrogen dan karbon diikuti berturut-turut oleh jenis nutrient natrium bikarbonat dan pupuk NPK. Hasil OD chlorophyta dengan volume kultur chlorophyta 100% volume total kultivasi lebih tinggi daripada OD mikroalga dengan volume kultur chlorophyta 75%, 50%, dan 25% dari volume total. Waktu panen yang paling optimum adalah pada hari ke-2 yang berada pada phase exponential..

Kata Kunci : mikroalga, kultivasi, biodiesel, biomasa

Abstract

Microalgae are microorganisms (size 1-50 μm) that uses light energy and water to metabolize CO_2 into inorganic compounds CH_2O which can be converted into biodiesel. With oil content reaches 30%, microalgae are also potentially be used as biodiesel, which is an alternative energy source. Benefits derived from microalgae biodiesel is a renewable source. The problem in the manufacture of biodiesel from microalgae is not optimal biomass produced. Objectives were to determine the process conditions / parameters in the cultivation of microalgae, determine the best type of nutrients in cultivation, and optimization of biomass as high as possible from microalgae. With this research are expected to know the process conditions / parameters in the cultivation of microalgae, the best type of nutrient, and optimization of biomass as high as possible from microalgae. To achieve the goals of the research a step - step is carried out after the set of tools and materials that make the process of cultivation in the mini-pond. This study uses comparative nutrient variables, namely: ammonium bicarbonate, sodium bicarbonate, and NPK fertilizer and the composition of Chlorophyta in the culture medium (100, 75, 50, and 25)% of total volume of cultivation. Furthermore, the determination of

concentration was carried out by spectrophotometric analysis method. Microalgae growth pattern to the type of nutrients such as ammonium bicarbonate logarithmic phase which includes the phase lag, exponential phase, the phase reduction, stationary phase and death phase. The pattern of growth of microalgae with sodium bicarbonate and nutrients NPK showed a pattern quite different and only marginally decreased. Growth of the highest biomass obtained on the type of nutrient ammonium bicarbonate because it contains elements of nitrogen and carbon was followed in succession by the type of sodium bicarbonate and nutrients NPK fertilizer. Result OD culture volume Chlorophyta Chlorophyta with the total volume of 100% higher than the OD cultivating microalgae Chlorophyta culture volume of 75%, 50%, and 25% of total volume. The most optimum harvest time is on day-2, which is in exponential phase.

Key Words : microalgae, cultivation, biodiesel, biomass

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini, penelitian dibidang energi alternatif biodiesel mengalami peningkatan secara berarti. Biodiesel merupakan sumber energi alternatif yang diperoleh dari minyak nabati, misalnya minyak sawit, minyak jagung, dan minyak jatropha, dan minyak hewani sebagai pengganti minyak fosil. Meskipun metodologi pembuatan biodiesel sendiri telah ada sejak 1980-an, akan tetapi eksplorasi penggunaan mikroalga sebagai sumber biodiesel masih belum optimal dilakukan.

Mikroalga merupakan mikroorganisme (ukuran 1-50 μm) yang menggunakan energi cahaya dan air untuk memetabolisme CO_2 menjadi senyawa anorganik CH_2O yang dengan proses lanjut dapat diubah menjadi biodiesel. Mikroalga umumnya bersel satu atau berbentuk benang, sebagai tumbuhan dan dikenal sebagai fitoplankton. Fitoplankton memiliki zat hijau daun (klorofil) yang berperan dalam fotosintesis untuk menghasilkan bahan organik dan oksigen dalam air. Sebagai dasar mata rantai pada siklus makanan di laut, fitoplankton menjadi makanan alami bagi zooplankton baik masih kecil maupun yang dewasa. Selain itu juga dapat digunakan sebagai indikator kesuburan suatu perairan. Namun fitoplankton tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan laut apabila jumlahnya berlebihan.

Dengan kandungan minyak mencapai 30%, mikroalga juga sangat berpotensi digunakan sebagai biodiesel yang merupakan sumber energi alternatif. Keuntungan yang didapat dari biodiesel mikroalga yaitu sumbernya yang terbarukan. Selain itu dengan lokasi yang berada di katulistiwa, Indonesia mempunyai sumber sinar matahari yang sangat cukup sebagai sumber energi untuk fotosintetik mikroalga.

Persoalan yang dihadapi saat ini dalam pembuatan biodiesel dari mikroalga yaitu belum optimalnya biomasa yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan suatu metode kultivasi mikroalga dalam suatu bioreaktor.

Tujuan penelitian adalah menentukan proses kondisi / parameter dalam kultivasi mikroalga, menentukan jenis nutrient yang paling baik dalam kultivasi, serta enentukan waktu panen mikroalga yang optimum.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan

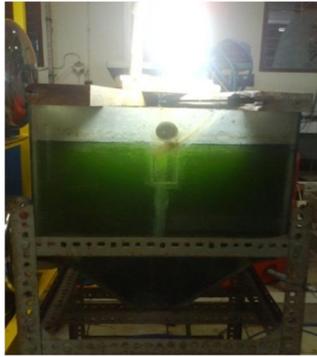
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah Chlorophyta dari bak kultivasi Teknik Kimia Universitas Diponegoro, air suling, NH_4HCO_3 sebagai sumber nitrogen dan carbon, NaHCO_3 sebagai sumber carbon, Pupuk NPK sebagai sumber nitrogen, fosfor, dan kalium, aquadest, dan O_2 dari aerator.

Penetapan Variabel

Penelitian ini ditetapkan dengan variable berubah, yaitu volume kultur Chlorophyta dalam media biakan dan jenis nutrient. Perubahan volume kultur Chlorophyta dalam media biakan yaitu: (100% , 75%, 50% dan 25%) volume total kultivasi. Variabel jenis nutrient yang berubah yaitu: NH_4HCO_3 (Amonium Bikarbonat) : 10 gram, NaHCO_3 (Natrium Bikarbonat) : 5 gram, Pupuk NPK : 10 gram. Selain itu dipergunakan variable tetap yaitu: jenis mikroalga = Chlorophyta, volume total kultivasi = 50 liter, flowrate O_2 dalam kolom, pH = 6,5-7, temperatur = 30-32 $^\circ\text{C}$, intensitas cahaya = 24 jam.

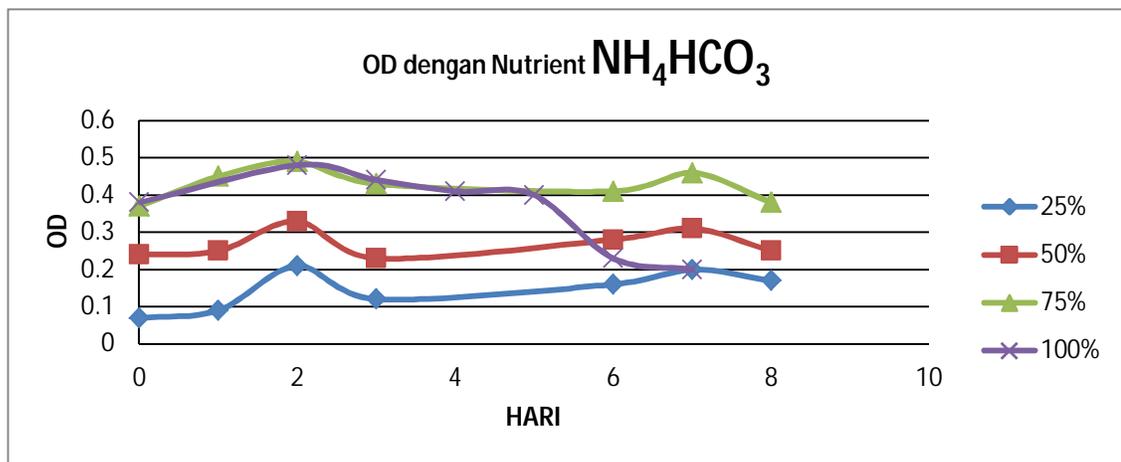
Prosedur Percobaan

Percobaan dimulai dengan mengisi mini pond dengan air biakan Chlorophyta sebanyak 50 L (sesuai variabel), masukkan aerator ke dalam mini pond. Menyalakan lampu di atas mini pond selama masa kultivasi. Kemudian analisa OD biakan awal . Masukkan nutrient (sesuai variabel) dan dilakukan dalam range 1 hari . Dalam range 1 hari pula, ambil sampel untuk analisa OD sampai didapat penurunan data OD. Untuk menganalisa biomassa mikroalga adalah dengan metode spektrofotometri.



Gambar Rangkaian Alat Utama

3. Hasil dan Pembahasan



Gambar 1. Gambar OD vs Waktu Kultivasi dengan Nutrient NH₄HCO₃

Pola pertumbuhan mikroalga dengan jenis nutrient amonium bikarbonat pada fase awal (phase lag) pertumbuhan terdapat penambahan jumlah sel yang sedikit. Pada fase ini biasanya terjadi stressing fisiologi karena terjadi perubahan kondisi lingkungan media hidup dari satu media awal ke media yang baru, ketika suatu kultur algae ditransfer dari suatu tempat ke suatu media kultur. Dilain pihak kelarutan mineral dan nutrisi mungkin lebih banyak daripada sebelumnya, sehingga akan mempengaruhi sintesis metabolik dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang tinggi. Dari perubahan-perubahan inilah maka sel algae mengalami proses penyesuaian.

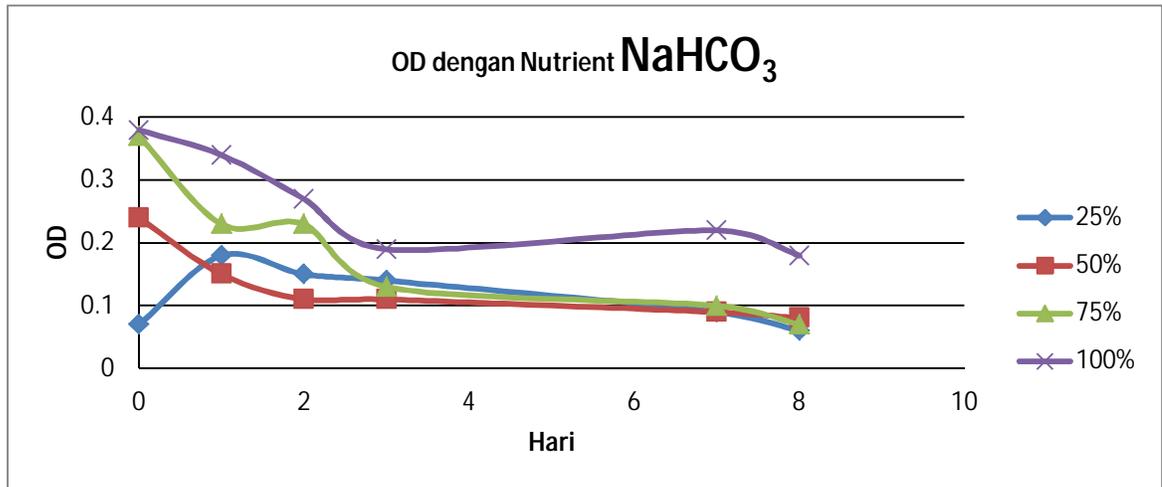
Setelah fase lag, algae kultur akan mengalami pertumbuhan secara cepat, atau yang disebut fase pertumbuhan eksponensial. Hal ini ditandai dengan penambahan jumlah sel yang sangat cepat melalui pembelahan sel algae. Untuk kepentingan budidaya sebaiknya sel algae dipanen pada akhir fase eksponensial. Karena pada fase ini struktur sel masih normal secara nutrisi terjadi keseimbangan antara nutrisi dalam media dan kandungan nutrisi dalam sel, sehingga kualitas sel alga benar-benar terjaga untuk kepentingan kultivan budidaya lebih lanjut.

Pada tahapan ini pola pertumbuhan terjadi pengurangan kecepatan pertumbuhan sampai mencapai fase awal pertumbuhan yang stagnan. Walaupun kelimpahan sel masih terjadi pertambahan namun nilai nutrisi dalam sel mengalami penurunan, maka untuk kepentingan budidaya pada fase ini adalah alternatif kedua untuk dilakukan pemanenan

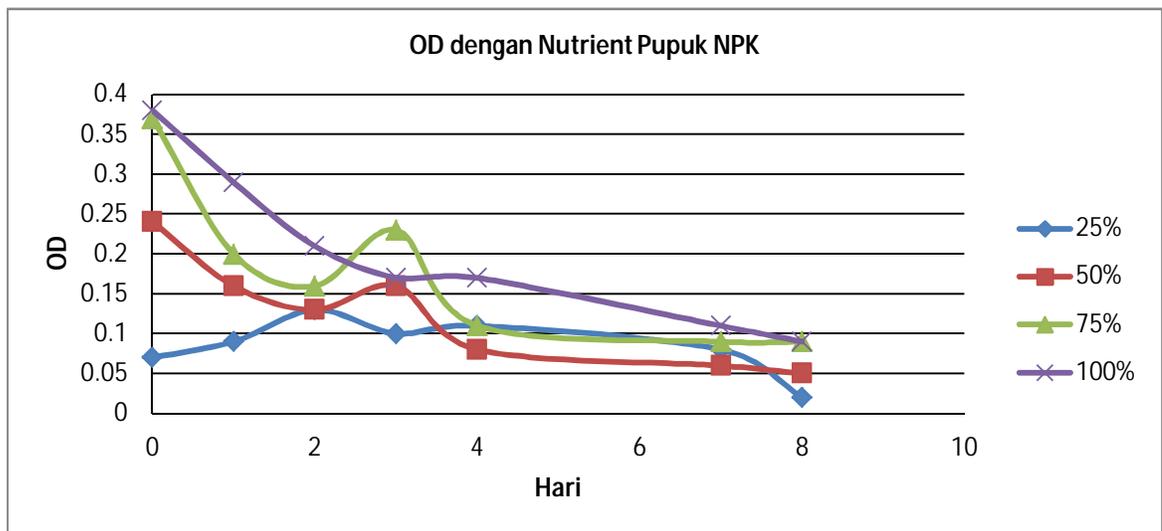
Stationery phase, adalah fase pertumbuhan ketika kelimpahan sel mengalami pertumbuhan konstan akibat dari keseimbangan katabolisme dan anabolisme sel. Pada fase ini ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi dalam sel dan biasanya untuk kelimpahan sel alga yang rendah dalam kultur terjadi fase stationery yang pendek sehingga menyulitkan didalam pemanenan.

Death phase, adalah fase kematian sel karena terjadi perubahan kualitas air yang semakin memburuk, penurunan nutrisi dalam media kultur dan kemampuan sel yang sudah tua untuk melakukan metabolisme. Secara morfologi pada fase ini sel alga banyak terjadi kematian dari pada melakukan pembelahan, warna air kultur berubah,

terjadi buih dipermukaan media kultur dan warna yang pudar serta gumpalan sel algae yang mengendap didasar wadah kultur.

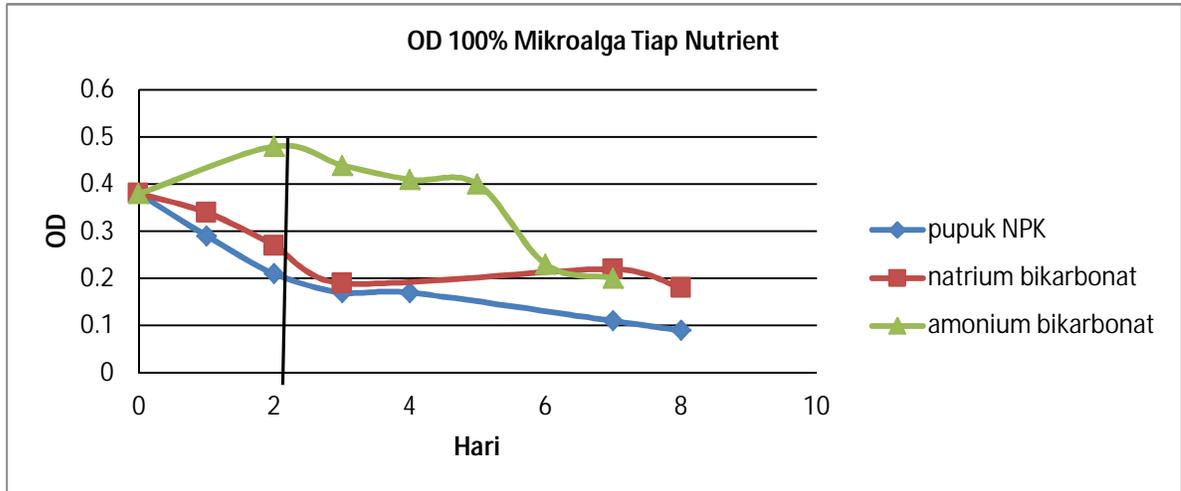


Gambar 2. Gambar OD vs Waktu Kultivasi dengan Nutrient NaHCO₃



Gambar 3. Gambar OD vs Waktu Kultivasi dengan Nutrient Pupuk NPK

Pola pertumbuhan mikroalga dengan nutrient Natrium bikarbonat dan pupuk NPK memperlihatkan suatu pola yang agak berbeda. Dengan waktu pengamatan yang sama, pola pertumbuhan mikroalga secara garis besar hanya menunjukkan penurunan. Grafik pertumbuhannya agak linier sehingga tampak tidak ada fase logaritmenya.



Gambar 4. Perbandingan OD vs Waktu kultivasi pada Masing-Masing Nutrient

Dari data penelitian, diperoleh hasil bahwa diantara Amonium bikarbonat, Natrium Bikarbonat dan pupuk NPK, nutrient yang paling baik digunakan untuk kultivasi mikroalga adalah Amonium bikarbonat. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik perbandingan OD pada masing-masing nutrient. Pada hari ke-2 kultivasi misalnya, diperoleh nilai OD dengan nutrient amonium bikarbonat = 0,48 ; nutrient natrium bikarbonat = 0,28 ; sedangkan nutrient pupuk NPK = 0,21.

Nutrien Amonium bikarbonat mengandung unsur mikro nitrogen dan karbon yang sangat berperan dalam perkembangbiakan mikroalga. Pada nutrient natrium bikarbonat juga terdapat unsur karbon, akan tetapi unsur yang terkandung didalamnya menyebabkan mikroalga yang tumbuh berbentuk seperti filamen-filamen yang cenderung mengapung dipermukaan sehingga mudah mengalami wash out. Sedangkan pada pupuk NPK terdapat unsur nitrogen, fosfor, dan kalium. Nitrogen dan fosfor memang merupakan unsur mikro yang dibutuhkan dalam pertumbuhan mikroalga, akan tetapi kalium tidak berpengaruh. Hal tersebut dikarenakan mikroalga merupakan tumbuhan autotrof berupa daun, sedangkan unsur kalium lebih cocok untuk tumbuhan buah-buahan.

Selain itu intensitas cahaya yang diberikan selama 24 jam maka akan memberikan kesempatan pada mikroalga untuk melakukan fotosintesis lebih lama. Setelah melihat hasil pengamatan, kondisi pertumbuhan mikroalga yang baik adalah pada 100% mikroalga dari volume total media biakan. Mikroalga sudah siap dipanen pada hari ke-2 kultivasi. Hal tersebut dikarenakan data OD pada hari ke-2 yang tinggi, yang berarti juga semakin banyaknya jumlah mikroalga yang terdapat didalam media biakan. Dengan ditandai semakin pekatnya warna media biakan.

100% mikroalga merupakan mikroalga yang diperoleh dari bak kultur mikroalga Teknik Kimia. Sedangkan variabel 75% adalah media yang berisi 75% mikroalga dari bak kultur yang sama dan sisanya merupakan air. Sama halnya untuk membuat media kultur dengan variabel 50% dan 25 %. Dengan warna pekat serta hasil OD yang lebih tinggi dibandingkan dengan variabel lainnya, variabel 100% dapat menghasilkan biomasa yang optimum.

4. Kesimpulan

1. Hasil OD chlorophyta dengan volume kultur chlorophyta 100% volume total kultivasi lebih tinggi daripada OD mikroalga dengan volume kultur chlorophyta 75%, 50%, dan 25% dari volume total.
2. Pertumbuhan biomasa yang tertinggi didapatkan pada jenis nutrient amonium bikarbonat diikuti berturut-turut oleh jenis nutrient natrium bikarbonat dan pupuk NPK.
3. Waktu panen yang paling optimum adalah pada hari ke-2 yang berada pada phase eksponensial.

Ucapan Terima Kasih

1. Dr. Ir. Abdullah, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro.
2. Dr. Ir. Didi Dwi Anggoro, M.Eng selaku koordinator pelaksanaan skripsi.
3. Ir. Indro Sumantri, M.Eng, selaku Pembimbing yang telah memberi pengarahan dan bimbingan kepada penulis.

4. Rekan-rekan yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian laporan penelitian ini..

Daftar Pustaka

- Abdulgani, Nurlita dan Aguk Zuhdi. 2005. Potensi Mikroalga *Skeletonema Costatum*, *Chlorella Vulgaris*, dan *Spirulina Platensis* Sebagai Bahan Baku Biodiesel.
- Dewreede, Robert. 2006. Biomechanical Properties of Coenocytic Algae (Chlorophyta, Caulerpales) of Science Asia 32 Supplement, 1 : 57-62.
- Norasyikin, Siti. 2010. A Cultivation Of *Chlorella Vulgaris* Under Heterotrophic Condition for Growth and Lipid Production in Various Waste. *Civil Engineering*, 19 :16.
- Saba, Alamsyah Pua. 2008. Mikroalga Alternatif Baru Sumber Energi. http://www.majalahtambang.com/detail_berita.php?category=18&newsnr=470, (28 September 2010).
- Sutomo. 2005. Kultur Tiga Jenis Mikroalga (*Tetraselmis sp.*, *Chlorella sp.*, dan *Chaetoceros Gracilis*) dan Pengaruh Kepadatan Awal Terhadap Pertumbuhan *C. Gracilis* di Laboratorium. *Oseanologi dan limnologi di Indonesia*, 37:43-58.
- Sutomo, Ratna Komala, E.T. Wahyuni, dan M.G.L. Panggabean. 2007. Pengaruh Jenis Pakan Mikroalga yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan Populasi Rotifer, *Branchionus Rotundiformis*. *Oseanologi dan limnologi di Indonesia*, 33:159-176.
- Zaelani. 2009. Mikroalga Jawab Tantangan Energi Alternatif Masa Depan. http://www.esdm.go.id/news_archives/323-energi-baru-dan-terbarukan/3053-mikroalga-jawab-tantangan-energi-alternatif-masa-depan.html, (28 September 2010)..