

Dampak Eutrofikasi Terhadap Struktur Komunitas dan Evaluasi Metode Penentuan Kelimpahan Fitoplankton

Yudhi Soetrisno Garno

Peneliti Utama Bidang Limnologi
di Pusat Teknologi Lingkungan BPPT
yusoegarno@scientist.com

Abstrak

Pada umumnya peneliti menentukan status kualitas perairan menggunakan data yang diperoleh dengan plankton-net. Data tersebut tidak mencerminkan kepadatan dan struktur komunitas fitoplankton yang sebenarnya. Oleh karena itu data tersebut kurang layak untuk menganalisis status kualitas perairan. Artikel ini menyampaikan hasil kajian kelimpahan fitoplankton di perairan tawar dan laut, yang diperoleh dengan dan tanpa menggunakan plankton-net. Kepadatan yang diperoleh dengan plankton-net menghasilkan nilai yang jauh lebih kecil dari kepadatan yang diperoleh tanpa menggunakan plankton-net. Ini mengisyaratkan bahwa untuk menganalisis status kualitas air, lebih layak menggunakan data yang diperoleh dengan tanpa plankton-net

kata kunci: fitoplankton, plankton-net, nutrisi, eutrofikasi, struktur komunitas.

Abstract

In general, researchers determine the status of water quality using data obtained with a plankton-net. The data do not reflect the density and the actual structure of phytoplankton communities. Therefore, the data is not feasible to analyze the water quality status. This article present the results of the study the abundance of phytoplankton in freshwater and marine, which obtained with and without using a plankton-net. Density obtained with a plankton-net produce values that are much smaller than the density obtained without using a plankton-net. This implies that in order to analyze the status of water quality, is more feasible to use data obtained with the no-net plankton

key words: *phytoplankton, plankton-net, nutrients, eutrophication, the community structure.*

1. PENDAHULUAN

1.1 Eutrofikasi dan dampaknya

Tanpa disadari, badan-badan air di perairan umum disekitar kita terutama yang relatif tergenang seperti situ, danau dan waduk bahkan pantai tertutup sedikit demi sedikit berubah warna menjadi kehijau-hijauan. Para pakar ekologi perairan sepakat bahwa fenomena tersebut disebabkan oleh

peningkatan kepadatan fitoplankton yang diakibatkan oleh peningkatan konsentrasi nutrisi/hara terlarut dalam badan air, yang dapat berasal dalam dan luar ekosistem. Dari dalam ekosistem, peningkatan nutrisi berasal dari dekomposisi organik (detritus & kotoran/ekskresi) dan regenerasi nutrisi oleh zooplankton, sedangkan dari luar ekosistem nutrisi masuk ke badan air melalui berbagai bahan buangan (limbah) baik yang disengaja ataupun tidak.

Fitoplankton adalah tumbuhan mikroskopik yang hidup melayang-layang dalam air. Fitoplankton terdiri dari divisi chrysophyta (diatom), chlorophyta dan cyanophyta. Pada umumnya chlorophyta dan cyanophyta mudah ditemukan pada komunitas plankton perairan tawar sedangkan chrysophyta dapat ditemukan diperairan tawar dan asin. Di perairan umum, komunitas fitoplankton umumnya didominasi oleh jenis fitoplankton yang berukuran lebih kecil dari 10 μm ⁽¹⁾

Keberadaan dan kelimpahan suatu jenis fitoplankton di perairan umum sangat ditentukan oleh sifat fisik dan kimia air, khususnya kandungan nutrisi badan air tersebut^(2,3,4). Nutrien merupakan unsur kimia yang diperlukan alga (fitoplankton) untuk pertumbuhannya. Untuk pertumbuhannya, meskipun sebagian besar hanya dibutuhkan dalam jumlah sangat sedikit (nutrien mikro) namun fitoplankton membutuhkan paling sedikit 19 macam nutrisi.

Sampai pada tingkat konsentrasi tertentu, peningkatan konsentrasi nutrisi dalam badan air akan meningkatkan produktivitas perairan, karena nutrisi yang larut dalam badan air langsung dimanfaatkan oleh fitoplankton untuk pertumbuhannya sehingga populasi dan kelimpahannya meningkat. Peningkatan nutrisi yang berkelanjutan dalam konsentrasi yang tinggi pada akhirnya akan menyebabkan badan air menjadi sangat subur atau eutrofik dan menimbulkan gangguan (dampak negatif) bagi badan air tersebut yakni terjadinya . Proses peningkatan kesuburan air yang berlebihan yang disebabkan oleh masuknya nutrisi dalam badan air, terutama fosfat inilah yang disebut eutrofikasi.

Publikasi yang ada menyatakan bahwa kandungan fosfor > 0,010 mgP/l dan nitrogen > 0,300 mgN/l dalam badan air baik keduanya ataupun salah satunya akan merangsang fitoplankton untuk tumbuh dan berkembang-biak dengan pesat, sehingga terjadi blooming⁽⁵⁾.

Kilham dan Kilham.⁽⁶⁾ mengemukakan

bahwa setiap jenis fitoplankton mempunyai respon yang berbeda terhadap perbandingan jenis nutrisi yang ada utamanya perbandingan konsentrasi nitrogen, fosfor dan silika dalam badan air. Fenomena inilah yang mendorong beberapa pakar ekologi menyimpulkan bahwa dominasi suatu jenis fitoplankton lebih ditentukan oleh perbandingan jenis nutrisi yang terlarut dalam badan air⁽⁶⁾ . Hal ini dikarenakan fitoplankton yang sesuai dengan perbandingan unsur hara dalam badan air akan tumbuh dengan baik sehingga menjadi dominan, sedangkan fitoplankton yang tak sesuai dengan perbandingan unsur hara yang ada akan mati atau hidup tertekan tidak berkembang.

Selain oleh perbandingan unsur hara, dominasi fitoplankton dalam suatu badan air juga dipengaruhi oleh zooplankton yang menjadi pemangsa/pemakan utamanya. Beberapa jenis fitoplankton diketahui tidak dapat dimakan oleh zooplankton karena bentuk morfologi dan fisiologi fitoplankton^(7,8,9,10) ukuran, komposisi dan mekanisme makan zooplankton^(11,12,13) serta faktor abiotik lainnya. Terakhir diketahui pula bahwa dalam kondisi persediaan makanan (fitoplankton) berlimpah dan beragam; zooplankton mampu melakukan pemilihan terhadap jenis, bentuk dan ukuran makanan yang hendak dimakan⁽⁸⁾. Fitoplankton yang tersisa dalam badan air, baik karena tidak dapat dimakan maupun tidak disukai oleh zooplankton inilah yang pada gilirannya akan menjadi dominan⁽⁸⁾ sesuai dengan daya adaptasi mereka pada perbandingan unsur-unsur hara yang tersedia dalam badan air tersebut.

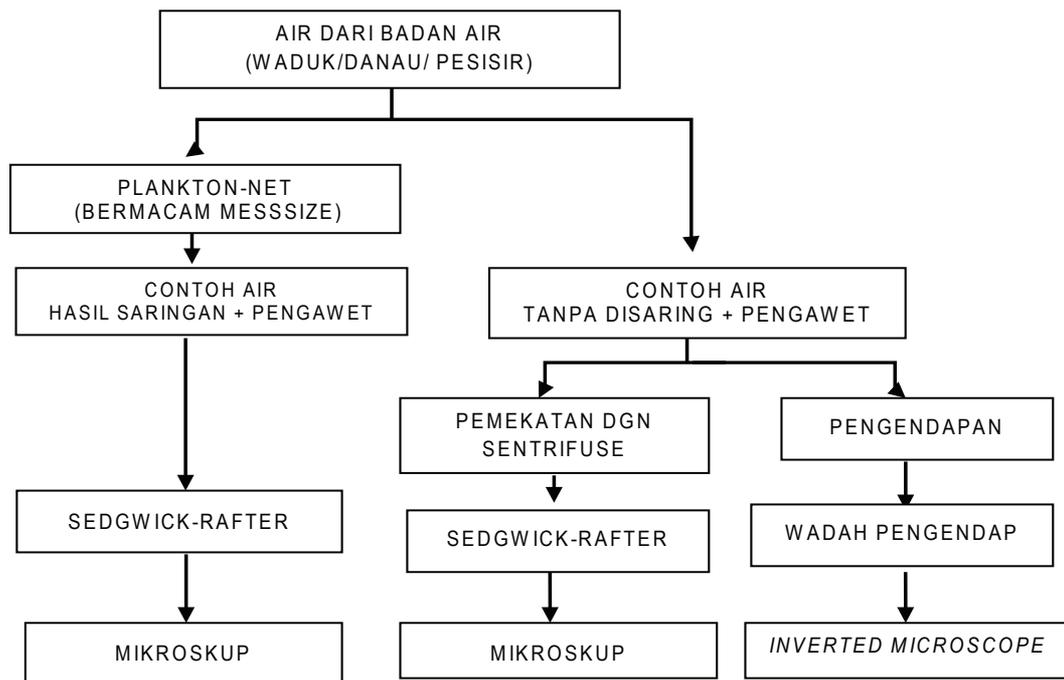
Dengan demikian maka interaksi kompleks antara nutrisi, fitoplankton dan zooplankton tersebut menyebabkan badan air yang mengalami eutrofikasi pada akhirnya akan didominasi oleh sejenis fitoplankton tertentu yang pada umumnya tidak bisa dimakan oleh fauna air terutama zooplankton dan ikan; termasuk karena beracun. Sebagai contoh yang nyata dari fenomena ini adalah dominasi *Mycrocystis sp* di waduk-waduk

Saguling, Cirata dan Jatiluhur dan dominasi *Pyrodinium bahamense*, *lexandrium spp.* dan *Gymnodinium spp.* di perairan pantai/pesisir waktu terjadi “red-tide”.

Selain merugikan dan mengancam keberlanjutan fauna akibat dominasi fitoplankton yang tidak dapat dimakan dan beracun; *blooming* yang menghasilkan biomasa (organik) tinggi juga merugikan fauna; karena fenomena *blooming* selalu diikuti dengan penurunan oksigen terlarut secara drastis akibat pemanfaatan oksigen yang berlebihan untuk dekomposisi biomasa (organik) yang mati. Konsentrasi oksigen terlarut yang rendah apalagi jika sampai batas nol akan menyebabkan ikan dan fauna lainnya tidak bisa hidup dengan baik dan mati. Selain menekan oksigen terlarut proses

dekomposisi tersebut juga menghasilkan gas beracun seperti NH_3 dan H_2S yang pada konsentrasi tertentu dapat membahayakan fauna air, termasuk ikan.

Uraian tersebut diatas mengungkapkan bahwa dampak negatif dari pencemaran nutrisi atau eutrofikasi timbul berkenaan dengan terjadinya 2 (dua) fenomena yang berhubungan erat dengan kepadatan fitoplankton; yakni: (i) dominasi fitoplankton yang tidak dapat dimakan dicerna dan atau beracun, dan (ii) *blooming* fitoplankton yang dapat mengakibatkan deplesi oksigen terlarut dan munculnya gas beracun. Oleh karena itu maka sudah tepat jika kepadatan fitoplankton telah dijadikan salah satu parameter utama dalam menganalisis dampak pencemaran nutrisi terhadap kualitas perairan.



Gambar 1 Flow-chart penentuan kepadatan fitoplankton

NB: Dari flow chart diatas dapat dikelompokkan 3 (tiga) metode (M) penentuan kepadatan fitoplankton yakni:

1. C-1: penentuan melalui alur plankton-net → sedgwick-rafter → mikroskop.
2. C-2: penentuan melalui alur tidak disaring → sedgwick-rafter → mikroskop.
3. C-3: penentuan melalui alur tidak disaring → pengendapan → inverted microscope

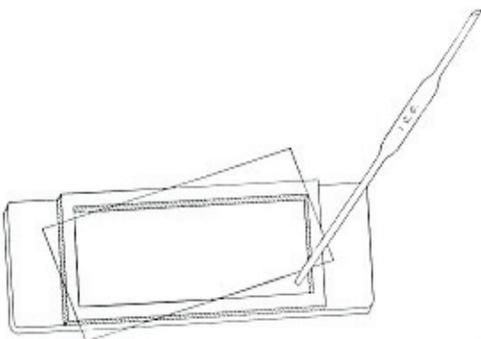
1.2 Penentuan Kepadatan Fitoplankton

Secara umum penentuan kepadatan fitoplankton dilakukan dengan melalui 2 (dua) tahap yakni :

- a. Pengumpulan contoh (sample) air yang merupakan kegiatan di lapangan yang meliputi pengambilan air, dan pengawetan air dengan lugol/formalin dalam botol sampel.
- b. Analisis dengan mikroskop yang merupakan kegiatan di laboratorium yang meliputi persiapan preparat (*sedgwick-rafter/sentrifuse/pengendap*) dan pengamatan di bawah mikroskop, yang diikuti dengan identifikasi dan penghitungan.

Secara detail pentahapan penentuan fitoplankton tergambar pada Gambar-1. Gambar-1 menunjukkan bahwa secara umum penentuan kelimpahan fitoplankton dapat dilakukan dengan 3 cara yakni cara-1 (C-1), cara-2 (C-2) dan cara-3 (C-3) seperti pada catatan dalam Gambar-1.

Literatur yang ada mengungkapkan bahwa pada umumnya peneliti menentukan kelimpahan fitoplankton dengan cara-1, yakni mengumpulkan contoh-air dengan menyaring air memakai plankton-net dengan mesh size berbeda-beda. Adnan menggunakan plankton-net dengan *mesh size* 20 μm ⁽¹⁴⁾; Sidabutar dengan *mesh size* 64 μm ⁽¹⁵⁾; Effendi dengan *mesh size* 80 μm ⁽¹⁶⁾ dan Praseno and Adnan dengan *mesh size* 110 μm ⁽¹⁷⁾.



Gambar 2. Sedgwick-Rafter



Gambar-3. Pengendap fitoplankton bervolume 10 ml

Di Laboratorium, contoh air yang telah diawetkan dengan formalin/lugol di masukan ke dalam preparat "*Sedgwick-Rafter*" yang bervolume 1 ml dan kemudian ditempatkan dibawah mikroskop, diidentifikasi dan dihitung. Hasil penghitungan dengan saringan tersebut yang pertama pasti terjadi adalah yang terhitung hanyalah fitoplankton yang tidak lolos saringan sehingga kepadatan yang dihasilkan adalah bukan kepadatan sebenarnya. Kedua adalah mengingat struktur fitoplankton berbeda disetiap tempat dan waktu maka hasil penghitungan disatu badan air tidak bisa dibandingkan dengan badan air lain, apalagi jika ukuran saringan berbeda. Fenomena tersebut menimbulkan pertanyaan "pantaskan data-data tersebut digunakan untuk menganalisis hubungan kepadatan fitoplankton dengan dinamika nutrien terlarut dan zooplankton" atau "dijadikan dasar analisis status kualitas perairan", apalagi dijadikan dasar pengambilan keputusan sistem pengelolaan lingkungan suatu perairan.

Berkenaan dengan pertanyaan-pertanyaan tersebut maka penulis menyampaikan beberapa hasil kajian penentuan kepadatan fitoplankton dengan 3 cara yang ada yakni Cara-1, Cara-2 dan Cara-3, dengan harapan diperoleh data yang lebih mencerminkan kondisi sebenarnya

badan air saat pengambilan contoh air sehingga lebih layak pemanfaatannya dan lebih mendekati kebenaran hasil analisisnya.

2. Kajian Evaluasi Metode Penentuan Fitoplankton.

Agar dapat dipergunakan secara universal, maka kajian dilakukan di jenis perairan yakni perairan tawar dan perairan asin. Di perairan tawar dilakukan di Waduk Saguling dan Cirata pada Tahun 1999 dengan menggunakan metode C-1 dan C-3; sedangkan di perairan laut dilakukan di Pulau Kelapa pada Tahun 1999 dengan menggunakan C-2 dan C-3

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Perairan Tawar

Hasil penentuan kepadatan fitoplankton di perairan waduk Saguling dan Cirata dengan menggunakan C-1 dan C-3 disampaikan pada Tabel-1. Tabel-1 mengungkapkan bahwa nilai kepadatan hasil penentuan dengan C-1 jauh lebih kecil dari hasil penentuan dengan C-3. Di waduk Saguling nilai kepadatan fitoplankton dengan C-1 hanya menghasilkan

kelimpahan 0,09-0,47% dengan C-3, sedangkan di waduk Cirata kepadatan fitoplankton yang ditentukan dengan C-1 hanya 0,15-0,60% kepadatan yang ditentukan dengan C-3. Selain nilai kepadatan yang sangat under estimate di setiap waduk tersebut Garono^{19,20} juga mengungkapkan bahwa penentuan kepadatan fitoplankton dengan C-1 menghasilkan jenis fitoplankton dominan yang berbeda dengan penentuan kepadatan fitoplankton dengan C-3. Perbedaan struktur komunitas inilah yang menyebabkan prosentase C1 terhadap C-3 di Waduk Saguling sangat berbeda dengan di Cirata^{19,20}.

Kedua perbedaan hasil C-1 dan C-3 ini sudah pasti akan memberikan arahan yang salah pada proses penyusunan, pemilihan dan penentuan bentuk pengelolaan lingkungan yang akan digunakan. Ini berarti bahwa perhitungan dengan C-1 hanya dapat digunakan untuk identifikasi jenis fitoplankton⁽¹⁾. Oleh karena itu kembali penulis menegaskan bahwa hasil perhitungan fitoplankton dengan C-1 sangat tidak layak untuk dijadikan dasar analisis status kualitas perairan, apalagi dijadikan dasar pengambilan keputusan sistem pengelolaan lingkungan suatu perairan.

Tabel-1. Kepadatan Fitoplankton di waduk Saguling dan Cirata ditentukan dengan M-1 dan M-3.

LOKASI	Kepadatan Fitoplankton di tempat pengambilam contoh air								
	1		2		3		C-1/C-3		
	C-3	C-1	C-3	C-1	C-3	C-1	1	2	3
W. Saguyling, Juni 1999	16.946	14.42	39.655	65.57	24.127	21.29	0,09	0,17	0,09
W. Saguling, Juli '1999	20.490	80.04	13.691	64.51	13.279	35.29	0,40	0,47	0,27
W. Cirata, Juni 1999	22.080	76.60	38.080	89.90	36.560	140,0	0,35	0,24	0,38
W. Cirata, Juni 1999	43.840	77,30	26.240	39.90	32.400	159,0	0,18	0,15	0,49
W. Cirata, Juli 1999	29.040	87.70	38.720	140,0	25.900	105,0	0,30	0,36	0,41

3.2. Perairan Laut

Hasil penentuan kepadatan fitoplankton di perairan pulau Kelapa dengan menggunakan C-2 dan C-3 disampaikan pada Tabel-2. Tabel-2 mengungkapkan bahwa nilai kepadatan hasil penentuan dengan C-2 lebih kecil yakni hanya berkisar antara 2,4-18,5% dari hasil penentuan dengan C-3. Fenomena ini terjadi diduga karena penggunaan centrifuge untuk pemekatan sulit membuahkan hasil yang sempurna, karena banyak fitoplankton terbang, sehingga setelah dihitung menghasilkan kelimpahan yang lebih kecil dari C-3. Oleh karena itulah Garno²¹⁾ menyimpulkan bahwa penentuan dengan C-2 menghasilkan nilai kepadatan yang under-estimate. Selain karena pemekatan yang tidak sempurna; "under-estimate" pada C-2 juga dapat terjadi karena penggunaan *sedwick rafter* yang sulit untuk memfokuskan semua fitoplankton yang ada dibawah objektif.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Mencermati hasil kedua kajian tersebut diatas, disimpulkan bahwa penentuan kepadatan fitoplankton dengan C-1

menghasilkan nilai kepadatan yang sangat under-estimate; sedangkan dengan C-2 meskipun menghasilkan nilai yang under estimate namun masih lebih wajar dari nilai penentuan kepadatan dengan C-1. Ini berarti bahwa untuk keperluan analisis status kualitas air, data hasil penentuan kelimpahan dengan C-3 lebih layak daripada dengan C-2 dan C-1, dan dengan data C-2 lebih layak daripada C-1.

Dengan hasil dan kesimpulan seperti tersebut diatas, maka penulis menyarankan pada semua peneliti dan praktisi dibidang ekologi perairan di Indonesia untuk :

- a. menggunakan data-data fitoplankton yang pengambilan sampelnya dengan penyaringan (C-1) hanya untuk mengetahui jumlah jenis fitoplankton yang ada (identifikasi),
- b. tidak menggunakan data-data tersebut pada poin (a) untuk analisis status kualitas lingkungan perairan termasuk penentuan dominansi jenis.
- c. mulai menggunakan penentuan kepadatan fitoplankton dengan pengambilan contoh air tanpa penyaringan; diikuti dengan pengendapan dan penghitungan dibawah inverted mikroskop.

Tabel-2. Kepadatan Fitoplankton di pulau Kelapa ditentukan dengan C-2 dan C-3

L O K A S I	Kepadatan Fitoplankton (ind./ml) di tempat pengambilam contoh air								
	Pagi		Siang		Sore		C1/C-3		
	C-3	C-2	C-3	C-2	C-3	C-2	1	2	3
P. Kelapa 7-1-1999	727.3	38.19	1.018.2	29.09	145.44	27.28	5,3	2,9	18,5
P. Kelapa, 28-1-1999	654.5	41.83	1.745.4	41.82	1.454.5	36.37	6,5	2,4	2,5
P. Kelapa, 22 -4-1999	1.163.6	192.7	1.745.4	85.46	1.599.9	147.84	16,7	4,9	9,3

DAFTAR PUSTAKA

1. Garno, Y.S. 1998. "Peran Plankton Net pada pemisahan dan strukturisasi komunitas Fitoplankton". BPP Teknologi, Jakarta, 374-392.
2. Hutchinson, G.E. 1944: "Limnological studies in Connecticut. 7. A. Critical examination of supposed relationship between phytoplankton peridiocity and chemical changes in lake waters". Ecology 25. 3-25.
3. Margalef, R. 1958: "Temporal succession and spatial heterogeneity in phytoplankton" In A.A. Buzzati-Traverso (ed.), Perspective in Marine Biology Univ. California Press. 323-349.
4. Reynolds, C.S. 1989: "Physical determinants of phytoplankton succession" In U. Sommer (ed.) Plankton ecology. Springer-Verlag. 9-51.
5. Hendersen B. and H.R. Markland "Decaying Lakes-The Origins and Control of Cultural Eutrofication", John & Willey Sons Ltd. New York. Brisbane, Toronto, Singapura, 1987.
6. Kilham, S.S, dan P. Kilham 1978: "Natural community bioassays: Predictions of result based on nutrient physiology and competition", Int. Ver. Theor. Angew. Limnol. Verh., 20, 68-74
7. Horn, W., 1981: "Phytoplankton losses due to zooplankton grazing in drinking water reservoir", Int. Revue ges. Hydrobiol., 66, 787-810.
8. Garno, Y. S 1993: "Eligibility of Several Phytoplankton species by *Simocephalus vetulus*", Directorate for The Human Settlement and Environmental Technology, BPP Teknologi, 107-113
9. Geller, W. 1975: " Food ingestion of *Daphnia pulex* as a function of food concentration, temperature, animals, body length and hunger", Arch. Hydrobiol. Suppl., 48, 47-107
10. Bold, H.C dan M.J. Wyne, 1978: Introduction to the Algae: Structure and Reproduction. New Jersey: Prentice-Hall Inc. 32.
10. Downing, J. A, and R.H. Petter, "The effect of body size and food concentration on the in-situ filtering rate of *Sida crystalina* , Limnol. Oceanogr., 25, 1980, 883-896.
11. DeMott, W.R., 1982: " Feeding selectivities and relative ingestion rates of *Daphnia* and *Bosmina* , Limnol., Oceanogr. 27, 518-527.
12. Frost, B.W., 1980: "Grazing" In I. Morris (ed.): The physiological ecology of phytoplankton. Blackwell Scientific, Oxford: 465-486.
13. James M.R, and D.J. Forsyth 1990" Zooplankton-phytoplankton interaction in a eutrophic lake. J. Plankton Res., 12, 455-472
14. Adnan Q. (1998). Kelimpahan Fitoplankton di Estuarin Muara Angke Teluk Jakarta tahun 1995. Direktorat Teknologi Pemukiman dan Lingkungan Hidup, BPPT, Jakarta, 254-265.
15. Sidabutar, T., (1996): Kondisi Plankton dan Hidrologi di Perairan Seram Barat dan Ssekitarnya pada Musim Timur, Seminar Maritim Indonesia. BPP Teknologi-Wanhanakamnas, Makassar, : 283-297.
16. Effendi M (1998). Penelitian Kelimpahan Biota Perairan antara Pulau Tarakan dan P. Bunyu, BPP Teknologi, Jakarta, 351-363.
17. Praseno D.P and Adnan Q, (1996): Phytoplankton Community and Abundance In Some Estuaries of The Northern Coast of Java. Workshop on Making Efficient Use on Marine Environmental Monitoring for Supporting Sustainable Development. Directorate for the Human Settlement and Environmental Technology, BPPT, Jakarta, 17-24.
18. Praseno D.P and Adnan Q, (1996): Phytoplankton Community and Abundance In Some Estuaries of The Northern Coast of Java. Workshop

- on Making Efficient Use on Marine Environmental Monitoring for Supporting Sustainable Development. Directorate for the Human Settlement and Environmental Technology, BPPT, Jakarta, 17-24.
19. Garno, Y.S (1999) : Studi evaluasi Penggunaan Plankton - net pada Sampling Fitoplankton Dalam Analisis Status Lingkungan Ekosistem Perairan. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia "Edisi Khusus". BPPT 1(5) : 146-155.
 20. Garno,Y.S (2000) : Penerapan Metode pengendapan pada Penentuan Kelimpahan Fitoplankton Perairan Pesisir dan Laut. JSTI-BPPT, "Edisi Khusus". 4(5): 53-60.
 21. Garno,Y.S (2002) : Aplikasi Metode Pengendapan Pada Analisis Fitoplankton dan Tingkat Kesuburan Waduk Saguling. J.Tekling, 1(2) : 126-134.