

PENGARUH KONSENTRASI ZAT PENGATUR TUMBUH (ASAM-2,4-DIKLOROFENOKSIASETAT) TERHADAP PERTUMBUHAN *Nannochloropsis oculata*

EFFECT OF CONCRETATION OF GROWTH REGULATORS (2.4-Dichlorophenoxyaceticacid) AGAINST THE GROWTH OF *Nannochloropsis oculata*.

Adinda Tri Purwitasari, Moch. Amin Alamsjah dan Boedi Setya Rahardja

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

Abstract

Live feed is an essential component for fish, especially larvae. That is, the survival of larvae depends on the amount of natural food available (Hutabarat and Evans, 1986). This is because the live feed supply must be considered in an effort to get the quality and high survival rate for larvae. One type of natural food is much cultivated mainly on hatchery fish are *Nannochloropsis oculata* (Hastuti et al., 1995). Fay (1983) in Handayani (2003) explains that N is a basic element of a very influential on the growth of *Nannochloropsis oculata*. The use of growth hormones to increase growth of natural feed. One form is the application of plant growth regulators ie adding 2.4-Dichlorophenoxyaceticacid.

The study was conducted to determine the concentration of plant growth regulators (2.4-Dichlorophenoxyaceticacid) that can best deliver the highest growth of *Nannochloropsis oculata*. The method used in this study is a research experiment using Rancangan Acak Lengkap (RAL), consisting of 8 treatments with 3 replications. Each treatment was given concentration of plant growth regulators (2.4-Dichlorophenoxyaceticacid) that is 2 ml, 3 ml, 4 ml, 5 ml, 6 ml, 7 ml, 8 ml and control with fertilizer Walne 1 ml. The parameters observed were cell density *Nannochloropsis oculata*.

The results showed that administration of plant growth regulators (2.4-Dichlorophenoxyaceticacid) with different concentrations gave significant effect ($P < 0.05$) on the growth of *Nannochloropsis oculata*. Concentration that produces the highest cell density obtained in treatment D (5 ml) is 4.800.000 cells/ml.

Keywords : live feed, *Nannochloropsis oculata*

Pendahuluan

Salah satu jenis pakan alami yang banyak dibudidayakan, terutama pada pembenihan ikan, adalah *Nannochloropsis oculata*. Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* erat kaitannya dengan ketersediaan unsur makro (N, P, K, S, Na, Si dan Ca) dan unsur mikro (Fe, Zn, Mn, Cu, Mg, Ca, B, C dan H). Fay (1983) dalam Handayani (2003) menjelaskan bahwa N merupakan unsur dasar

yang sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* karena dibutuhkan dalam jumlah paling banyak dibandingkan unsur lainnya.

Pertumbuhan dan perkembangan berlangsung secara terus-menerus tergantung pada hasil asimilasi, hormon dan substansi pertumbuhan serta lingkungan yang mendukung (Gardner *et al.*, 1991). Terkait dengan hal tersebut, berbagai usaha telah dilakukan dalam upaya meningkatkan pertumbuhan pakan alami, baik metode budidaya maupun penambahan berbagai substansi pertumbuhan. Salah satunya adalah penggunaan hormon tumbuh untuk meningkatkan pertumbuhan pakan alami yakni melalui kepadatan populasinya. Bentuk aplikasinya adalah dengan menambahkan zat pengatur tumbuh yaitu Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat.

Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat atau dikenal dengan 2,4-D merupakan auksin sintetik yang sering digunakan dalam kultur jaringan tanaman serta telah digunakan dalam bidang perikanan sebagai zat perangsang tumbuh pada *Gracillaria verrucosa* (Djayawati, 1993). Auksin merupakan salah satu hormon tanaman yang dapat mendukung proses fisiologi seperti pertumbuhan, pembelahan dan diferensiasi sel serta sintesa protein (Darnell *et al.*, 1986). Auksin memiliki kemampuan mendorong pembelahan sel dengan cara mempengaruhi dinding sel. Selain auksin, ZPT 2,4-D memiliki kandungan N sebesar 8,9 mg. Berdasarkan hal tersebut, maka ZPT 2,4-D dapat berpotensi untuk meningkatkan kepadatan *Nannochloropsis oculata* karena terdapat unsur N untuk meningkatkan pertumbuhan (Brotowidjoyo, 1995).

Perumusan masalah meliputi (a) apakah konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) berpengaruh terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*, (b) berapakah konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) yang memberikan pertumbuhan terbaik pada *Nannochloropsis oculata*. Adapun tujuan penelitian adalah (a) untuk mengetahui pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*, (b) untuk mengetahui konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) yang memberikan pertumbuhan terbaik pada *Nannochloropsis oculata*. Sementara manfaat penelitian yaitu sebagai informasi bagi masyarakat tentang bagaimana

pengaruh konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* serta berapa konsentrasi optimal zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) yang memberikan pertumbuhan terbaik pada *Nannochloropsis oculata*.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perikanan Universitas Hang Tuah Surabaya pada 26 September hingga 3 Oktober 2011. Peralatan penelitian yang digunakan meliputi toples kaca, selang aerasi, batu aerasi, pipet tetes, tabung ukur, gelas ukur, mikroskop, tisu, ember, kulkas, lampu TL 40 watt, *cover glass*, *haemocytometer*, refraktometer, termometer, pH meter, DO meter, *hand counter* dan kertas label. Bahan penelitian yang digunakan adalah *Nannochloropsis oculata*, air laut steril dan zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat). Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimental laboratorium yang terdiri atas 2 tahap penelitian, yakni penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Pengumpulan data yang digunakan adalah dengan metode pengamatan terhadap jumlah kepadatan *Nannochloropsis oculata*. Rancangan penelitian utama menggunakan rancangan acak lengkap dengan 8 perlakuan dengan 3 ulangan.

Hasil dan Pembahasan

Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* selama tujuh hari kultur ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Kepadatan Sel Rata-Rata *Nannochloropsis oculata*

Hari ke-	Perlakuan							
	A	B	C	D	E	F	G	H
0	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000	100000
1	316666.7 ^a	333333.3 ^a	350000 ^a	350000 ^a	316666.7 ^a	350000 ^a	316666.7 ^a	366666.7 ^a
2	583333.3 ^c	616666.7 ^c	816666.7 ^{bc}	850000 ^{ab}	850000 ^{ab}	716666.7 ^{bc}	666666.7 ^c	883333.3 ^a
3	933333.3 ^c	966666.7 ^c	1666666.7 ^b	1700000 ^b	1616666.7 ^b	1000000 ^c	1016666.7 ^c	2133333.3 ^a
4	1400000 ^c	1450000 ^c	2133333.3 ^b	2200000 ^b	2000000 ^b	1533333.3 ^c	1450000 ^c	2783333.3 ^a
5	1916666.7 ^c	1866666.7 ^c	2900000 ^b	3066666.7 ^b	3000000 ^b	1983333.3 ^c	1850000 ^c	3450000 ^a
6	2350000 ^c	2366666.7 ^c	3883333.3 ^b	3950000 ^b	3883333.3 ^b	2333333.3 ^c	2250000 ^c	4166666.7 ^a

7	3050000 ^c	2016666.7 ^d	4500000 ^{ab}	4800000 ^d	4516666.7 ^{ab}	3033333.3 ^c	2750000 ^c	4066666.7 ^b
---	----------------------	------------------------	-----------------------	----------------------	-------------------------	------------------------	----------------------	------------------------

Keterangan: a, b, c dan d superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata ($p < 0,05$)

- A: Perlakuan A dengan pemberian 2,4-D 2 ml
- B: Perlakuan B dengan pemberian 2,4-D 3 ml
- C: Perlakuan C dengan pemberian 2,4-D 4 ml
- D: Perlakuan D dengan pemberian 2,4-D 5 ml
- E: Perlakuan E dengan pemberian 2,4-D 6 ml
- F: Perlakuan F dengan pemberian 2,4-D 7 ml
- G: Perlakuan G dengan pemberian 2,4-D 8 ml
- H: Perlakuan H dengan pemberian Walne 1 ml

Pada penelitian pemberian konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) yang berbeda menunjukkan bahwa pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* mengalami 2 fase pertumbuhan yaitu fase adaptasi dan eksponensial. Sesaat setelah penebaran *Nannochloropsis oculata* merupakan fase adaptasi yang ditandai dengan tidak bertambahnya jumlah sel. Pada fase adaptasi, *Nannochloropsis oculata* mengalami metabolisme tetapi belum terjadi pembelahan sel sehingga kepadatan sel belum meningkat (Omori and Ikeda, 1984 dalam Wijaya, 2006). Fase adaptasi pada masing-masing perlakuan tidak terlihat jelas pada grafik pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* (Gambar 1). Hal ini dikarenakan fase adaptasi *Nannochloropsis oculata* terjadi sangat singkat yaitu sebelum 24 jam yang artinya penambahan ZPT 2,4-D dapat diadaptasi oleh *Nannochloropsis oculata*.

Peningkatan kepadatan sel *Nannochloropsis oculata* pada masing-masing perlakuan mulai nampak pada pengamatan sehari setelah penebaran bibit *Nannochloropsis oculata*. Adanya peningkatan kepadatan sel *Nannochloropsis oculata* menunjukkan bahwa *Nannochloropsis oculata* masih dalam fase istirahat dan mulai memasuki fase eksponensial. Fase ini ditandai dengan meningkatnya pembelahan sel (Omori and Ikeda, 1984 dalam Wijaya, 2006). Sel inokulum pada fase eksponensial sudah memanfaatkan nutrisi dalam media tumbuh dan telah terjadi proses biosintesis sel sehingga sel mampu tumbuh dan bereproduksi lebih banyak (Kabinawa, 2006). Menurut Kabinawa (2006), pada fase eksponensial sel inokulum mengalami pembelahan maksimal yaitu menjadi dua kali lipat dari sebelumnya. Faktor yang mempengaruhi hal tersebut adalah kondisi lingkungan dan komposisi medium. Menurut Suantika (2009), fase eksponensial terjadi ketika nutrisi, pH dan intensitas cahaya pada medium masih dapat memenuhi kebutuhan

fisiologis *Nannochloropsis oculata* sehingga dalam fase ini sel masih memiliki kemampuan bereproduksi hingga kepadatannya masih bertambah. Selain itu suhu, proses aerasi dan pengadukan juga mempengaruhi kepadatan *Nannochloropsis oculata*.

Fase eksponensial pada perlakuan H (kontrol) terjadi pada hari kelima dan keenam. Hal ini dikarenakan nutrisi yang terdapat pada perlakuan kontrol Walne dapat memenuhi kebutuhan nutrisi *Nannochloropsis oculata* terutama N. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang paling penting dan sangat dibutuhkan dalam pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Nitrogen dibutuhkan paling banyak dibandingkan dengan nutrisi lain (Wijaya, 2006). Nitrogen sangat berperan sebagai penyusun senyawa protein dalam sel. Nitrogen merupakan komponen utama protein sel yang merupakan bagian dasar kehidupan organisme dan berfungsi untuk menyokong unsur dari sel alga serta membentuk senyawa penting di dalam sel, termasuk protein dan merupakan bagian penting dari klorofil (Corsini and Kardys, 1990 dalam Prabowo, 2009).

Puncak pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* pada perlakuan pemberian konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) terjadi hingga hari ketujuh. Menurut Arief dkk. (2004) dalam Restiada dkk. (2008), pertumbuhan populasi *Nannochloropsis oculata* mencapai puncaknya untuk bisa dipanen rata-rata umur 4 sampai 7 hari. Sementara puncak pertumbuhan perlakuan H (kontrol) terjadi pada hari keenam. Perlakuan ini menggunakan Pupuk Walne sebagai kontrol. Komposisi yang dimiliki Pupuk Walne menyebabkan pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* lebih cepat mengalami puncak pertumbuhan dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena pada Pupuk Walne mempunyai komposisi unsur hara yang lengkap bagi pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* dan dapat dimanfaatkan secara langsung oleh *Nannochloropsis oculata*. Unsur nitrogen pada Pupuk Walne dalam bentuk nitrat (NaNO_3). Nitrat yang bersifat mudah larut dalam air menyebabkan *Nannochloropsis oculata* mudah memanfaatkan nitrat tersebut sebagai nutrisi untuk pertumbuhannya (Agustiyani, 2002).

Fase Stasioner merupakan fase dimana fase kematian sama dengan laju reproduksi sehingga populasi menjadi tetap untuk sementara waktu. Fase

stasioner pada penelitian ini belum dapat terlihat karena hingga hari ketujuh, pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* masih dalam kondisi meningkat. Hal ini dikarenakan nutrisi pada seluruh perlakuan, kecuali perlakuan H (kontrol), masih dalam keadaan optimal sehingga masih dapat dimanfaatkan *Nannochloropsis oculata* untuk pertumbuhannya. Menurut Schlegel dan Schmid (1994) dalam Partawisastra (1996), selama energi yang dibutuhkan untuk mempertahankan sel masih dapat diperoleh dengan respirasi bahan simpanan dan protein, mikroorganisme masih mampu mempertahankan hidup untuk masa yang panjang. Sementara fase penurunan *Nannochloropsis oculata* pada penelitian ini juga masih belum terlihat karena hingga pengamatan hari ketujuh, pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* masih mengalami peningkatan.

Zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) mengandung bahan aktif 2,4 D serta unsur makro (N, P dan K) dan unsur mikro (Mg, Mn, S, Zn dan Cu). Unsur nutrisi yang paling dibutuhkan *Nannochloropsis oculata* yaitu unsur nitrogen. Sumber nitrogen dalam penelitian ini didapat dari zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat). Berdasarkan hasil Uji Nitrogen yang dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya, konsentrasi Nitrogen dalam zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) adalah 8,9 mg/ml.

ZPT 2,4 D sebagai salah satu zat pengatur tumbuh golongan auksin sintetik memiliki fungsi merangsang pembelahan dan perbesaran sel. Menurut Heddy (1986) dalam Aslamsyah (2002) auksin mendorong pembelahan sel dengan cara mempengaruhi dinding sel. Adanya induksi auksin dapat mengaktifasi pompa proton yang terletak pada membran plasma sehingga menyebabkan pH pada bagian dinding sel lebih rendah, yaitu mendekati pH pada membran plasma sekitar pH 4,5. Aktifnya pompa proton tersebut dapat memutuskan ikatan hidrogen diantara serat selulosa dinding sel. Putusnya ikatan hidrogen menyebabkan dinding mudah merenggang sehingga tekanan dinding sel akan menurun dan dengan demikian terjadilah pelenturan sel. pH rendah ini juga dapat mengaktifasi enzim tertentu pada dinding sel yang dapat mendegradasi bermacam-macam protein pada dinding sel yang lunak dan lentur sehingga pemanjangan, pembesaran dan pembelahan sel dapat terjadi (Catala, *et al.*, 2000 dalam Aslamsyah, 2002).

Menurut Thiman (1956) dalam Wilkins (1989) dalam Aslamsyah (2002), efek auksin terhadap tanaman adalah menyebabkan terjadinya pembesaran sel sehingga tanaman akan memanjang dan terjadilah pertumbuhan. Jika konsentrasi yang diberikan lebih tinggi daripada konsentrasi optimum maka dapat mendorong pertumbuhan atau mengganggu metabolisme dan perkembangan tumbuhan. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi auksin yang tinggi, pembesaran sel berlangsung cepat sehingga ukuran sel menjadi besar. Keadaan ini akan menyebabkan reaksi turgor sel dalam sehingga permeabilitas terganggu dan sel akan mengalami kekeringan.

Markowitz (1999) dalam Wijaya (2006) menyatakan bahwa nitrogen merupakan nutrisi pembatas yang berpengaruh terhadap laju pertumbuhan fitoplankton. Penurunan kepadatan sel secara drastis disebabkan oleh pengaruh konsentrasi N yang terlalu tinggi. Pada kandungan konsentrasi N yang sangat tinggi laju pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* akan lebih rendah. Semakin tinggi penambahan N maka tidak selamanya sejalan dengan peningkatan pertumbuhan bahkan dapat menurunkan pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* (Markowitz, 1999 dalam Wijaya, 2006).

Penambahan ZPT 2,4-D kurang dari 4 ml dan lebih dari 6 ml menyebabkan kepadatan *Nannochloropsis oculata* mengalami pertumbuhan yang lebih lambat. Artinya, jika konsentrasi ZPT 2,4-D yang diberikan di bawah 4 ml maka *Nannochloropsis oculata* kekurangan N sehingga pertumbuhannya menjadi rendah. Hal tersebut dapat disebabkan karena penipisan nutrisi sehingga *Nannochloropsis oculata* tidak mampu lagi melakukan pembelahan sel.

Sama halnya jika konsentrasi ZPT 2,4-D yang diberikan di atas 6 ml maka *Nannochloropsis oculata* kelebihan N sehingga pertumbuhannya juga menjadi rendah. Penurunan populasi *Nannochloropsis oculata* tersebut diduga bahwa N yang berlebih tidak dimanfaatkan secara efektif sehingga akan menghasilkan tumpukan bahan organik yang bersifat racun dan pada akhirnya dapat menghambat pertumbuhan (Handayani, 2003). Jika N diberikan pada media kultur dalam jumlah berlebih maka bersifat racun yang dapat menghambat pertumbuhan. Hal ini disebabkan karena dengan adanya sifat racun maka efektivitas metabolisme sel secara langsung akan terganggu (Hastuti dan Handajani, 2001).

Faktor pendukung dalam pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* yang baik selain dipengaruhi oleh kandungan nutrisi juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di dalam media pemeliharaan, seperti salinitas, suhu dan pH (Djarajah, 1995). Salinitas awal medium kultur *Nannochloropsis oculata* dalam penelitian ini adalah 33 ppt. Setelah dilakukan pengukuran setiap harinya hingga hari terakhir pengamatan, salinitas medium berkisar antara 33–34 ppt. Hal ini menunjukkan bahwa salinitas media kultur mengalami peningkatan. Namun salinitas media kultur masih berada dalam kondisi optimal, sesuai dengan pernyataan Djarajah (1995) yang menyatakan bahwa salinitas optimal untuk pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* adalah berkisar antara 33–35 ppt serta didukung oleh pendapat bahwa *Nannochloropsis* sp. dapat berkembang dengan baik pada salinitas 31 ppt dan dapat terus menerus berkembang pada kisaran salinitas 22–49 (Hu dan Gao, 2006 dalam Zumaritha, 2011)

Suhu merupakan parameter fisika yang mempengaruhi aktivitas metabolisme organisme. Hasil dari pengukuran suhu air pada penelitian ini adalah berkisar antara 29–31 °C. Hal ini sesuai dengan pernyataan Rocha *et al.* (2003) dalam Zumaritha (2011) yang menyatakan bahwa suhu optimum pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* antara 25–35 °C. Sementara hasil dari pengukuran pH pada penelitian ini berkisar 7–8. Hal ini sesuai dengan pernyataan Djarajah (1995) yang menyatakan bahwa pH optimum untuk pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* antara 7–9. Berdasarkan pengukuran, rata-rata kisaran temperatur, pH dan salinitas dari ketiga media kultur masih layak dan baik untuk mendukung proses metabolisme sel *Nannochloropsis oculata* selama penelitian.

Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan sebagai berikut (a) konsentrasi zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) dapat berpengaruh terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*, (b) pemberian zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) dengan konsentrasi 5 ml menghasilkan kepadatan sel *Nannochloropsis oculata* tertinggi yaitu 4.800.000 sel/ml yang diperoleh pada hari ke-7 setelah perlakuan. Sementara saran dapat disampaikan bahwa perlu pengkajian lebih lanjut dan mendalam mengenai

peranan zat pengatur tumbuh (Asam-2,4-Diklorofenoksiasetat) dalam memacu pertumbuhan *Nannochloropsis oculata* hingga fase penurunan didapat sehingga nantinya dapat diperoleh data berapa konsentrasi ZPT 2,4-D yang efektif terhadap pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Selain itu adanya pengkajian terhadap peranan hormon tumbuh terhadap alga, baik mengenai objek analisis dengan parameter lain atau objek menggunakan jenis hormon tumbuh sintetik yang lain.

Daftar Pustaka

- Aslamyiah, S. 2002. Peranan Hormon Tumbuh Dalam Memacu Pertumbuhan Algae. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Brotowidjoyo, M.D., D. Tribawono dan E. Mulyantoro. 1995. Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air. Liberty. Yogyakarta.
- Darnell, J., H. Lodish and H. Baltimore. 1986. Molecular Cell Biology. Scientific American Books, Inc. New York.
- Djarajah. A. S. 1995. Pakan Ikan Alami. Kanisius. Yogyakarta.
- Djayawati, S. 1993. Pengaruh Penggunaan Air Kelapa Muda Dan Hidrasil Terhadap Laju Pertumbuhan Rumput Laut (*Gracillaria verucosa*). Tesis. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Muslim Indonesia. Ujung pandang.
- Gardner, F.P., R.B. Pearce, and R. L. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Handayani, L. 2003. Pertumbuhan *Spirulina platensis* Yang Dipupuk Dengan Pupuk Komersil Dan Kotoran Puyuh Pada Konsentrasi Berbeda. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hastuti, W., W. Malistyani, dan M. S. Latief. 1995. Peranan Pakan Alami Untuk Meningkatkan Mutu Benur. Workshop Perumusan Kriteria Kelayakan Benur Windu 27 – 30 November 1995. Balai Budidaya Air Payau Jepara. Jepara.
- Kabinawa, I. N. K. 2006. Spirulina: Ganggang Penggempur Aneka Penyakit. Agro Media. Jakarta.
- Prabowo, D. A. 2009. Optimasi Pengembangan Media untuk Pertumbuhan *Chlorella* sp. pada Skala Laboratorium. Skripsi. Program studi Ilmu dan teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Restiada, I., Muhdiat dan A. G. Arif. 2008. Penyediaan Bibit Plankton *Nannochloropsis oculata* untuk Skala massal. Balai Besar Reset Perikanan Budidaya Laut. Bali.
- Suantika, G. dan D. Hendrawandi. 2009. Efektivitas Teknik Kultur Menggunakan Sistem Kultur Statis, Semi-kontinyu dan Kontinyu Terhadap Produktivitas dan Kualitas Kultur *Spirulina* sp. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wijaya, S. A. 2006. Pengaruh Pemberian Konsentrasi Urea yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan *Nannochloropsis oculata*. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Zumaritha, F. 2011. Pemanfaatan Karbondioksida (CO₂) Untuk Kultivasi Mikroalga *Nannochloropsis* sp. Sebagai Bahan Baku Biofuel. Institut Pertanian Bogor. Bogor.