

**PENGARUH KONSENTRASI PUPUK *Azolla Pinnata* TERHADAP
POPULASI *Chaetoceros* sp.**

**EFFECT OF *Azolla pinnata* FERTILIZER CONCENTRATION ON
Chaetoceros sp. POPULATION**

Taufik Indarmawan, A. Shofy Mubarak dan Gunanti Mahasri

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

Abstract

Chaetoceros sp. is one of natural feed in marine hatcheries because of high protein content and easy to digest. Macro and micro nutrients in culture media of *Chaetoceros* sp. is very important to get a high values productivity and good quality of biomass so that can supply the nutrient requirement of *Chaetoceros* sp. *Azolla pinnata* is a growing group spikes has an ability in symbiosis with *Anabaena azollae* that capable to binding the element of nitrogen from the air. *A.pinnata* has a variety of nutrients such as N (1.96 to 5.30%), P (0.16 to 1.59%), Si (0.16 to 3.35%), Ca (0.31 to 5 , 97%), Fe (0.04-0.59%), Mg (0.22 to 0.66%), Zn (26-989 ppm), Mn (66-2944 ppm). Chemical elements in *A. pinnata* qualitatively and quantitatively able to supply macro and micro elements for *Chaetoceros* sp. growth so it has potential to be applied in culture of *Chaetoceros* sp.

Purpose of this research determined effect of *A. pinnata* fertilizer on population growth of *Chaetoceros* sp. and best concentration of *A. pinnata* fertilizer on culture of *Chaetoceros* sp. Materials used in research was *Chaetoceros* sp. that cultured on 1 L medium with 7 treatments and 4 replications. The concentration of *A. pinnata* that given in the research namely, A (0 ml/L), B (4 ml/L), C (6 ml/L), D (8 ml/L), E (10 ml/L), F (12 ml/L) and K (control Walne 1 ml/L). Results of analysis of variance (ANOVA) from first day until fifth day show that each fertilizer treatment of *A. pinnata* given a significantly different effect on the population of *Chaetoceros* sp. ($P < 0.05$). The highest population of *Chaetoceros* sp. was found in F treatment (3.465 million cells/ml) which occurred on the second day is followed by E treatment (2.35 million cells/ml) treatment (2.025 million cells/ml) which occurred on the third day.

Keywords : *Chaetoceros* sp. , *Azolla pinnata*, population

Pendahuluan

Pakan alami terutama mikroalga merupakan sumber protein, karbohidrat dan lemak (Renaud *et al.*, 1999). Menurut Sektiana (2008) *Chaetoceros* sp. adalah salah satu pakan alami yang umum digunakan dalam marikultur karena memiliki kandungan protein yang tinggi dan mudah untuk dicerna. Penggunaan unsur hara makro dan mikro dalam media kultur *Chaetoceros* sp. sangat penting untuk

mendapatkan nilai produktivitas kultur yang tinggi serta kualitas biomassa yang baik sehingga kebutuhan *Chaetoceros* sp. dapat tercukupi untuk pembenihan laut.

Azolla pinnata yang lebih dikenal dengan nama daerah *mata lele* merupakan kelompok paku air yang tumbuh mengapung di permukaan perairan yang subur. Kelebihan yang dimiliki oleh *A. pinnata* adalah kemampuannya bersimbiosis dengan *Anabaena azollae* untuk fiksasi N dari udara (Nugrahapraja, 2008). Saat ini pemanfaatan *A. pinnata* sudah mulai banyak dilakukan mengingat ketersediaannya di alam yang melimpah. Dewi (2007) menyatakan bahwa *A. pinnata* memiliki berbagai unsur hara antara lain N (1,96-5,30%), P (0,16-1,59%), Si (0,16-3,35%), Ca (0,31-5,97%), Fe (0,04-0,59%), Mg (0,22-0,66%), Zn (26-989 ppm), Mn (66 – 2944 ppm).

Kandungan unsur kimia dalam *A. pinnata* secara kualitatif dan kuantitatif dapat memenuhi kebutuhan unsur makro dan mikro *Chaetoceros* sp. Krichnavaruk *et al.* (2005) mengemukakan bahwa unsur makro yang sangat penting bagi pertumbuhan *Chaetoceros* sp. yaitu N (14 mg/L), P (2,4 mg/L), Si (3,2 mg/L).

Dari analisa kandungan kimia *A. pinnata* memiliki potensi untuk dapat diaplikasikan dalam kultur *Chaetoceros* sp. karena terdapat kesamaan kandungan *A. pinnata* dengan jumlah nutrien yang dibutuhkan oleh *Chaetoceros* sp. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh konsentrasi pupuk *A. pinnata* terhadap pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp dan konsentrasi optimal pupuk *A. pinnata* pada kultur *Chaetoceros* sp.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Agustus 2011 di Fakultas Perikanan Dan Kelautan Universitas Airlangga. Peralatan yang digunakan dalam penelitian adalah toples kaca, aerator, selang aerator, plastik, gelas ukur, pipet tetes, pipet volume, mikroskop, *jerry can* 2 liter, *haemocytometer*, *handtally counter*, *autoclave*, refraktometer, pH *paper*, termometer, timbangan digital, lampu TL, kapas, corong air, erlenmeyer, kasa, aluminium foil, dan kertas saring.

Bahan penelitian yang digunakan adalah *Chaetoceros* sp., pupuk *A.pinnata*, pupuk Walne, aquades, alkohol, air tawar, air laut, khlorin, natrium thiosulfat dan sodium silikat.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dimana semua dikondisikan sama kecuali perlakuan (Kusriningrum, 2008). Perlakuan yang digunakan adalah 7 perlakuan dengan 4 kali ulangan. Hasil pengukuran N, P, Si pada pupuk *A. pinnata* yang diuji di Laboratorium Kimia Analitik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga adalah 1 ml pupuk *A. pinnata* mengandung unsur N = 2,8 mg (0,28%), P = 0,4 mg (0,04%) dan Si = 0,1 mg (0,01%) dimana kandungan nitrogen dari 1 ml pupuk Walne adalah 16 mg. Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka dapat ditetapkan penambahan pupuk *A. pinnata* yang digunakan dalam penelitian adalah A (0 ml/L), B (4 ml/L), C (6 ml/L), D (8 ml/L), E (10 ml/L), F (12 ml/L) dan K (kontrol Walne 1 ml/L).

Prosedur Kerja

Sterilisasi Alat dan Bahan Penelitian

Tahap awal kultur dalam penelitian ini adalah proses sterilisasi yang merupakan suatu proses untuk menjaga kondisi aseptik dengan cara menghilangkan atau membunuh organisme yang terdiri atas sterilisasi ruang, peralatan dan bahan penelitian serta sterilisasi laboran.

Persiapan Pupuk *A. pinnata*

A. pinnata yang akan digunakan sebagai pupuk untuk penelitian diperoleh dari rawa di daerah Porong Kabupaten Sidoarjo, kemudian dikultur di kolam Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga. Kultur dilakukan dengan menebar bibit *A. pinnata* pada kolam. Proses berikutnya setelah kultur adalah pembilasan dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang menempel dan dikeringkan dengan sistem *outdoor* dibawah panas terik matahari selama 4 hari.

Menurut Hutagulung (2008) pembuatan pupuk khususnya pupuk cair dapat dilakukan dengan perbandingan 1:2 (1 kg bahan kering dilarutkan dalam 2 liter air) dengan lama perendaman 3-4 minggu. *A. pinnata* yang telah kering kemudian digiling dengan mesin penggiling menjadi serbuk, dan selanjutnya dilarutkan dalam akuades dengan perbandingan 1:4 yaitu 500 gram *A. pinnata* yang telah

digiling dengan 2 liter akuades kemudian dilakukan proses perendaman secara anaerob selama 4 minggu dan dilakukan pengocokan setiap hari.

Lingkungan dan Media Kultur *Chaetoceros* sp.

Lingkungan kultur *Chaetoceros* sp. yang diharapkan dalam penelitian ini adalah suhu 25-30° C, salinitas 15-25 ppt, pH 7-8,5, dan intensitas cahaya ± 2000 lux yaitu dengan meletakkan lampu TL 40 watt ±10 cm diatas permukaan media kultur dengan photoperiod 24 jam terang : 0 jam gelap yang merupakan waktu penyinaran optimal bagi kultur fitoplankton (Lavens and Sorgelouss, 1996). Bibit *Chaetoceros* sp. diberikan sebesar 1 ml pada tiap perlakuan dengan kepadatan 1 x 10⁵ sel/mL (Michiel, 2010).

Parameter Pengamatan

Parameter utama dalam penelitian adalah kepadatan populasi *Chaetoceros* sp. Parameter pendukung dalam penelitian adalah suhu, pH, salinitas dan amoniak. Pengaruh pemberian pupuk *A. pinnata* dengan konsentrasi yang berbeda pada media kultur *Chaetoceros* sp. terhadap populasi dianalisis dengan menggunakan analisis varian (ANOVA) dengan uji lanjutan menggunakan uji jarak berganda Duncan (Kusriningrum, 2008).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis varian (ANOVA) yang dilakukan mulai hari pertama hingga kelima menunjukkan bahwa setiap perlakuan pupuk *A. pinnata* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi dari *Chaetoceros* sp. (p<0,05). Hasil uji statistik selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata – rata Populasi *Chaetoceros* sp. (sel/ml) dengan Penambahan Pupuk *A. Pinnata*

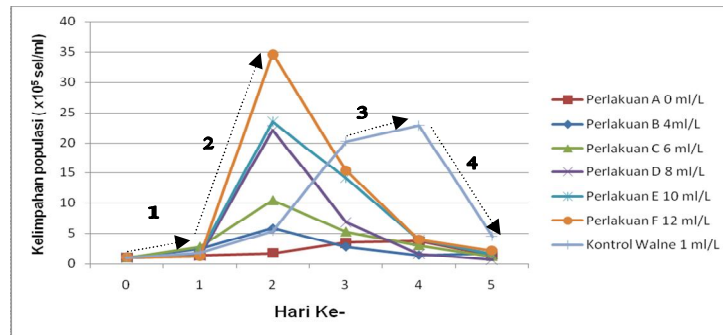
Hari	Perlakuan						
	A	B	C	D	E	F	K
0	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
1	137500 ^{bc}	245000 ^a	275000 ^a	132500 ^{bc}	175000 ^b	122500 ^c	182500 ^b
2	172500 ^d	582500 ^{cd}	1042500 ^c	2212500 ^b	2350000 ^b	3465000 ^a	535000 ^{cd}
3	345000 ^b	282500 ^b	525000 ^b	682500 ^b	1410000 ^a	1532500 ^a	2025000 ^a
4	370000 ^b	140000 ^b	305000 ^b	160000 ^b	395000 ^b	397500 ^b	2290000 ^a
5	145000 ^{bc}	172500 ^b	120000 ^{bc}	65000 ^c	162500 ^{bc}	215000 ^b	452500 ^a

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

Perlakuan A : Pupuk *A. pinnata* 0 ml/L
 Perlakuan B : Pupuk *A. pinnata* 4 ml/L
 Perlakuan C : Pupuk *A. pinnata* 6 ml/L
 Perlakuan D : Pupuk *A. pinnata* 8 ml/L
 Perlakuan E : Pupuk *A. pinnata* 10 ml/L
 Perlakuan F : Pupuk *A. pinnata* 12 ml/L
 Perlakuan K : Pupuk Walne 1 ml/L

Populasi *Chaetoceros sp.* dengan menggunakan konsentrasi pupuk *A. pinnata* selama 5 hari kultur ditampilkan dalam gambar 1. Konsentrasi *A. pinnata* mempengaruhi puncak populasi dari *Chaetoceros sp.* dengan puncak populasi yang berbeda pada tiap perlakuan. Puncak populasi tertinggi terdapat pada perlakuan F (3.465.000 sel/ml) yang terjadi pada hari kedua, kemudian disusul pada perlakuan E (2.350.000 sel/ml) terjadi juga pada hari kedua. Puncak populasi terendah pada perlakuan A terjadi pada hari keempat dengan kepadatan 370.000 sel / ml. Fase pertumbuhan *Chaetoceros sp.* dalam penelitian ini meliputi fase akselerasi, fase logaritmik, fase deselerasi dan fase kematian. Pada hari awal inokulasi sampai pada hari pertama semua perlakuan langsung mengalami fase akselerasi. Fase deselerasi hanya terdapat pada perlakuan K di hari ketiga sampai hari keempat. Fase kematian mulai terjadi pada hari ketiga pada perlakuan B, C, D, E, F sedangkan pada perlakuan A dan K mulai terjadi pada hari kelima.

Gambar 1. Grafik Populasi *Chaetoceros sp.* dengan Pupuk *A. pinnata*



Keterangan :

1. Fase akselerasi
2. Fase logaritmik (eksponensial)
3. Fase deselerasi (pertumbuhan relatif)
4. Fase kematian

Pertumbuhan *Chaetoceros* sp. selain dipengaruhi oleh ketersediaan nutrisi juga dipengaruhi oleh faktor – faktor lingkungan pada media pertumbuhan. Hasil pengukuran rata – rata kualitas selama penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Rata – rata Kisaran Kualitas Air Selama Penelitian

Parameter	Kisaran
Suhu Air	28-30 °C
Suhu ruangan	29-33 °C
Salinitas	17-27 ppt
pH	7-9
Amoniak	0-5 mg/L

Hasil dari penelitian mengenai pengaruh pupuk *A. pinnata* terhadap populasi *Chaetoceros* sp. menunjukkan setiap perlakuan pupuk *A. pinnata* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi *Chaetoceros* sp. ($p < 0,05$). Hasil tersebut diduga disebabkan karena adanya pengaruh dari nutrisi yang terkandung dalam pupuk *A. pinnata* yang meliputi unsur makro maupun mikro yang mampu memenuhi kebutuhan nutrisi *Chaetoceros* sp. Unsur yang paling penting dibutuhkan dalam kultur *Chaetoceros* sp adalah N, P dan Si. Menurut Krichnavaruk *et al.* (2005) kebutuhan optimum nutrisi bagi *Chaetoceros* sp. yaitu N (14 mg/L), P (2,4 mg/L), Si (3,2 mg/L) sehingga berdasarkan kandungan nutrisi diatas *A.pinnata* dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dari *Chaetoceros* sp.

Nutrien utama yang paling dibutuhkan fitoplankton bagi pertumbuhan adalah nitrogen dalam bentuk nitrat (Nybakken 1988). Menurut Richmond (1986) kandungan nitrogen yang berlebih dapat menghambat proses biosintesis sel alga. Kandungan nutrisi P yang berlebih maupun kurang dapat berdampak negatif pada pertumbuhan sel. Konsentrasi P berlebih maka akan menghambat proses asimilasi senyawa P bagi pertumbuhan, bila konsentrasi P rendah akan mengganggu proses pembentukan ATP sehingga pertumbuhan sel terbatas. Diatom tidak bisa bertahan hidup dengan pasokan Si yang kurang karena silikat tidak hanya diperlukan dalam pembentukan dinding sel, tetapi juga diperlukan untuk sintesis asam deoksiribonukleat (Krichnavaruk *et al.*, 2005).

Pada penelitian ini tidak terlihat fase adaptasi. Pada hari awal inokulasi sampai hari pertama semua perlakuan langsung masuk fase akselerasi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sutomo (2005) bahwa *Chaetoceros* sp. memiliki fase adaptasi terhadap lingkungan yang relatif cepat dibanding dengan fitoplankton lain dengan nilai laju pertumbuhan relatif yang tinggi. Fase adaptasi tidak terjadi jika kondisi lingkungan sudah sesuai dengan lingkungan sebelumnya.

Populasi tertinggi *Chaetoceros* sp. pada perlakuan F (3.465.000 sel/ml) yang terjadi pada hari kedua diikuti oleh perlakuan E (2.350.000 sel/ml) dan perlakuan K (2.290.000 sel/ml) yang terjadi pada hari ketiga. Puncak populasi tertinggi *Chaetoceros* sp. pada hari kedua yaitu sebesar 3.465.000 sel/ml sesuai dengan kepadatan populasi pada penelitian lain yang telah dilakukan dengan inokulasi awal 100.000 sel/ml yaitu 4.960.000 sel/ml pada hari ketiga dengan menggunakan F2 Medium Guillard (Krichnavaruk *et al.*, 2005) dan 3.400.000 sel/ml pada hari ketiga dengan menggunakan Walne modifikasi (Banerjee *et al.*, 2011).

Konsentrasi optimal yang dapat menghasilkan populasi *Chaetoceros* sp. tertinggi adalah perlakuan F dengan konsentrasi pupuk *A. pinnata* 12 ml/L. Pada konsentrasi tersebut terdapat konsentrasi N (33,6 mg/L), P (4,8 mg/L), dan Si (1,2 mg/L). Konsentrasi optimum nutrisi bagi *Chaetoceros* sp yaitu N (14 mg/L), P (2,4 mg/L), Si (3,2 mg/L) dimana konsentrasi optimum pupuk ini mempengaruhi kecepatan terjadinya fase logaritmik. Perlakuan F mengalami fase logaritmik yang paling cepat sehingga populasi bertambah secara signifikan. Ini diduga karena kebutuhan konsentrasi pada perlakuan F dapat memenuhi kebutuhan nutrisi optimum dari *Chaetoceros* sp.

Menurut Kabinawa (2006), fase logaritmik (eksponensial) sel inokulum mengalami pembelahan maksimal menjadi dua kali lipat dari sebelumnya. Fase ini masih tetap berlangsung dengan cepat selama nutrisi, pH dan intensitas cahaya masih mampu memenuhi kebutuhan fitoplankton (Suantika, 2009). Hal inilah yang membuat pertumbuhan *Chaetoceros* sp. semakin cepat. Kepadatan awal inokulum yang tinggi yaitu 100.000 sel/ml bisa menjadi sebab terjadinya fase logaritmik yang ada pada perlakuan. Pada kepadatan awal yang tinggi,

Chaetoceros sp. umumnya langsung tumbuh dan cepat masuk fase logaritmik dengan fase persiapan yang lebih pendek (Sutomo, 2005).

Pada pupuk Walne dengan konsentrasi sebesar 1 ml/L dengan penambahan sodium silika 5 g/L memiliki kandungan N (16 mg/L), P (3,97 mg/L) dan Si (0,45 mg/L). Unsur N dan P dari pupuk kontrol Walne sudah memenuhi kebutuhan dari *Chaetoceros* sp. namun unsur Si masih jauh dari kebutuhan optimum sehingga diduga inilah yang menyebabkan fase logaritmiknya berjalan lambat. Selain itu bentuk nitrogen yang berbeda dengan *A. pinnata* juga mempengaruhi kecepatan memasuki fase logaritmik dari perlakuan Walne.

Fase deselerasi diawali pertumbuhan yang mulai melambat dapat disebabkan oleh tiga hal, yaitu berkurangnya mikronutrien sebagai faktor pembatas karena telah banyak dimanfaatkan selama fase logaritmik, adanya toksik yang dihasilkan oleh mikroalga itu sendiri sebagai hasil dari metabolisme yang meracuni mikroalga itu sendiri dan berkurangnya proses fotosintesis akibat bertambahnya jumlah sel sehingga hanya bagian permukaan kultur saja yang memperoleh cahaya (Riley and Chester, 1971 dalam Nugraheny, 2001).

Pada perlakuan B, C, D, E, dan F, fase kematian terjadi pada hari ketiga sedangkan pada perlakuan A dan K pada hari kelima dan terjadi setelah puncak populasi. Fase kematian terjadi lebih awal pada perlakuan B, C, D, E, F diduga karena nutrisi yang telah habis pada hari kedua setelah puncak populasi. Menurut Laing (1979) *Chaetoceros* sp. mulai mengalami fase deklinasi setelah fase logaritmik dengan penurunan populasi karena ketersediaan nutrisi yang mulai habis. Lavens and Sorgeloos (1996) mengatakan fase kematian dapat terjadi karena kualitas air yang memburuk dan nutrisi yang habis sehingga kepadatan populasi *Chaetoceros* sp. akan menurun drastis. Fase ini dapat disebabkan karena berbagai alasan, misalnya kekurangan oksigen, temperatur tinggi, gangguan pH maupun kontaminasi.

Faktor pendukung dalam pertumbuhan *Chaetoceros* sp. selain dipengaruhi oleh nutrisi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan didalam media kultur yang berpengaruh terhadap pertumbuhan mikroalga antara lain cahaya, suhu, pH, kandungan CO₂ bebas dan salinitas (Sylvester *et al.*, 2002). Suhu secara langsung mempengaruhi efisiensi fotosintesis dan merupakan faktor yang menentukan

dalam pertumbuhan mikroalga. Suhu air pada penelitian ini berkisar antara 28-30 °C sesuai dengan pernyataan Koniyo (2006) suhu air yang optimal untuk pertumbuhan *Chaetoceros* sp. berkisar antara 25 – 30°C. Kenaikan suhu yang optimal akan dapat mempercepat proses metabolisme sel (Suriawiria, 1985).

Salinitas pada penelitian ini berkisar antara 17-27 ppt yang sesuai dengan pernyataan Koniyo (2006) bahwa salinitas 17 – 20 permil merupakan salinitas optimal untuk pertumbuhannya *Chaetoceros* sp. Darley (1982) menyatakan pada salinitas yang optimal aktifitas osmosis sel akan berlangsung dengan maksimal sehingga sangat mendukung pertumbuhan alga.

Hasil pengukuran pH pada penelitian ini berkisar antara 7-9. Hal ini sesuai dengan pernyataan Banerjee *et al.* (2011) pertumbuhan maksimum *Chaetoceros* sp. akan naik pada rentang pH 7,9 - 8,5. Kandungan amoniak dihitung pada akhir kultur di semua perlakuan berkisar antara 0-5 mg/L. Kandungan amoniak yang tinggi diperoleh dari perlakuan E dan F dengan konsentrasi amoniak sebesar 5 mg/L.

Kesimpulan

Konsentrasi pupuk *Azolla pinnata* memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap populasi *Chaetoceros* sp. Penambahan pupuk *A. pinnata* dengan konsentrasi 12 ml/L dapat menghasilkan populasi *Chaetoceros* sp. yang tertinggi sebesar 3.465.000 sel/ml.

Daftar Pustaka

- Banerjee, S., W. E. Hew, H. Khatoon, M. Shariff and F.M. Yusoff. 2011. Growth and Proximate Composition of Tropical Marine *Chaetoceros calcitrans* and *Nannochloropsis oculata* Cultured Outdoors and Under Laboratory Conditions. African Journal of Biotechnology, 10 (8) : 1375-1383.
- Dewi, I.R. 2007. Fiksasi N Biologis pada Ekosistem Tropi. Makalah Biofertilisasi. Pascasarjana UNPAD. 69 Hal.
- Hutagulung, I. 2008. Pembuatan Pupuk Cair. Heifer International Indonesia. 2 hal.
- Kabinawa, I. N. K. 2006. *Spirulina* : Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. PT. Agromedia Pustaka. Depok. 92 hal.

- Koniyo, Y. 2006. Biologi Dan Metode Kultur Plankton Sebagai Pakan Alami Larva Hewan Air. *Makara Sains*, 3 (2) : 1-8.
- Krichnavaruk, S., W. Loataweesup, S. Powtongsook and P. Pavasant. 2005. Optimal Growth Conditions and The Cultivation of *Chaetoceros calcitrans* in Airlift Photobioreactor. *Chemical Engineering Journal*, 105 : 91–98.
- Kusriningrum, R. 2008. Perancangan Percobaan. Universitas Airlangga. Surabaya. hal. 43-51.
- Laing, I. 1979. Recommended Procedures for The Culture of *Chaetoceros calcitrans*. Ministry of Agriculture, Fisheries, and Food Directorate of Fisheries Research. Lowestoft. pp. 13-17.
- Lavens, P and P. Sorgeloos. 1996. Manual on The Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Fisheries Technical Paper. No. 361. Rome. pp. 295.
- Michiel, H. A. Michels, M.H.A., A. J. Van der Goot., N.H Norsker., and R. H. Wijffels. 2010 .Effects of shear stress on the microalgae *Chaetoceros muelleri*. *Bioprocess Biosyst. Eng.* 33 : 921–927.
- Nugraheny, N. 2001. Ekstraksi Bahan Anti-bakteri dari Diatom Laut *Skeletonema costatum*. Skripsi. Teknologi Hasil Perairan. FPIK Institut Pertanian Bogor. Bogor. 87 hal.
- Nugrahapraja, H. 2008. Pertumbuhan Tanaman Air *Azolla pinnata* pada Medium Pertumbuhan Berbeda. Skripsi. Biologi SITH ITB. 63 hal.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis. *Terjemahan* : M. Eidman. Gramedia Pustaka Media. Jakarta. pp. 459.
- Renaud, S.M., L.V. Thinh and D.L. David. 1999. The Gross Chemical Composition and Fatty Acid Composition of 18 Species of Tropical Australian Microalgae for Possible Use in Mariculture. *Aquaculture*, 170 : 147-159.
- Richmond, A. 1986. CRC Handbook of Microalgal Mass Culture. CRC Press, Inc. Florida. pp. 199-244.
- Sektiana, S.P. 2008. Pengembangan Medium Untuk Kultur Semi Masal Diatom Laut, *Chaetoceros gracilis* Schutt. Tesis. Pascasarjana. IPB Bogor. 135 hal.
- Suantika, G., P. Adityawati, D.I Astuti, dan Y. Sofyan. 2008. Pengaruh Perbedaan Kepadatan Awal Inokulum Terhadap Kualitas Kultur *Chaetoceros gracilis* (Schutt) Pada Sistem Batch. *Jurnal Matematika dan Sains*, 14 (1) : 1-8.
- Suriawiria, U. 1985. Pengantar Mikrobiologi Umum. Angkasa. Bandung. 224 hal.

- Sutomo. 2005. Kultur Tiga Jenis Mikroalga (*Tetraselmis* Sp., *Chlorella* Sp. Dan *Chaetoceros Gracilis*) dan Pengaruh Kepadatan Awal Terhadap Pertumbuhan *C. Gracilis* dii Laboratorium. *Oseanologi dan Limnologi*, 37 : 43-58.
- Sylvester, B., D.D. Nelvy, dan Sudjiharno. 2002. Persyaratan Budidaya Fitoplankton. Budidaya Fitoplankton dan Zooplankton. Prosiding Proyek Pengembangan Perekayasaan Teknologi Balai Budidaya Laut Lampung. hal. 24-36.