

Studi Tentang Variabilitas Klorofil-a dan *Net Primary Productivity* di Perairan Morosari, Kecamatan Sayung, Demak

Dionisia Dini Nugraheni⁽¹⁾, Muhammad Zainuri⁽²⁾, Restu Nur Afi Ati⁽³⁾

Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. H. Soedharto, SH, Tembalang Semarang 50275 Telp.Fax (024) 7474698

dionisiadini@gmail.com

Abstrak

Perairan Pantai Morosari, Demak merupakan perairan yang disekitarnya terdapat pemukiman penduduk, industri wisata serta aktifitas nelayan dan memberikan dampak terhadap kualitas perairan. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* serta mengetahui pengaruh hidrodinamika yaitu arus pasang surut terhadap lingkungan perairan di daerah pesisir. Distribusi parameter diolah menggunakan software ArcGIS 9.3 sedangkan data sekunder sebagai variabel pendukung disajikan dengan vektor arus dengan software SMS 10.1. Hasil analisis laboratorium untuk konsentrasi klorofil-a menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada sampling tanggal 23 Maret pada stasiun 4 (vegetasi mangrove) sebesar 0,4564 mg/m³. Nilai terendah diperoleh pada pengambilan sampel pada tanggal 22 April di stasiun 6 (bekas pertambakan) sebesar 0,0063 mg/m³. Hasil konsentrasi *net primary productivity* (NPP) menunjukkan nilai tertinggi diperoleh pada sampling tanggal 23 Maret 2014 pada stasiun 3 (mangrove) sebesar 256,2500 mgC/m³/jam. Nilai terendah di peroleh pada pengambilan sampel pada tanggal 22 April 2014 di stasiun 5 (bekas pertambakan) sebesar 4,6875 mg C/ m³/jam. Perairan Morosari, Demak memiliki variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* dengan sebaran yang berpindah setiap bulan dari muara sungai ke laut dan lebih banyak dipengaruhi oleh *mixing* proses pengadukan untuk muara sungai, *trapping* nutrisi dan dekomposisi untuk vegetasi mangrove serta pengendapan untuk di perairan yang agak jauh dari pantai. Variabel hidrodinamika di Perairan Morosari, Demak secara dominan adalah arus dengan kecepatan arus berkisar nilai 0,019 - 0,164 m/detik menuju ke arah Timur.

Kata kunci: Fisik-Kimia Perairan, Klorofil-a, *Winkler*, *ADCIRC*, Morosari

Abstract

Morosari Waters, Sayung District, Demak there was settlement activities, industrial land, and the aquaculture, to give quality checker in Morosari Waters. This research aims to know the variability of chlorophyll-a, net primary productivity and hydrodynamics affect as tidal current. The distribution of parameters processed by software ArcGIS 9.3, secondary data as a support variable are presented in the form of current vector and processed by SMS 10.1. The value of highest chlorophyll-a concentration was on station 4 (in mangrove) is 0.4564 mg/m³ and the lowest concentration on the station 6 (in embankment) is 0.0063 mg/m³. The value of highest productivity primer concentration was on station 3 (in delta) with a value of 256,2500 mgC/m³/hour and the lowest on stations 5 (in mangrove) 4,6875 mg C/ m³/ hour. Based on the results of the study that Morosari Waters, Sayung District have variability chlorophyll-a and net primary productivity that moved each month, influenced by the mixing, trapping nutrient on mangrove vegetation and decomposing. Hydrodynamics variable were dominantly by flow current with tidal vectors 0,019 - 0,164 m/second and directions to the east.

Key words: Physical-Chemical Waters, Chlorophyll-A, *Winkler*, *ADCIRC*, Morosari

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki garis pantai Perairan Laut Nusantara sepanjang 77.909,56 km (81,9 %)(Rompas, 2009). Ekosistem pesisir merupakan ekosistem yang dinamis dan memiliki kekayaan habitat yang beragam, di darat maupun di laut yang saling berinteraksi (Dahuri, dkk, 1999). Proses dinamika seperti sirkulasi massa air, pencampuran unsur hara, sedimentasi, erosi dan *upwelling* terjadi pada daerah pesisir, khususnya daerah teluk, muara sungai, hutan mangrove dan padang lamun. Kontribusi nutrisi pada proses tersebut menyediakan bahan anorganik hasil produk mikroba, yang terlarut dalam air atau masuk kedalam sedimen. Pengaruh tersebut akan mengakibatkan daerah muara memiliki kualitas perairan dan produktivitas primer yang tinggi (Nontji,1993). Klorofil berperan terhadap produktivitas perairan melalui proses fotosintesa yang terbagi menjadi dua reaksi, yaitu reaksi terang dan reaksi gelap (Zainuri, 2010 dalam Boney, 1989). Hasil dan peran pada fotosintesa tersebut akan berupa produktivitas perairan atau dikenal dengan *primary production*. *Net primary productivity* merupakan kecepatan penyimpanan bahan-bahan organik (Resosoedarmo *et al.*, 1992). Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengetahui variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* serta mengetahui pengaruh hidrodinamika yaitu arus pasang surut terhadap lingkungan perairan di daerah pesisir Perairan Morosari, Demak.

2. Materi dan Metode Penelitian

A. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer berupa data laboratorium klorofil-a dan *net primary productivity* selama 3 bulan (triwulan) pada musim peralihan Maret, April dan Mei 2014. Data sekunder berupa data nutrien, curah hujan, arus, pasang surut dan batimetri Perairan Semarang-Demak.

B. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian deskriptif, yaitu merupakan metode penelitian untuk membuat gambaran mengenai situasi atau kejadian yang diteliti atau dikaji pada waktu terbatas dan tempat tertentu untuk mendapatkan gambaran tentang situasi dan kondisi secara lokal (Suryabrata, 1983). Metode yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi pengukuran di lapangan dan analisis data. Hasil akhir pada penelitian ini akan menggambarkan tentang kesuburan perairan dilihat dari sebaran variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* yang berguna untuk memahami karakteristik produktivitas primer di lokasi penelitian sehingga dapat digunakan sebagai rekomendasi bahan tindak lanjut Pemerintah Daerah dalam pemanfaatan wilayah pesisir Morosari.

Metode Penentuan Lokasi

Metode penentuan lokasi dengan menggunakan *purposive sampling method*, yaitu pemilihan lokasi penelitian berdasarkan keadaan yang mewakili keseluruhan suatu wilayah yang ingin diamati (Hadi, 2004 dalam Dianingrum, 2007). Pengambilan sampel dilakukan pada 8 stasiun pengamatan dengan pertimbangan lokasi 4 karakteristik perairan, yaitu mewakili daerah muara sungai, vegetasi mangrove, daerah bekas tambak dan laut agak dalam. Batasan penelitian ini adalah pengaruh hidrodinamika ditinjau dari arus pasang surut.

Metode Penentuan Waktu Sampling

Penentuan waktu pengambilan sampel dengan pemilihan pasang surut perbani. Pengambilan sampel air laut dimulai pada saat surut menuju pasang pada pukul 09.00 – 11.00 WIB. Semua pengukuran data insitu dan pengambilan sampel air dilakukan di semua stasiun yang telah ditentukan koordinatnya dengan GPS.

Metode	Pengambilan	dan	Pengumpulan	Data
Secara Insitu Pengambilan Contoh Air Laut				

Pengukuran parameter kualitas air seperti suhu, salinitas, DO, pH serta kekeruhan dilakukan secara insitu pada setiap titik stasiun pengamatan dengan menggunakan *water quality checker*. Pada saat pengukuran parameter, juga dilakukan pengambilan sampel air di permukaan (0,2d) menggunakan botol Nansen sebanyak 2200 ml untuk keperluan analisis klorofil-a dan produktivitas primer.

Analisis Sampel

Analisis klorofil-a menggunakan sampel kertas menggunakan Whatmann dengan jenis saring *glass-fibre* direndam dalam aseton 90% untuk melarutkan klorofil-a. Sampel dihancurkan dengan menggunakan lumpang dan alu, dan dimasukkan ke tabung sentrifuse selama 30 - 45 menit agar terpisah antara ekstraksi dan

kertas saring yang telah hancur. Setelah proses sentrifuse, tuang ke dalam kuvet untuk dihitung nilai penyerapan absorbansi. Konsentrasi klorofil-a fitoplankton dihitung dengan menggunakan rumus (Richards and Thompson, 1952) :

$$Chl-a = 15,6E_{665} - 2,0 E_{645} - 0,8E_{630} \text{ mg/m}^3 \dots\dots(1)$$

keterangan:

Chl-a = kandungan klorofil-a
E = penyerapan pada panjang gelombang yang bersangkutan

Untuk menghitung kadar klorofil pada sampel air laut dalam satuan mg/m^3 maka nilai di atas dikalikan dengan faktor (k) berdasarkan jumlah sampel air yang disaring.

Faktor :

$$k = \frac{V_a}{V_s \times d} \dots\dots\dots(2)$$

keterangan:

V_a = volume ekstrak, ml
V_s = volume air laut yang disaring (l)
D = lebar kuvet, *path length* (cm)

Analisis produktivitas primer dilakukan dengan metode oksigen (SNI. 06-6989.14-2005). Laju fotosintesis dan respirasi dalam satuan mgC/m^3 dihitung dengan menggunakan rumus (APHA, 2005):

$$NPP = \frac{(BT-BI)}{t} \dots\dots\dots(3)$$

$$GPP = \frac{(BT-BG)}{t} \dots\dots\dots(4)$$

$$R = \frac{(BI-BG)}{t} \dots\dots\dots(5)$$

Keterangan:

NPP = Net Primary Productivity ($\text{mgO}_2/\text{l/jam}$)
GPP = respirasi ($\text{mgO}_2/\text{l/jam}$)
BI = kandungan oksigen terlarut botol inisial (mg/l)
BT = kandungan oksigen terlarut dalam botol terang (mg/l)
t = lama inkubasi (jam)

Untuk mengonversi satuan produktivitas primer dari $\text{mgO}_2/\text{l/jam}$ menjadi $\text{mgC/m}^3/\text{jam}$ digunakan rumus sebagai berikut: (APHA,2005)

$$\text{mg C/m}^3/\text{jam} = \text{mgO}_2/\text{l/jam} \times \frac{12}{32} \times \frac{1000}{PQ} \dots\dots(8)$$

keterangan:

$$\frac{12}{32} = \text{konversi oksigen ke karbon (1mol O}_2 \text{ (32 g) = 1 mol C (12 g))}$$

1000 = Konversi l ke m^3
PQ = Photosynthetic quotient (1.2)

Metode Analisis Data

Data hasil laboratorium klorofil-a dan *net primary productivity* diolah dengan menggunakan Arc GIS 9.3 untuk dilihat pola sebarannya. Data pasang surut diolah menggunakan *software* Microsoft Excel, berdasarkan grafik pasang surut terlihat jenis pasang surut yang dominan di daerah penelitian, serta penentuan waktu sampling yaitu saat pasang perbani. Pemodelan hidrodinamika 2D diolah menggunakan menggunakan

software SMS (*Sea water Modelling System*) sesuai dengan modul ADCIRC menggunakan data arus, pasang surut dan batimetri. Hasil permodelan di verifikasi dengan membandingkan pola arus hasil model dengan pola arus hasil pengukuran lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

a. Klorofil-a

Tabel 1. Hasil Analisis Konsentrasi Klorofil-a Berdasarkan Tanggal dan Stasiun Sampling di Perairan Morosari, Demak

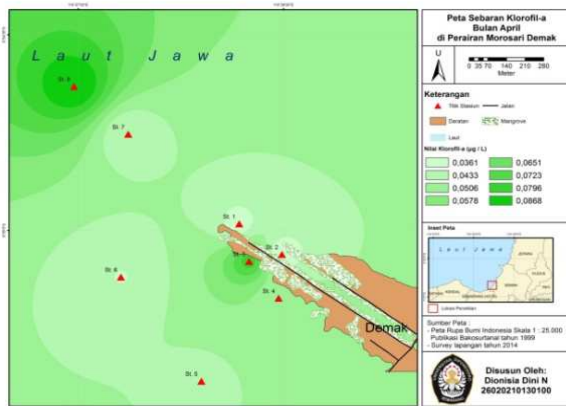
Stasiun Pengamatan	Sampling 23 Maret 2014 (mg/m ³)	Sampling 22 April 2014 (mg/m ³)	Sampling 20 Mei 2014 (mg/m ³)
Stasiun 1	0,0485	0,0320	0,0940
Stasiun 2	0,0481	0,0287	0,2528
Stasiun 3	0,1105	0,0759	0,0145
Stasiun 4	0,4564	0,0465	0,0634
Stasiun 5	0,4087	0,0415	0,0085
Stasiun 6	0,3258	0,0358	0,0063
Stasiun 7	0,0877	0,0364	0,0185
Stasiun 8	0,1522	0,0868	0,0190

Nilai klorofil-a tertinggi pada tanggal 23 Maret 2014 (Tabel 1) berada di stasiun 4 yang terletak di hutan mangrove, tanggal 22 April 2014 (Tabel 1) berada di stasiun 8 yang terletak di laut agak dalam dan tanggal 20 Mei 2014 (Tabel 1) berada di stasiun 2 yang terletak di badan muara sungai. Nilai klorofil-a tinggi tersebut terkait dengan lokasi penelitian yang terletak di vegetasi mangrove, pengendapan dan *mixing*. Vegetasi mangrove merupakan perangkap nutrien, secara fisika dan biologi. Pengendapan di laut agak dalam membawa bahan organik lama kelamaan akan terlarut di lapisan lebih dalam. Adanya *mixing* di badan muara sungai karena pertemuan air tawar dan air laut yang membawa nutrien dari daratan Bahan organik berasal dari muara sungai akan mengendap di substrat dasar perairan. Bahan organik yang diuraikan oleh bantuan mikroorganisme mengalami proses pengubahan menjadi nutrien (nitrat, silikat dan fosfat) yang merupakan faktor *limit* bagi keberlangsungan fotosintesis yang dibantu klorofil-a. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan klorofil-a yang tinggi berada di perairan dangkal yang diduga kandungan bahan organiknya tinggi. Nybakken (1992) menyatakan bahan organik dengan parameter kimia dan fisika khususnya seperti pasang surut, arus, pengadukan akan masuk ke dalam ekosistem laut.

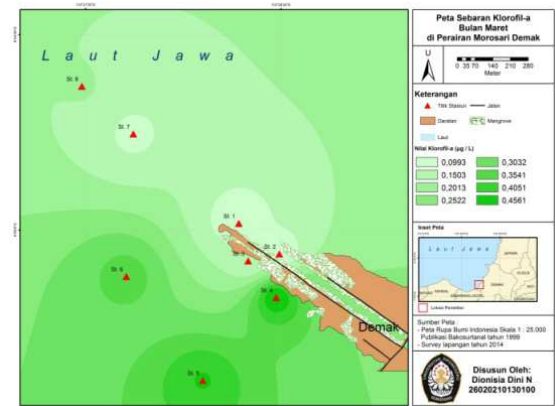
Hasil pengukuran klorofil-a dengan nilai berkisar diantara 0,0063 – 0,4564 mg/m³ (Tabel 1), menunjukkan sebaran yang berpindah tiap bulannya (Gambar 4). Hasil pengamatan tersebut menunjukkan bahwa sebaran klorofil-a pada stasiun penelitian pada saat pasang menunjukkan kecenderungan pergeseran dari muara sungai ke laut. Pergeseran ini disebabkan oleh arus dan curah hujan. Pada kondisi arus yang demikian persebaran nilai dan pola membentuk pola divergen atau menyebar (Gambar 1, Gambar 2 dan Gambar 3)

Berdasarkan analisis visual klorofil-a dengan parameter fisik kimia perairan. Nilai konsentrasi tertinggi didapatkan di stasiun 4 (dominasi mangrove) pada bulan Maret dengan nilai 0,4564 mg/m³ disebabkan oleh parameter fisika kimia yang mendukung kehidupan fitoplankton di lokasi penelitian. Kisaran suhu permukaan pada bulan Maret 28,1 – 33,0 °C, derajat keasaman 6,2 – 9,5, salinitas 6-24,33 ‰, oksigen terlarut 4,14 – 7,29 mg/l dan kekeruhan 7-22 cm. Konsentrasi terendah didapatkan pada stasiun 6 (bekas pertambakan) bulan April dengan nilai 0,0063 mg/m³. Dengan kandungan oksigen terlarut terendah pada bulan itu yaitu 5,43 mg/l karena konsentrasi klorofil-a rendah menyebabkan oksigen terlarut juga rendah karena tidak adanya sumber oksigen baik dari hasil fotosintesis.

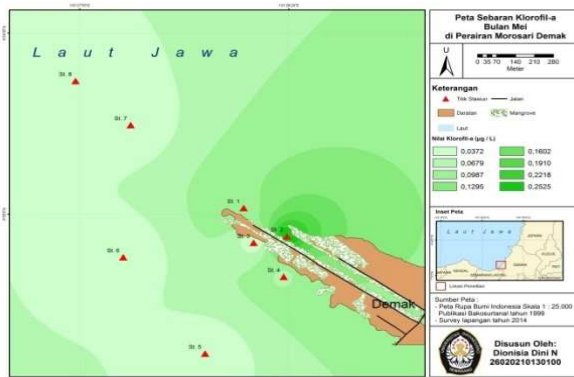
Berdasarkan data sekunder (Aramita, G.I., 2014) pada bulan Maret kadar nitrat dan fosfat di permukaan berfluktuasi dengan kisaran 0,0021 – 0,053 mg nitrat/l, 0,023 – 0,04 mg fosfat/l. Zat hara silikat dalam bentuk terlarut Si(OH)₄ berkisar sebesar 0,09 – 0,145 mg silikat/l (di muara sungai), 0,12 – 0,112 mg silikat/l (di perairan bekas tambak). Zat hara silikat terlarut di butuhkan untuk pembentukan biomassa fitoplankton *bacillariophyceae*. Tingginya kadar silikat di perairan muara karena adanya masukan dari sistem sungai dan bermuara. Senyawa nitrat, amonium, fosfat dan silikat merupakan zat hara esensial yang diperlukan dalam proses fotosintesis dan pembentukan biomassa produktivitas primer perairan (Sanusi, 2004).



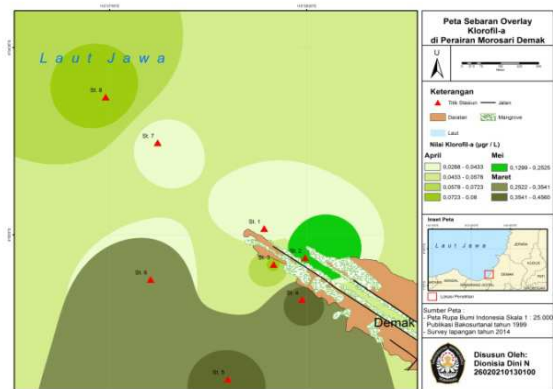
Gambar 1. Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Pengambilan 22 Maret 2014



Gambar 2. Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Pengambilan 23 April 2014



Gambar 3. Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Pengambilan 20 Mei 2014



Gambar 4. Sebaran *Overlay* Konsentrasi Klorofil-a bulan Maret, April dan Mei 2014

b. Net Primary Productivity

Tabel 2. Hasil Analisis Konsentrasi *Net Primary Productivity* Berdasarkan Tanggal dan Stasiun Sampling di Perairan Morosari, Demak

Stasiun Pengamatan	Sampling 23 Maret 2014 (mgC/m ³ /jam)	Sampling 22 April 2014 (mgC/m ³ /jam)	Sampling 20 Mei 2014 (mgC/m ³ /jam)
Stasiun 1	17,4479	14,8438	99,1257
Stasiun 2	19,5313	12,5000	159,0182
Stasiun 3	256,2500	146,8750	39,7793
Stasiun 4	199,2188	22,6563	33,5938
Stasiun 5	78,9063	4,6875	151,2090
Stasiun 6	128,9063	13,8021	35,8566
Stasiun 7	125,7813	35,1563	114,8700
Stasiun 8	132,0313	182,0313	223,6157

Nilai *net primary productivity* tertinggi pada tanggal 23 Maret 2014 (Tabel 2) berada di stasiun 3 yang terletak di hutan mangrove, tanggal 22 April 2014 (Tabel 2) berada di stasiun 8 yang terletak di laut agak dalam dan tanggal 20 Mei 2014 (Tabel 2) berada di stasiun 8 yang terletak di laut agak dalam. Nilai produktivitas primer tinggi dipengaruhi oleh lokasi penelitian yang dipengaruhi oleh dominasi mangrove dan adanya pengendapan. Vegetasi mangrove sebagai *nutrient trap* dan pengendapan membuat konsentrasi fitoplankton serta unsur zat hara berada di permukaan dan mendukung terjadinya proses fotosintesis. Serasah daun mangrove yang jatuh ke perairan akan mengalami dekomposisi dan mineralisasi yang akan memberikan tambahan nutrisi bagi pertumbuhan fitoplankton. Serasah yang dihasilkan oleh tumbuhan mangrove (terutama dalam bentuk daun) merupakan sumber karbon dan nitrogen bagi hutan itu sendiri dan perairan di sekitarnya (Indarto *et al.*, 1991). Dengan demikian, terjadinya *net primary productivity* tertinggi di stasiun 3 dan 8 akibat dari fungsi vegetasi mangrove sebagai *nutrient trap* dan pengendapan yang akan terakumulasi di bagian yang lebih dalam.

Nilai *net primary productivity* di Perairan Morosari menunjukkan nilai dengan kisaran 4,6875 – 256,2500 mgC/m³/jam (Tabel 2), dengan sebaran yang berpindah tiap bulannya (Gambar 8). Pergeseran ini disebabkan oleh faktor arus dan curah hujan. Arus yang berasal dari daratan ditambah oleh curah hujan tinggi menyebabkan hasil *run off* pun tinggi yang menyebabkan adanya *mixing* dan persebaran sampai ke laut agak dalam. Menurut Triatmodjo (1999) dalam Atmodjo (2010) arus yang terjadi di perairan dangkal dan di perairan yang relatif tenang mempunyai karakteristik arus dengan kecepatan arus tidak begitu besar. Pada kondisi arus yang demikian persebaran nilai dan pola pada saat pasang membentuk pola divergen (Gambar 5, Gambar 6 dan Gambar 7). Dengan demikian arus pasut dengan sebaran divergen dan bentuk wilayah perairan muara sungai Morosari yang berbentuk teluk, persebaran terjadi dan bergeser dari daerah muara sungai ke laut. Kondisi tersebut menyebabkan pengendapan yang mendukung terlarutnya unsur-unsur nutrisi sehingga terjadinya nilai *net primary productivity* yang tinggi pada stasiun 3 dan 8.

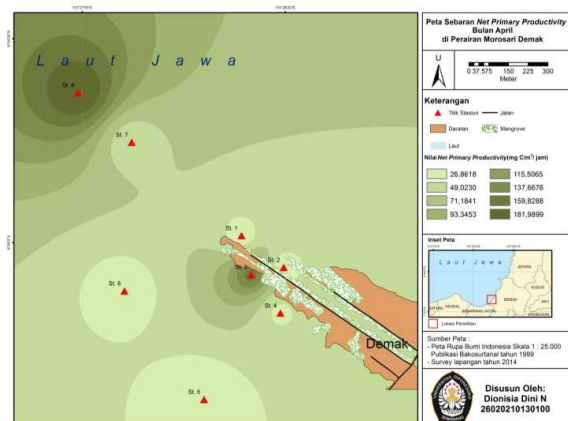
Berdasarkan hasil analisis visual *net primary productivity* dan data curah hujan dari stasiun BMKG Semarang, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari 2014 sebesar 991,9 mm. Curah hujan terendah terjadi pada bulan Juni-Agustus (0 mm), dan curah hujan paling tinggi pada bulan Maret sebesar 174,3 mm serta terendah pada bulan April 58,2 mm. Kuantitas curah hujan yang sedang pada Musim Peralihan akan mempengaruhi jumlah air tawar yang masuk ke perairan. Pada periode ini air yang dialirkan oleh sungai jauh lebih banyak dibandingkan dengan musim kemarau dan menyebabkan terbentuknya *mixing*. Percampuran massa air (*mixing*) akibat arus dan angin membantu menyebabkan tingginya produktivitas perairan. Dengan demikian, curah hujan akan menyebabkan bercampurnya air tawar dan air laut dan meningkatkan bertambahnya unsur hara dalam perairan.

Kandungan *net primary productivity* sangat dipengaruhi oleh faktor fisika dan kimia, diantaranya adalah suhu dan salinitas. Suhu dan salinitas pada konsentrasi *net primary productivity* tertinggi secara berurutan berkisar 28,1 – 30,15 °C dan 24,33 – 38,6‰ menunjukkan nilai yang baik dan mendukung pertumbuhan, perkembangan fitoplankton. Pada konsentrasi *net primary productivity* terendah dipahami bahwa fitoplankton tidak dapat hidup secara maksimal dengan suhu dan salinitas yang tidak optimal. Pada daerah penelitian termasuk dalam rentang ideal sehingga hasil dari proses fotosintesis yaitu dalam menyimpan bahan makanan berlangsung dengan baik.

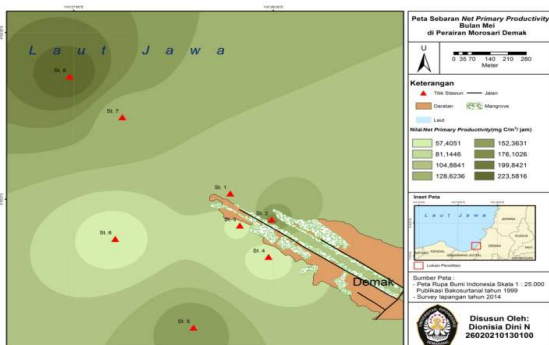
Berdasarkan hasil pengukuran arus di lapangan pada waktu pasang menunjukkan kecenderungan mempunyai pola pergerakan arus. Pola gerak arus pada musim peralihan ini bergerak tidak menentu. Pada bulan Maret yaitu dari timur laut menuju barat daya (0,021 - 0,164 m/detik). Pada bulan April dari barat laut menuju timur (0,019 – 0,145 m/detik). Pada bulan Mei dari utara menuju timur (0,019 – 0,143 m/detik). Berdasarkan hasil tersebut maka diperoleh model yang disajikan pada Gambar 10, Gambar 11 dan Gambar 12.



Gambar 5. Sebaran Konsentrasi NPP (*Net Primary Productivity*) Pengambilan 23 Maret 2014



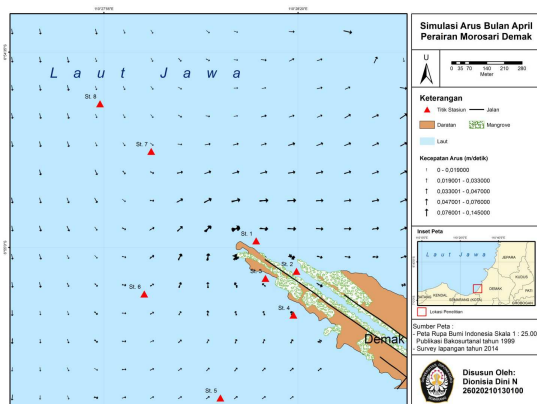
Gambar 6. Sebaran konsentrasi NPP (*Net Primary Productivity*) Pengambilan 22 April 2014



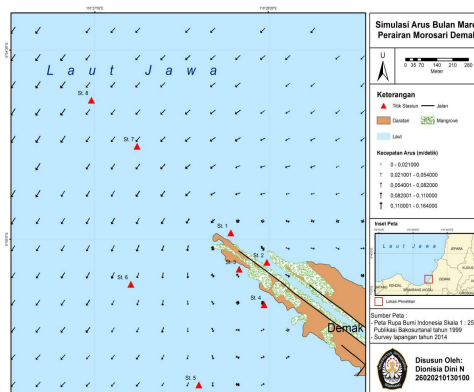
Gambar 7. Sebaran konsentrasi NPP (*Net Primary Productivity*) Pengambilan 20 Mei 2014



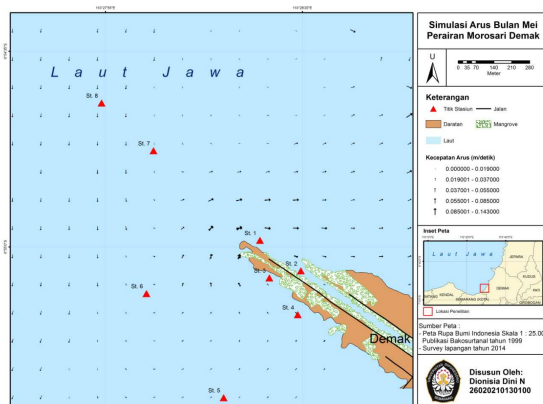
Gambar 8. Sebaran *Overlay* Konsentrasi NPP (*Net Primary Productivity*) Bulan Maret, April dan Mei 2014



Gambar 9. Peta Arus Pasang Menuju Surut Bulan Maret



Gambar 10. Peta Arus Pasang Menuju Surut Bulan April



Gambar 11. Peta Arus Pasang Menuju Surut Bulan Mei

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Perairan Morosari, Demak memiliki variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* dengan sebaran yang berpindah setiap bulan dari muara sungai ke laut;
2. Variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* di Perairan Morosari lebih banyak dipengaruhi oleh *mixing* proses pengadukan untuk muara sungai, *trapping* nutrisi dan dekomposisi untuk vegetasi mangrove dan pengendapan untuk di perairan yang agak jauh dari pantai;
3. Variabilitas klorofil-a dan *net primary productivity* tidak memiliki korelasi dengan nilai $R=0,375$.
4. Variabel hidrodinamika yang mempengaruhi *net primary productivity* di Perairan Morosari, Demak secara dominan adalah arus dengan kecepatan arus berkisar nilai 0,019 - 0,164 m/detik menuju ke arah Timur.

Daftar Pustaka

- APHA. (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association) dan WPCF (Water Pollution Control Federation). 2005. Standart Methods For The Examination of Water and Waste Water, 21th edition. Baltimore, MD, p. 1081.
- Atmodjo, W. 2010. *Sebaran Sedimen di Perairan Delta Sungai Bodri, Kendal, Jawa Tengah*. Universitas Diponegoro, Semarang, ISSN 0853-7291. 15(1), hlm. 53-58.
- Rompas, R. M., 2009. *Pemahaman Hukum Laut Internasional (UNCLOS 1982) dan Implementasinya terhadap Pembangunan Kelautan Indonesia*. Dewan Kelautan Indonesia, Jakarta, hlm. 44.
- Dahuri, R., J. Rais, S. P. Ginting, dan M. J. Sitepu. 1999. *Pengelolaan Sumber Daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Pradnya Paramita, Jakarta, hlm. 326.

- Dianingrum, A. M. 2007. *Studi Pola Transpor Sedimen di Pelabuhan Tanjung Priok Jakarta*. [Skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Diponegoro, Semarang.
- Indarto, Y., Suhardjono dan Mulyadi. 1991. *Pola Variasi Produksi Serasah Hutan Mangrove Pulau Dua, Jawa Barat*. Prosiding Seminar IV Ekosistem Mangrove. Bandar Lampung, Lampung, hlm.169-173.
- Nontji, A. 2005. *Laut Nusantara*. Djambatan, Jakarta.
- Nybakken, J. W. 1992. *Biologi Laut, Suatu Pendekatan Ekologis*. PT Gramedia Pustaka, Jakarta 458 hlm (diterjemahkan oleh M. Eidmann, et al).
- Resosoedarmo, S., K. Kartawanita dan A. Soegianto. 1992. *Pengantar Ekologi*. PT. Bandung, Remaja Rosdakarya.
- Richards, F. A. and T.G. Thompson 1952. *The Estimation and Characterization Of Plankton Populations By Pigment Analysis Ii. A Spectrophotometric Method For Estimation Of Plankton Pigments*. *Journ. Mar. Res.* 11, pp. 156-172.
- Sanusi, H. S. 2004. *Karakteristik Kimiawi dan Kesuburan Perairan Teluk Pelabuhan Ratu Pada Musim Barat dan Timur*. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*. 11(2): hlm. 93-100.
- Suryabrata, S. 1983. *Metodologi Penelitian*. Rajawali Press, Jakarta.
- Triatmodjo, B. 1999. *Teknik Pantai*. Yogyakarta, Beta Offset.
- Zainuri, M. 2010. *Kontribusi Sumberdaya Fitoplankton terhadap Produktivitas dan Keseimbangan Ekosistem dalam Pengelolaan Wilayah Pesisir*. Pengukuhan Guru Besar, Semarang.