

EVALUASI KESUBURAN EKOSISTEM PADANG LAMUN DENGAN MENGGUNAKAN BIOINDIKATOR FITOPLANKTON DI PULAU KARIMUNJAWA, JAWA TENGAH

Evaluation of Fertility Seagrass Ecosystem by Using Phytoplankton Bioindicator in Karimunjawa Island, Central Java

Yayuk Sugianti dan Mujiyanto

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan

Jl. Ciawi No.1 Jatiluhur Purwakarta - Jawa Barat 41152

Email: yayuk.sugianti@bp2ksi.go.id

Diterima: 3 Nopember 2014; Diperiksa: 10 Nopember 2014; Revisi: 24 Nopember 2014; Disetujui: 5 Desember 2014

Abstract

Seagrass ecosystems has a very important function as stability and sediment retaining, developing sedimentation, reducing and slowing the movement of the waves, as a feeding area, nursery and spawning ground. But its utilization has led to problems of pollution and cause damage. To anticipate these problems phytoplankton used as bio-indicators, because some phytoplankton organisms are tolerant and have a different response to changes in water quality. The aim of this study is to determine the level of fertility and water pollution on seagrass in Karimun Island waters. The study was conducted at four stations, Ujung Gelam, Legon Lele, Menjangan Besar, and Cikmas. Based on the results on the fertility rate of seagrass in Karimunjawa island waters based bio-indicators of phytoplankton included in moderate conditions with the level of light pollution. The existence of *Nitzschia* sp as a dominant types of phytoplankton from Bacillariophyceae class, be anticipated its existence so as not to cause negative impacts to another organisms. Because this type of phytoplankton proved to be a source of domoic acid (DA) which is toxic and highly dangerous to humans, marine mammals, and seabirds.

Keywords: bioindicators, phytoplankton, sea grass

Abstrak

Ekosistem padang lamun mempunyai fungsi yang sangat penting sebagai stabilitas dan penahan sedimen, mengembangkan sedimentasi, mengurangi dan memperlambat pergerakan gelombang, sebagai daerah *feeding*, *nursery*, dan *spawning ground*. Namun pemanfaatannya ternyata telah menimbulkan permasalahan pencemaran dan mengakibatkan kerusakan. Untuk mengantisipasi permasalahan tersebut digunakanlah fitoplankton sebagai bioindikator, karena beberapa organisme fitoplankton bersifat toleran dan mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas perairan. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan tingkat kesuburan dan pencemaran air pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa. Penelitian dilakukan pada 4 stasiun yaitu Ujung Gelam, Legon Lele, Menjangan Besar, dan Cikmas. Berdasarkan hasil penelitian Tingkat kesuburan pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa berdasarkan bioindikator fitoplankton termasuk dalam kondisi sedang, dengan tingkat pencemaran ringan. Adanya jenis fitoplankton dominan *Nitzschia* sp dari kelas Bacillariophyceae perlu diantisipasi keberadaannya supaya tidak menimbulkan dampak negatif bagi organisme di dalamnya. Karena fitoplankton jenis ini terbukti menjadi sumber asam domoic (DA) yang beracun dan sangat berbahaya bagi manusia, mamalia laut, dan burung laut.

Kata kunci: bioindikator, fitoplankton, padang lamun

1. PENDAHULUAN

Ekosistem padang lamun merupakan salah satu ekosistem perairan yang produktif dan berfungsi sebagai stabilitas dan penahan sedimen, mengembangkan sedimentasi, mengurangi dan memperlambat pergerakan gelombang, sebagai daerah *feeding*, *nursery*, dan *spawning ground*. Padang lamun juga memberikan tempat per-

lindungan dan tempat menempel berbagai hewan dan tumbuh-tumbuhan (alga). Yang tidak kalah penting dan banyak diteliti saat ini adalah perspektifnya dalam menyerap CO₂ (*carbon sink*) [1]. Penurunan luas padang lamun akan memperkecil daerah *feeding*, *nursery*, dan *spawning ground* bagi ikan dan udang. Sehingga stok alami bibit ikan dan udang di perairan ini akan menurun

dan pada akhirnya akan mengurangi produksi perikanan setempat dan mempengaruhi pendapatan nelayan pantai sebagai akibat berkurangnya hasil tangkapan nelayan.

Pemanfaatan sumberdaya padang lamun dengan cara yang dapat membahayakan ekosistem padang lamun akan merugikan masyarakat setempat dan menurunkan kualitas padang lamun itu sendiri. Kegiatan yang bersifat merusak dapat merubah komunitas lamun dan menghambat perkembangan padang lamun secara keseluruhan. Sehingga penurunan kualitas padang lamun perlu dianalisa agar bisa diantisipasi kerusakannya. Seperti yang terjadi di perairan Pulau Karimunjawa, Jepara dimana sebagai salah satu Taman Nasional Laut terbesar di Indonesia yang mempunyai populasi lamun dengan luas penutupan rata-rata sebesar 33,3%, pemanfaatannya ternyata telah menimbulkan permasalahan. Gangguan di ekosistem padang lamun biasanya bersumber dari pembuangan limbah, penambahan penduduk, penggunaan potassium sianida, reklamasi pantai, penambangan batu hingga lalu lintas kapal, yang berdampak pada penurunan nilai tutupan dan kerapatan spesies lamun [2] [3].

Melihat fungsi ekosistem padang lamun yang sangat penting seperti disebutkan diatas, maka kerusakan pada ekosistem ini harus ditangani secara tuntas dan dikelola secara benar agar fungsinya dapat dimanfaatkan secara optimal bagi sistem penyangga kehidupan dan keberlanjutan tipe-tipe ekosistem lainnya yang sustainabilitasnya berkaitan dengan eksistensi ekosistem pesisir. Kaitannya dengan kerusakan di ekosistem padang lamun, indikator biologi adalah kelompok atau komunitas organisme yang dekat kekerabatannya dan keberadaan atau tingkah lakunya, kemungkinan berkorelasi sangat erat dengan kondisi lingkungan tertentu yang dapat digunakan sebagai petunjuk atau uji kuantitatif [4]. Pada ekosistem pesisir yang sehat dan alami terdapat siklus biodinamik yang menghasilkan suatu keseimbangan hidup antara tumbuhan dan hewan. Adanya kerusakan dan pencemaran lingkungan dapat mengubah siklus tersebut. Salah satu biota yang memiliki peranan penting di dalam perairan dan dapat dijadikan sebagai bioindikator adalah fitoplankton. Beberapa organisme fitoplankton bersifat toleran dan mempunyai respon yang berbeda terhadap perubahan kualitas perairan. Mobilitas yang terbatas dan cenderung pasif menyebabkan fitoplankton secara terus menerus berada dalam air, yang mengakibatkan pertumbuhannya sangat dipengaruhi kondisi lingkungan. Perubahan lingkungan tersebut sangat mempengaruhi keanekaragaman fitoplankton [5] [6].

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan di Pulau Karimunjawa,

Kabupaten Jepara, Jawa Tengah selama tahun 2013, meliputi 4 (empat) stasiun yaitu St I (Ujung Gelam), St II (Legon Boyo), St III (Menjangan Besar) dan St IV (Cikmas).

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan menggunakan *Kemmerer Water Sampler* 4,2 L. Air contoh kemudian disaring menggunakan *plankton net* dengan *mesh size* 30 µm dan dimasukkan ke dalam botol serta diberi pengawet larutan lugol 1%. Pengamatan dilakukan menggunakan *sedgewick rafter counting* terhadap 100 lapang pandang dengan menggunakan mikroskop binokuler.

2.2 Analisa Data

2.2.1 Kelimpahan Fitoplankton

Kelimpahan fitoplankton dapat dihitung dengan menggunakan persamaan [7], sebagai berikut:

$$N = n \times \frac{A}{B} \times \frac{C}{D} \times \frac{1}{E} \dots\dots\dots(1)$$

dimana :

- N = kelimpahan fitoplankton (sel/l)
- n = jumlah rata-rata total individu per lapang pandang
- A = luas gelas penutup (mm²)
- B = luas satu lapang pandang (mm²)
- C = volume air terkonsentrasi (ml)
- D = volume air satu tetes (ml) dibawah gelas penutup
- E = volume air yang tersaring (l)

2.2.2 Indeks Keanekaragaman

Persamaan yang digunakan untuk menghitung indeks ini adalah persamaan Shannon-Wiener[8].

$$H' = \sum_{i=1}^S Pi \ln Pi \dots\dots\dots(2)$$

dimana :

- H' = indeks keanekaragaman Shannon-Wiener
- Pi = ni/N
- ni = jumlah individu jenis ke-i
- N = jumlah total individu
- S = jumlah genus

Keterangan :

- H'<1 = komunitas biota tidak stabil atau kualitas air tercemar berat
- 1<H'<3 = stabilitas komunitas biota sedang atau kualitas air tercemar sedang
- H'>3 = stabilitas komunitas biota dalam kondisi prima (stabil) atau kualitas air bersih

2.2.3 Indeks Keseragaman

Indeks keseragaman menunjukkan pola sebaran biota seragam atau tidak. Jika nilai indeks relatif tinggi maka keberadaan setiap jenis biota di perairan dalam kondisi merata [8].

$$E = \frac{H}{H' maks} \dots\dots\dots(3)$$

dimana :

- E = indeks keseragaman
- H' maks = Ln s (s adalah jumlah genus)
- H = indeks keanekaragaman

Keterangan : E = 0-0,5=pemerataan antar spesies rendah, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat jauh berbeda E = 0,6-1=pemerataan antar spesies relatif seragam atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama

2.2.4 Koefisien Saprobik

Sistem saprobik ini hanya untuk melihat kelompok organisme yang dominan saja dan banyak digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran dengan persamaan [9] sebagai berikut :

$$X = \frac{C + 3D - B - 3A}{A + B + C + D} \dots\dots\dots(4)$$

dimana :

- X = koefisien Saprobik (-3 sampai dengan 3)
- A = kelompok organisme Cyanophyta
- B = kelompok organisme Dinophyta
- C = kelompok organisme Chlorophyta
- D = kelompok organisme Chrysophyta
- A,B,C,D=jumlah organisme yang berbeda dalam masing-masing kelompok

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis terhadap fitoplankton secara keseluruhan di ekosistem lamun ditemukan 49 jenis fitoplankton, dimana fitoplankton yang ditemukan termasuk dalam kelas Bacillariophyceae (33 jenis), Chlorophyceae (1 jenis), Cyanophyceae (3 jenis), dan Dinophyceae (12 jenis). Kelimpahan fitoplankton berkisar antara $1,8 \times 10^6$ - $2,8 \times 10^6$ sel/l, dengan kelimpahan tertinggi terjadi di stasiun IV dan terendah di stasiun III, dengan jumlah jenis per stasiun berkisar antara 23-27 (Tabel 2).

Tabel 2. Kelimpahan dan jumlah jenis fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimun Jawa

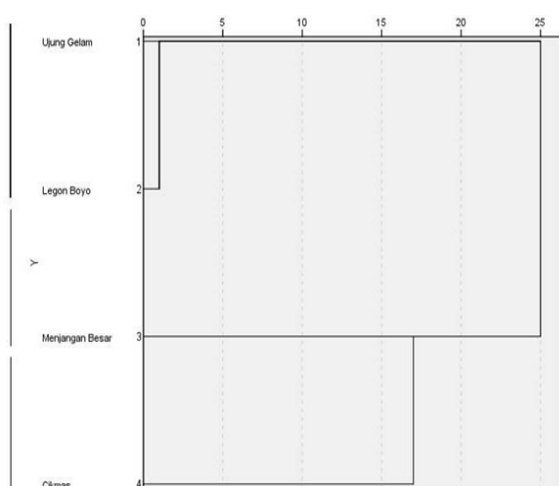
Struktur Komunitas	Stasiun			
	I	II	III	IV
Kelimpahan (sel/l)	$2,3 \times 10^6$	$1,9 \times 10^6$	$1,8 \times 10^6$	$2,8 \times 10^6$
Jumlah Jenis	24	27	23	23
Indeks Keanekaragaman	1,71	1,98	1,67	1,52
Indeks Keseragaman	0,54	0,60	0,54	0,49

Tabel 1. Hubungan antara koefisien saprobik (X) dengan tingkat pencemaran perairan

Bahan Pencemar	Tingkat Pencemar	Fase Saprobik	Koefisien Saprobik
Bahan Organik	Sangat Berat	Polisaprobik,	(-3)-(-2)
		Poli/α-mesosaprobik	(-2)-(-1,5)
	Cukup Berat	α-meso/polisaprobik	(-1,5)-(-1,0)
α-mesosaprobik		(-1)-(0,5)	
Bahan Organik dan Anorganik	Sedang	β-mesosaprobik	(-0,5)-(0)
		β/α mesosaprobik	(0)-(0,5)
	Ringan	β-mesosaprobik	(0,5)-(1,0)
		β-meso/oligosprobik	(1,0)-(1,5)
Bahan Organik dan Anorganik	Sangat Ringan	Oligo/ β-mesosaprobik	(1,5)-(2)
		Oligosaprobik	(2,0)-(3)

Tingginya kelimpahan fitoplankton di stasiun IV diduga karena stasiun tersebut dekat dengan pemukiman penduduk. Banyak aktifitas penduduk terjadi di stasiun tersebut dan menimbulkan adanya buangan limbah dan sampah organik-anorganik. Yang berdampak pada penyuburan perairan, serta meningkatnya bahan organik N dan P. Menyebabkan terjadinya ledakan populasi fitoplankton di perairan. Berbeda dengan di stasiun III yang merupakan daerah penangkaran hiu dan penyu. Kondisi lingkungan di stasiun ini sangat dijaga kelestariannya, karena apabila kondisi lingkungannya tidak sesuai akan membuat hiu dan penyu mengalami tekanan fisiologis di luar toleransinya.

Hasil analisa tingkat kesamaan komunitas fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa membentuk 3 kelompok yang memiliki kehadiran jenis fitoplankton yang sama (Gambar 1). Kelompok pertama terdiri dari stasiun I (Ujung Gelam) dan stasiun II (Legon Boyo), sedangkan kelompok kedua terdiri dari satu stasiun yaitu stasiun III (Menjangan Besar). Dan kelompok terakhir jenis fitoplankton yang ditemukan tidak memiliki kesamaan dengan kelompok pertama dan kelompok dua, yaitu stasiun IV (Cikmas).



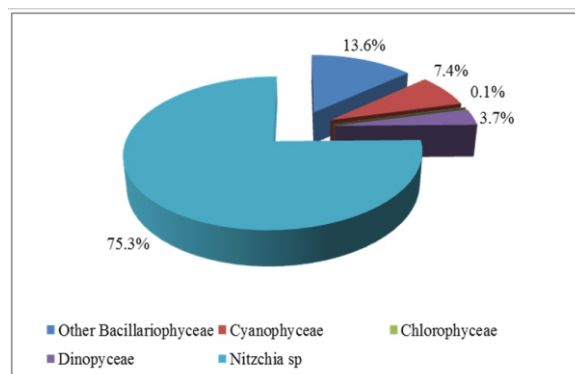
Gambar 1. Dendrogram tingkat kesamaan komunitas fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa

Keanekaragaman jenis fitoplankton yang ditemukan pada stasiun pengamatan berkisar antara 1,52-1,98, dimana nilai indeks keanekaragaman fitoplankton di ekosistem lamun ini termasuk dalam kriteria sedang. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas perairan di 4 (empat) stasiun pengamatan telah tercemar sedang. Sedangkan dari nilai indeks keseragaman di stasiun I, II dan III yang berkisar antara 0,54-0,60 menunjukkan bahwa pemerataan antar spesies fitoplankton relatif seragam atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama. Agak berbeda dengan stasiun IV dengan nilai indeks keseragaman 0,49 yang menunjukkan bahwa pemerataan antar

spesies rendah, artinya kekayaan individu yang dimiliki masing-masing spesies sangat jauh berbeda.

Nilai indeks keanekaragaman pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa menunjukkan kondisi tercemar sedang. Nilai indeks keanekaragaman ini akan meningkat jika jumlah jenis yang ditemukan semakin banyak dan proporsi masing-masing jenis semakin merata [10]. Dari 4 (empat) stasiun, nilai indeks keseragaman fitoplankton yang berbeda hanya terjadi di stasiun IV. Nilai indeks keseragamannya menunjukkan bahwa pemerataan antar spesies rendah, artinya ada beberapa spesies yang mendominasi. Hal ini disebabkan karena perubahan kondisi ekosistem perairan, sehingga hanya beberapa jenis saja yang dapat beradaptasi dengan kondisi tersebut. Adanya nutrisi yang terkandung di perairan pun berpengaruh terhadap keseragaman spesies antar stasiun.

Populasi fitoplankton didominasi oleh kelas Bacillariophyceae, yaitu sebesar 13,6%, dengan jenis dominan yang ditemukan adalah *Nitzschia* sp. *Nitzschia* sp. Ditemukan sebesar 75,3% dari total populasi fitoplankton (Gambar 2), dengan rata-rata kelimpahan $9,4 \times 10^5$ sel/l. *Blooming* jenis ini sering terjadi di perairan estuari, diantaranya di Teluk Chesapeake, USA dengan kisaran $0-1,9 \times 10^4$ sel/l [11].



Gambar 2. Proporsi kelimpahan fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa

Seperti diketahui species dari kelas Bacillariophyceae merupakan spesies yang umum ditemukan di perairan laut. Kelompok Bacillariophyceae atau lebih dikenal diatom merupakan kelompok terbesar dari algae. Ledakan populasi dari diatom di suatu perairan umumnya menandakan meningkatnya produktivitas perairan tersebut, namun *blooming* diatom kadang-kadang dapat menyebabkan berkurangnya kandungan oksigen di dalam air laut [12]. Jenis fitoplankton *Nitzschia* sp, awalnya dikenal sebagai *Nitzschia*, tapi diubah menjadi *Pseudo Nitzschia* karena kemampuannya untuk membentuk rantai sel. Beberapa species dari genus diatom *Pseudo Nitzschia* ini terbukti menjadi sumber asam domoic (DA) yang beracun dan sangat berbahaya bagi manusia, mamalia laut, dan burung laut [13].

Tabel 3. Kelimpahan fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa

Kelas Fitoplankton	Kisaran	Rata-rata
Bacillariophyceae	$9,1 \times 10^5 - 3,6 \times 10^6$	$1,7 \times 10^5$
Cyanophyceae	$2,6 \times 10^4 - 4,2 \times 10^5$	$9,2 \times 10^4$
Chlorophyceae	$0,0 \times 10^0 - 7,1 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$
Dinophyceae	$7,1 \times 10^3 - 1,4 \times 10^5$	$4,6 \times 10^4$
<i>Nitzschia</i> sp	$3,2 \times 10^5 - 1,8 \times 10^6$	$9,4 \times 10^5$

Dari tabel 4 terlihat bahwa nilai indeks saprobik fitoplankton pada 4 (empat) stasiun pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa berkisar antara 1,0 – 1,3. Berdasarkan kriteria tingkat pencemaran menunjukkan bahwa 4 (empat) stasiun berada dalam kondisi tercemar ringan.

Kondisi perairan yang tercemar ringan dilihat dari nilai saprobik-nya, disebabkan karena aktifitas domestik seperti pemukiman dan kegiatan pariwisata. Aktifitas-aktifitas seperti ini dapat menghasilkan buangan berupa limbah organik maupun anorganik yang langsung masuk ke perairan. Karena kawasan ini termasuk kedalam kawasan konservasi, beberapa kawasannya diberlakukan aturan untuk mengantisipasi pengaruh negatif dari aktifitas-aktifitas yang sekiranya dapat mengganggu keberlangsungan ekosistem di dalamnya. Karena tekanan yang berat akan membuat organisme di dalamnya mengalami tekanan fisiologis. Fitoplankton sendiri mempunyai kepekaan dan toleransi yang berbeda-beda terhadap bahan pencemar, sehingga dapat dijadikan indikator perubahan kualitas lingkungan perairan. Kondisinya yang sangat toleran terhadap bahan pencemar, membuatnya dapat bertahan pada kondisi tekanan lingkungan yang tinggi [14].

Tabel 4. Hasil analisis nilai koefisien saprobik fitoplankton pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa

No.	Stasiun	X	Fase Saprofik	Tingkat Pencemaran	Bahan Pencemar
1	Ujung Gelam	1.3	β -meso/ oligosprobik	Ringan	Organik+ anorganik
2	Legon Boyo	1	β -mesosaprobik	Ringan	Organik+ anorganik
3	Menjangan Besar	1.1	β -meso/ oligosprobik	Ringan	Organik+ anorganik
4	Cikmas	1	β -mesosaprobik	Ringan	Organik+ anorganik

4. KESIMPULAN

Tingkat kesuburan pada ekosistem lamun di perairan Pulau Karimunjawa berdasarkan bioindikator fitoplankton termasuk dalam kondisi sedang, dengan tingkat pencemaran ringan. Adanya jenis fitoplankton dominan *Nitzschia* sp dari kelas Bacillariophyceae perlu diantisipasi keberadaannya supaya tidak menimbulkan dampak negatif bagi organisme di dalamnya. Karena fitoplankton jenis ini terbukti menjadi sumber asam domoic (DA) yang beracun dan sangat berbahaya bagi manusia, mamalia laut, dan burung laut.

DAFTAR PUSTAKA

- Kawaroe, Mujizat. 2009. Perspektif Lamun Sebagai Blue Carbon Sink di Laut. Lokakarya Lamun. Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB.
- Fortes, M.D. 1994. Seagrasses, a resource unknown in the ASEAN region. ICLARM Education Series 5. International Centre for Living Aquatic Resources Management, Manila, The Philippines.
- Sakaruddin, M.I. 2011. Komposisi Jenis, Kerapatan, Persen Penutupan dan Luas Penutupan Lamun di Perairan Pulau Panjang Tahun 1990-2010. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. 57 hal.
- Ellenberg, H. 1988. Vegetation Ecology of Central Europe. 4 edition. Cambridge : Cambridge University Press.
- Odum, H.T. 1994. Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology (rev. ed.). University Press of Colorado, Niwot. 644 pp.
- Suwondo, E. Febrita, Dessy, dan M. Alpusari. 2004. Kualitas Biologi Perairan Sungai Senapelan, Sago, dan Sail di Kota Pekanbaru

- Berdasarkan Bioindikator Plankton dan Bentos. *Jurnal Biogenesis* Vol. 1 (1): 15-20.
7. American Public Health Association (APHA). 2005. *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 17th eds. APHA. washington dc. 1193 pp.
 8. Michael, P. 1994. *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan dan Laboratorium*. UI press, Jakarta.
 9. Dresscher, TGN and H. van der Mark. 1976. A Simplified method for the assessment of quality of fresh & Slightly Brakish Water. *Hydrobiologia*, Vol. 48, 3 pp. 199-201.
 10. Sarinda, F dan I. Dewiyanti. 2013. Keragaman Fitoplankton di Perairan Estuaria Kuala Gigieng Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh. *Jurnal Unsiyah Depik* 2 (1) : 20-25.
 11. Anderson, C.R, M.R.P. Sapiano, M.B.K. Prasad, W. Long, P.J. Tanggo, C.W. Brown, and R. Murtugudde. 2010. Predicting Potentially Toxigenic Pseudo-Nitzschia blooms in the Chesapeake Bay. *J. Mar. Syst.* doi : 10.1016/j.jmarsys.1010.04.003.
 12. Praseno, D,P. dan Sugestningsih. 2000. Red tide di perairan Indonesia, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI, Jakarta.
 13. Hernandez, D.U and Becerril. 1998. Species of The Planktonic Diatom Genus Pseudo-Nitzschia of The Pacific Coasts of Mexico. *Hydrobiologia*. Volume 379, pp 77-84.
 14. Indrayani, N, S. Anggoro, dan A. Suryanto. 2014. Indeks Trofik-Saprobik sebagai Indikator Kualitas Air di Bendung Kembang Kempis Wedung, Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal of Maquares*. Volume 3. No. 4. Hal. 161-168. Diakses dari <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/maquares> tanggal 26 Mei 2015.