

Hubungan Kemelimpahan *Chlorella sp* Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara

Siska Aprilliyanti¹, Tri Retnaningsih Soeprbowati^{1,2}, Bambang Yulianto^{1,3}

¹ Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro; email: siska_prilly@yahoo.com

²Jurusan Biologi FSM Universitas Diponegoro, Program Pasca Sarjana UNDIP

³Jurusan Kelautan FPIK Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Chlorella sp merupakan salah satu mikroalga yang sering dibudidayakan untuk berbagai keperluan seperti obat-obatan, kosmetik, atau untuk alternatif biodiesel. *Chlorella sp* merupakan suatu agen bioremediasi yang baik, selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme. Banyaknya manfaat yang akan dapat diambil apabila dapat mengembangkan *Chlorella sp* pada skala masal. Dengan kemanfaatannya dari *Chlorella sp* maka penulis melakukan penelitian dengan menggunakan *Chlorella sp* sebagai objeknya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kemelimpahan *Chlorella sp* dengan kualitas lingkungan perairan di Kabupaten Jepara. *Chlorella sp* ini dikultivasi di luar ruangan dengan sumber cahaya berasal dari sinar matahari secara langsung, pengudaraan untuk pencampuran media menggunakan blower yang dialirkan melalui selang dan kran aerasi untuk mencampur media. Aerasi dalam penelitian ini digunakan dengan tujuan agar sel *Chlorella sp* dapat memperoleh nutrisi dalam media kultivasi secara merata karena adanya sirkulasi air dalam wadah kultur (Amini, 2006). Dari hasil analisis data diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,995. Hal ini memberikan gambaran bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara variabel bebas yakni kelima parameter kualitas air (nitrat, fosfat, temperature, pH dan salinitas) dengan variabel terikat yakni kemelimpahan *Chlorella sp*. Selanjutnya diperoleh persamaan regresi linier berganda sebagai berikut: $Y = -5323.54 - 16.80 \text{ nitrat} - 60.78 \text{ fosfat} + 111.09 \text{ temperatur} + 997.26 \text{ pH} - 191.92 \text{ salinitas}$. Dari persamaan regresi tersebut memperlihatkan bahwa parameter kualitas air yang memiliki hubungan searah (berbanding lurus) adalah temperature dan pH. Sedangkan parameter kualitas air yang memiliki hubungan berbanding terbalik yaitu; nitrat, fosfat dan salinitas. Hubungan kemelimpahan *Chlorella sp* dengan kualitas lingkungan perairan skala semi masal kuat, hasil analisis regresi didapat nilai Adjusted R^2 0,995, artinya persentase sumbangan pengaruh variabel nitrat, fosfat, temperature, pH dan salinitas terhadap kemelimpahan *Chlorella sp* adalah sebesar 99,5% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai koefisien / pengaruh tertinggi terdapat pada parameter pH yaitu (997,49).

Kata kunci: *Chlorella sp*, kualitas lingkungan, semi masal, Jepara

ABSTRACT

Chlorella sp is one of the microalgae are often cultivated for various purposes such as pharmaceuticals, cosmetics, or for alternative biodiesel. *Chlorella sp* an agent of bioremediation good, but can live in a polluted environment can also wear a heavy metal as the metal essential for metabolism. The many benefits that will be taken if it can develop *Chlorella sp* on a mass scale. With the emergence of *Chlorella sp* author conducted research using *Chlorella sp* as its object. The purpose of this study was to determine the relationship between the abundance of *Chlorella sp* with the quality of the water environment in the district of Jepara. *Chlorella sp* is cultivated outdoors with a light source coming from direct sunlight, aeration for mixing media using a blower that flowed through the hose and faucet aeration to mix media. Aeration used in this study with the aim of *Chlorella sp* cells can obtain nutrients evenly in cultivation media for their water circulation in the culture vessel (Amini, 2006). From the analysis of data obtained by the coefficient of determination (R^2) = 0.995. This illustrates that there is a very strong relationship between the independent variables namely the five parameters of water quality (nitrates, phosphates, temperature, pH and salinity) with the dependent variable abundance of *Chlorella sp*. Furthermore, multiple linear regression equation as follows: $Y = -5323.54 - 16.80 - 60.78 \text{ nitrate phosphate} + 111.09 + \text{temperature}; 997.26 - 191.92 \text{ pH salinity}$. From the regression equation shows that the water quality parameters that have a unidirectional relationship (proportional) is temperature and pH. While water quality parameters which have an inverse relationship, namely; nitrate, phosphate and salinity. *Chlorella sp* abundance relationships with water environmental quality semi massive scale strong, the results of the regression analysis obtained Adjusted R^2 value of 0.995, meaning that the percentage contribution of variables influence nitrates, phosphates, temperature, pH and salinity of the abundance of *Chlorella sp* is 99.5% and the rest is influenced by factors other. The coefficient of impact / highest in pH parameters ie (997.49).

Keywords: *Chlorella sp*, environmental quality, semi-massive, Jepara

Cara sitasi: Apriliyanti, S., Soeprobawati, T. R., Yulianto, B. (2016). Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp dengan Kualitas Lingkungan Perairan pada Skala Semi Masal di BBBPBAP Jepara. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 14(2), 77-81, doi:10.14710/jil.14.2.77-81

1. PENDAHULUAN

Chlorella sp adalah fitoplankton yang sering dijumpai di perairan umum, baik itu perairan tawar maupun perairan laut (Wigajatri R.P, dkk 2003). Karena tidak beracun, namun memiliki nilai gizi yang tinggi, *Chlorella* sp merupakan salah satu mikroalga yang sering dibudidayakan untuk berbagai keperluan seperti obat-obatan, kosmetik, atau untuk alternatif biodiesel. Sifat kosmopolitan *Chlorella* sp mampu hidup di mana-mana kecuali di tempat yang sangat penting bagi kehidupan. Pertumbuhan *Chlorella* sp yang

dikultur sangat ditentukan oleh ketersediaan nutrisi (unsur hara) dan kondisi lingkungan (Sylvester et al. 2002). Faktor pembatas dalam budidaya *Chlorella* sp adalah nitrat dan fosfat. Beberapa manfaat *Chlorella* sp diantaranya: (1) berkembangbiak dengan cepat pada kondisi tumbuhnya, (2) mudah dalam membudidayakan, (3) menghasilkan oksigen melalui proses fotosintesis, dan (4) mengandung protein yang tinggi dengan komponen utama asam amino (Nakayama, 1992 dalam Arifin, F, 2012). Selain nutrisi dan kondisi lingkungan yang sesuai dengan *Chlorella* sp, inokulum juga merupakan faktor yang sangat penting di dalam kultur *Chlorella* spp karena kultur tidak mungkin dilaksanakan tanpa adanya inokulum (Sapta et al. 2002).

Chlorella sp adalah salah satu jenis alga hijau bersel satu. Selnya berdiri sendiri dengan berbentuk bulat atau bulat telur dengan diameter 3 – 8 mikron, memiliki kloroplas berbentuk seperti cawan dan dindingnya keras. Warnanya hijau cerah, hidup dipermukaan air tawar, namun ada juga yang hidup di air asin (Afandi, 2003). *Chlorella* sp dapat bergerak tetapi sangat lambat sehingga pada pengamatan seakan – akan tidak bergerak. Alga ini dapat tumbuh pada salinitas 0 – 35 ppt. Alga ini masih dapat bertahan hidup pada suhu 40 °C, tetapi tidak tumbuh. Kisaran suhu 25 – 30°C merupakan kisaran suhu yang optimal untuk pertumbuhan alga ini (Isnansetyo & Kurniastuty, 1995).

Chlorella sp merupakan suatu agen bioremediasi yang baik, selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme. Banyaknya manfaat yang akan dapat diambil apabila dapat mengembangkan *Chlorella* sp pada skala masal. Dengan kemanfaatannya dari *Chlorella* sp maka penulis melakukan penelitian dengan menggunakan *Chlorella* sp sebagai objeknya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara kemelimpahan *Chlorella* sp dengan kualitas lingkungan perairan di Kabupaten Jepara.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang dibutuhkan antara lain;

2.1. Alat dan Bahan

2.1.1. Alat

Alat dibagi atas dua kelompok yaitu alat yang digunakan di lapangan dan alat yang digunakan di laboratorium. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini di sajikan pada Tabel 1 dan 2. dibawah ini;

Tabel 1. Daftar alat yang digunakan di lapangan

No.	Alat	Jumlah	Fungsi Alat
1.	Ember plastic Volume 70 L	2	Wadah untuk penelitian
2.	Blower, Batu dan selang aerasi	20	Penunjang ketersediaan DO dan pengadukan nutrisi
3.	Botol sampel	20	Pengambilan sampel
4.	DO meter	1	Mengukur O ₂ terlarut
5.	Termometer		Pengukur suhu media uji
6.	Aplikasi Light-o-meter di hp android	1	Mengukur intensitas cahaya matahari
7.	pH meter (ketelitian 0,1)	1	Pengukur pH
8.	pH proff	1	Pengukuran pH tanah
9.	Refraktometer	1	Mengukur salinitas
10.	Alat Tulis, Kamera Digital	1	Mencatat dan Dokumentasi

Tabel 2. Daftar Alat Yang Digunakan Di Laboratorium

No	Alat	Kegunaan
1	Sentrifuge <i>Hettich Universal</i>	Mengendapkan kertas saring
2	Spectronic 21	Mengukur biomassa klorofil- <i>a</i> , nitrat dan fosfat
3	Spatula	Menghancurkan kertas saring
4	Peralatan Glas (tabung reaksi, pipet dll)	Membantu proses analisis klorofil- <i>a</i>

2.1.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, tersaji pada tabel 3 dibawah ini;

Tabel 3. Daftar Bahan Yang Digunakan Di Laboratorium

No	Bahan	Kegunaan
1	Media Air Payau	Bahan untuk analisis klorofil- <i>a</i>
2	Biomass <i>Chlorella</i> sp	
3	Pupuk anorganik Urea, Sp-36,NPK	

Metode penelitian yang digunakan adalah metode korelasional. Dalam penelitian ini, peneliti berusaha menggambarkan kondisi sekarang dalam konteks kuantitatif yang direfleksikan dalam variabel. Metode ini digunakan untuk meneliti bagaimana hubungan kemelimpahan *Chlorella* sp dengan kualitas lingkungan perairan di Kabupaten Jepara. Data yang dikumpulkan berupa data kualitas air baik yang diukur dan diamati secara langsung di lapang atau yang dianalisis di laboratorium. Selanjutnya data yang diperoleh ditabulasikan ke dalam bentuk tabel dan grafik. Data parameter kualitas air akan dianalisis secara deskriptif. Sedangkan untuk melihat hubungan antara beberapa parameter kualitas air dengan kelimpahan *Chlorella* sp dianalisis dengan menggunakan regresi linier berganda.

2.2. Inokulan dan pemupukan

Chlorella sp yang digunakan sebagai inokulan berasal dari laboratorium pakan alami skala masal di BBBPBAP Jepara dan dikultivasi dengan pupuk 80 ppm urea, 40 ppm SP-36, ZA 60 ppm, 1 ppm NPK dan 5 ppm EDTA.

2.3. Kultivasi *Chlorella* sp

Media air laut diambil dari perairan sekitar BBBPBAP Jepara. Untuk menghindari kontaminasi yang terbawa oleh air laut dilakukan sterilisasi. Sterilisasi dimulai dengan penyaringan terlebih dahulu untuk membersihkan air laut dari partikel-partikel kecil dan pengotor lainnya. Air yang telah disaring diberi khlorin sesuai dengan volume yang dibutuhkan. Pemberian khlorin dengan konsentrasi 30 ppm selama 24 jam. Setelah netral air medianya, pupuk 80 ppm urea, 40 ppm SP-36, ZA 60 ppm, 1 ppm NPK dan 5 ppm EDTA dimasukkan kedalam media kultur diikuti dengan pemberian inokulan sebanyak 10×10^4 sel/ml. *Chlorella* ini dikultivasi di luar ruangan dengan sumber cahaya berasal dari sinar matahari secara langsung, pengudaraan untuk pencampuran media menggunakan blower yang dialirkan melalui selang dan kran aerasi untuk mencampur media. Aerasi dalam penelitian ini digunakan dengan tujuan agar sel *Chlorella* sp dapat memperoleh nutrisi dalam media kultivasi secara merata karena adanya sirkulasi air dalam wadah kultur (Amini, 2006).

2.4. Pengukuran pertumbuhan

Pertumbuhan *Chlorella* sp dihitung dengan mengukur kepadatan sel. Kepadatan sel ditentukan dengan menggunakan hemasitometer Neubauer. Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop cahaya dengan perbesaran 40 kali (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995)

2.5. Analisis Data

Data fisika dan kimia perairan dianalisis secara deskriptif. Sedangkan hubungan beberapa parameter kualitas air dengan kemelimpahan *Chlorella* sp dianalisis secara statistik dengan

menggunakan regresi linear berganda (Sudjana, 1992).

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_4X_4 + b_5X_5$$

dimana :

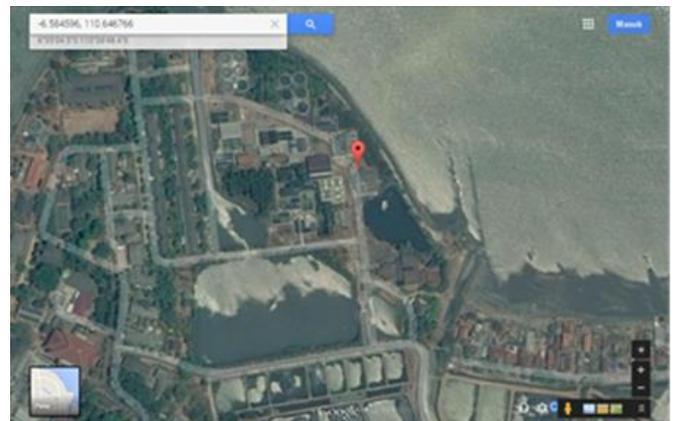
$$Y = \text{Kemelimpahan } Chlorella \text{ sp (sel/ml)}$$

a dan b = konstanta

X_1 = Nitrat; X_2 = Fosfat, X_3 = Temperatur, X_4 = pH dan X_5 adalah salinitas

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

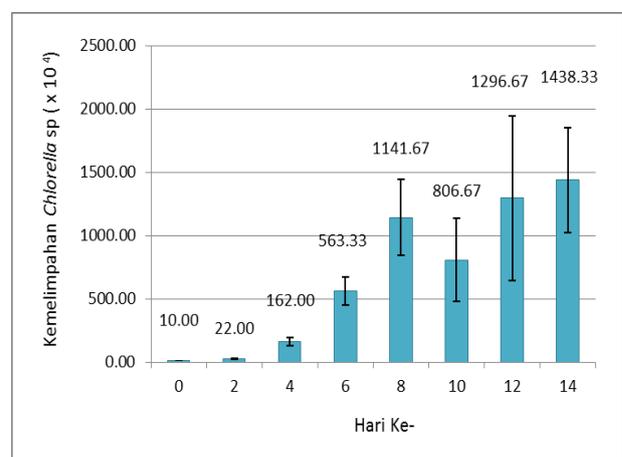
Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 18 juni 2015 sampai dengan 1 juli 2015. Lokasi penelitian di area kultur massal *Chlorella* sp Laboratorium pakan alami Balai Besar Perikanan Air Payau Jepara, Lokasi penelitian dengan google map dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini;



Gambar 1. Lokasi penelitian

3.1. Kemelimpahan *Chlorella* sp

Berdasarkan hasil perhitungan kemelimpahan *Chlorella* sp yang dilakukan dua hari sekali di dapat hasil rata-rata kemelimpahan seperti yang terlihat pada gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Grafik rata-rata kemelimpahan *Chlorella* sp selama pengamatan

Dari hasil pengamatan Kemelimpahan *Chlorella* sp selama penelitian, kemelimpahan *Chlorella* sp tertinggi terjadi pada hari ke 14, dengan jumlah kemelimpahan adalah $14,83 \times 10^6$ sel/ml, hasil kemelimpahan ini lebih rendah dari hasil penelitian yang dilakukan (Tetelepta, 2011), dengan inokulan 10×10^4 , kemelimpahan *Chlorella* sp tertinggi mencapai $92,1 \times 10^7$, hal ini karena kultivasi pada penelitian ini dilakukan pada ruang terbuka dengan sumber cahaya berasal dari sinar matahari langsung, sedangkan pada penelitian yang dilakukan (Tetelepta, 2011) penelitian dilakukan di dalam laboratorium, dengan cahaya lampu sebagai sumber cahaya selama 24 jam, sehingga kondisi lingkungannya lebih stabil selain itu dengan penggunaan pupuk walne, sehingga nutrisi yang menunjang kemelimpahan *Chlorella* sp lebih tinggi. Namun dengan penggunaan pupuk teknis yang sama yang dilakukan oleh Amini 2006, kemelimpahan *Chlorella* sp pada penelitian ini lebih tinggi. Penelitian yang dilakukan Amini 2006 kemelimpahan *Chlorella* sp adalah $10,79 \times 10^6$ sel/ml, hal ini menunjukkan *Chlorella* sp dapat dikultivasi pada skala semi masal dengan hasil biomassa yang lebih tinggi dengan kultivasi di dalam laboratorium dengan penggunaan pupuk teknis yang sama.

3.2. Kualitas Lingkungan perairan

Hasil analisis kualitas lingkungan perairan yang berkorelasi dengan kemelimpahan *Chlorella* sp skala semi masal di BBPBAP Jepara disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kisaran rata-rata kualitas lingkungan perairan pada penelitian ini.

Parameter	Kisaran Rata - Rata	Kelayakan
Nitrat	0.60 - 6.66 ± 2,19	0,9-3,5 (Mackentum)(1969)
Fosfat	0.72 - 2.88 ± 0,24	0.09-1.80 (Mackentum)(1969)
Temperatur	31.33 - 33.77 ± 0,37	25 -30 (Aksu dkk 1992)
Salinitas	32.33 - 36.33 ± 1,57	15-35 ppt (Hirata, 1981 dalam Rostini, 2007),
pH	8.25 - 9.82 ± 0,20	8-11 (Amini 2006)

3.2.1. Nitrat

Kandungan nitrat pada perlakuan berkisar antara 0,0646 – 6,66 mg/l, hal ini masih dalam kondisi optimum bagi pertumbuhan *Chlorella* sp, karena *Chlorella* sp memerlukan kandungan nitrat pada kisaran 0.9-3.5 mg/l (Mackentum 1969),

3.2.3. Fosfat

Kandungan fosfat pada perlakuan ini berkisar antara 0.72 - 2.88, hal ini masih dalam kisaran optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp, karena menurut Sumardianto (1995) bahwa kandungan

ortofosfat yang optimal bagi pertumbuhan fitoplankton adalah 0.27-5.51 mg/l, dan jika kandungannya kurang dari 0.02 mg/l maka akan menjadi faktor pembatas. Pada kadar di bawah 0,1 ppm atau di atas 45 ppm, nitrat dapat merupakan faktor pembatas kesuburan (Lapu,1994).

3.2.3. pH

Nilai rata-rata pH selama penelitian berkisar antara 8.25 - 9.82, dan ini merupakan batas yang optimum untuk pertumbuhan *Chlorella* sp karena menurut Amini,dkk (2006) pertumbuhan optimum *Chlorella* sp pada pH antara 8,0 – 11.00.

3.2.4. Temperatur

Temperatur media kultur pada penelitian ini berada pada kisaran 31.33 - 33.77 °C, yang artinya masih dalam kisaran optimum bagi sel *Chlorella* sp, *Chlorella* air laut dapat tumbuh baik pada salinitas 15-35 ppt (Hirata, 1981 dalam Rostini, 2007),

3.2.5. Salinitas.

Pada penelitian ini kadar salinitas adalah 32.33 - 36.33 ppt, rella air laut dapat tumbuh baik pada salinitas 15-35 ppt (Hirata, 1981 dalam Rostini, 2007), (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995). Pada penelitian ini media kultur sangat mudah mengalami kenaikan salinitas. Hal ini karena faktor metabolisme selnya sendiri yang mampu mengeksresikan garam-garaman dan juga faktor penguapan yang tinggi terhadap media kultur karena faktor pemanasan cahaya langsung dari sinar matahari yang digunakan sebagai sumber cahaya. Garam – garam terlihat di sekitar wadah penelitian sebagai butiran-butiran putih, terutama pada perlakuan D. Aerasi juga mempercepat terjadinya transpirasi sehingga meningkatkan salinitas pula. Penambahan air tawar dilakukan untuk menurunkan kadar salinitas hingga mendekati kisaran 35 ppt. Nilai salinitas rata-rata berkisar 32-32,5 0/00, secara umum kisaran salinitas di perairan ini masih tergolong alami untuk kehidupan biota air.

3.3. Hubungan Kemelimpahan *Chlorella* sp Dengan Kualitas Lingkungan Perairan Pada Skala Semi Masal Di Bbbpbap Jepara.

Berdasarkan hasil regresi linear berganda tersebut dapat diketahui seberapa besar pengaruh masing-masing variabel bebas terhadap klorofil-a pada fitoplankton dalam bentuk angka kuantitatif statistik. Khusus untuk parameter yang memiliki pengaruh secara nyata terhadap Dari hasil analisis data diperoleh nilai koefisien determinasi (R^2) = 0,995. Hal ini memberikan gambaran bahwa terdapat hubungan yang sangat kuat antara variabel bebas yakni kelima parameter kualitas air (nitrat, fosfat, temperature, pH dan salinitas) dengan variabel terikat yakni kemelimpahan *Chlorella* sp. Selanjutnya diperoleh persamaan regresi linier berganda sebagai berikut:

$Y = -5323.54 - 16.80 \text{ nitrat} - 60.78 \text{ fosfat} + 111.09 \text{ temperatur} + 997.26 \text{ pH} - 191.92 \text{ salinitas}$.

Dari persamaan regresi tersebut memperlihatkan bahwa parameter kualitas air yang memiliki hubungan searah (berbanding lurus) adalah temperature dan pH. Sedangkan parameter kualitas air yang memiliki hubungan berbanding terbalik yaitu; nitrat, fosfat dan salinitas. Hubungan kemelimpahan *Chlorella* sp dengan kualitas lingkungan perairan skala semi masal kuat, hasil analisis regresi didapat nilai Adjusted R^2 0,995, artinya persentase sumbangan pengaruh variabel nitrat, fosfat, temperature, pH dan salinitas terhadap kemelimpahan *Chlorella* adalah sebesar 99,5% dan sisanya dipengaruhi oleh faktor lain. Nilai koefisien / pengaruh tertinggi terdapat pada parameter pH yaitu (997,49).

4. KESIMPULAN

Kemelimpahan *Chlorella* sp mempunyai hubungan yang kuat dengan parameter kualitas lingkungan perairan pada skala semi masal, dengan koefisien / pengaruh tertinggi terdapat pada parameter pH yaitu 997,49.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada seluruh keluarga besar Magister Ilmu Lingkungan, yang telah memberikan ilmu tentang lingkungan kepada penulis, kepada Biro Pusdik KKP selaku penyandang dana yang telah memberikan beasiswa kepada penulis, kepada Kepala Balai Besar Perikanan Air Payau dan staf yang telah memberikan ijin dan bantuannya dalam pelaksanaan penelitian, dan juga tak lupa kami ucapkan terima kasih kepada teman – teman MIL angkatan 39 yang selalu memberikan support kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, Y.V., 2003, Uji Penurunan Kandungan Nitrat dan Fosfat oleh Alga Hijau (*Chlorella* sp) secara Kontinyu Jurusan Teknik Lingkungan ITS, Surabaya.
- Aksu, Z., Y. Sag dan T. Kutsal. 1992. The Biosorption of Copper by *C. vulgaris* and *Z. ramigera*. *Environ Technol.* 13 ;579-586
- Amini, S. dan Syamdid, 2006. Konsentrasi Unsur Hara Pada Media Dan Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Dengan Pupuk Anorganik Teknis Dan Analis. *Jurnal Perikanan. (Jurnal Fisheries Science)* Volume .VIII Hal. 201–206.
- Arifin, F., 2012. ` Uji Kemampuan *Chlorella* sp Sebagai Bioremediator Limbah Cair Tahu. Tesis. Universitas Islam Negeri Malang (Mandira). Tesis. MSDP UNDIP
- Isnansetyo, A., Kurniastuty, 1995. Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton. Kanisius, Yogyakarta.
- Milero, F.J. and M.L. Sohn. 1992. *Chemical Oceanography*. CRC Press Inc. London. 531 pp.
- Sapta AIM, Rusyani E, Erawati L. 2002. Budidaya fitoplankton skala laboratorium. *Budidaya Fitoplankton & Zooplankton* 10:49-56
- Sudjana. 1992. *Metode Statistika*. Edisi kelima. Bandung : Tarsito
- Sumardianto. 1995. Struktur Komunitas Fitoplankton di Perairan Teluk Pelabuhan Ratu. Fakultas Perikanan. IPB

- 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
- Sylvester B, Nelvy D, Sudjiharno. 2002. Persyaratan budidaya fitoplankton. *Budidaya Fitoplankton & Zooplankton* 10:24-36
- Tetelepta, L. (2011). Pertumbuhan Kultur *Chlorella* spp Skala Laboratorium Pada Beberapa Tingkat Kepadatan . *Jurnal Pengembangan Pulau-Pulau Kecil 2011 - ISBN, (978-602-98439-2-7)*, Halaman 198–202.
- Wigajatri R.P, Handojo, A., Kurniawan, H., & Prihantini, N. B. (2003). Studi Karakteristik Fluoresensi *Chlorella* Sp : Pengaruh pH Terhadap Pengkulturan. *Jurnal MAKARA, TEKNOLOGI, VOL. 7, NO. 2, Agustus 2003 STUDI, 7(2), 83–88*