

**PENGARUH PEMBERIAN FeCl₃ TERHADAP PERTUMBUHAN
*Chaetoceros calcitrans***

**Cahya Laila Oktaviana Putri¹
Insafitri²
Indah Wahyuni Abida²**

¹*Alumni Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo*

²*Dosen Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Trunojoyo*

ABSTRAK

Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan termasuk algae, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Selain itu, besi juga berperan dalam sistem enzim dan transfer elektron pada proses fotosintesis. Namun, belum diketahui konsentrasi yang tepat untuk penggunaannya oleh algae sehingga diperlukan penelitian yang dapat mengetahui konsentrasi pemakaian FeCl₃ untuk perkembangan algae terutama untuk *C. calcitrans*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian FeCl₃ terhadap kepadatan *C. calcitrans* sehingga dapat mengetahui konsentrasi FeCl₃ yang paling baik terhadap kepadatan *C. calcitrans*. Serta untuk Mengetahui kepadatan *C. calcitrans* berdasarkan hari. Penelitian ini diawali dengan menyetock *C. calcitrans* hingga kepadatan 400 ribu sel/ml kemudian dilanjutkan dengan mengkultur *C. calcitrans* pada toples yang telah dibuat sama parameternya kecuali pemberian FeCl₃ sesuai dengan perlakuan. Untuk menganalisa pengaruh pemberian FeCl₃ pada konsentrasi yang berbeda terhadap kepadatan *C. calcitrans* digunakan analisa sidik ragam (ANOVA) dua langkah dengan bantuan software SPSS 12 dan dilakukan uji lanjut Tukey (*Multiple Comparisons*) untuk melihat perlakuan yang berbeda dengan membandingkan berbagai hasil perlakuan. Pada konsentrasi FeCl₃ 0 mg/l berbeda nyata ($P < 0,05$) sedangkan konsentrai FeCl₃ 0,02 mg/l, 0,2 mg/l, 2 mg/l berbeda signifikan terhadap kepadatan *C. calcitrans* sehingga hanya konsentrasi FeCl₃ 0 mg/l yang mempengaruhi kepadatan *C. calcitrans*. Ini disebabkan karena pemberian konsentrasi terlalu sedikit dan selisih konsentrasi yang kecil sehingga tidak mempengaruhi kepadatan *C. calcitrans*. Sedangkan untuk hari diperoleh hari ke-1 dan ke-7 merupakan hari yang signifikan terhadap kepadatan *C. calcitrans*.

Kata Kunci : *Chaetoceros calcitrans*, FeCl₃ dan kepadatan

PENDAHULUAN

Fitoplankton dalam ekosistem perairan mempunyai peranan yang sangat penting terutama dalam rantai makanan di laut. Fitoplankton merupakan produsen utama yang memberikan sumbangan terbesar pada produksi primer total suatu perairan. Peranan penting fitoplankton bagi produktivitas primer perairan ini adalah karena fitoplankton dapat melakukan proses fotosintesis yang menghasilkan bahan organik yang kaya energi maupun

kebutuhan oksigen bagi organisme yang tingkatannya lebih tinggi. Untuk memproduksi bahan organik melalui fotosintesis plankton memerlukan beberapa komponen termasuk cahaya, CO₂ dan nutrien lainnya. Organisme laut untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya membutuhkan unsur fosfor (P), belerang (S), Kalium (K) dan karbon (C). Unsur-unsur tersebut dikenal sebagai unsur hara (nutrisi) yang dibutuhkan oleh fitoplankton, algae dan lamun (Rahardjo *et al.*, 1982).

Beberapa spesies mikroalga juga digunakan sebagai pakan di dalam kultur moluska seperti remis, kerang hijau, tiram dan kerang, karena hewan-hewan tersebut bersifat *filter feeder*. Kombinasi dari beberapa spesies alga juga dimanfaatkan didalam *marine culture* golongan *crustacea*, dan masih banyak lagi pemanfaatan fitoplankton baik di dalam bidang perikanan maupun bidang kesehatan (Okauchi, 1981 dalam UNHAS, 2007). Salah satu manfaatnya dalam budidaya adalah sebagai pakan alami. Pakan alami merupakan kunci utama dalam pembenihan, baik ikan maupun udang. Pakan alami merupakan pakan terbaik, terutama untuk stadia larva, karena beberapa alasan antara lain memiliki kandungan gizi yang lengkap dan mudah untuk dicerna oleh larva yang belum memiliki alat pencernaan yang sempurna (Mahendra, 2008). Salah satu spesies penting dalam fitoplankton adalah *Chaetoceros calcitrans* karena spesies ini populer sebagai pakan rotifer, kerang-kerangan, tiram, dan larva udang.

Diantara unsur mineral, besi memiliki peranan penting dalam komposisi biokimia seluler karena memiliki redoks dan implikasi dalam proses-proses penting seperti fotosintesis, respirasi, fiksasi nitrogen dan sintesis DNA. Kekurangan unsur besi telah mempengaruhi berbagai perubahan biokimia (Soetrisno, 2008) Besi termasuk unsur yang esensial bagi makhluk hidup. Pada tumbuhan termasuk alga, besi berperan sebagai penyusun sitokrom dan klorofil. Selain itu, besi juga berperan dalam sistem enzim dan transfer elektron pada proses fotosintesis (Effendi, 2003). Namun, belum diketahui konsentrasi yang tepat untuk pemanfaatannya oleh alga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan konsentrasi besi (FeCl_3) yaitu: 0 (sebagai kontrol); 0,02; 0,2; 2 mg/l. Penggunaan konsentrasi tersebut dilakukan berdasarkan kandungan di dalam air laut sebesar 0,002 mg/l dan dikalikan 10 (Widowati *et al.*, 2005).

Sebelum perlakuan dimulai, *C. calcitrans* akan dikultur untuk stok sampai satu hari dengan kepadatan kira-kira 400 ribu sel/ml dengan kualitas air pada penelitian kultur fitoplankton ini dibuat sama seperti suhu, salinitas, dan pH. Untuk suhu media kultur 25-30°C, salinitas 25‰, pH 7,4 dan volume air yang digunakan sama (Sumeru, 2008). Dengan kondisi yang dibuat sama maka yang mempengaruhi kepadatan plankton adalah pemberian konsentrasi FeCl_3 . Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena sifat homogen sehingga yang mempengaruhi adalah perlakuan. Dalam penelitian semua kondisi dibuat sehomogen mungkin baik dari bahan, media maupun lingkungan.

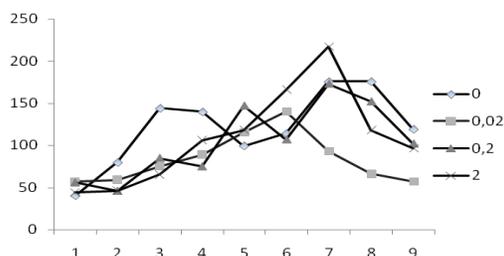
Toples kultur *C. calcitrans* ditempatkan dibawah cahaya lampu neon (TL) 40 watt sebagai sumber energi untuk proses fotosintesis. Kemudian melarutkan FeCl_3 dalam setiap toples dengan konsentrasi yang sesuai dengan perlakuan dan *C. calcitrans* siap ditebar yang sebelumnya dilakukan pengamatan kepadatan awal.

Selama penelitian, dilakukan perhitungan terhadap pertumbuhan *C. calcitrans* yang meliputi kepadatan. Perhitungan mulai dilakukan pada hari pertama sampai pada hari kesembilan, menurut Kurniawati (2006) pada hari ketujuh telah diketahui fase pertumbuhan fitoplankton terbesar terjadi pada hari ke tujuh. Hasil perhitungan tersebut akan

didapat kepadatan dan laju pertumbuhan *C. calcitrans*. Menurut Cahyaningsih (2008), cara penghitungan kepadatan *C. calcitrans* dengan menggunakan haemocytometer. Untuk menganalisa pengaruh pemberian FeCl₃ pada konsentrasi yang berbeda terhadap kepadatan *C. calcitrans* digunakan analisa sidik ragam (ANOVA) satu langkah dengan bantuan software SPSS 12 dan dilakukan uji lanjut Tukey (*Multiple Comparisons*) untuk melihat perlakuan yang berbeda dengan membandingkan berbagai hasil perlakuan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh data jumlah sel *C. calcitrans* pada setiap perlakuan dengan konsentrasi FeCl₃ yang berbeda yaitu 0 mg/l (sebagai kontrol); 0,02 mg/l; 0,2 mg/l dan 2 mg/l, dari jumlah sel dalam tiga kali pengulangan akan didapat jumlah rata-rata. Jumlah kepadatan rata-rata *C. calcitrans* dapat dilihat grafik kepadatan pada Gambar 1.

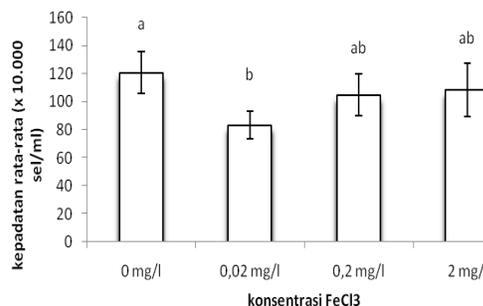


Gambar 1. Grafik kepadatan rata-rata *Chaetoceros calcitrans* terhadap hari pengamatan

Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa jumlah kepadatan rata-rata *C. calcitrans* minimum adalah 40 x 10⁴ sel/ml yang berada pada konsentrasi FeCl₃ 0 mg/l pada hari pertama, sedangkan jumlah maksimum kepadatan rata-rata *C. calcitrans* berada

pada konsentrasi FeCl₃ 2 mg/l pada hari ke-7 dengan jumlah rata-rata kepadatan *C. calcitrans* adalah 217 x 10⁴ sel/ml. Sedangkan untuk jumlah rantai terpanjang adalah 12 rantai yang terdapat di konsentrasi FeCl₃ 0,02 mg/l pada hari ke-7. Jumlah rantai yang sering muncul adalah rantai 1, rantai 2, rantai 3 dan rantai 4. Pada hari pertama jumlah individu yang memiliki rantai 1 lebih mendominasi, pada hari ke-2 *C. calcitrans* yang mendominasi adalah *C. calcitrans* dengan rantai 2. Namun setelah hari ke-3 sampai hari ke-9 *C. calcitrans* dengan rantai 2 dan rantai 4 lebih mendominasi.

Gambar 2 menunjukkan kepadatan rata-rata *C. calcitrans* pada berbagai konsentrasi FeCl₃ konsentrasi 0 mg/l (120.888±14.775 x 10⁴ sel/ml), 0,02 mg/l (83.444±9.638 x 10⁴ sel/ml), 0,2 mg/l (104.777 ± 14.809 x 10⁴ sel/ml), 2 mg/l (108.444±18.775 x 10⁴ sel/ml) adalah berbeda nyata (P < 0,05).



Gambar 2. Grafik kepadatan rata-rata *Chaetoceros calcitrans* terhadap konsentrasi yang berbeda

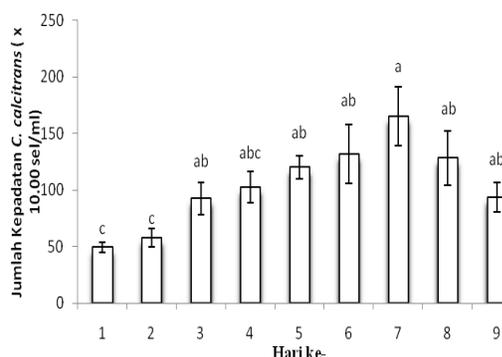
Kepadatan *C. calcitrans* pada konsentrasi FeCl₃ pada 0 mg/l sebagai kontrol berbeda signifikan dengan konsentrasi 0,02 ppm. Hal ini dapat dilihat dari Gambar 2 yang menunjukkan jumlah *C. calcitrans* pada konsentrasi 0 mg/l lebih tinggi dari pada konsentrasi FeCl₃ 0,02 mg/l. Sehingga jika disimpulkan dari

Gambar 2 bahwa pemberian konsentrasi FeCl_3 0,02 mg/l tidak mempengaruhi jumlah kepadatan *C. calcitrans* namun semakin mengurangi kepadatannya. Akan tetapi, jika lebih dicermati dari panjang rantai, maka akan terlihat jumlah panjang rantai yang bervariasi. Selain itu, terdapat rantai panjang yang muncul hingga hari ke-9 dan ini tidak terjadi pada konsentrasi 0 mg/l yang pada hari ke-7 sel yang memiliki rantai panjang mulai berkurang dan lebih dominan adalah rantai pendek. Diduga bahwa pemberian FeCl_3 pada konsentrasi 0,02 mg/l mempengaruhi panjang rantai atau dapat juga diduga bahwa pada konsentrasi ini ikatan antar rantainya lebih kuat sehingga membentuk rantai panjang. Pada konsentrasi ini sel yang memiliki rantai panjang lebih banyak diduga karena konsentrasi FeCl_3 mendekati jumlah konsentrasi FeCl_3 di perairan.

Konsentrasi 0,02 mg/l, 0,2 mg/l, 2 mg/l tidak berbeda signifikan terhadap kepadatan *C. calcitrans* ($P > 0,05$). Hal ini diduga selisih antara perlakuan yang terlalu sedikit serta jumlah konsentrasi yang masih sedikit sehingga menyebabkan kepadatan *C. calcitrans* tidak berbeda pada setiap pemberian konsentrasinya. Menurut Boyd (1990) bahwa kadar besi yang berada di perairan mencapai 0,05-0,2 mg/l serta berdasarkan Peraturan Pemerintah RI No.82 tahun 2001 batas baku besi pada perairan adalah sebesar 0,3 mg/l (Tantomi, *et al.*, 2003). Sedangkan pada penelitian ini pemberian FeCl_3 dengan konsentrasi 0,2 mg/l dan 2 mg/l telah melebihi kadar besi tersebut namun tetap tidak berpengaruh terhadap kepadatan *C. calcitrans*. Dengan demikian *C. calcitrans* dapat bertahan pada kondisi perairan yang kurang baik/tercemar. Hal ini sejalan dengan pendapat Fachrul, *et al.*, (2005) bahwa *Chaetoceros* merupakan

jenis fitoplankton yang mampu bertahan diperairan tercemar.

Rata-rata kepadatan *C. calcitrans* berdasarkan waktu memiliki perbedaan signifikan pada hari ke-1 ($49.25 \pm 4.269 \times 10^4$ sel/ml) dan hari ke-7 ($164.75 \pm 25.937 \times 10^4$ sel/ml). Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kepadatan terus mengalami peningkatan hingga hari ke-7 dan menurun pada hari berikutnya. Pada hari pertama *C. calcitrans* mengalami peningkatan jumlah yang sedikit. Diduga pada kedua hari tersebut merupakan fase pertumbuhan. Menurut UNHAS (2007) bahwa Selama periode kultur sel mikro algae terjadi 5 tipe tahapan pertumbuhan. Yang pertama Pertumbuhan phase lag adalah fase pertumbuhan awal dimana penambahan kelimpahan sel yang terjadi jumlahnya sedikit, pada fase ini biasanya terjadi stressing fisiologi karena terjadi perubahan kondisi lingkungan media hidup dari satu media awal ke media yang baru. Dilain pihak kelarutan mineral dan nutrisi mungkin lebih banyak daripada sebelumnya, sehingga akan mempengaruhi sintesis metabolik dari konsentrasi rendah ke konsentrasi yang tinggi. Dari perubahan-perubahan inilah maka sel algae mengalami proses penyesuaian.



Gambar 3. Grafik kepadatan rata-rata *C. calcitrans* pada setiap hari pengamatan

Setelah hari pertama, terjadi pelonjakan jumlah *C. calcitrans* dan berlangsung sampai hari ke-7. Pelonjakan ini dapat dilihat pada Gambar 3. Pada tahap ini disebut fase pertumbuhan eksponensial. Hal ini ditandai dengan penambahan jumlah sel yang sangat cepat melalui pembelahan sel algae dan apabila dihitung secara matematis membentuk fungsi logaritma. Untuk kepentingan budidaya, sebaiknya sel algae dipanen pada akhir fase eksponensial. Karena pada fase ini struktur sel masih normal secara nutrisi terjadi keseimbangan antara nutrisi dalam media dan kandungan nutrisi dalam sel. Selain itu, berdasarkan hasil penelitian, pada fase akhir eksponensial, didapatkan kandungan protein dalam sel sangat tinggi, sehingga kualitas sel algae benar-benar terjaga untuk kepentingan kultivan budidaya lebih lanjut. Setelah mengalami pertumbuhan puncak pada hari ke-7 terjadi penurunan jumlah yang dapat dilihat pada Gambar 3. Fase ini disebut *Declining Growth Phase*. Pada fase ini ditandai dengan berkurangnya nutrisi dalam media sehingga mempengaruhi kemampuan pembelahan sel sehingga hasil produksi sel semakin berkurang. Walaupun kelimpahan sel masih terjadi penambahan namun nilai nutrisi dalam sel mengalami penurunan. Pada penelitian ini dilakukan hingga hari ke-9 sehingga untuk fase selanjutnya tidak dapat digambarkan melalui grafik pertumbuhan *C. calcitrans*.

Namun dalam UNHAS (2007), fase keempat adalah *Stationery Phase* yang merupakan fase pertumbuhan ketika kelimpahan sel mengalami pertumbuhan konstan akibat dari keseimbangan katabolisme dan anabolisme sel. Pada fase ini ditandai dengan rendahnya tingkat nutrisi dalam sel dan biasanya untuk kelimpahan sel algae yang rendah dalam kultur terjadi fase *stationery* yang pendek

sehingga menyulitkan dalam pemanenan. Disarankan jangan melakukan pemanenan sel pada fase ini karena bukan merupakan sumber pakan yang mengandung nutrisi yang tinggi. Dan yang terakhir adalah *Death Phase*, adalah fase kematian sel karena terjadi perubahan kualitas air yang semakin memburuk, penurunan nutrisi dalam media kultur dan kemampuan sel yang sudah tua untuk melakukan metabolisme. Kenyataan ini biasanya ditandai dengan penurunan jumlah sel yang cepat. Secara morfologi pada fase ini sel algae banyak terjadi kematian dari pada melakukan pembelahan, warna air kultur berubah, terjadi buih di permukaan media kultur dan warna yang pudar serta gumpalan sel algae yang mengendap di dasar wadah kultur. Untuk kepentingan budidaya perikanan pada fase ini dilarang untuk digunakan sebagai pakan kultivan budidaya.

KESIMPULAN

Konsentrasi FeCl_3 0 mg/l mempunyai pengaruh yang berbeda signifikan terhadap kepadatan rata-rata *C. calcitrans* dengan konsentrasi konsentrasi FeCl_3 0,02 mg/l ($P < 0,05$) sedangkan konsentrasi FeCl_3 0,02 mg/l, 0,2 mg/l, 2 mg/l tidak berbeda signifikan terhadap pertumbuhan *C. calcitrans*. Hari ke-1 dan ke-7 merupakan hari yang signifikan terhadap pertumbuhan *C. calcitrans*.

DAFTAR PUSTAKA

- Aunurohim, 2008. *Fitoplankton Penyebab Harmful Algae Blooms (HABs) di Perairan Sidoarjo*. Institute Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

- Blackburn and Sorensen, J. 1985. *Nitrogen Cycling in Coastal Marine Environments*. John Willey & Sons, USA.
- Boyd, C.E. 1988. *Water Quality in Warm Water Fish Ponds. Fourth Printing*. Auburn University Agriculture Experiment Station, Alabama, USA. 359 p
- Boyd, C.E. 1990. *Water Quality in Pond Of Aquaculture*. Alabama: Alabama Aquacultural Experiment Station, Auburn University.
- Cahyaningsih, S. 2008. *Pedoman Penggunaan Haemocytometer*. Laboratorium Pakan Alami. BBAP Situbondo.
- Cole, G.A. 1988. *Textbook of Limnology*. Third Edition. Waveland Press, Inc., Illinois, USA. 401 p.
- Davis, C.C. 1955. *The Marine and Freshwater Plankton*. Michigan State University Press, USA. 459 p.
- Eckenfelder, W.W. 1989. *Industrial Water Pollution Control*. Second Edition. McGraw-Hill, Inc., New York. 400 p.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 258 hal.
- Fachrul, M. F, Haeruman H, Sitepu L. C., 2005. *Komunitas Fitoplankton sebagai Bioindikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta*. Seminar Nasional MIPA, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Guillard. R. RC, Ryther. JH. 1962. *Studies of Marine Planktonic Diatoms*. I. *Cydotellanana Hustedt and Detonula confervacea* devecan J. Microbiol. 8: 229-239
- Hanafiah, K.A. 2002. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Edisi ketiga. Raja Grafindo Persada, Jakarta. 259 hal.
- Hutabarat, S dan Evans, S. M. 1985. *Pengantar Oseanografi*. Penerbit Universitas Indonesia (UI-PRESS), Jakarta. 145 hal.
- <http://starcentral.mbl.edu/microscope/portal.php?pagetitle=azorganism&prefix=Ch&levels=2> diakses tanggal 20 agustus 2009
- Imai A., Fukushima T., Matsushige K. *Effects of Iron Limitation and Aquatic Humic Substances on The Growth of Microcystis aeruginosa*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56, 1929-1937, 1999.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty. 1995. *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton*. Kanisius, Yogyakarta.
- Jeffries, M. and Mills, D. 1996. *Freshwater Ecology, Principles, and Applications*. John Wiley and Sons, Chichester. UK. 280 p.
- Kosakowska A., Lewandowska J., Stoń J., Burkiewicz K. *Qualitative And Quantitative Composition Of Pigments In Phaeodactylum Tricornutum (Bacillariophyceae) Stressed By Iron*. BioMetals, 17, 45-52, 2004.
- Koukal B., Gueguen C., Pardos M., Dominik J.: *Influence Of Humic Substances On The Toxic Effects Of Cadmium And Zinc To The Green Alga Pseudokirchneriella Subcapitata*. Chemosphere 53, 953-961, 2003.
- Kudo I., Miyamoto M., Noiri Y., Maita Y.: *Combined Effects Of Temperature And Iron On The Growth And Physiology Of The Marine Diatom*

- Phaeodactylum Tricornutum*(Bacillariophyceae). J. Phycol., 36, 61096-1102, 2000.
- Kurniawati, A, R. 2006. *Peningkatan Produktivitas Kultur Diatom Chaetoceros Amami Melalui Optimasi Rasio N: P: Si*, (Online), (hera@sith.itb.ac.id diakses tanggal 11 maret 2009).
- Mahendra. 2008. *Laporan Magang Industri : Budidaya Pakan Alami Chaetoceros (Carboy, Intermediet, dan Massal) dan Artemia (Dekapsulasi)*, (Online), (<http://fabregas-zein.blogspot.com/2009/02/laporan-magang-industri-budidaya-pakan.html>), diakses tanggal 14 Maret 2009)
- Mahida, U.N. 1986. *Pencemaran dan Pemanfaatan Limbah Industri*. Rajawali, Jakarta. 543 hal.
- Meckereth, F.J.H., Heron, J. and Talling, J.F. 1989. *Water Analysis. Freshwater Biological Association*. Cumbria, UK. 120 p.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta. 372 hal.
- Ozturk M., Steinnes E., Sakshaug E. *Iron Speciation In The Trondheim Fjord From The Perspective Of Iron Limitation For Phytoplankton*. Estuar. Coast. Shelf Sci. 55, 197-212, 2002.
- Redjeki, S.dan Basyarie, A.1989. *Kultur Jasad Pakan untuk Menunjang Perikanan Budidaya Laut*. Staf Peneliti Sub Balai Penelitian Budidaya Pantai Banjarnegara. Serang. 274 hal.
- Richmond, A. 2004. *Hand Book Of Microalgal Cultur Bioteknologi and Applied Phycology*. Backwell science, USA. 566 p.
- Rohimah, 2009. *Potensi Serap Karbon oleh Laut*. (Online), (<http://one.indoskripsi.com/node/7579>), diakses tanggal 23 Februari 2009)
- Romimohtarto, K dan Juwana, S. 1998. *Plankton Larva Hewan*. LIPI. Jakarta. 201 hal.
- Siege, D. C. 2005. *Freshwater Microbiology: Biodiversity and Dynamic Interaction of Microorganisms in the Freshwater Environment*. John Willey and Son Inc. USA
- Stell, D.G.R and Torrie, H.J. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Soetrisno, 2008. *Besi Membantu Laut Menangkap Lebih Banyak Karbondioksida*. (Online),(<http://www.bluefame.com/lofiversion/index.php/t172702.html>), diakses tanggal 23 Februari 2009)
- Sumeru, S. U. 2008. *Tetraselmis-chuii-Chaetoceros*. (Online), (<http://hobiikan.blogspot.com/2008/10/tetraselmis-chuiichaetoceros.html>) diakses tanggal 20 Agustus 2009)
- Tait, R.V. 1972. *Elements of Marine Ecology An Introduction Course*. Butter Worths. London. 59 p.
- Tebbut, T.H.Y. 1992. *Principles of Water Quality Control*. Fourth edition. Pergamon Press. Oxford. 251 p.
- Tantomi, S. Rahayu, Y. Sofia, Y. Sumarriyani. 2003. *Penelitian Pengendalian Pencemaran Bahan Beracun Berbahaya (B3) dan Pestisida pada Sungai dan Saluran Sumber Baku Air Minum*. Balai lingkungan Keairan.

- Puslitbang Sumber Daya Air Minum. Bandung.*
- UNHAS. 2007. *Dasar-dasar Budidaya Pakan Alami*. Kuliah Budidaya Pakan Alami.(online),(<http://budidayapakanalami.blogspot.com/2007/12/kultur-mikroalgae.html> diakses tanggal 11 Maret 2009)
- Widowati, W. Satriono, A. dan Jurut, R. 2005. *Efek Toksik Logam, Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Andi. Yogyakarta. 412 hal.
- Wotton, 1994. *The Biology of Particles in Aquatic Systems*. Lewis Publishers. London.
- Wutsbaugh, Ward Home. A. 1983. *Iron in Eutropic Clear Lake. Its Important for Alga Nitrogen Fixation and Growth*. Canadian Journal of Resheies and Aquatic Science. 4
- Zaifbio. 2009. *Chrysophyta*. (Online), (<http://zaifbio.wordpress.com/2009/01/30/chrysophyta/> diakses tanggal 20 Agustus 2009)