

DISTRIBUSI NITRAT DAN FOSFAT TERHADAP KELIMPAHAN FITOPLANKTON DI PERAIRAN PESISIR YAPEN TIMUR

Kalvin Paiki^{a,*} dan John D. Kalor^a

^aProgram Studi Ilmu Kelautan Universitas Cenderawasih, Jaya Pura, Indonesia

*Corresponding author: kalvinpaiki@gmail.com

Abstrak

Perairan Yapen Timur di Kepulauan Yapen, Papua merupakan perairan semi terbuka dengan potensi sumber daya alam hayati yang sangat tinggi. Penelitian terkini mengenai parameter kimia dan biologi lebih khusus konsentrasi zat hara serta kelimpahan fitoplankton masih sangat terbatas. Penelitian bertujuan untuk mengkaji tentang konsentrasi zat hara (nitrat dan fosfat), dan keterkaitannya dengan kelimpahan fitoplankton di Perairan Yapen Timur, dilakukan pada 5 Januari - 5 Februari 2016. Menggunakan metode *eksploratif* dan *purposive sampling method*, menggunakan 15 titik pengambilan sampel. Analisis data menggunakan *Spektrofotometer* pada panjang gelombang 545 nm untuk nitrat dan 885 nm, sedangkan untuk kelimpahan fitoplankton menggunakan persamaan APHA, distribusi spasial nitrat, fosfat dan kelimpahan fitoplankton menggunakan persamaan *kriging-metode* dan bantuan Software *Ermaper 7.0*. Konsentrasi nitrat ditemukan berkisar antara 0,2 mg – 0,7 mg/l, fosfat berkisar antara 0,2 – 0,6 mg/l dan kelimpahan fitoplankton berkisar 49.682 - 139.490 ind/l. Analisis koefisien korelasi mengindikasikan hubungan antara nitrat dan fitoplankton sebesar 0,3947, fosfat dan fitoplankton sebesar 0,0068. Konsentrasi nitrat dan fosfat pada lokasi pengamatan mengindikasikan kualitas perairan tergolong dalam perairan oligotrofik, kelimpahan fitoplankton tergolong tinggi dan tidak terdapat blooming pada spesies tertentu, serta hubungan antara konsentrasi nitrat dan fosfat berkorelasi positif terhadap kelimpahan fitoplankton pada lokasi pengamatan.

Kata Kunci: Fitoplankton, Fosfat, Nitrat, Yapen-Timur

Abstract

The waters of Yapen Timur in Yapen Islands, Papua are semi-open waters with high potential natural resources. Recent research on chemical and biological parameters more specifically of nutrient concentration and phytoplankton abundance is still very limited. The study aimed to observe the concentration of nutrients (nitrates and phosphates), and their relation with the abundance of phytoplankton in Yapen Timur waters, was conducted on January 5th to February 5th, 2016. Using explorative method and purposive sampling method, with 15 sampling points. Data analysis using Spectrophotometer at wavelength 545 nm for nitrate and 885 nm, whereas for phytoplankton abundance use APHA equation. Spatial distribution of nitrate, phosphate and phytoplankton abundance using kriging-method equation and Software Ermaper 7.0. Nitrate concentrations were found to be between 0.2 mg - 0.7 mg / l, phosphates ranging from 0.2 to 0.6 mg / l and the abundance of phytoplankton ranged from 49,682 to 139,490 ind / l. The correlation coefficient analysis indicates the relationship between nitrite and phytoplankton of 0,6738, phosphate and phytoplankton of 0,7356. The concentration of nitrate and phosphate at the observation site indicated that the water quality belongs to the oligotrophic waters, the abundance of phytoplankton is high and there is no blooming in certain species, and the relationship between the nitrate and phosphate concentration is positively correlated with the abundance of phytoplankton at the observation site.

Keywords: Nitrate, Phosphate, Phytoplankton, Yapen Timur

PENDAHULUAN

Yapen Timur memiliki daerah perairan di pesisir yang terdapat di Timur Kabupaten Kepulauan Yapen. Perairan ini relatif terbuka dan terkenal dengan kekayaan hayati lautnya

karenana adanya atol serta rataan terumbu karang yang sangat luas di daerah Tokopi, Nuandoi, Dawai dan Awunawai. Selain memiliki ekosistem terumbu karang yang masi asri, Yapen Timur juga memiliki ekoistem padang lamun, estuari, dan hutan

Article history:

Diterima / Received 11-08-2017

Disetujui / Accepted 24-10-2017

Diterbitkan / Published 31-10-2017

©2017 at <http://jfmr.ub.ac.id>

mangrove yang tersebar disepanjang pesisir perairan tersebut. Perairan pesisir Yapen Timur juga memiliki karakteristik yang sangat khas karena berhubungan secara langsung dengan Samudera Pasifik di Utara Papua. Hal ini menyebabkan perairan di sekitar pesisir Yapen Timur memiliki kondisi perairan yang subur dan memiliki potensi perikanan yang sangat tinggi. sehingga sering digunakan oleh nelayan setempat sebagai daerah fishing Ground.

[1] menyatakan bahwa perairan Utar Papua memiliki produktifitas perairan sangat tinggi, dikarenakan wilayah perairan berpotensi upwelling. Proses upwelling merupakan fenomena alam yang sering terjadi di perairan laut, khususnya di perairan laut di daerah khatulistiwa [1]-[3]. Secara teoritis terjadinya proses upwelling karena adanya pengaruh angin dan adanya proses divergensi Ekman [2].

Wilayah perairan ini cukup ramai dengan transportasi laut baik alur pelayaran lokal maupun nasional. Jumlah penduduk disekitar perairan pantai semakin padat dengan segala aktivitasnya, pelabuhan, perikanan, limbah industri maupun domestik serta buangan-buangan lainnya juga masuk ke perairan ini. Kondisi semacam ini dapat mengakibatkan perubahan kualitas perairan ke arah yang tidak kita inginkan [4] dan [5] menyatakan kondisi kualitas perairan dipengaruhi oleh banyak faktor, baik yang eksternal maupun internal. Pengaruh eksternal dapat berasal dari laut lepas yang mengelilinginya, mau-pun dari daratan yang berupa aliran air tawar dari sungai. Sedangkan pengaruh internal seperti bentuk perairan maupun bentuk topografi dasar perairan.

Nitrat dan fosfat merupakan zat hara yang memiliki peran sangat penting dalam pertumbuhan dan per kembangan biota laut [6]. Kedua zat hara ini berperan penting terhadap pembentukan sel jaringan jasad hidup organisme laut dan juga proses fotosintesi oleh fitoplankton. Fitoplankton merupakan salah satu parameter biologi yang erat hubungannya dengan zat hara tersebut. Tinggi rendahnya kelimpahan fitoplankton tergantung kepada kelimpahan zathara diperaian tersebut [3], [5]. Menurut

[7] bahwa fosfat dan nitrat sangat penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan.

Penelitian zat hara dan fitoplankton di perairan ini belum banyak dilakukan terutama kajian hubungan zat hara dan fitoplankton yang merupakan salah satu indikator kesuburan perairan. Adapun tujuan yang diharapkan dapat dicapai dalam penelitian ini adalah mengetahui konsentrasi sebaran nitrat dan fosfat berhubungan dengan kelimpahan fitoplankton yang terdapat di perairan pesisir Yapen Timur.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari – Februari 2016 di Pesisir Yapen Timur. Data yang digunakan sebagai data Primer adalah nitrat, fosfat dan kelimpahan fitoplankton dan data sekunder yang meliputi peta rupa bumi. Dengan menggunakan penelitian eksploratif yaitu jenis penelitian yang berusaha mencari ide-ide atau hubungan-hubungan yang baru melalui pengambilan data secara langsung. Dalam hal ini adalah kandungan unsur hara dan plankton yang menyebar akibat adanya pengaruh arus. metode yang digunakan dalam pengambilan sampel penelitian adalah purposive sampling method, yaitu suatu metode pengambilan sampel yang dapat mewakili keadaan keseluruhan daerah penelitian.

Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan botol Nansen pada 15 titik pengambilan sampel. Pengambilan sample fitoplannkton menggunakan plankton net berdiameter mulut jaring 38 cm dan panjang 1,5 m, ukuran matajaring (*mesh size*) 60 μ m. Sampel yang diperoleh dianalisis dilaboratorium dengan menggunakan mikroskop inverted yang dilengkapi dengan monitor, didokumentasikan dengan cara memotret untuk dilakukan identifikasi lebih lanjut guna mengetahui tingkat genusnya, dengan mengacu pada buku sebagai berikut [3], [8], [9].

Analisis data kadar fosfat dan nitrat diukur dengan menggunakan Spektrofoto-

meter pada panjang gelombang 885 nm untuk fosfat 545 nm untuk nitrat. Analisis kelimpahan fitoplankton ditentukan berdasarkan pencacahan diatas gelas objek (*Sedwick-rafter*) dengan satuan individu/ml (ind/ml) kemudian dikonversi kedalam individu/meter³ (ind/m³). Kelimpahan plankton menggunakan rumus APHA, [10]:

$$N = \frac{T}{L} \times \frac{P}{p} \times \frac{V}{v} \times \frac{1}{w}$$

Dimana, N: Jumlah plankton per liter (cm²), T: Luas *cover glass* (100 cm²), L: Luas lapangan pandang (0,025 mm²), P: Jumlah plankton yang tercacah, p: Jumlah lapangan pandang yang diamati, V: Volume sampel air yang tersaring (50 ml), v: Volume sampel plankton di bawa gelas penutup (ml), w: Volume sampel plankton yang disaring (50 lt). [11] Sebagian faktor dari rumus tersebut telah diketahui pada *sedgwick-rafter*, seperti : T = 100 mm², v = 1 ml, dan L = 0,025mm² (misalkan satu lingkaran sama dengan luas lapangan pandang pada mikroskop dengan r = 0,5 mm), maka rumus tersebut menjadi :

$$N = \frac{100 \text{ mm}^2}{0.25\pi} \times \frac{P}{10} \times \frac{V}{1 \text{ ml}} \times \frac{1}{w}$$

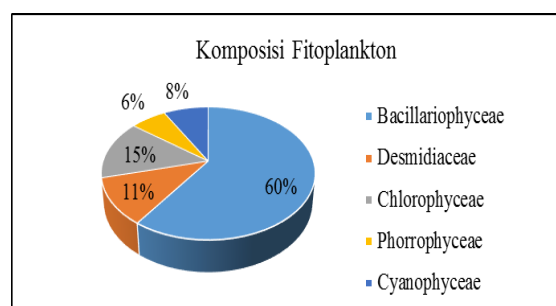
atau

$$N = \frac{1000 (P \times V)}{0.25\pi w}$$

Analisis data geo-statistik dilakukan terutama pada transformasi dari titik ke dalam lapisan spasial, diikuti oleh pemodelan spasial berdasarkan geo-statistik gridding dikenal sebagai '*kriging-metode*'. [12] koordinat transformasi data dilakukan dari *Geodesi data* (*Degree, Minute, Second /DMS*) ke dalam numerik tunggal koordinat berdasarkan rumus [12]: *Numeric Value (Lat ; Long) = Degree + {Minute + (Second/ 60)} / 60*. Uji R² digunakan untuk menunjukan penganru variabel X terhadap variabel Y. Nilai R² sama dengan 0, maka tidak ada pengaruh variabel X terhadap variabel Y, sebaliknya jika R² sama dengan 1, maka sumbangan pengaruh variabel X terhadap variabel Y adalah sempurna [13].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang ditemukan diketahui bahwa total komposisi fitoplankton terdiri dari 5 kelas (Gambar 1) dan 62 spesies, dari total komposisi spesies tertinggi 60% diantaranya ditemukan pada kelas *Bacillariophyceae* dan terendah 6% ditemukan oleh kelas *Phorrophyceae*.



Gambar 1. Komposisi Fitoplankton di Perairan Pesisir Yapen Timur

Berdasarkan hasil yang ditemukan diketahui bahwa *Bacillariophyceae* merupakan kelas fitoplankton yang banyak dijumpai di lokasi penelitian. Hal ini diketahui bahwa *Bacillariophyceae* merupakan kelas fitoplankton yang memiliki daya toleransi paling tinggi pada perairan laut dan umumnya ditemukan dominan diperairan laut Indonesia dan lebi khususnya diperairan pesisir dan laut Papua. [1] menyatakan diatom merupakan salah satu jenis fitoplankton yang ditemukan melimpahan di perairan Papua. [14] menyatakan bahwa, kelas *Bacillariophyceae* (*Diatomae*) merupakan kelas fitoplankton yang ditemukan dominan di perairan Karoba Teluk Aguni Kaimana Papua. [15] mengatakan, kelas *Bacillariophyceae* lebih mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ada, kelas ini bersifat kosmopolitan serta mempunyai toleransi dan daya adaptasi yang tinggi. [16] menyatakan bahwa kelas *Dinoflagellata* (*Dinophyceae*) adalah grup fitoplankton yang sangat umum ditemukan di laut setelah diatom.

Diversity kelimpahan fitoplankton pada lokasi pengamatan ditemukan dengan total kelimpahan 1.279.618 ind/ml dan rata – rata

85.308 ind/ml. Distribusi kelimpahan fitoplankton pada 15 titik pengamatan sangat bervariasi tertinggi 139.490 ind/ml ditemukan di titik 4 dan terendah 49.682 ind/ml pada titik 13 (Gambar 2). Tingginya kelimpahan fitoplankton pada titik 4 sebab sebelah timur lokasi ini berdekatan dengan daratan, sehingga mendapat masukan nutrisi langsung dari daratan, lokasi ini juga berhubungan dengan ekosistem terumbu karang dan mangrove sehingga konsentrasi nitrat cenderung meningkat. [5], [17], [18] zat organik utama yang diperlukan fitoplankton dan sering menjadi faktor pembatas pertumbuhan adalah nitrat dan fosfat.

Hasil analisis di temukan konsentrasasi nitrat (merah) berkisar antara 0,2 - 0,7 mg/l dengan rata-rata 0,38 mg/l, tertinggi ditemukan pada titik 13, terendah (0,2 mg/l) pada titik 1, 2, 3, 6 dan 14 (Gambar 2). Konsentrasi nitrat yang diperoleh menunjukkan perairan ini tergolong dalam perairan *oligotrofik*. [4] menyatakan, konsentrasi nitrat pada perairan *oligotrofik* antara 0 – 1 mg/l, mesotrofik 1 – 5 mg/l dan perairan eutrofik 5 – 50 mg/l.

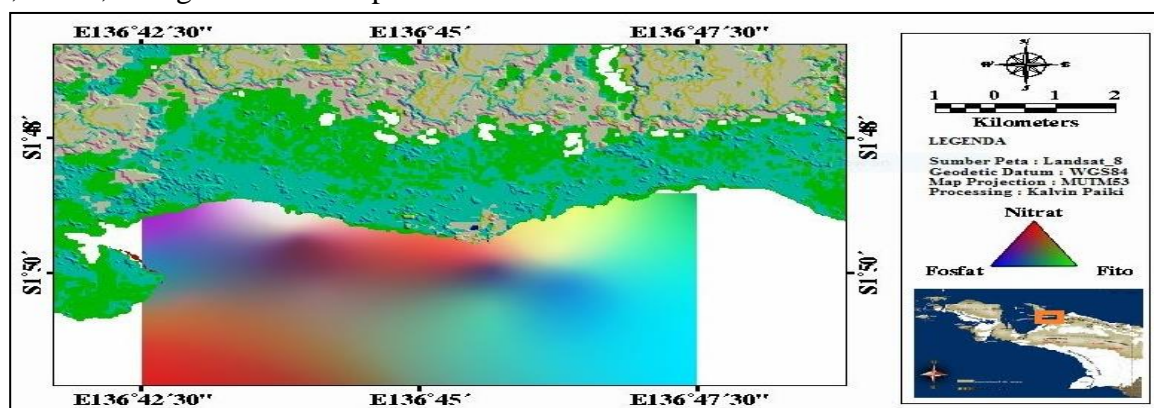
Konsentrasi nitrat di perairan Yapen berada pada kisaran optimum untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan fitoplankton. [6] menyatakan kandungan nitrat yang normal di perairan laut untuk mendukung pertumbuhan plankton umumnya berkisar antara 0.01 - 50 g at/l. Memang konsentrasi nitrat yang berkisar antara 0,07 - 0,09 mg/l masih cukup baik dalam

mendukung pertumbuhan fitoplankton [19], [20].

Berdasarkan hasil analisis distribusi fosfat (biru) pada 15 titik pengamatan sangat bervariasi, konsentrasi fosfat pada lokasi pengamatan masih tergolong dalam kisaran optimum dalam mendukung pertumbuhan fitoplankton. Hasil analisis konsentrasi fosfat berkisar antara 0,2 - 0,6 mg/l dengan rata-rata 0,37 mg/l, tertinggi ditemukan pada titik 3, 6, 10 dan 13, terendah ditemukan pada titik 1, 7, 8, 11, 12 dan 15 (Gambar 2). Konsentrasi fosfat pada lokasi penelitian tergolong dalam kisaran yang baik dalam menopang pertumbuhan fitoplankton. [5] menyatakan bahwa fitoplankton pada perairan laut memiliki pertumbuhan sangat baik pada kisaran konsentrasi fosfat 0,27 – 5,51 ppm.

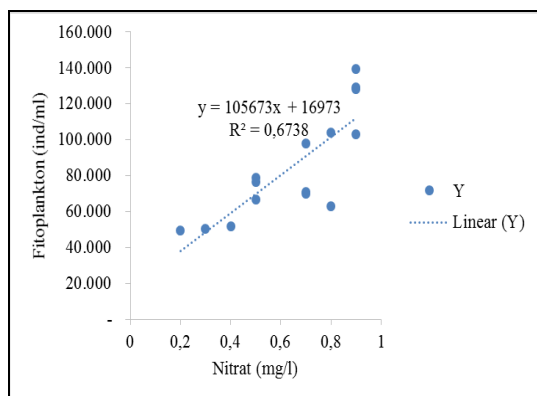
Bilah mengacu pada kategori kesuburan perairan makan rata – rata konsentrasasi fosfat yang diperoleh pada lokasi pengamatan tergolong dalam kategori subur dan masih berada pada batasan yang direkomendasikan yakni 0,48 mg/l [21].

Berdasarkan hasil analisis distribusi fosfat (biru) pada 15 titik pengamatan sangat bervariasi, konsentrasi fosfat pada lokasi pengamatan masih tergolong dalam kisaran optimum dalam mendukung pertu-



Gambar 2. Interaksi Spasial RGB model (Overlay) Nitrat (merah), Fosfat (biru) dan Fitoplankton (hijau) pada Bulan Januari.

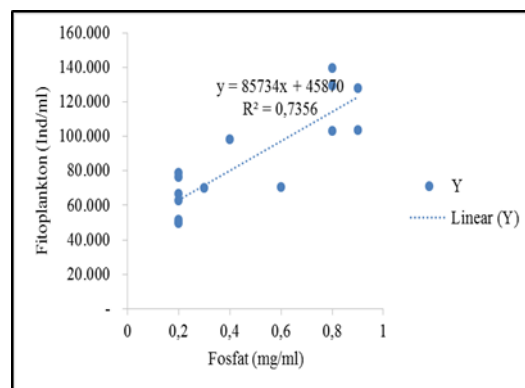
mbuhan fitoplankton. Hasil analisis konsentrasi fosfat berkisar antara 0,2 - 0,6 mg/l dengan rata-rata 0,37 mg/l, tertinggi ditemukan pada titik 3, 6, 10 dan 13, terendah ditemukan pada titik 1, 7, 8, 11, 12 dan 15 (Gambar 2). Konsentrasi fosfat pada lokasi penelitian tergolong dalam kisaran yang baik dalam menopang pertumbuhan fitoplankton. [5] menyatakan bahwa fitoplankton pada perairan laut memiliki pertumbuhan sangat baik pada kisaran konsentrasi fosfat 0,27 – 5,51 ppm. Bilah mengacu pada kategori kesuburan perairan maka rata – rata konsentrasi fosfat yang diperoleh pada lokasi pengamatan tergolong dalam kategori subur dan masih berada pada batasan yang direkomendasikan yakni 0,48 mg/l [21].



Gambar 3. Hubungan antara konsentrasi nitrat dan fitoplankton

Distribusi konsentrasi nitrat dan fosfat pada 15 titik pengamatan di perairan pesisir Yapen Timur ditemukan sangat bervariasi. Konsentrasi nitrat pada titik 4 yaitu 0,6 mg/l, memicu pertumbuhan fitoplankton sangat tinggi (139.490 ind/l) bila dibandingkan dengan titik pengamatan lainnya. Analisis regresi pengaruh konsentrasi nitrat terhadap kelimpahan fitoplankton menunjukkan adanya korelasi positif dengan koefisien determinasi 0,3947 (Gambar 3). Konsentrasi fosfat pada titik 4 yaitu 0,3 mg/l memiliki pengaruh sangat baik dalam menopang pertumbuhan fitoplankton mencapai (139.490 ind/L). Analisis regresi linier pengaruh konsentrasi fosfat terhadap kelimpahan fitoplankton

menunjukkan adanya korelasi positif dengan koefisien determinasi sebesar 0,0068 (Gambar 4). Dengan melihat hubungan tersebut maka dapat dikatakan bahwa kelimpahan fitoplankton perairan pesisir Yapen Timur memiliki keterkaitan dengan konsentrasi nitrat dan fosfat di setiap titik pengamatan (Gambar 2).



Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi fosfat dan fitoplankton

KESIMPULAN

Nitrat dan fosfat merupakan unsur hara yang sangat penting menopang pertumbuhan fitoplankton. Komposisi fitoplankton terdiri dari 5 kelas dan 62 spesies, komposisi spesies tertinggi 60% ditemukan pada kelas *Bacillariophyceae* dan terendah 6% ditemukan oleh kelas *Phorophyceae*. Total kelimpahan yaitu 1.279.618 ind/L dengan kisaran 139.490 ind/l - 49.682 dan rata – rata 85.308 ind/l. Konsentrasi nitrat berkisar antara 0,2 - 0,6 mg/l dan rata-rata 0,37 mg/l, fosfat berkisar antara 0,2 - 0,6 mg/l dengan rata-rata 0,37 mg/l. Analisis regresi ditemukan nilai koefisien determinasi antara nitrat dan fitoplankton sebesar 0,6738, fosfat dan fitoplankton sebesar 0,7356.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami menyampaikan terimakasih dan penghargaan yang tinggi kepada masyarakat Pesisir Yapen Timur atas kebaikannya dan penerimaannya selama pelaksanaan penelitian ini. Kami Juga mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Ilmu Kelautan, Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas

Cenderawasih Jayapura, yang telah memfasilitasi dalam indentifikasi sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Hartoko. "Pemetaan Dinamis Ekosistem Ikan Pelagis Melalui Teknologi Inderaja Di Perairan Laut Indonesia Studi kasus Perairan dalam (Utara Irian Jaya) dan Perairan Dangkal (Kangean)". Disertasi IPB. 2000
- [2] Sediadi A. "Efek Upwelling terhadap Kelimpahan dan Distribusi Fitoplankton di Perairan Laut Banda dan sekitarnya". 2004.
- [3] S. Hutabarata dan Evans. Pengantar Oseanografi. Univ. Indonesia (UI-Press). Jakarta. 2012
- [4] Effendi Hefni. "Telaah kualitas air bagi pengelola sumber daya dan lingkungan perairan". PT. Kanisius. Yogyakarta. 2003.
- [5] J.W. Nybakken. Biologi Laut. Gramedia. Suatu Pendekatan Ekologis. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, (diterjemakan oleh M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bangen, M. Hutamo dan S. Sukarjo. 1992.
- [6] T. Z. Ulqodry, Yulisman, M. Syahdan, dan Santoso. " Karakteristik dan Sebaran Nitrat, Fosfat, dan Oksigen Terlarut di Perairan Karimunjawa Jawa Tengah". 2010.
- [7] M. Ferianita-Fachrul, H. Haeruman dan L. C. Sitepu. "Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.
- [8] M. Sachlan.. Planktonologi. Fakultas Peternakan dan Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang. 1982
- [9] A. Hartoko. Oceanographic Characters And Plankton Resources of Indonesia. BP. Universitas Diponegoro. Semarang. 2009
- [10] APHA. Standar Method for Examination of Water and Wastewater. 20 thed. New York: American Public Health Association. 1998.
- [11] M.F. Fachrul. Metode Sampling Bioekologi. Bumi Aksara. Jakarta. 2006.
- [12] A. Hartoko and M. Helmi. Development of Digital Multilayer Ecological Model for Padang Coastal Water (West Sumatera). J. Coastal Development. Vol 7.No 3, pp.129-136. 2014.
- [13] S. Siregar. Statistik Parametrik untuk Penelitian Kuantitatif. Dilengkapi dengan Perhitungan Manual dan Aplikasi SPSS Versi 17. PT. Bumi Aksara. Jakarta. 2014.
- [14] P. Sujarta. Keanekaragaman Diatom (Divisi: Chrysophyta, Kleas Bacillariophyceae) di Teluk Arguni, Kaimana, Papua. J. Sains, 5. No, 2, pp 50 – 53. 2012.
- [15] N. Sari, S. Hutabarat, dan P. Soedarsono. Struktur Komunitas Plankton pada Padang Lamun di Pantai Pulau Panjang Jepara. Vol. 3. No. 2. pp 82-91.2014
- [16] A. Nontji. Plankton Laut. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI- Press). Jakarta. 2008.
- [17] M.B. Kruk, I. J. Jaworska, Barna, A. Rychter. How do differences in the nutritional and hydrological background influence phytoplankton in the Vistula Lagoon during a hot summer day?. University of Warmia and Mazury, Department of Applied Ecology, Olsztyn, Poland State University of Applied Sciences in Elbląg, Institute of Technology, Elbląg, Poland. Jurnal

- Oceanologia. Science Direct. Vol 05. No. 04. 2016.
- [18] J. R. Graff, T. K. Westberry, A. J. Milligan, M. B. Browna, G. D. Olmo, V. D. Vogels ,1, K. M. Reifel, M.J.Behrenfeld. Analytical phytoplankton carbon measurements spanning diverse ecosystems. Oregon State University, Department of Botany and Plant Pathology, 2082 Cordley Hall, Corvallis, OR, UnitedStates. Deep-Sea Research I. Vol. 102, pp. 16 – 25. 2015.
- [19] H. Thoha dan A. Rachman. Kelimpahan dan Distribusi Spasial Komunitas Plankton di Perairan Kepulauan Banggai. Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI. Jakarta. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis, Vol. 5, no 1, pp 145-16. 2013.
- [20] A. N. S. Hutabarat, dan P. Soedarsono. Struktur Komunitas Plankton pada Padang Lamun di Pantai Pulau Panjang, Jepara. Jurnal of Management of Aquatic Resources . Vol. 3. No 3, pp 82-91. 2014.
- [21] Kementrian Mentri Negara – Lingkungan Hidup (KMNLH). Baku mutu air laut untuk biota laut. Dalam : Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No.51 tentang baku mutu air laut. KLH. Jakarta. 146 hlm. 2004.