

PENGARUH FERMENTASI LIMBAH RUMPUT LAUT *Gracilaria* sp. DENGAN *Bacillus subtilis* TERHADAP POPULASI PLANKTON Chlorophyceae

EFFECT OF WASTE SEAWEED FERMENTATION OF *Gracilaria* sp. WITH *Bacillus subtilis* AGAINST ON PLANKTON POPULATIONS OF Chlorophyceae

Moch. Amin Alamsjah, Rani Frisca Christiana dan Sri Subekti

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
Kampus C Mulyorejo - Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

Abstract

One of Indonesia's marine living resources is seaweed. There are about 18,000 species of seaweed around the world and 25 species of which have high economic value. In Indonesia, there are 555 types of seaweed and four types of which are known as export commodities, that is *Euchema* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp. and *Sargasum* sp. One type of algae is much cultivated in the waters of Indonesia is *Gracilaria* sp. Seaweed is widely cultivated because it has an important role in the effort to increase fish production and preservation of biological resources. However, sometimes the other result are found a lot of waste of seaweed in the field. Utilization of seaweed waste of *Gracilaria* sp. can be applied into organic fertilizer that is through a biological fermentation process using microbial proteolytic.

The aims of the study to determine the effect of the waste seaweed fermentation of *Gracilaria* sp. with *Bacillus subtilis* on plankton populations of Chlorophyceae. The research was performed in August 2011 at the Laboratory of Fisheries Education, Faculty of Fisheries and Marine, University of Airlangga, Surabaya. The design of experiments in this study using Completely Randomized Design (CRD) with 6 treatments and 4 replications. The treatments were: (A) control, (B) 10ml/l of seaweed waste liquid without fermentation, (C) 5ml/l of seaweed waste liquid using fermentation, (D) 10ml/l of seaweed waste liquid using fermentation, (E) 15ml/l of seaweed waste liquid using fermentation, (F) 20ml/l of seaweed waste liquid using fermentation. The main parameter is plankton populations of Chlorophyceae, while supporting parameter water quality. Data analysis using analysis of variance (ANOVA), when there is a difference followed by Duncan's Multiple range test.

The results showed that the utilization of waste seaweed of *Gracilaria* sp. Using fermentation with isolated bacterial of *Bacillus subtilis* produce significantly different population ($p < 0.05$) and D the treatment that is 10ml/l of seaweed waste liquid using fermentation, showed the highest cell density of 264,252 cells / ml. Based on the results of Duncan's Multiple range test showed that the D treatment give the best effect among all of the treatments. Water quality parameters during the study remained within the tolerance limit for the growth of Chlorophyceae, pH 7-8 and the water temperature ranges between 27-29° C.

Keywords : *Gracilaria*, fermentation, *Bacillus subtilis*, Chlorophyceae

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 17.508 pulau dengan garis pantai sepanjang 81.000 km dan luas laut sekitar 3,1 juta km² (Dahuri, 2004). Salah satu kekayaan hayati laut Indonesia adalah rumput laut. Terdapat sekitar 18.000 jenis rumput laut di seluruh dunia dan 25 jenis diantaranya memiliki nilai ekonomi tinggi. Indonesia terdapat 555 jenis rumput laut dan empat jenis diantaranya dikenal sebagai komoditas ekspor, yaitu *Euchema* sp., *Gracilaria* sp., *Gelidium* sp. dan *Sargasum* sp.

Salah satu jenis alga yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia adalah *Gracilaria* sp. yang merupakan penghasil agar.

Namun, penggunaannya selama ini masih terbatas untuk pemanfaatan produk makanan dan obat. Belum ada upaya pengembangan lebih lanjut pada produk lain yang punya nilai ekonomis lebih tinggi (Irwan, 2003).

Rumput laut banyak dibudidayakan karena memiliki peranan penting dalam usaha meningkatkan produksi perikanan serta menjaga kelestarian sumber hayati. Dari hasil budidaya tersebut banyak limbah rumput laut. Limbah tersebut berupa batang thallus yang pendek dan rumput laut yang berwarna kusam. Limbah yang dihasilkan oleh pembudidaya rumput laut biasanya hanya dibiarkan menumpuk di lokasi penimbunan. Limbah panen tersebut begitu banyak jumlahnya perlu dimanfaatkan secara

maksimal. Salah satu pemanfaatannya dengan cara membuat pupuk organik dari limbah rumput laut (Anonim, 1994).

Pemanfaatan limbah panen rumput laut *Gracilaria* sp. dapat diaplikasikan menjadi pupuk organik yaitu melalui proses fermentasi secara biologis dengan menggunakan mikroba proteolitik (Hidayat dkk, 2007). Mikroba proteolitik dapat menghasilkan enzim protease yang mampu mengubah protein menjadi asam amino. *B. subtilis* merupakan mikroba proteolitik yang menghasilkan enzim protease yang menghidrolisis protein menjadi senyawa polipeptida, oligopeptida dan asam-asam amino (Halama, 1990).

Proses fermentasi bertujuan untuk menghidrolisis dinding sel rumput laut menjadi rantai nitrogen yang paling pendek, sehingga dapat dimanfaatkan fitoplankton untuk memenuhi nutriennya. Dalam proses fermentasi diperlukan enzim untuk menghidrolisis rantai nitrogen menjadi rantai nitrogen yang paling pendek (Fardiaz, 1992). Manfaat dari fermentasi limbah rumput laut dengan menggunakan *B. subtilis* adalah untuk menambah ketersediaan nutrisi fitoplankton (Indrawan, 2003).

Fitoplankton memerlukan nutrisi untuk mendukung pertumbuhannya, semakin meningkat kandungan nutrisi di perairan semakin meningkat pula pertumbuhan fitoplankton. Menurut Wetzel (2001) kelompok fitoplankton di perairan tawar yang umum dijumpai dalam jumlah melimpah adalah Chlorophyceae. *Green water system* ialah salah satu adanya pertumbuhan Chlorophyceae di perairan yang di maksudkan untuk menstabilkan kualitas air. Tendin (2003) menyatakan bahwa kondisi lingkungan yang stabil dengan pertumbuhan plankton dari kelas Chlorophyceae mampu memberikan kondisi lingkungan yang baik. Dengan adanya kelimpahan Chlorophyceae di perairan menunjukkan unsur hara yang tinggi (Suryanto, 2006).

Berdasarkan latar belakang permasalahan tersebut, dilakukan penelitian penggunaan *B. subtilis* pada proses fermentasi sebagai upaya peningkatan nutrisi limbah rumput laut *Gracilaria* sp. untuk meningkatkan N dan P sebagai pupuk untuk pertumbuhan populasi Chlorophyceae di perairan sebagai kelompok organisme yang menguntungkan di lingkungan perairan.

Pada penelitian ini diharapkan dapat mengetahui pengaruh fermentasi limbah rumput laut *Gracilaria* sp. dengan bakteri *B. subtilis* terhadap populasi plankton Chlorophyceae di

perairan sebagai kelompok organisme yang menguntungkan di lingkungan perairan.

Manfaat dari penelitian ini adalah memberi informasi tentang pengaruh fermentasi limbah rumput laut *Gracilaria* sp. dengan bakteri *B. subtilis* terhadap populasi plankton Chlorophyceae.

Materi dan Metode

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga dan Laboratorium Pendidikan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga pada bulan Agustus 2011.

Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini, meliputi : botol air mineral ukuran 1500 ml sebanyak 24 botol untuk media sampel air kolam, pH paper, gelas ukur, pipet, mikroskop, *Sedgewich Rafter* (50 mm x 20 mm x 1 mm), thermometer, plankton net, *Handtally Counter*, rekraktometer, filtrasi, selang filtrasi dan pisau, kertas label, tabung erlermeyer.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah panen rumput laut *Gracilaria* sp. yang diperoleh dari tambak budidaya rumput laut di Desa Pulokerto, Kecamatan Kraton, Kabupaten Pasuruan, isolat *B. subtilis* yang diperoleh dari laboratorium bakteri dan mikrobiologi Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, sampel air kolam Pendidikan Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode experimental. Penelitian eksperimental pada dasarnya adalah ingin menguji hubungan antara suatu sebab dengan akibat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemungkinan hubungan sebab akibat dengan cara memberikan satu atau lebih perlakuan pada satu atau lebih penelitian dan membandingkannya dengan kontrol yang tidak diberikan perlakuan (Silalahi, 2003).

Penelitian pendahuluan dilaksanakan pada bulan Juli 2011. Tujuan dari penelitian pendahuluan adalah menentukan dosis terbaik dari perlakuan pupuk cair rumput laut. Dosis pupuk yang digunakan pada penelitian pendahuluan adalah 10 ml/l, 20 ml/l, 40 ml/l dan 0 ml (kontrol). Hasil dari penelitian pendahuluan tersebut didapatkan bahwa konsentrasi yang menghasilkan dominasi plankton terbaik adalah 10ml/l.

Rancangan Penelitian

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap yaitu rancangan percobaan yang dipergunakan bila

media dan bahan percobaan seragam atau dapat dianggap seragam (Kusriningrum, 2008).

Penelitian ini menggunakan 6 perlakuan dan 4 ulangan, yaitu :

- A: 1 liter air kolam tanpa cairan limbah rumput laut (kontrol)
- B: 1 liter air kolam + 10 ml limbah rumput laut tanpa difermentasi (kontrol)
- C: 1 liter air kolam + 5 ml fermentasi limbah rumput laut
- D: 1 liter air kolam + 10 ml fermentasi limbah rumput laut
- E: 1 liter air kolam + 15 ml fermentasi limbah rumput laut
- F: 1 liter air kolam + 20ml fermentasi limbah rumput laut

Kusriningrum (2008) menyatakan bahwa ulangan adalah frekuensi suatu macam perlakuan yang dicobakan dalam suatu percobaan. Hubungan antara perlakuan dengan ulangan adalah :

$$t(n-1) \geq 15$$

Keterangan : t = banyaknya perlakuan
n = banyaknya ulangan

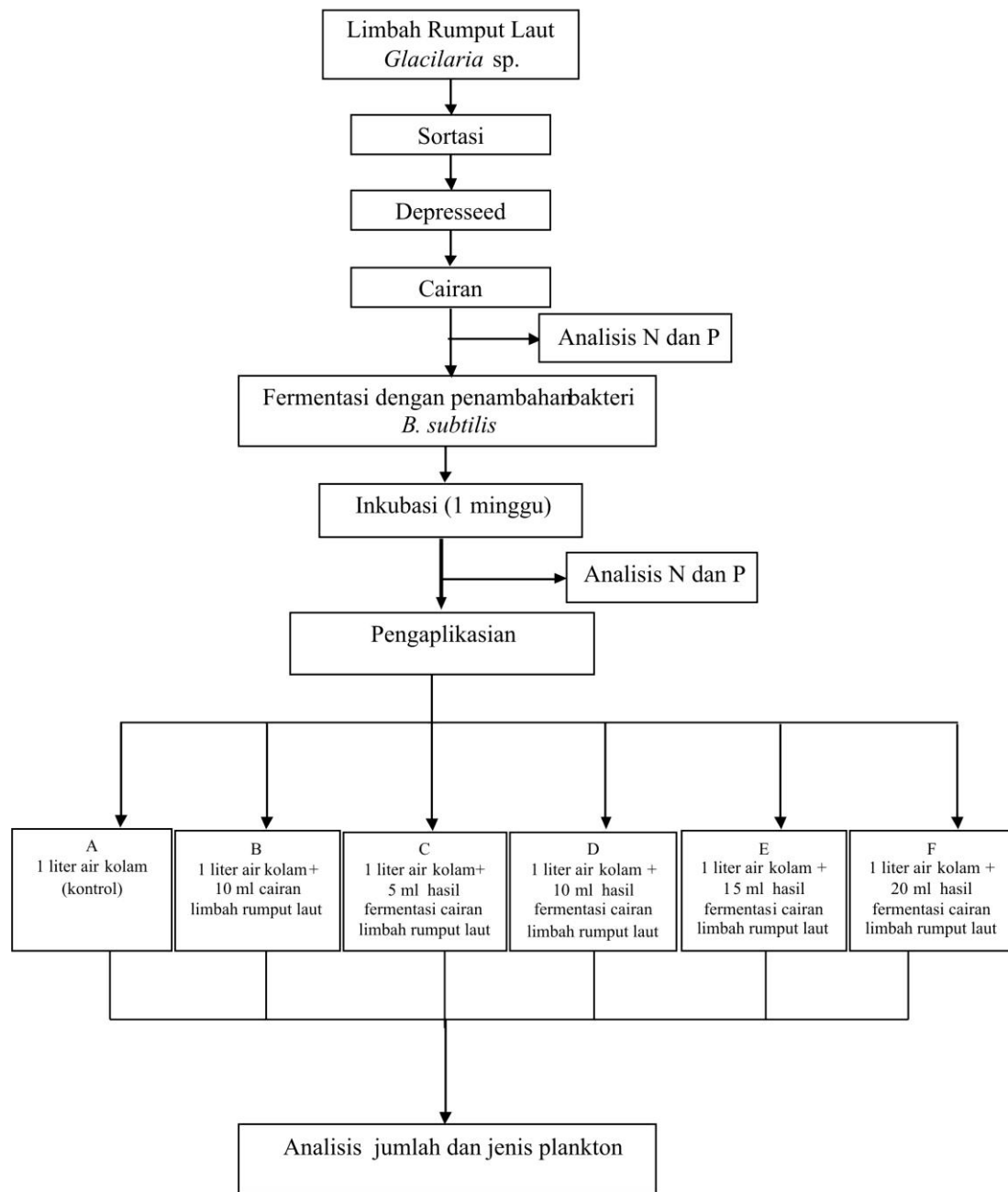
Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian dicuci dengan sabun pencuci piring dan dibilas dengan air bersih, kemudian dicuci lagi dengan klorin 12 ppm, selanjutnya dicuci dengan air bersih dan dikeringkan di bawah sinar matahari. Masing-masing wadah penelitian diletakkan pada rak dengan posisi pada desain penelitian.

Gracilaria sp. yang digunakan adalah limbah rumput laut yang berasal dari sisa panen

tambak budidaya yang telah dibersihkan secara langsung saat pengambilan dari habitatnya. Kemudian dilakukan proses pembuatan cairan dengan dipotong kecil lalu *depressed* untuk diambil sarinya.

Sediaan isolat pada media agar bakteri *B. subtilis* diremajakan terlebih dahulu di Nutrient Agar (NA) dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37°C. Setelah dikultur pada media agar, kemudian dikultur pada media cair (nutrient broth), selanjutnya diinkubasi pada shaker inkubator dengan kecepatan 250 Rpm, suhu 40°C selama 24 jam dengan kepadatan Bakteri berdasarkan ketetapan Mc'Farland 3 x 10⁸ cfu/ml (Lamid, dkk, 2006), selanjutnya bakteri siap digunakan.

Cairan rumput laut *Gracilaria* sp. yang telah didapat dan diukur sebanyak 500 ml akan difermentasi menggunakan isolat *B. subtilis*. Fermentasi adalah pengubahan bahan organik menjadi bentuk lain dengan menggunakan bantuan mikroba (Judoamijoyo dkk., 1990). Mikroba melakukan proses fermentasi dengan cara mengubah bahan organik kompleks menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana (Amri, 2007). Sebagai aktivator adalah tetes. Proses ini diawali dengan mencampur 0,3% tetes, 500 ml cairan rumput laut dan isolat *B. subtilis*, diaduk secara merata. Cairan tersebut dimasukkan ke dalam toples dengan sedikit udara kemudian disimpan pada ruang gelap selama 1 minggu Hal ini sesuai dengan pendapat Inckle *et al* (2005) yang menjelaskan bahwa waktu fermentasi antara satu sampai dua minggu. Jangka waktu fermentasi disesuaikan dengan perlakuan yang diinginkan.



Gambar 1. Kerangka Penelitian

Kolam merupakan lahan yang dibuat untuk menampung air dalam jumlah tertentu sehingga dapat digunakan untuk pemeliharaan ikan atau hewan air lainnya. Berdasarkan pengertian teknis kolam merupakan suatu perairan buatan yang luasnya terbatas dan sengaja dibuat manusia agar mudah dikelola. Kolam selain sebagai media hidup ikan dapat berfungsi sebagai sumber pakan alami bagi ikan, artinya kolam berpotensi untuk dapat menumbuhkan pakan alami (Susanto, 1992). Sampel air diambil sebanyak 6 liter

menggunakan timba lalu disaring dengan plankton net agar plankton dan kotoran di dalam kolam terpisah.

Kultur semi outdoor plankton bertujuan untuk mengetahui kelimpahan dan jenis-jenis plankton pada perairan tercemar. Kultur ini dilakukan dengan cara memberi aerasi pada air tercemar selama 2 hari kemudian diamati apa saja plankton yang teridentifikasi di dalam perairan tersebut dan berapa kelimpahan plankton yang terdapat di dalamnya.

Identifikasi dan penghitungan populasi plankton dilakukan menggunakan *Sedgewick Rafter* (50 mm x 20 mm x 1 mm) dan mikroskop. Pengamatan plankton dilakukan setiap hari sekali selama 6 hari. Perhitungan jumlah kelimpahan plankton dilakukan dengan rumus (Ekawati, 2005):

$$N = \frac{1000}{3,14(d/2)^2} \times n$$

Keterangan:

- N = Kepadatan Chlorophyceae (sel/ ml)
- d = Diameter bidang pandang (mm)
- n = Jumlah rata-rata Chlorophyceae per bidang pandang (unit/ ml)

Indeks dominansi (D) (Shannon-Wiener) dalam Pirzan (2008) :

$$D = (Pi)^2 \longrightarrow Pi = \frac{ni}{N}$$

dimana :

- D = Indeks dominansi
- ni = Jumlah individu jenis ke-i
- N = Jumlah total individu
- Pi = Proporsi spesies ke-i

Parameter utama dalam penelitian ini adalah populasi plankton . Perhitungan populasi plankton dilakukan setiap hari sampai populasinya menurun. Parameter utama digunakan untuk mencari populasi maksimum selama pemeliharaan.

Pertumbuhan populasi dihitung dengan menggunakan *sedgwick rafter counter cell*, dengan bantuan mikroskop dan *Handtally Counter*. Pengukuran suhu menggunakan termometer, pengukuran pH menggunakan kertas pH. Pengukuran terhadap suhu dan pH dilakukan setiap hari. Parameter pendukung digunakan untuk melengkapi data dari parameter utama.

Analisis data menggunakan Analisis Varian (ANOVA) dengan rancangan penelitian adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) untuk mengetahui adanya perbedaan dalam perlakuan. Jika terdapat perbedaan pada perlakuan maka dilakukan uji jarak Duncan dengan derajat kepercayaan 0,05 untuk mengetahui perbedaan diantara semua perlakuan (Kusriningrum, 2008).

Hasil dan Pembahasan

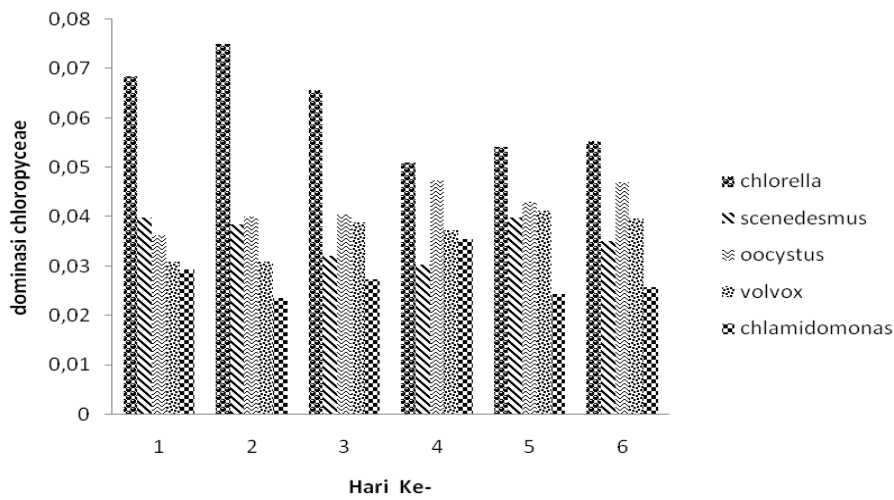
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah panen rumput laut *Gracilaria* sp. yang di fermentasi dengan *B. subtilis* yang dapat menghasilkan populasi plankton Chlorophyceae terbaik. Parameter uji utama penelitian ini adalah pertumbuhan populasi plankton Chlorophyceae yang dilakukan selama 6 hari. Hasil identifikasi plankton kelas Chlorophyceae selama penelitian, ditemukan 6 spesies Klasifikasi plankton seperti pada Tabel 1. berikut ini:

Tabel 1. Jenis Plankton yang Ditemukan

Kelas	Spesies
Chlorophyceae	<i>Chlorella</i>
	<i>Scenedesmus</i>
	<i>Oocystus</i>
	<i>Volvox</i>
	<i>Chlamidomonas</i>

Hasil pengamatan penelitian berupa dominasi Chlorophyceae selama masa pemeliharaan (Gambar 2). Hari pertama plankton yang paling mendominasi adalah *Chlorella* dilanjutkan *Scenedesmus*, *Oocystus*, *Volvox*, *Chlamidomonas*. Pada hari kedua didominasi oleh *Chlorella*, urutan kedua *Oocystus* dilanjutkan *Scenedesmus*, *Volvox*, *Chlamidomonas*. Hari ketiga yang paling mendominasi adalah *Chlorella* dilanjutkan *Oocystus*, *Volvox*, *Scenedesmus*, *Chlamidomonas*. Hari keempat yang paling mendominasi adalah *Chlorella* dilanjutkan *Oocystus*, *Volvox*, *Chlamidomonas*, *Scenedesmus*. Hari kelima yang paling mendominasi adalah *Chlorella* dilanjutkan *Oocystus*, *Volvox*, *Scenedesmus*, *Chlamidomonas*. Hari keenam yang paling mendominasi adalah *Chlorella*, *Oocystus*, *Volvox*, *Scenedesmus*, *Chlamidomonas*.

Hasil pengamatan penelitian berupa perhitungan populasi Chlorophyceae. Data harian yang diperoleh selama penelitian diuji dengan analisis varian (ANOVA) (Lampiran 3). Hasil Analisis Varian (ANOVA) pada hari pertama sampai hari keenam menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda nyata ($p < 0,05$) pada tiap perlakuan terhadap pertumbuhan Chlorophyceae (Lampiran 2) kemudian dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan untuk mengetahui perbedaan tiap perlakuan. Data pertumbuhan populasi dengan tujuh perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. Sedangkan grafik pertumbuhan populasi dapat dilihat pada Gambar 3.

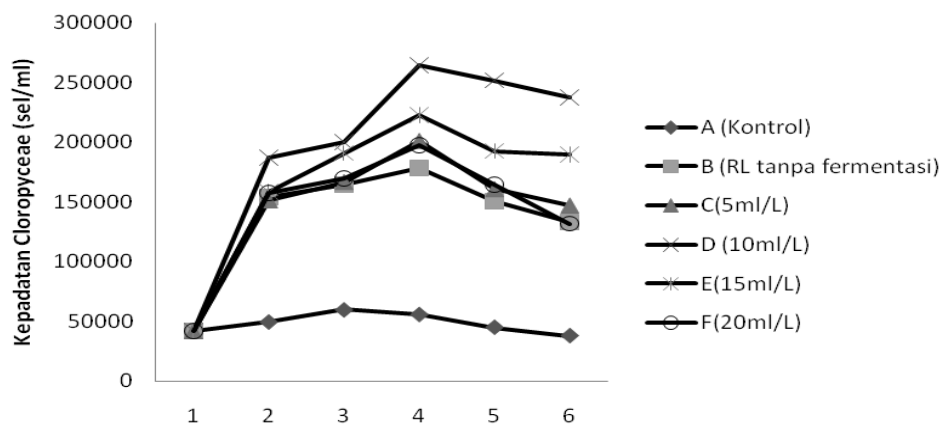


Gambar 2. Grafik Harian Dominasi Plankton Chlorophyceae

Tabel 2. Data Pertumbuhan Populasi Chlorophyceae (sel/ml) Setelah Penambahan Fermentasi Limbah Rumput Laut *Gracilaria* sp. Hari Pertama Hingga Hari Keenam

Perlakuan	Kepadatan Chlorophyceae (unit/sel) pada hari ke-					
	1	2	3	4	5	6
A (kontrol 0ml/l)	42197,45 ^f	49539,5 ^c	59872,61 ^a	55971,34 ^e	45063,69 ^d	37898,089 ^f
B (tanpa fermentasi)	146894,91 ^e	154538 ^b	164888,5 ^{bc}	178821,68 ^d	150850,79 ^c	133359,87 ^e
C (5ml/l)	150636,95 ^d	151354 ^b	166719,7 ^{bc}	201035,03 ^c	160755,16 ^c	147133,76 ^d
D (10ml/l)	183359,87 ^a	187102 ^a	199840,7 ^a	264251,60^a	251592,3 ^a	237101,91 ^a
E (15ml/l)	157283,78 ^b	158201 ^b	190843,9 ^{ab}	222691,08 ^b	192595,5 ^b	189410,83 ^b
F (20ml/l)	157006,37 ^c	157404 ^b	169426,7 ^{bc}	197372,61 ^c	164331,21 ^c	131767,51 ^c

Keterangan: Superskrip berbeda dalam satu kolom menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)



Gambar 3. Grafik Pertumbuhan Populasi Chlorophyceae (sel/ml) Setelah Penambahan Fermentasi Rumput Laut *Gracilaria* sp. Hari Pertama Hingga Hari Keenam.

Pada perlakuan A (kontrol 0ml/l) puncak populasi didapatkan pada hari ke-3 dan menurun pada hari ke 5 dan perlakuan B (kontrol tanpa fermentasi), C (5ml/l), D (10ml/l), E (15ml/l) dan puncak populasi didapat pada hari ke-4 pertumbuhan, populasi terbaik pada hari ke-3 maupun pada hari ke-4 diperoleh perlakuan D (10ml/l) dengan kepadatan 264252 sel/ml dan terendah pada perlakuan B (kontrol tanpa difermentasi) dengan kepadatan 178822 sel/ml.

Hasil uji jarak berganda Duncan pada masa penelitian yaitu pada hari pertama, ke-2, ke-4, ke-5 dan ke-5 menunjukkan bahwa perlakuan D (10 ml/l) berbeda nyata ($p < 0,05$) dengan semua perlakuan. Pada hari ketiga menunjukkan bahwa perlakuan D (10 ml/l) dan E berbeda nyata ($p < 0,05$) perlakuan F (20ml/l), C (5ml/l), B (kontrol tanpa fermentasi), A (kontrol 0ml/l). Perlakuan D (10 ml/l) tidak berbeda nyata dengan perlakuan E (15ml/l).

Pertumbuhan Chlorophyceae selain dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari selama masa pemeliharaan. Pengukuran suhu dan pH dilakukan setiap hari pagi dan sore data parameter kualitas air harian terdapat pada (Lampiran 4). Pengukuran suhu pagi dan sore selama masa pemeliharaan berkisar 27°C sampai 29°C, sedangkan pH air berkisar 7-8. Nilai kisaran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kisaran Kualitas Air Selama Enam Hari

Parameter	Kisaran
Suhu (°C)	27-29
pH	8

Dari Hasil Analisis Data Nitrogen (N) Dan Fosfor (P) Limbah Rumput Laut *Gracilaria* Sp. Dapat Dilihat Pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Nitrogen (N) dan Fosfor (P)

Uji Cairan <i>Gracilaria</i> sp.	Sebelum	Sesudah difermentasi
Nitrogen (%)	0,1649	0,2354
Fosfor (%)	0,02	0,06

Sumber : Hasil pengujian Laboratorium Kedokteran Hewan

Dalam suatu ekosistem perairan, fitoplankton mempunyai kedudukan yang amat penting, karena berfungsi sebagai produsen

primer bahan organik. Produksi bahan organik dari unsur anorganik, yang dilakukan oleh fitoplankton dengan melalui proses fotosintesis, merupakan sumber energi utama yang mendasari struktur tropik ekosistem perairan (Wetzel, 1983). Suatu perairan dapat dikatakan subur apabila perairan itu dapat mendukung semua aspek yang dibutuhkan untuk kebutuhan fitoplankton.

Dari hasil pengamatan didapatkan fitoplankton yang mendominasi di perairan tawar adalah kelas Chlorophyceae (Lampiran 1). Diduga perairan tersebut memiliki nutrisi yang dapat mencukupi kebutuhan nutrisi Chlorophyceae, hal ini sesuai dengan pendapat Smith (1982) dalam Garno (2008) yang menyatakan dalam pertumbuhannya setiap jenis fitoplankton mempunyai respon yang berbeda terhadap kandungan nutrisi yang terlarut dalam perairan. Oleh karena itu kandungan nutrisi, khususnya nitrogen dan fosfor terlarut sangat menentukan dominasi suatu jenis fitoplankton di perairan (Kilham and Kilham, 1978 dalam Yulianto dan Muri 1998). Untuk melakukan proses fotosintesis fitoplankton membutuhkan nutrisi, nutrisi yang dibutuhkan oleh fitoplankton adalah unsur nitrogen. Nitrogen diperlukan untuk membantu proses pembentukan klorofil, fotosintesis, protein, lemak dan senyawa organik lainnya.

Kandungan nitrogen dari limbah rumput laut sebesar 0,16 % dan fosfor 0,02 %. Untuk meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfor dari limbah rumput laut maka dilakukan proses fermentasi dengan menggunakan bakteri *B. subtilis* sebagai fermentor. Bakteri *B. subtilis* dapat digunakan sebagai fermentor karena bersifat proteolitik yaitu bakteri yang dapat menghidrolisis protein menjadi asam amino sehingga dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton khususnya Chlorophyceae dalam penelitian ini. Dari hasil ANAVA (Lampiran 3) menunjukkan bahwa penggunaan limbah rumput laut menggunakan isolat bakteri *B. subtilis* menghasilkan populasi yang berbeda nyata pada masing-masing perlakuan ($p < 0,05$). Data pertumbuhan Chlorophyceae terjadi peningkatan populasi pada hari ketiga untuk perlakuan A (0ml/l). Puncak populasi perlakuan B (cairan rumput laut tanpa difermentasi), C (5ml/l), D (10ml/l), E (15ml/l), F (20ml/l). Peningkatan tersebut diduga karena adanya pengaruh yang nyata dari pemberian cairan limbah rumput laut *Gracilaria* sp. yang telah difermentasi dengan menggunakan isolat bakteri *B. subtilis*. Dalam meningkatkan jumlah populasi Chlorophyceae diperlukan adanya

kandungan nutrient makro seperti nitrogen dan fosfor.

Dari hasil penelitian didapat perlakuan D dengan dosis 10 ml/l memberikan kepadatan populasi tertinggi yaitu 264251,593 sel/ml. Kepadatan populasi terendah didapat oleh perlakuan A (0ml/l) tanpa penambahan dosis yang merupakan kontrol pertumbuhan. Diduga pada perlakuan A (0ml/l) fitoplankton kekurangan nutrisi sehingga mendapatkan dosis terendah, sedangkan untuk perlakuan D (10ml/l) diduga karena dosis yang diberikan sesuai dengan kebutuhan nutrisi Chlorophyceae. Menurut Salundik dan Simamora (2006) kekurangan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan menjadi lambat karena nitrogen berfungsi dalam proses fotosintesis. Menurut Hastuti dan Handajani (2001) apabila nutrisi diberikan pada media kultur dalam jumlah berlebih maka bersifat racun yang dapat menghambat pertumbuhan.

Dari hasil identifikasi, perairan air tawar yang telah di kultur dengan pupuk fermentasi limbah rumput laut *Gracilaria* sp. yang mendominasi adalah dari genus *Chlorella*. Fitoplankton ini mendominasi di banding genus lain dari kelas Chlorophyceae yang ditemukan. Hal ini diduga karena kandungan nitrogen dan fosfor mencukupi kebutuhan nitrogen dan fosfor *Chlorella*. Kandungan nitrogen pupuk fermentasi limbah rumput laut *Gracilaria* sp sebesar 0,24% dan kandungan fosfor sebesar 0,06%. Menurut Eyster (1976) Kebutuhan nitrogen dan fosfor *Chlorella* sebesar 0,00039% dan 0,00155%.

Pertumbuhan Chlorophyceae yang baik selain dipengaruhi oleh kandungan nutrisi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Faktor lingkungan yang mendukung pertumbuhan Chlorophyceae adalah suhu air dan pH (Cornet *et al*, 1992).

Hasil pengukuran suhu air selama penelitian berkisar antara 27-29°C. Suhu air mempunyai pengaruh yang besar terhadap proses metabolisme. Kenaikan suhu sampai batas tertentu dapat mempercepat proses metabolisme (Suriawiria, 1985).

Nilai pH merupakan salah satu faktor yang penting bagi kehidupan Chlorophyceae. Nilai pH yang berada pada ambang batas normalnya dapat menurunkan kecepatan tumbuh dari fitoplankton. pH berhubungan dengan kelarutan CO₂ dalam media kultur, karena CO₂ akan berikatan dengan ion H⁺ sehingga akan membentuk asam karbonat yang bersifat asam. Hasil pengukuran pH pada pemeliharaan Chlorophyceae selama penelitian adalah 7-8.

Kesimpulan

Penggunaan limbah rumput laut *Gracilaria* sp. yang difermentasi dengan menggunakan isolat bakteri *Bacillus subtilis* sebagai pupuk organik untuk pertumbuhan populasi plankton Chlorophyceae berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan populasi plankton Chlorophyceae. Pertumbuhan populasi plankton Chlorophyceae dapat ditingkatkan dengan menggunakan pupuk fermentasi limbah rumput laut *Gracilaria* sp. dengan dosis 10 ml/ l. Dibutuhkan penelitian lebih lanjut mengenai kebutuhan nitrogen dan fosfor untuk plankton Chlorophyceae.

Daftar Pustaka

- Abdullah, Irwan. 2003. *Penelitian Berwawasan Gender Dalam Ilmu Sosial*. Humaniora volume XV no 3/2003.
- Alaerts., Santika. 1987. *Metoda Penelitian Kualitas Air*. Penerbit Usaha Nasional. Surabaya – Indonesia. 309 hal.
- Amri, M. 2007. *Pengaruh Bungkil Inti Sawit Fermentasi Dalam Pakan Terhadap Pertumbuhan Ikan Mas*. Universitas Bung Hatta. Padang.
- Anggadireja, J. T., A. Zalnika., H. Purwoto dan S. Istini. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya. Jakarta. hal 39-47.
- Anonim. 1994. *Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Hasil Perairan Seri I*. Dirjen Perikanan. Jakarta. hal 5.
- Aslan, M. Laode. 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 105 hlm.
- Atmaja. W. S., A. Kadi., Sulistijo dan Rachmaniar. 1996. *Pengenalan Jenis – Jenis Rumput Laut di Indonesia*. Puslitbang Oseano. LIPI-JAKARTA. 109
- Basmi, J. 1997. *Planktonologi : Terminologi dan Klasifikasi Fitoplankton Laut*.
- Bold, C. H. and M. J. Wynne. 1977. *Introduction to the algae: Structure and reproduction*. Grentice-Hall Biological Sciences Series (W.D. Mc. Elroy and Swanson *eds.*) India New Delhi : 706 pp.
- Brown, Alfred. 2009. *Benson's Microbiological Application Laboratory Manual in General Microbiology*. Short version. 11th ed. McGraw Hill. p. 294.
- Chen, J. X. 1994. *Gracilaria* Culture in China. <http://www.fao.org>. 01/03/ 2011. 7 pp.
- Cornet J. F., C. G. Dussap and G. Dubertret. 1992. *A Structured Model for Simulation of Cultures of the*

- Cyanobacterium *Spirulina platensis* in Photobioreactors: I. Coupling Between Light Transfer and Growth Kinetics. *Biotechnol. Bioeng.* 40, 817D825.
- Dahuri, R. 2004. Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu, Edisi Revisi. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Davis, C.C. 1955. The Marine and Fresh Water Plankton. Michigan State University Press, Michigan. 562 pp.
- Dhiantani, D. 2003. Identifikasi Jenis Plankton Di Perairan Muara Badak, Kalimantan Timur. Makalah Falsafah Sains (PPS 702) Program Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor. 7 Hal.
- Effendi, I. 2002. *Probiotics for Marine Organism Disease Protection*. Pekanbaru: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau.
- Effendi. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1987. *Fisiologi Fermentasi*, Pusat Antar Universitas. Lembaga Sumberdaya Informasi IPB.
- Farid, Muh S. 2002. Peranan Fitoplankton Laut Dalam Kehidupan. Makalah Falsafah Sains (PPs 702). Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. IPB
- Garno, Y.S. 2008. Kualitas Air Dan Dinamika Fitoplankton Di Perairan Pulau Harapan. Peneliti Di Pusat Teknologi Lingkungan Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi. Bpp Teknologi, 107-113
- Graumann, P. 2007. *Bacillus: Cellular and Molecular Biology*. Caister Academic press. USA.
- Halama, D. 1990. Single Cell Protein. In: K.Boda (Eds). *Nonconventional Feedstuffs in the Nutrition of Animal*. Elsevier Science Publishing Company. Inc.New York. P. 45-46.
- Hastuti dan Handajani. 2001. Budidaya Pakan Alami. Jurusan Perikanan. Fakultas Peternakan Perikanan Universitas Muhammadiyah Malang. Malang.
- Holt, J. G., N.R. Krieg, P.H.A. Sneath, J.T. Staley and S.T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*. 9nd Ed. William & Wilkins. 377-390p
- Indrawan, B. 2003. Penggunaan Kotorn Ayam Yang Difermentasi Effective Microorganisme 4 (EM4) Sebagai Substitusi Pakan Komersial Terhadap Pertambahan Berat Badan Konsumsi Dan Konversi Pakan Ayam Ras Pedaging Jantan. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. Hal 8 -9.
- Inckle, M. Peter, D. S., Tim, T and Tom V. 2005. The Preparation and Use of Compost. Agromisa Foundation. Wageningen. Netherlands. p 11-12.
- Irwan. 2003. Menggali Manfaat Rumput Laut. Riset Unggulan ITB. Bandung <http://www.kompas.com/>. 25/05/2010.
- Junaedi, W. A. 2004. *Rumput Laut, Jenis dan Morfologinya*. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. Nabire. <http://www.smkn1nabire.com>. 10/03/2011. 56 hal.
- Kalkam, I., I. Rayendran and C. L. Angel. 1991. Seaweed (Gracilaria) farming in vedelai and chinna palam. India [http : //www.ftp.fao.org.1/7/2008](http://www.ftp.fao.org.1/7/2008). 12 hal
- Kilham, S.S, dan P. Kilham, 1978. "Natural community bioasaays: Predictions of result based on nutrien physiology and competition", *Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh.*, 20, 68-74.
- Kobayashi, K. 2003. "Essential *Bacillus subtilis* genes". *Proc Natl Acad Sci. USA*.
- Kostamo, K. 2008. The Life Cycle And Genetic Structure Of The Red Algae *Fulcellaria Lumbricalis* On A Salinity Gradient. <http://www.oa.doria.fi>. 24/01/2009. 34pp
- Kusriningrum, R.S. 2008. Perancangan Percobaan. Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga. Airlangga University Press. Surabaya. Hal 5-69.
- Lamid, M., S. Chuzaeami, N. N. T. Puspaningsih dan Kusmartono. 2006. Inokulasi Bakteri Xilanolitik Asal Rumen sebagai Upaya Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Padi. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga. Surabaya. <http://www.mirnilamid@yahoo.com>. 11/03/2010. 7 hal
- Lawlor, D. W. 1993. *Photosynthesis*. 2nd edition. Logman group UK Limited. London. P. 9-23.
- Lewmanomont, K. 1995. *A Review Paper on The Taxonomy of Gracilaria in Asian Countries*. <http://www.fao.org.12/03/2011>. 11 pp.
- Luning, K. 1990. *Seaweeds Their Environment, Biogeography and Ecophysiology*. John Wiley & Sons. New York. p. 328.
- Muliani. M, Atmomarsono. M. I, Madeali. 1997. Pengaruh Penggunaan

- Kekerangan Sebagai Biofilter Terhadap Kelimpahan Dan Komposisi Jenis Bakteri Pada Budidaya Udang Windu Dengan Sistem Sirkulasi Air. Laporan Penelitian Perikanan Pantai. Maros. 13 Hal.
- Munawar, M., Stadelman, P., and Munawar, I.F., 1974. Phytoplankton biomass, Species composition and primary production at a nearshore and a midlake station of Lake Ontario during IFYGL. Proceedings of the 17th Conference on the Great Lakes Research. International Association of Great Lakes Research, pp. 629-652.
- Nardoyo, S., . T. H. 1981. *Kriferia Kualifas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan dalam Analisa Dampak Lingkungan*. Training Analisa Dampak Lingkungan 19-31 Januari 1981. Bogor.
- Nontji., A. 1987. Laut Nusantara. Djambatan. Jakarta. 397 hal.
- Noirot, P. 2007. Replication of The Bacillus Subtilis Chromosome. Caister Academic Press.
- Odum. E. P. 1996. Dasar-dasar Ekologi. Edisi ketiga. Terjemahan Tjahjon Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta: 697 Hlm
- Odum, E. P. 1998. *Dasar-dasar Ekologi* . Fourth Edition. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Okaviana,B. 1995. Isolasi Dan Karakteristik Bakteri Pengikat Merkuri Pada Perairan Sungai. Tesis Program Pascasarjana. FMIPA. UGM. Yogyakarta
- Parakkasi, A. 1995. Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak Ruminansia. UI. Jakarta.
- Pelczar, M. J. and E. C. S. Chan. 1988. Dasar-dasar Mikrobiologi. Universitas Indonesia Press. hal. 99-105.
- Pelczar, M.J.Jr, E. C. S Chan, and N. R. Krieg. 1997. *Microbiology*. McGraw-Hill Book Company Inc. New York, p: 183-184
- Pirzan, A. M., dan P.R. Pong-Masak. 2008. Hubungan Keragaman Fitoplankton Dengan Kualitas Air Di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan, Jurusan Biologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surakarta. Surakarta. 5 Hal.
- Purnomo, A. 2004. Teknologi Probiotik Untuk Mengatasi Permasalahan Tambak Udang Dan Lingkungan Budidaya. Makalah Disajikan Dalam Simposium Nasional Pengembangan Ilmu Dan Inovasi Teknologi Dalam Budidaya 27 - 29 Januari. Semarang. 24 hal.
- Rao, M. B., 1998. Molecular and Biotechnological Aspects Of Microbial Proteases Microbiology and Molecular Biology Rev, Sci Am. 597-635 pp.
- Reynolds and E. F. James. 1982. Martindale, The Extra Pharmacopeia. 28th Ed. The Pharmaceutical Press. London. p. 114-117.
- Sachlan,M. 1972 Planktonologi. Direktorat Jenderal Perikanan. Departemen Pertanian. Jakarta. Center. 32 hal.
- Sachlan, M., 1980, Planktonologi, Fakultas Peternakan dan Perikanan, UNDIP Semarang, 103 hal.
- Sachlan, M. 1982. *Plankfonomologi*. Fakultas Peternakan dan Perikanan. Universitas Diponegoro. Semarang. 117p.
- Salundik dan Simamora, S. 2006. Meningkatkan Kualitas Kompos. Agromedia Pustaka. Jakarta. hal.10.
- Sarwono, J. 2006. Metode Penelitian Kuantitatif Dan Kualitatif. Yogyakarta
- Smith, V.H., 1982. The nitrogen and phosphorus dependence of algal biomass in Lakes: An empirical and theoretical Analysis. Limnol. Oceanogr., 27:1101- 1112
- Subarijanti, H. U. 2002. Unsur Karbon, Nitrogen dan Fosfor sebagai Kunci Eutrofikasi. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Hal 6
- Sumadi. 2007. Nutrient Mineral. <http://www.elearning.unej.ac.id>. 19/05/2009.7 hal.
- Sunarto. 2008. Karakteristik Biologi dan Peranan Plankton Bagi Ekosistem Laut. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Padjajaran. Bandung. 41 hal.
- Sulistijo dan W.S Atmaja. 1993. Diverifikasi Pemanfaatan Tambak dan Budidaya Rumput Laut Gracilaria. Makalah Pada Simposium Perikanan Indonesia I. Jakarta 25-27 Agustus. 1993
- Surawiria. U. 1995. Pengantar Mikrobiologi Umum. Penerbit Angkasa. Bandung.
- Suryaningrum, D., T. Wikanta, H. Kristiana. 2006. Uji Aktivitas Senyawa Antioksidan dari Rumput Laut *Halymenia harveyana* dan *Euचेuma cottoni*. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan Vol 1 No 1. Semarang. 13 hal
- Suryanto. A. M. 2006. Diktat Planktonologi (Peran Unsur Hara Bagi Fitoplankton).

- Departemen Pendidikan Nasional
Fakultas Perikanan Universitas
Brawijaya. Malang
- Waluyo, L. 2004. Mikrobiologi Umum.
Universitas Muhammadiyah Malang.
Malang
- Waspodo. I.S., 2001 Efek Probiotik, Prebiotik
Dan Simbiotik Bagi Kesehatan.
[http://www.kompas.com/.kompascetak/
0109/iptek/efek22.htm.4](http://www.kompas.com/.kompascetak/0109/iptek/efek22.htm.4)
- Wibisono, M. S. 2005. *Pengantar Ilmu
Kalautan*. Penerbit PT. Gramedia
Widiasarana Indonesia, Jakarta.
- Wetzel, 1983. "Limnology", second edition.
Saunders College Publishing,
Philadelphia, Pennsylvania, pp 438448.
- Wetzel, R.G. 2001. Limnology. Lake and River
Ecosystems. Third Ed. Academic
Press, San Diego. xvi, 1006 pp.
ISBN 0-12-744760-1
- Yulianto dan Muri, A. 1998. Pemanfaatan
Fitoplankton Untuk Menentukan
Tingkat Produktifitas Waduk Sermo.
Buletin Penalaran Mahasiswa, Volume
4 Nomer 2. Hal 27-30.