

Pengaruh Perubahan Nutrien dan Gas Co₂ terhadap Kultivasi Pertumbuhan Mikroalga *Spirulina* sp.

The Effect of Nutrient And Co₂ Change to Spirulina sp. Growth Cultivation

Widia Arrifa Asna¹, Sumardiyono^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Setia Budi, Surakarta
Jln. Letjen Sutoyo-Mojosongo Surakarta-57127 Telp. 0271-852578

*Corresponding Author: dionsumario@gmail.com

ABSTRAK: *Spirulina* sp. merupakan jenis mikroalga yang sedang banyak dikembangkan akhir-akhir ini karena memiliki banyak fungsi dan manfaat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan optimum pada kultivasi *Spirulina* sp dengan menggunakan variabel nutrien yang dikultur dengan 3 wadah yang berbeda yakni *open pond batch*, *closed pond batch* dan *open pond continue*. *Spirulina* sp. dikultivasi menggunakan pupuk NPK dan urea menggunakan media air tawar serta cahaya didapatkan dari lampu TL 20 watt kemudian pertumbuhan diamati setiap 24 jam untuk proses analisa digunakan bilik hitung untuk mengetahui jumlah sel spirulina. Angka pertumbuhan kepadatan sel mikroalga *Spirulina* sp. pada wadah *open pond batch* 500 sel/ml, pada *closed pond batch* 400 sel/ml dan pada *open pond continue* 290 sel/ml dengan jumlah sel stater 110 sel/ml

Kata kunci : media, nutrien, *Spirulina* sp.

ABSTRACT: *Spirulina* sp. is a microalgae recently being developed because of its functions and benefits. This study aimed to determine the optimum growth of *Spirulina* cultivation using nutrient variables, which were cultured in three different containers, namely *open pond batch*, *closed pond batch* and *open pond continue*. *Spirulina* sp. was cultivated using NPK fertilizer and urea with freshwater media and light obtained from TL lamps 20 watts. The growth was observed every 24 hours for the analysis process using count booths to determine the number of *Spirulina* cells. Growth density rate of *Spirulina* cells in the *open pond container batch* was 500 cells / ml, in the *closed pond batch* was 400 cells / ml and in the *open pond continue* was 290 cells / ml with the number of starter cells of 110 cells / ml.

Keywords: media, nutrient, *Spirulina* sp.

1. PENDAHULUAN

Spirulina sp. adalah mikroalga dari golongan *Cyanobacteria* dimanfaatkan sebagai pakan alami dalam budidaya perikanan khususnya pembenihan karena memiliki nutrisi tinggi, antara lain protein 63-68 %, karbohidrat 18-20 %, dan lemak 2-3 % (Haryati, 2008). *Spirulina* sp. Relatif cepat bereproduksi dan mudah dalam sistem pemanenan karena memiliki ukuran yang lebih besar jika dibandingkan mikroalga lain (Khoiri,

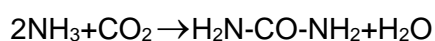
2013). Selain untuk keperluan budidaya, *Spirulina* sp. Juga digunakan dalam bidang industri, farmasi dan bahan pangan manusia sebagai sumber protein sel tunggal (PST) (Liu *et al*, 2000).

Salah satu cara digunakan untuk meningkatkan populasinya yaitu menyediakan media pertumbuhan yang dibutuhkan *Spirulina* sp., diantaranya nutrien, intensitas cahaya, pH dan suhu (Lavensand Sorgeloos, 1996). Komposisi media kultur sebagai sumber nutrien

diperlukan untuk pertumbuhan *Spirulina sp.* sehingga dibutuhkan media yang mempunyai kandungan nutrisi tinggi dan proporsional.

Selain fosfat, unsur makro lain yang mendukung penyusunan senyawa dalam sel, termasuk protein dan klorofil untuk fotosintesis *Spirulina sp.* adalah nitrogen, sehingga diperlukan penambahan jenis pupuk lain sebagai sumber nitrogen yaitu pupuk urea. Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) merupakan pupuk komersial yang ekonomis serta memiliki kandungan Nitrogen yang tinggi mencapai 46%. Apabila urea terlarut akan terbentuk ion amonium (NH_4^+) yang akan diasimilasi oleh mikroalga dan diubah menjadi glutamat sebagai penyusun asam amino. Pengaruh pupuk urea sebagai sumber nitrogen dalam kultur mikroalga telah diaplikasikan pada *Scenedesmus sp.* yang menunjukkan peningkatan angka pertumbuhan sel. (Nurita dkk, 2012)

Urea merupakan pupuk tunggal karena hanya mengandung satu unsur saja, yaitu nitrogen yang merupakan hasil penguraian alami protein, baik dari manusia maupun hewan yang dikeluarkan bersama urine dalam jumlah besar dilakukan langsung dari amoniak dan karbondioksida.



NPK merupakan pupuk majemuk, yaitu pupuk yang mengandung lebih dari satu unsur. Pupuk NPK memiliki arti penting ganda, karena berisi zat-zat pokok seperti nitrogen, fosfor dan kalium

dalam jumlah tertentu seperti TSP. TSP (*Triple Super Fosfat*) merupakan pupuk anorganik yang kaya akan kandungan fosfat. (Sri, 2006)

Metode kultivasi yang digunakan yaitu *open pond batch*, *closed pond batch* dan *open pond continue*.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah pompa aerasi, pengaduk kaca, pompa air mini, tabung reaksi, talang air (panjang 1 m), gelas ukur 250 mL, botol plastik (volume 1 liter), pipet tetes, beker gelas 100 mL, 1000 mL, *deck glass*, selang aerasi, *haemotycometer*, pipa (\varnothing 1,5 cm), mikroskop binokuler, ember penampung (volume 5 liter), neraca analitis.

Bahan penelitian yang digunakan yaitu mikroalga *Spirulina sp.*, gas CO_2 , nutrisi yang terdiri dari pupuk anorganik teknis urea dan NPK, air tawar.

2.2 Prosedur

Penelitian ini meliputi 2 variabel yaitu nutrisi berupa urea dan NPK perbandingan 1:1 dengan variasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; 0,5. Dan sistem kultivasi berupa *open pond batch*, *closed pond batch* dan *open pond continue*.

Tahapan dalam penelitian ini terdiri dari 3 metode kultivasi yaitu *open pond batch*, *closed pond batch* dan *open pond continue*. Pertama yakni pada metode *open pond batch* dan *closed pond batch* yaitu dengan cara (1) Membersihkan seluruh peralatan yang akan digunakan.

Menimbang nutrisi NPK dan urea sesuai dengan variasi yang sudah ditentukan. (2) Memasukkan media air tawar sebanyak 600 mL ke dalam botol. (3) Mengecek pH dalam media air tawar dengan pH meter. (4) Memasukkan mikroalga *Spirulina sp.* sebanyak 200 mL ke dalam botol. (5) Menambahkan nutrisi ke dalam erlemeyer dengan variasi pemberian nutrisi urea dan NPK pada setiap kolam pembiakan. (6) Gas CO₂ diperoleh dari udara sekitar. (7) Mensirkulasi media menggunakan aerator. (8) Untuk metode *open pond batch* kultur dibiarkan terbuka, sedangkan pada metode *closed pond batch* pada bagian atas kultur ditutup rapat dan hanya diberi sedikit celah untuk selang aerator. (9) Cahaya didapatkan dari 3 buah lampu TL masing-masing 20 watt.

Selanjutnya yaitu tahapan untuk metode kultivasi *open pond continue* (1) Memasukkan media air tawar ke dalam talang dan bak penampung dengan total air 3 liter. (2) Mengecek pH dalam media air tawar dengan pH meter. (3) Memasukkan mikroalga *Spirulina sp.* sebanyak 1 L ke dalam taking dan bak penampung (4) Menambahkan nutrisi ke dalam erlemeyer dengan variasi pemberian nutrisi urea dan NPK pada setiap kolam pembiakan. (5) Gas CO₂ diperoleh dari udara sekitar (6) Memulai sirkulasi dengan menyalakan pompa yang sudah diletakkan di dalam bak penampung untuk selanjutnya dialirkan menuju talang. (7) Memastikan aliran air

dari talang menuju bak penampung berjalan dengan tepat. (8) Cahaya didapatkan dari 3 buah lampu TL masing-masing 20 watt.

Tahap pengecekan sampel dilakukan dengan cara mengamati percobaan setiap 24 jam, kemudian mengambil sampel pada setiap media kultur termasuk pada bak penampung sebanyak ± 15 mL untuk dihitung kepadatan sel mikroalga serta diamati jumlah perkembangan mikroalga. Analisa kepadatan sel mikroalga dilakukan dengan (1) *hemocytometer* dan *deck glass* dibersihkan dengan kertas lensa. (2) *Deck glass* ditempatkan terlebih dahulu sebelum menambahkan suspensi sel di atas *hemocytometer*. (3) Mengambil suspensi sel dari dalam tabung reaksi menggunakan pipet tetes. (4) Menempatkan suspensi sel dari dalam pipet tetes ke dalam *hemocytometer* dengan cara ujung pipet disentuh ke dalam takik berbentuk "V" pada *hemocytometer* di bawah *deck glass*. Suspensi sel akan menyebar memenuhi seluruh bilik hitung secara kapiler. (5) *Hemocytometer* ditempatkan pada mikroskop cahaya, diamati dan dihitung sel dengan perbesaran 10x. (6) Dihitung jumlah sel. (7) Untuk mengetahui jumlah sel per millimeter suspensi, maka dihitung jumlah sel pada 4 kotak 1 mm² (1 mm² = 0.1 μ l).

Perhitungan jumlah sel dilakukan dengan rumus sebagai berikut :

$$\frac{N}{L} \times \frac{1}{T} \times p$$

Dimana N adalah jumlah sel yang dihitung, L merupakan luas kotak, T merupakan tinggi bilik hitung, p adalah pengenceran.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

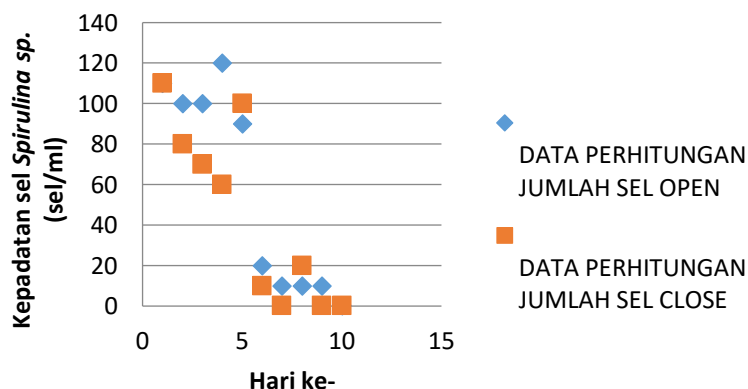
3.1. Blangko

Pada kultivasi blangko tersebut *Spirulina sp* dikembangkan dalam 2 metode yaitu *open pond batch* dan *closed pond batch*, keduanya tidak diberi nutrisi dan tidak dilengkapi dengan aerator. Pengembangan tersebut dilakukan bertujuan sebagai dasar untuk melakukan penelitian selanjutnya. Pada data pertumbuhan *Spirulina sp.* yang ditunjukkan oleh (Gambar 1) dapat diketahui bahwa mikroalga hanya dapat bertahan hidup dalam 10 hari setelah

dilakukan kultivasi. Dapat diketahui bahwa hari ke-1 terjadi fase adaptasi yaitu fase dimana mikroalga menyesuaikan diri terhadap kultur. Pada hari ke-2 mikroalga mengalami fase eksponensial dimana mikroalga mengalami pertumbuhan atau penambahan jumlah sel. Namun pada hari ke-6 mikroalga tidak dapat bertahan hidup dikarenakan tidak mendapat asupan nutrisi yang cukup dan proses sirkulasi udara yang tidak sempurna dikarenakan tidak dilengkapi dengan aerator selama proses pertumbuhan ketersediaan oksigen di dalam media kultur merupakan faktor penting untuk fitoplankton, karena secara langsung dipakai sebagai bahan untuk membentuk molekul-molekul organik melalui proses fotosintesis. (Richmond, 2004).

Tabel 1. Data perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung

Hari ke-	OPEN (sel/ml)	CLOSE (sel/ml)
1	110	110
2	100	80
3	100	70
4	120	60
5	90	100
6	20	10
7	10	0
8	10	20
9	10	0
10	0	0



Gambar 1. Grafik kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung

3.2. Open pond batch

Pada grafik pertumbuhan *Spirulina sp.* (Gambar 2) bahwa seluruh sampel mikroalga dengan perbedaan kandungan nutrisi yang dibagi menjadi 5 sampel pada hari pertama menurut Pihatini (2005) fase adaptasi yaitu fase dimana mikroalga menyesuaikan diri terhadap kultur. Pada hari ke-2 hanya sampel 1 (variasi nutrisi 0,1 g) dan sampel 2 (variasi nutrisi 0,2 g) yang mengalami fase eksponensial dimana *Spirulina sp.* mengalami penambahan kepadatan sel dengan cepat, sedangkan sampel 3 (variasi nutrisi 0,4 g), sampel 4 (variasi nutrisi 0,6 g) dan sampel 5 (variasi nutrisi 0,8 g) baru mengalami fase eksponensial mulai hari ke-7. Terjadi fase stasioner yaitu fase dimana mikroalga faktor pembatas dan kecepatan pertumbuhan bersifat setimbang karena jumlah sel yang membelah dan yang mati sama, namun pada setiap sampel fase tersebut terjadi pada hari yang berbeda, sampel 1 terjadi pada hari ke-8, sampel 2 terjadi pada hari ke-8, sampel 3 terjadi pada hari ke-14, sampel 4 terjadi pada hari ke-14, yang

terakhir sampel 5 terjadi pada hari ke-15. Dan yang terakhir terjadi fase kematian yaitu fase dimana mikroalga tidak mampu lagi mengalami pembelahan fase tersebut dialami oleh sampel 1 pada hari ke-16, sampel 2 pada hari ke-19, sampel 3 pada hari ke-21, sampel 4 pada hari ke-23, sampel 5 pada hari ke-22.

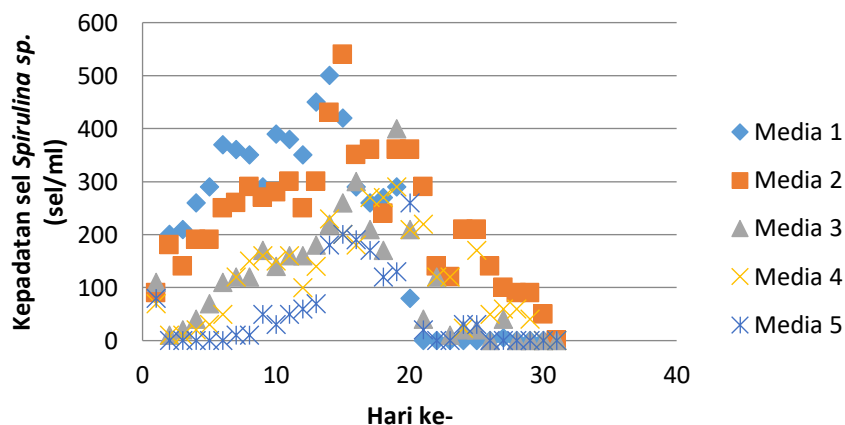
Terjadi perbedaan waktu fase pertumbuhan pada setiap sampel diakibatkan oleh pemberian nutrisi yang berbeda pada setiap sampel sehingga mikroalga akan tumbuh dengan baik apabila pemberian nutrisi yang cukup, maka sebaliknya apabila mikroalga diberi nutrisi secara berlebihan maka mikroalga tersebut sulit untuk bertahan hidup dikarenakan kandungan nutrisi yang terlalu berlebihan. Dari percobaan ini dapat dilihat bahwa sampel 2 menunjukkan pertumbuhan yang konstan dibandingkan dengan 4 sampel lainnya. Konsentrasi awal *Spirulina sp.* sebelum dikembangkan yakni 110 sel/ml setelah mengalami pertumbuhan dengan puncak pertumbuhan paling banyak menghasilkan 550 sel/ml setelah mengalami

pertumbuhan pesat pada 16 hari setelahnya mikroalga mengalami kematian dan kepadatan sel secara berangsur akan turun kemudian mati. Sampel 1, sampel 2, sampel 3 pada hari pertama mati dikarenakan penyesuaian lingkungan yang buruk sehingga

menyebabkan kematian di awal pertumbuhan. Penyesuaian lingkungan tersebut antara lain kualitas media, kebersihan media kultivasi, kebersihan lingkungan kultivasi, serta dapat disebabkan jumlah nutrisi yang berlebihan.

Tabel 2. Data perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung pada metode *open pond batch*

Hari ke-	Media 1 (sel/ml)	Media 2 (sel/ml)	Media 3 (sel/ml)	Media 4 (sel/ml)	Media 5 (sel/ml)
1	100	90	110	70	80
2	200	180	10	10	0
3	210	140	20	10	0
4	260	190	40	20	0
5	290	190	70	30	0
6	370	250	110	50	0
7	360	260	120	120	10
8	350	290	120	150	10
9	290	270	170	160	50
10	390	280	140	150	30
11	380	300	160	160	50
12	350	250	160	100	60
13	450	300	180	140	70
14	500	430	220	230	180
15	420	540	260	200	200
16	290	350	300	180	190
17	260	360	210	270	170
18	270	240	170	270	120
19	290	360	400	290	130
20	80	360	210	210	260
21	0	290	40	220	20
22	0	140	120	120	0
23	0	120	10	120	0
24	0	210	20	23	30
25	0	210	20	170	30
26	0	140	0	50	0
27	5	100	40	60	0
28	0	90	0	60	0
29	0	90	0	40	0
30	0	50	0	0	0
31	0	0	0	0	0



Gambar 2. Grafik perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung pada metode *open pond batch*

3.3. Closed pond batch

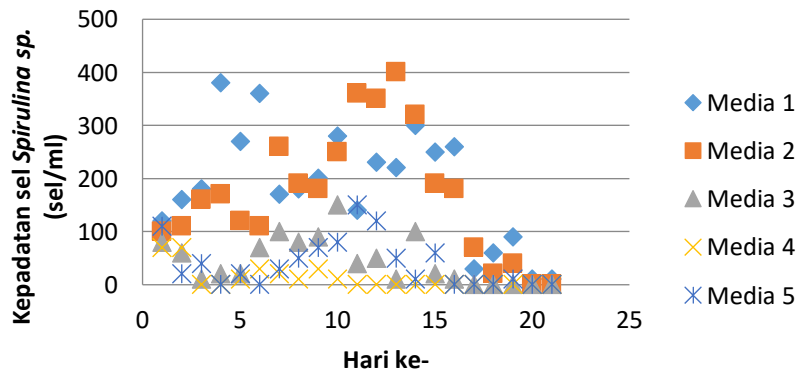
Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa pertumbuhan *Spirulina sp.* dengan metode *closed pond batch* tumbuh dalam jangka waktu yang lebih lama daripada metode *open pond batch* dikarenakan pada metode *closed* kualitas media lebih terjaga dari kontaminasi luar, sehingga dapat dipastikan dalam media kultivasi hanya akan menyerap oksigen yang berasal dari aerator.

Fase lag terjadi pada hari ke-1 Fase selanjutnya yakni fase eksponensial dimana jumlah sel mengalami peningkatan. Fase eksponensial ini pada hari ke-7. Menurut Andersen (2005) pada fase eksponensial mikroalga lebih banyak membutuhkan energi dari pada fase lainnya dan paling sensitif terhadap

keadaan lingkungannya. Fase stasioner terjadi pada hari ke-15, pada fase ini pertumbuhan mikroalga mengalami penurunan dibandingkan fase eksponensial. Terakhir yakni fase deklinasi terjadi pada hari ke-20, dimana terjadi penurunan kepadatan mikroalga. Konsentrasi awal *Spirulina sp.* sebelum dikembangkan yakni 1120 sel/ml setelah mengalami pertumbuhan dengan puncak pertumbuhan paling banyak menghasilkan 400 sel/ml. Pada sampel 3, sampel 4, sampel 5 jumlah sel terjadi penurunan secara drastis dan mengalami kematian, karena berkurangnya kualitas air dan berkurangnya nutrisi yang tersedia sehingga tidak mampu mendukung pertumbuhan sel.

Tabel 3. Data perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung pada metode *closed pond batch*

Hari ke-	Media 1 (sel/ml)	Media 2 (sel/ml)	Media 3 (sel/ml)	Media 4 (sel/ml)	Media 5 (sel/ml)
1	120	100	80	70	110
2	160	110	60	70	20
3	180	160	10	0	40
4	380	170	20	0	0
5	270	120	20	10	20
6	360	110	70	30	0
7	170	260	100	20	30
8	180	190	80	10	50
9	200	180	90	30	70
10	280	250	150	10	80
11	140	360	40	0	150
12	230	350	50	0	120
13	220	400	10	0	50
14	300	320	100	0	10
15	250	190	20	0	60
16	260	180	10	0	0
17	30	70	0	0	0
18	60	20	0	0	0
19	90	40	0	0	10
20	10	0	0	0	0
21	10	0	0	0	0

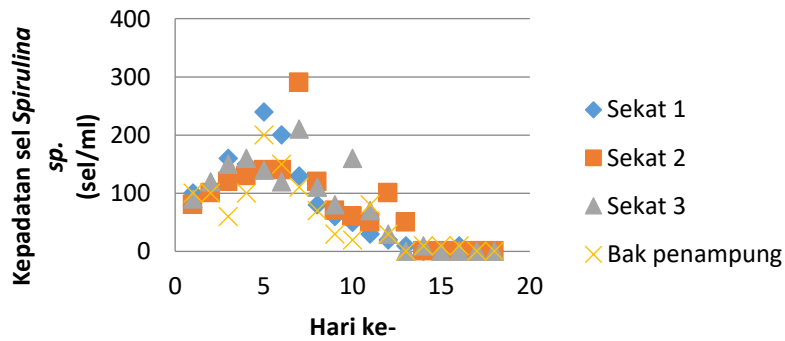


Gambar 3. Grafik perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung pada metode *closed pond batch*

3.4. Open pond continue

Pada metode kultivasi *open pond continue* digunakan sebagai pengembangan hasil analisa metode kultivasi *open pond batch* yang telah

dilakukan sebelumnya. Hasil analisa yang dilakukan disajikan pada Gambar 4 yang berisi grafik jumlah kepadatan sel mikroalga.



Gambar 4. Grafik perhitungan jumlah kepadatan sel *Spirulina sp.* dengan bilik hitung pada metode *open pond*

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan nutrisi yang paling tepat untuk kultivasi mikroalga dengan jumlah nutrisi 0.2 gram dengan perbandingan 1:1 (Urea:NPK) dalam 800 mL media, karena dengan jumlah nutrisi tersebut menghasilkan populasi *Spirulina sp.* yang paling optimal, baik dalam metode *open pond batch* maupun *closed pond batch*. Pada ketiga kultur di atas tidak terdapat fase stasioner dikarenakan setiap harinya mikroalga memakan nutrisi untuk bertahan hidup atau untuk masa pertumbuhan, karena pemberian nutrisi hanya dilakukan pada hari pertama menyebabkan nutrisi habis sebelum mikroalga tumbuh dengan sempurna. Kultur *Spirulina sp.* pada *open pond batch* menunjukkan pola pertumbuhan yang berbeda dibandingkan *closed pond batch*. Fase eksponensial pada *open pond batch* terjadi pada hari ke-15 dengan total biomassa sebesar 540 sel/ml, berbeda dengan *closed pond batch* yang terjadi pada hari ke-14 dengan total

biomassa sebesar 400 sel/ml dengan konsentrasi awal mikroalga sebesar 110 sel/ml pada setiap kultur.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, R.A. 2005. Algal culturing technique. Elsevier Academic Press. UK. 532 page.
- Anshori, Muslich dan Sri Iswati. 2006. Metodologi Penelitian Kuantitatif. Surabaya. Fakultas Ekonomi Universitas Airlangga.
- Dwi siswani, Endang ,dkk. 2012. Sintesis dan Karakteristik Biodiesel Pada Berbagai Waktu Dan Suhu. Fakultas MIPA. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Eko Winasis, (2011). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kelimpahan dan Dominasi *Phytoplankton*
- Haryati R. 2008. Pertumbuhan dan biomassa *Spirulina sp.* dalam skala laboratoris. Laboratorium Ekologi dan Biosistemik, Jurnal Jurusan Biologi FMIPA. Undip BIOMA, ISSN: 1410-8801 Vol. 10, No. 1, Hal. 19-22.
- Khoiri Ahmad N. 2013. LAPORAN PENELITIAN MIKROALGA "*Spirulina sp.*". Malang: Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim

- Lavens, P., and P. Sorgeloos, 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture, fisheries technical paper, food and agriculture. Organization of The United Nation, Rome.
- Nurita Wahyuni, Endang Dewi Masithah, Wiwie Soemarjati, Suciyono, Mohammad Faizal Ulkhaq. 2018. Pola Pertumbuhan Mikroalga Spirulina sp. Skala Laboratorium yang Dikultur Menggunakan Wadah yang Berbeda. MIBJ Vol. 16 No. 2, Juli 2018. Akademi Maritim:Yogyakarta
- Prihatini, N.B, Putri., dan Yuniati, R. 2005. Pertumbuhan *Chorella* spp. Dalam Medium Ekstak Tauge (MET) dengan Variasi pH Awal. Makara Sains. 9(1):1-6
- Richmond, A. 1988. Spirulina. In M. A. Borowitzka, eds. Microalgal Biotechnology, pp. 85-121. Cambridge, Cambridge University Press.
- Sumardiyono. 2012. Kultivasi Mikroalga *Chlamydomonas reinhardtii* Sebagai Produsen Protein Sel Tunggal dalam Bioreaktor Kolam Lintasan Terbuka (*Raceway Open Pond Bioreactor*). Surakarta. Universitas Setia Budi