

---

# PENGARUH MUSIM TERHADAP BEBAN MASUKKAN NUTRIEN DI TELUK AMBON DALAM (EFFECT OF SEASONAL ON NUTRIENT LOAD INPUT THE INNER AMBON BAY)

F.S. Pello<sup>1)\*</sup>, E.M. Adiwilaga<sup>2)\*</sup>, N.V. Huliselan<sup>3)\*</sup> dan A. Damar<sup>4)\*</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Pascasarjana Sumberdaya Perairan IPB/ Jln Agatis, Kampus IPB Darmaga-Bogor 16680

<sup>2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB/ Jln Agatis, Kampus IPB Darmaga-Bogor 16680

<sup>3</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNPATTI/ Jln. Mr. Chr. Soplanit Kampus UNPATTI Poka-Ambon 97233

<sup>4</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB/ Jln Agatis, Kampus IPB Darmaga-Bogor 16680

\*email: rikapello@yahoo.com; enanbgr@yahoo.com; niette@yahoo.com; damar.ario@gmail.com

## Abstract

Input nutrients into the Inner Ambon Bay very influenced by season. Activity in the bay and input nutrients from land and outer Ambon Bay as well as the influence of upwelling in Banda sea could increase eutrophication in the bay. This study aimed to analyze the influence of freshwater and the exchange of sea water to the concentration of nutrients in Inner Ambon Bay. The study was conducted from June 2011 to May 2012. Average content of nitrate in East season (0.04 to 2.36  $\mu\text{M}$  ( $0.57 \pm 0.78$ ), Transition Season II 0.05 to 2.20  $\mu\text{M}$  ( $0.36 \pm 0.67$ ); and Transition Season IO.09 to 1.66  $\mu\text{M}$  ( $0.59 \pm 0.47$ ) are higher while the West season 0.05-0.10  $\mu\text{M}$  ( $0.06 \pm 0.02$ ) is lower than the water quality standard for marine biota. Average value of phosphate in the four seasons is higher than the sea water quality standard, while enter nitrate and phosphates from Outer Ambon Bay in the East Season is larger than from river. Temporally and spatially condition of Inner Ambon Bay are oligotrophic and mesotrophic. Flushing time in Inner Ambon Bay is 14 days.

Key words : nutrient, eutrophication, season, flushing time

## 1. Pendahuluan

Pusat perkembangan populasi manusia di daerah pantai, terutama di daerah estuari mempunyai pengaruh yang besar terhadap kualitas perairan. Perkembangan pembangunan di Teluk Ambon terutama daerah pesisir di Teluk Ambon menjadi pusat aktivitas ekonomi dan sosial masyarakat Ambon, dengan persentase terbesar untuk pemukiman. Laju perkembangan sepanjang daerah pantai dan sekitarnya, menghasilkan sedimentasi yang tinggi di Teluk Ambon Dalam, disamping sedimentasi dan partikel-partikel terlarut dari run off, Teluk Ambon juga menerima materi-materi organik seperti buangan domestik dari kota (Wagey, 2002., Tuahatu dan Pattiasina, 2005 dan Tuhumury *et al.*, 2007),.

Teluk Ambon Dalam dan sekitarnya memiliki beberapa fungsi dan kegunaan yaitu sebagai daerah

perikanan tangkap dan budidaya, pelabuhan pangkalan Tentara Nasional Indonesia Angkatan Laut dan Polisi Air, pelabuhan kapal tradisional antar pulau dan ferry penyeberangan, pelabuhan perikanan, jalur transportasi laut, pembuangan limbah air panas oleh Perusahaan Listrik Negara, darmaga tempat perbaikan kapal, daerah konservasi, tempat pendidikan dan penelitian, tempat rekreasi dan olah raga serta pemukiman penduduk. Semua aktivitas tersebut menyumbangkan nutrisi ke dalam teluk. Teluk Ambon luar juga menyumbangkan nutrisi, terutama pada saat terjadi upwelling di laut Banda berpengaruh ke dalam teluk melalui teluk Ambon Luar. Eutrofikasi pada ekosistem pantai disebabkan oleh berlebihannya nutrisi seperti nitrat dan fosfat (Xu *et al* 2008), selanjutnya eutrofikasi adalah salah satu faktor utama yang menyebabkan memburuknya lingkungan akuatik di estuari (Qiu *et*

al., 2010). Pusat perkembangan populasi manusia di daerah pantai, terutama di daerah estuari mempunyai pengaruh yang besar terhadap eutrofikasi yang dapat dihubungkan dengan masalah *blooming* algae berbahaya dan memburuknya kualitas perairan (Domingues *et al.*, 2010). Teluk Ambon Dalam, terjadi *blooming* alga berbahaya dari species *Pyrodinium bahamense* pada tahun 1993 yang menelan korban manusia (Wiadnyana, 1996), *Alexandrium affine* pada tahun 1997 (Wagey, 2001), *Pyrodinium* spp dan *Alexandrium* spp (Tuhepaly, 2012).

Peranan nutrisi, terutama nitrogen dan fosfor sebagai faktor pembatas fitoplankton adalah aspek penting untuk mengurangi dan mengatur eutrofikasi (Paerl, 2009). Tersedianya nutrient di estuari sangat dipengaruhi oleh masukan air tawar dan pertukaran air laut, sumber air tawar berasal dari sungai, air tanah dan *runoff* dari darat yang mensuplai nutrisi ke estuari dan pertukaran air laut melalui pasang surut yang mengencerkan konsentrasi nutrient (Gobler *et al.*, 2005). Konsentrasi nitrat dan silikat paling tinggi di perairan tawar dan menurun dengan meningkatnya salinitas (Maier *et al.*, 2009). Biasanya di perairan tawar, fosfor (P) lebih bersifat faktor pembatas (Schindler, 1971, diacu dalam Domingues *et al.*, 2010) dan nitrogen (N) di ekosistem laut (Ryther dan Dunstan, 1971, diacu dalam Domingues *et al.*, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh masukan air tawar dan pertukaran air laut terhadap

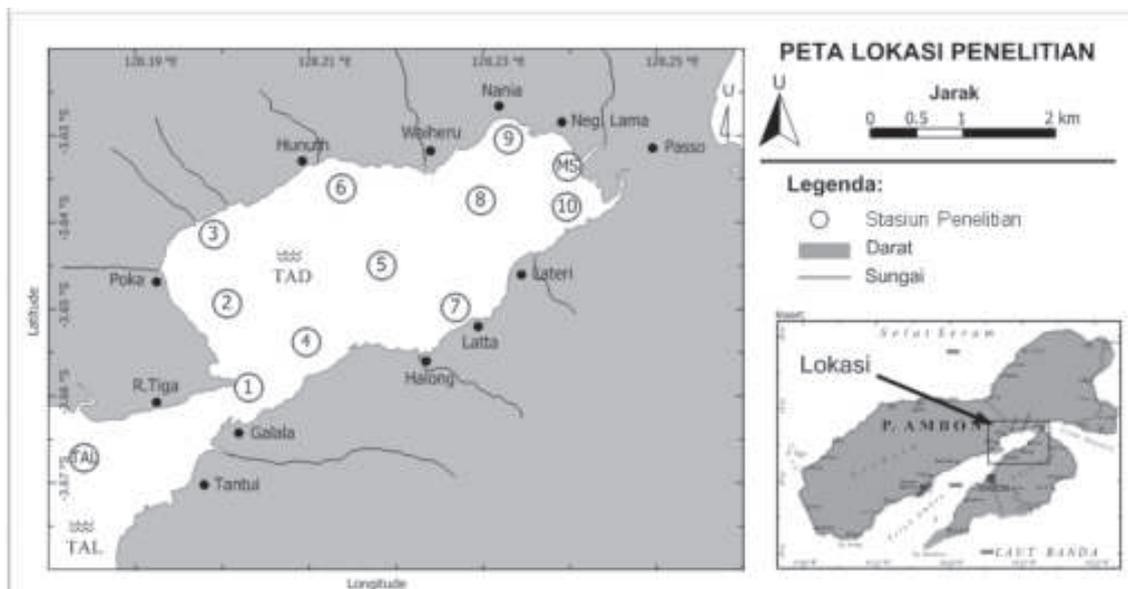
konsentrasi nutrisi di Teluk Ambon Dalam.

## 2. Metodologi

### 2.1. Tempat dan waktu

Penelitian ini dilaksanakan di perairan Teluk Ambon Dalam, Pulau Ambon, Provinsi Maluku. Secara geografis berada pada posisi 128°19'4.03"-128°24'33"BT dan -03.66°39'29"-03.63°30'30"S (Gambar 1). Penelitian ini dilaksanakan dari Juni 2011 sampai dengan Mei 2012, mewakili ke empat musim (Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I). Musim Timur berlangsung dari bulan Juni – Agustus, musim peralihan II dari bulan September- Nopember, musim barat dari bulan Desember- Pebruari dan musim peralihan I dari bulan Maret- Mei. Penelitian ini berlangsung dalam dua belas (12) kali sampling dengan interval waktu setiap satu bulan di dua belas (12) stasiun.

Untuk analisis DIN (ammonia nitrogen, nitrat nitrogen, nitrit nitrogen), DIP (ortofosfat) dan silikat, diambil contoh air laut sebanyak satu (1) liter pada setiap stasiun dengan menggunakan Van Dorn. Sebelum dianalisis lanjutan di laboratorium terlebih dahulu dilakukan filtrasi dengan filter nukleopore (whatman GF/C diameter 47 mm dengan porositas 0.45 µm) dengan menggunakan pompa vakum melewati suatu glass microfibre filter (Tanaka dan Choo, 2000). Air tersaring ini disimpan dalam botol



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Teluk Ambon

plastik sebelum dianalisis. Analisis konsentrasi unsur hara dilakukan dengan metode standar (Parson *et al.*, 1984).

### 2.2. Waktu Pembilasan

Untuk mengetahui flushing time air, maka perlu diketahui jumlah air tawar yang masuk kedalam teluk, untuk mengukur jumlah air tawar yang masuk dalam teluk, maka diukur debit air tawar dari 8 sungai yang bermuara di Teluk Ambon Dalam (Tabel 1)

Untuk perhitungan beban nutrien dilakukan dengan mengikuti persamaan yang diberikan oleh (Mitsch dan Gosselink, 1993):

$$L = Q \times C$$

Kemudian, untuk mendapatkan jumlah beban nutrien dalam satuan ton per bulan, maka rumus di atas (2) dikalikan dengan :

Tabel 1. Sungai-sungai yang bermuara di Teluk Ambon Dalam

SUNGAI	LOKASI	BUJUR	LINTANG
Guru-guru Besar	Poka	128°12'03.5"	3°38'17.7"
Waihunut	Hunuth	128°12'51.3"	3°37'51.2"
Waiheru	Waiheru	128°13'11.7"	3°37'36.7"
Waitonahitu	Passo	128°14'45.3"	3°37'24.6"
Air Besar	Halong	128°13'23.7"	3°39'28.8"
Waireka	Lateri	128°14'11.6"	3°38'47.1"
Waisala	Waiheru	128°13'41.6"	3°37'34.2"
Wailata	Poka	128°11'33.8"	3°38'45.4"

Mengukur flushing time dengan menggunakan formula menurut Bowden (1983) yaitu :

$$FT = \left(\frac{V}{F}\right) * \left(\frac{(S_{dasar} - S_{permukaan})}{S_{dasar}}\right)$$

Dimana :

FT = Flushing Time (waktu dirus)

Sd = Salinitas dasar

Sp = Salinitas permukaan

V = Volume teluk TAD 221.473.019 m<sup>3</sup>

F = Debit air tawar (m<sup>3</sup>/detik)

$$10^{-6} \times 3600 \times 24 \times 30 = \left[\frac{2.592.000}{1.000.000}\right]$$

Sehingga menjadi :

$$L = \left[\frac{2.592.000}{1.000.000}\right] \times Q \times C$$

L = beban masukan nutrien tiap bulan (ton bulan<sup>-1</sup>)

2592000 = faktor konversi (bulan ke detik)

1000000 = faktor konversi (ton ke gram)

C = konsentrasi nutrien masing-masing jenis N dan P tiap bulan (mg L<sup>-1</sup>)

### 2.3. Masukan Beban nutrien

Beban masukan nutrien jenis-jenis N dan P dari sungai Waitonahitu ke perairan dihitung sebagai berikut:

Pengukuran debit sungai diukur melalui persamaan yang diberikan oleh Gordon *et al.* (1992) sebagai berikut :

$$Q = V \cdot A$$

Q = debit (m<sup>3</sup> detik<sup>-1</sup>); A = luas penampang basah alur sungai (m<sup>2</sup>);

V = kecepatan aliran (m detik<sup>-1</sup>).

### 2.4. Tropical Index for Marine System (TRIX)

Untuk mengetahui status perairan digunakan *Tropical Index* (TRIX). Indeks ini tujuannya untuk mengetahui karakteristik status trofik perairan pantai, meliputi eutrofikasi dalam hubungan dengan parameter-parameter klorofil-a, oksigen saturasi, nitrogen anorganik terlarut dan fosfat. Status trofik tergantung pada tersedianya nitrogen dan fosfat untuk produksi primer, yang mana ditentukan oleh biomassa fitoplankton (klorofil-a) dan oksigen saturasi (Vollenweider *et al.*, 1998). dan dipakai oleh Damar 2003

Untuk menghitung TRIX, maka nutrisi diwakili oleh DIN dan fosfat, biomassa fitoplankton diwakili oleh klorofil a dan oksigen saturasi

$$TRIX = \left( \frac{k}{n} \right) \sum_{i=1}^n \left( \frac{(\log M - \log L)}{(\log U - \log L)} \right)$$

- k = 10 (skala vektor)
- n = jumlah variabel (4)
- U = batas atas
- L = batas bawah
- M = nilai satu variabel

### 2.5. Analisis Data

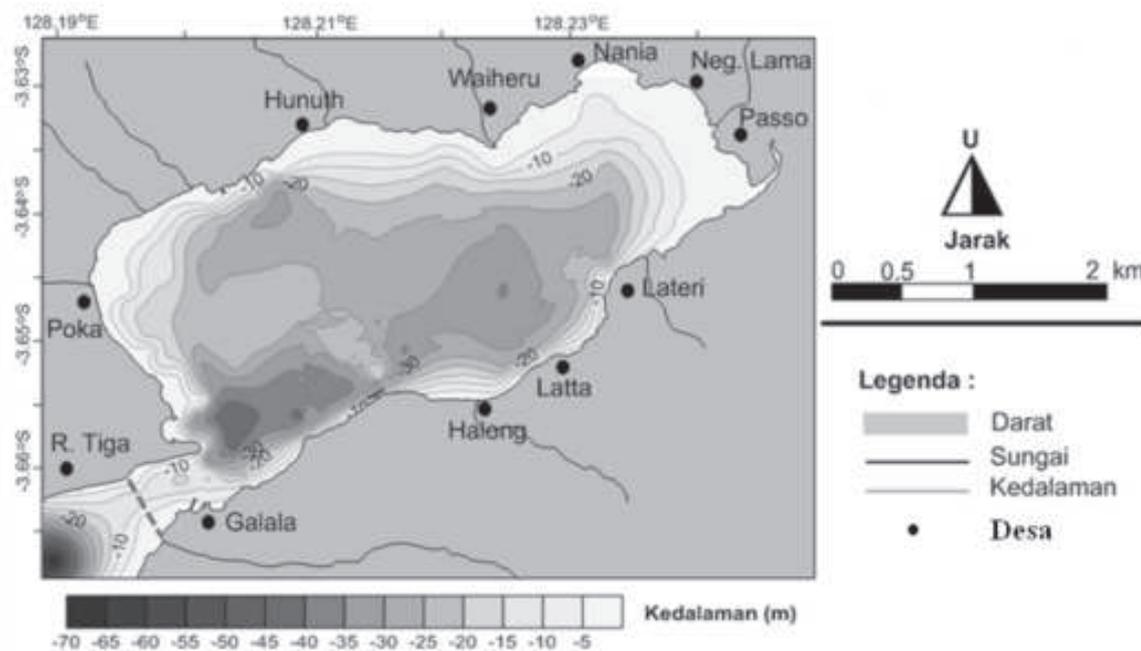
Untuk mengetahui distribusi konsentrasi nutrisi inorganik terlarut dianalisis dengan ANOVA satu arah (one-way ANOVA). Apabila pada analisis ini terdapat perbedaan yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Post-hoc Duncan. Untuk mengetahui hubungan antara nutrisi inorganik terlarut serta rasio N:P dan rasio N:Si dengan parameter lingkungan dilakukan analisis korelasi Pearson's.

## 3. Hasil dan Pembahasan

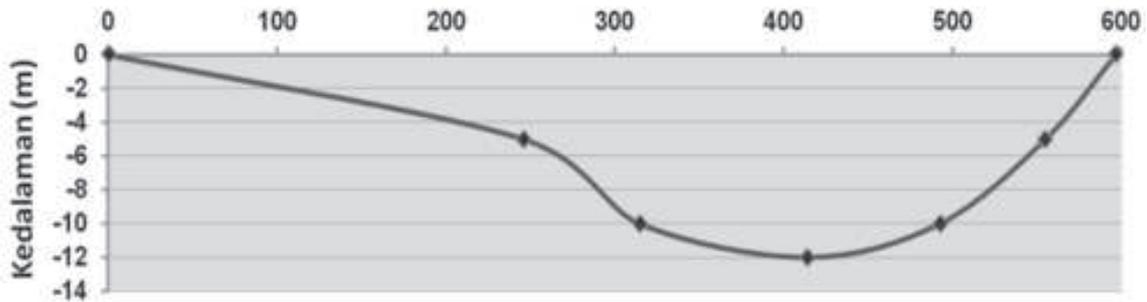
### 3.1. Deskripsi Lokasi Penelitian

Perairan teluk Ambon terdiri dari perairan Teluk Ambon Dalam dan Teluk Ambon Luar. Teluk Ambon Dalam tergolong semi tertutup, dicirikan dengan ukuran yang relatif kecil dengan panjang garis pantai 20.047 km, luas 11.579233 km<sup>2</sup> dan kedalaman maksimum 42 m, dengan volume air yang terdapat pada Teluk Ambon Dalam 221.473.019 m<sup>3</sup>. (Gambar 2).

Pada peta terlihat daerah yang dangkal pada daerah Poka, Hunuth, Waiheru, Nania, Negeri Lama, Passo dan Lateri. Sedangkan di daerah Latta dan Halong terdapat daerah yang lebih dalam (> 15 meter), dan pada daerah bagian tengah teluk dan daerah yang mendekati ambang teluk kedalamannya > 35 m. Jarak melintang Galala – Poka 596,63 m (garis putus-putus pada Gambar 2), kedalaman terendah ambang Galala-Rumah Tiga 12 m saat air surut dan luas penampang melintang 3667.29 m<sup>2</sup> (Gambar 3).



Gambar 2. Peta kedalaman Teluk Ambon Dalam



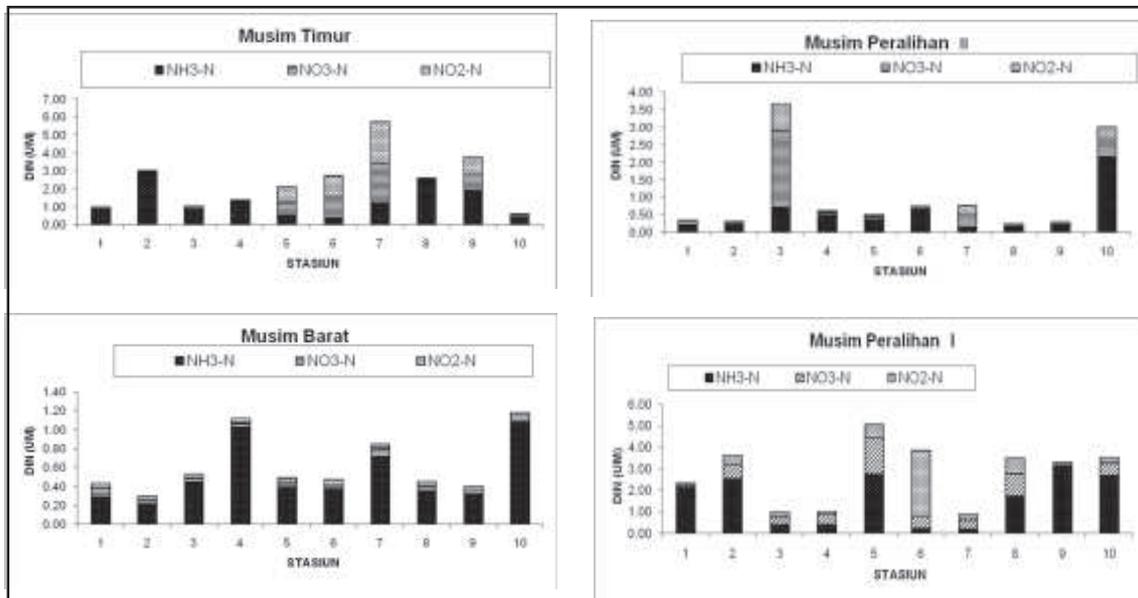
Gambar 3. Penampang Melintang Mulut Teluk Ambon Bagian Dalam (meter) pada Ambang Galala-Poka

### 3.2. Hubungan Dissolved Inorganic nitrogen (DIN) dengan Musim

Gambar 4 memperlihatkan bahwa pada Musim Timur, di zona I (St 1, St 2, St 3 dan St 4) dan zona III (St 8, St 9 dan St 10) didominasi oleh amonia (> 50%), komposisi DIN didominasi oleh amonia yang tinggi dapat merupakan indikasi dari intensifnya proses denitrifikasi dan adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri, dan limpasan (*run-off*) pupuk pertanian (Effendi H. 2003). sedangkan di zona II (St 5, St 6 dan St 7) terdapat konsentrasi nitrat dan nitrit yang tinggi. Nitrat berkorelasi dengan oksigen terlarut (Pearson's  $r = -0.634; P < 0.05$ ), karena konsentrasi oksigen yang tinggi di perairan, maka terjadi oksidasi amonia

menjadi nitrit dan nitrat. Yang disebabkan oleh proses pergerakan massa air yang berubah dengan bergantinya musim.

Pada musim peralihan II terdapat peningkatan yang menyolok di stasiun 3, konsentrasi nitrat 59.72%, tingginya konsentrasi nitrat di stasiun ini disebabkan oleh nitrat dan nitrit berkorelasi dengan turbiditas berturut-turut (Pearson's  $r = 0.842; r = 0.808; P < 0.01$ ). Turbiditas yang tinggi disebabkan oleh dekomposisi bahan organik. Pada stasiun 10 terdapat amonia dengan konsentrasi 72.06%. (Gambar 4), tingginya amonia di stasiun ini disebabkan oleh stasiun 10 berdekatan dengan muara sungai dan rumah penduduk yang padat yang banyak menghasilkan limbah domestik dan limbah industri.



Gambar 4. Konsentrasi DIN yang terdiri dari nitrat, nitrit dan amonia pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I

Pada Musim Barat terdapat konsentrasi amonia yang tinggi di semua stasiun, dengan kisaran konsentrasi amonia 65.70% – 92.24% (Gambar 4). Tingginya konsentrasi amonia pada Musim Barat disebabkan oleh tingginya suhu rata-rata perairan (30.25 sampai 30.86°C). Peningkatan suhu menyebabkan terjadi peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).

Konsentrasi amonia pada Musim Peralihan I > 50% pada stasiun 1, 2, 5, 9 dan stasiun 10. Konsentrasi amonia yang tinggi disebabkan oleh suhu perairan yang masih tinggi 29.78 -30.36°C (30.14±0.18) yang mempengaruhi dekomposisi bahan organik. Sedangkan pada stasiun 5 terdapat konsentrasi nitrat yang tinggi yaitu 1.66 µM (32.96%), bila dibandingkan dengan Teluk Jakarta pada musim yang sama konsentrasi nitrat yang tinggi 13.95 µM (Damar, 2003), maka Teluk Ambon Dalam terdapat konsentrasi nitrat yang rendah. Pada stasiun 6 terdapat konsentrasi nitrit yang tinggi yaitu 3.11 µM (80.68%)(Gambar 4) disebabkan oleh limbah industri dari kapal-kapal ikan yang berlabu di pesisir pantai, dibandingkan dengan Teluk Jakarta konsentrasi nitrit yang tinggi 5.13 µM (Damar 2003) maka Teluk Ambon masih dalam katagori rendah

Secara temporal, distribusi konsentrasi DIN di perairan berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), selanjutnya Musim Barat dan Musim Peralihan II berbeda nyata dengan Musim Timur dan Musim Peralihan I, yang mana Musim Timur dan Musim Peralihan I dengan konsentrasi DIN yang tinggi. Distribusi konsentrasi DIN pada Musim Timur secara spasial berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), selanjutnya Stasiun 10 dengan konsentrasi yang rendah (0.62 µM) dan stasiun 7 (5.75 µM) dengan konsentrasi yang tinggi. Pada Musim Peralihan II secara spasial, konsentrasi DIN tidak berbeda nyata (ANOVA,  $P = 0.124$ ). Pada musim Barat, secara spasial berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), yang mana stasiun 2 dengan konsentrasi DIN yang rendah (0.26 µM) dan stasiun 10 yang lebih tinggi (1.17 µM). Sedangkan pada Musim Peralihan I, konsentrasi DIN berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.019$ ), selanjutnya setiap stasiun mempunyai pengaruh yang sama terhadap konsentrasi DIN di perairan. Kandungan amonia terendah Musim Barat 0.21 sampai 1.09 µM (0.52±0.31) dan tertinggi pada Musim Peralihan I 0.17 sampai 3.09 µM (1.60±1.19) Kandungan rata-rata amonia nitrogen lebih rendah dibandingkan dengan kandungan amonia dalam baku mutu air laut untuk

biota yaitu 0.3 mg/l (16.67 µM) (MENLH, 2004). Kandungan nitrat yang rendah pada Musim Barat 0.05-0.10 µM (0.06±0.02) dan yang tinggi pada Musim Peralihan I 0.09-1.66 µM (0.59±0.47). Kandungan rata-rata nitrat pada Musim Timur, Musim Peralihan II dan Musim Peralihan I lebih tinggi sedangkan Musim Barat lebih rendah dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota, yaitu 0.008 mg/l (0.13 µM) (MENLH, 2004).

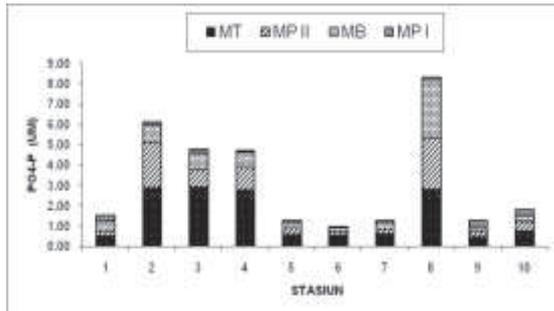
Kandungan nitrit pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I berturut-turut berkisar antara 0.04 sampai 2.36 µM (0.57±0.78); 0.04 sampai 0.78 µM (0.17±0.24); 0.04 sampai 0.05 µM (0.05±0.00) dan 0.09 sampai 3.11 µM (0.60±0.91). Kandungan rata-rata nitrit tersebut masih berada di bawah ambang batas untuk perikanan, yaitu 0.06 mg/l (1.30 µM) (Alaerts dan Santika, 1984), kecuali pada bulan Juli dan Agustus pada stasiun 6, 7 dan 9 dengan kandungan nitrit berturut-turut 1.74 µM; 3.52 µM dan 1.46 µM.

### **3.3. Fosfat Inorganik Terlarut**

Kandungan PO<sub>4</sub>-P pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I berturut-turut berkisar antara 0.50 sampai 2.93 µM (1.50±1.17); 0.16 sampai 2.50 µM (0.84 ±0.87); 0.16 sampai 2.92 µM (0.71±0.82) dan 0.07 sampai 0.33 µM (0.18±0.10). Menurut Dortch and Whitledge (1992) in Domingues *et al* (2005), P terbatas jika PO<sub>4</sub> < 0.2 µM. Kandungan tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan baku mutu air laut, yaitu 0.015 mg/l (0.16 µM) (MENLH, 2004). Kandungan fosfat yang tinggi, dapat menstimulir ledakan pertumbuhan fitoplankton di perairan.

Secara temporal, distribusi konsentrasi fosfat di perairan berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), artinya musim sangat berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi fosfat di perairan. Selanjutnya konsentrasi fosfat Musim Peralihan I (0.07 – 0.33 µM) berbeda nyata terhadap Musim Timur. Pada Musim Timur (0.50-2.93 µM), Musim Peralihan II (0.16 sampai 2.50 µM) dan Musim Barat (0.16 sampai 2.92 µM) secara spasial distribusi konsentrasi fosfat di permukaan perairan berturut-turut tidak berbeda nyata (ANOVA,  $P = 0.145$ ), (ANOVA,  $P = 0.358$ ) dan (ANOVA,  $P = 0.180$ ). Sedangkan pada Musim Peralihan I, distribusi konsentrasi fosfat berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.028$ ), selanjutnya masing-masing stasiun memberi pengaruh yang sama terhadap konsentrasi fosfat. Pada Musim Timur

terdapat konsentrasi fosfat yang tinggi, sedangkan yang paling rendah pada Musim Peralihan I ( 0.07 sampai 0.33  $\mu\text{M}$ ) (Gambar 5). Konsentrasi fosfat 0.44  $\mu\text{M}$  dan 0.37  $\mu\text{M}$  pada perairan pesisir Cirebon (Susana and Suyarso, 2008). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi fosfat lebih tinggi pada Musim Timur, Musim Barat dan Musim Peralihan II di Teluk Ambon Dalam.



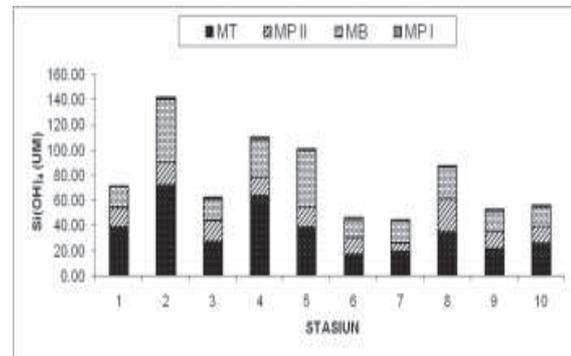
Gambar 5. Rerata konsentrasi  $\text{PO}_4\text{-P}$  di permukaan perairan Teluk Ambon Dalam

### 3.4. Silika Inorganik Terlarut

Kandungan silika pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I berturut-turut berkisar antara 19.07 sampai 82.84  $\mu\text{M}$  ( $42.82 \pm 24.45$ ); 13.23 sampai 26.03  $\mu\text{M}$  ( $18.99 \pm 3.92$ ); 14.36 sampai 56.32  $\mu\text{M}$  ( $25.43 \pm 14.24$ ) dan 4.28 sampai 37.97  $\mu\text{M}$  ( $14.99 \pm 10.33$ ). Konsentrasi silika yang paling tinggi pada Musim Timur, dan terjadi penurunan pada setiap musim (Gambar 6). Tingginya silikat pada musim Timur disebabkan oleh tingginya curah hujan (12.9 sampai 27.9 mm), dan silika yang masuk dalam sistem perairan pantai terutama berasal dari darat yang dibawah oleh air hujan (Livingston, 2001), pada musim hujan konsentrasi DSi lebih tinggi di perairan (Wang, *et al.* 2006).

Secara temporal, distribusi konsentrasi silika di perairan berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), artinya musim sangat berpengaruh terhadap perubahan konsentrasi silika di perairan. Selanjutnya konsentrasi Musim Peralihan I (4.28 sampai 37.97  $\mu\text{M}$ ), Musim Peralihan II (13.23 sampai 26.03  $\mu\text{M}$ ) dan Musim Barat (14.36 sampai 56.32  $\mu\text{M}$ ) sangat berbeda terhadap Musim Timur (19.07 sampai 82.84  $\mu\text{M}$ ). Secara spasial pada Musim Timur, Musim Peralihan II dan Musim Barat distribusi konsentrasi silika di permukaan perairan berturut-turut berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), selanjutnya masing-masing stasiun memberi pengaruh yang sama terhadap konsentrasi silika. Sedangkan pada Musim

Peralihan I distribusi konsentrasi silika di permukaan perairan berbeda nyata (ANOVA,  $P < 0.01$ ), selanjutnya stasiun 8 (0.15  $\mu\text{M}$ ) berbeda nyata terhadap stasiun 5 (1.89  $\mu\text{M}$ ) dan stasiun 4 (2.10  $\mu\text{M}$ ).



Gambar 6. Rerata konsentrasi  $\text{Si(OH)}_4$  di permukaan perairan Teluk Ambon Dalam

### 3.5. Rasio DIN dan DIP serta DSi dan DIN

Tabel 2 menunjukkan bahwa pada Musim Timur dan Musim Barat rata-rata rasio N/P di perairan relatif rendah, pada musim Peralihan II rata-rata N/P tinggi di bulan Oktober dan di Musim Peralihan I pada bulan Maret dan Mei. Rendahnya rasio N/P diduga karena perbedaan kondisi dan proses yang terjadi di lingkungan perairan. Apabila laju pemakaian nitrogen oleh fitoplankton berlangsung cepat dan tidak sebanding dengan laju pemakaian fosfat maka rasio N/P akan mengecil. Hal lain juga dapat terjadi, dimana laju regenerasi fosfat dari bahan tersuspensi atau sedimen berlangsung lebih cepat dan tidak disertai penyediaan nitrogen yang cukup (Pirzan dan Pong-Masak, 2008).

Bila rasio DIN dan DIP tinggi atau lebih besar dari 16, maka yang menjadi pembatasan pertumbuhan fitoplankton adalah DIP. Selanjutnya bila rasio DIN dan DIP rendah atau lebih kecil dari 16, maka yang menjadi pembatas pertumbuhan fitoplankton adalah DIN. Selain rasio Redfield dapat pula digunakan sebagai indikator struktur komposisi komunitas fitoplankton (Sommer, 1989). Pada umumnya Bacillariophyceae lebih dominan pada rasio DIN dan DIP yang rendah (Lagus *et al.*, 2004).

Rasio DSi dan DIN di perairan ini memperlihatkan nilai yang tinggi, kecuali pada Musim Peralihan I (Tabel 2). Rasio DSi:DIN dapat digunakan sebagai indikator pembatas pertumbuhan fitoplankton (Regueneau *et al.*, 1994). Si menjadi faktor pembatas jika  $\text{Si:N} < 1$  dan  $\text{DSi} < 2 \mu\text{M}$  (Dortch

dan Whitley (1992). Rasio normal DSI:DIN adalah 1:1, dan umumnya Bacillariophyceae menyerap DSI dan DIN pada rasio 1. Pada rasio DSI:DIN lebih kecil dari 1 menunjukkan DSI sebagai pembatas pertumbuhan fitoplankton khususnya Bacillariophyceae atau sebaliknya (Brzezinski *et al.* 2003).

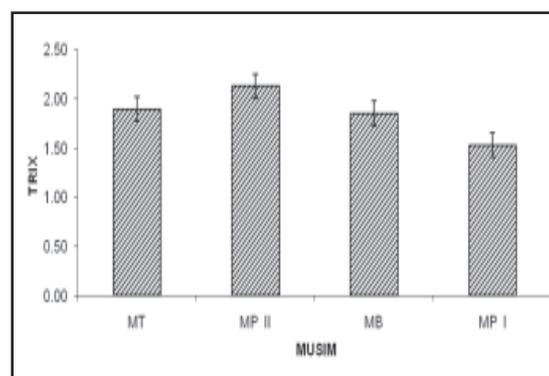
yang rendah 0.07 sampai 0.33  $\mu\text{M}$  ( $0.18 \pm 0.10$ ). Konsentrasi fosfat yang rendah, maka diatom yang berukuran besar seperti *Skeletonema costatum* tidak dapat bertumbuh (Qui *et al.* 2010), Hal ini menyebabkan akan mempengaruhi konsentrasi klorofil-a dalam kolom air dan juga mempengaruhi nilai trofik.

Tabel 2. Rasio nutrien anorganik terlarut di Perairan Teluk Ambon Dalam

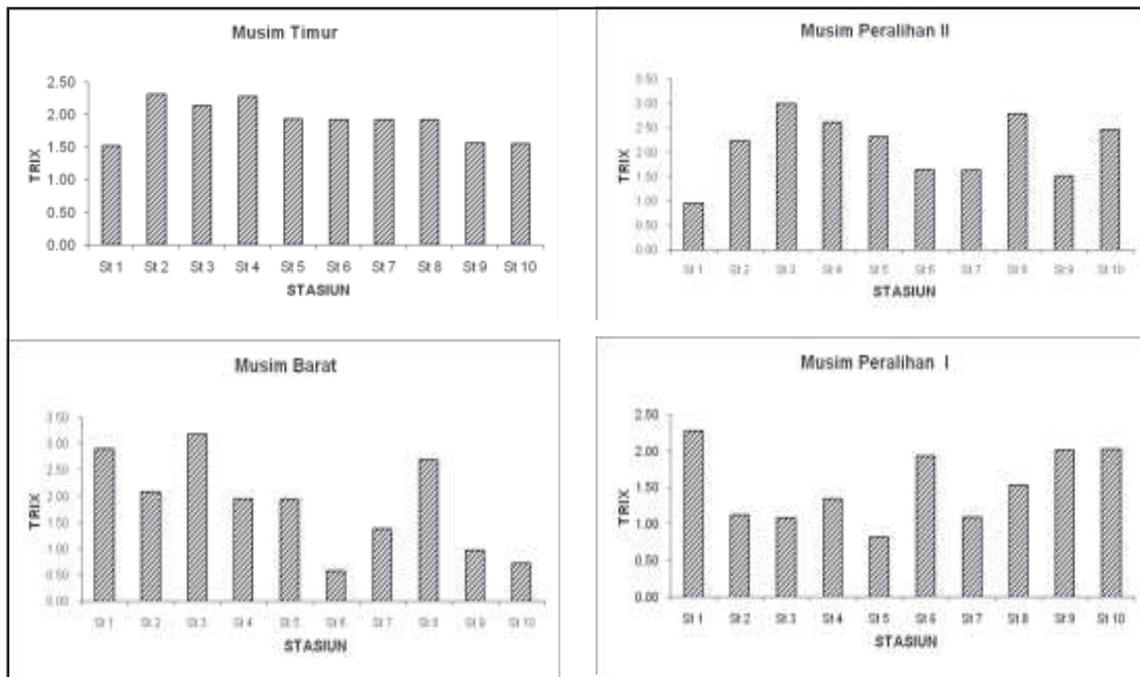
			Maksimum	Minimum	Rerata
Musim Timur	Juni	DIN:DIP	0.65	4.85	2.19
		DSI:DIN	8.45	227.80	74.15
	Juli	DIN:DIP	0.46	16.31	5.34
		DSI:DIN	1.64	60.22	18.90
	Agustus	DIN:DIP	0.15	11.04	3.47
		DSI:DIN	1.46	41.49	12.62
Musim Peralihan II	September	DIN:DIP	0.03	3.77	0.84
		DSI:DIN	12.22	134.03	66.64
	Oktober	DIN:DIP	0.91	118.18	22.77
		DSI:DIN	0.00	84.73	10.11
	November	DIN:DIP	1.20	19.50	4.93
		DSI:DIN	0.27	143.44	58.16
Musim Barat	Desember	DIN:DIP	0.11	2.97	1.04
		DSI:DIN	15.51	91.53	53.44
	Januari	DIN:DIP	0.75	7.56	3.88
		DSI:DIN	2.26	75.13	40.94
	Februari	DIN:DIP	0.04	23.33	6.67
		DSI:DIN	4.69	292.14	75.56
Musim Peralihan I	Maret	DIN:DIP	3.01	107.03	35.70
		DSI:DIN	0.03	1.97	0.66
	April	DIN:DIP	0.32	23.13	6.56
		DSI:DIN	0.18	8.06	2.65
	Mei	DIN:DIP	3.40	124.53	48.69
		DSI:DIN	0.02	8.47	1.20

### 3.6. Tropik Indeks (TRIX) dan Waktu Pembilasan

Analisis tropik indeks dilakukan untuk menjelaskan status nutrien pada suatu perairan, perhitungan didasarkan pada nilai minimum dan maksimum dari DIN, PO<sub>4</sub>, biomassa fitoplankton (klorofil-a) dan oksigen saturasi. Pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I nilai tropik indeks berturut-turut berkisar dari 1.52 sampai 2.30 ( $1.90 \pm 0.29$ ); 0.97 sampai 3.01 ( $2.13 \pm 0.65$ ); 0.58 sampai 3.20 ( $1.85 \pm 0.92$ ) dan 0.83 sampai 2.28 ( $1.53 \pm 0.50$ ) (Gambar 7 dan 8). Rata-rata nilai tropik indeks lebih pada musim Peralihan I. Rendahnya rata-rata nilai tropik indeks pada musim Peralihan I disebabkan karena pengaruh rata-rata DIP

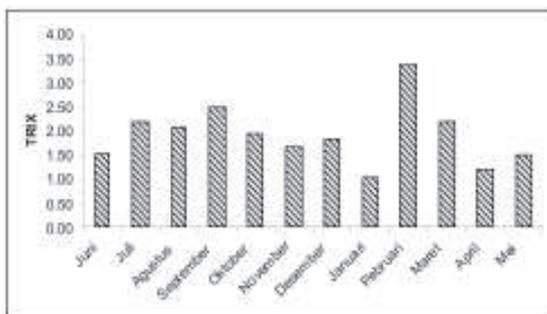


Gambar 7. Rata-rata nilai TRIX secara temporal di Teluk Ambon Dalam



Gambar 8. Rata-rata nilai TRIX pada empat musim di Teluk Ambon Dalam

Rata-rata nilai tropik indeks secara temporal berkisar dari 1.01 – 3.38. Nilai terendah pada bulan Januari dan tertinggi pada bulan Februari (Gambar 9). Menurut Caiaffa (1999) diacu dalam Damar (2003), mengklasifikasi tingkat tropik yang terdiri dari oligotrofik (0-2), mesotrofik (2-4), eutrofik (4-6) dan hyper eutrofik (> 6). Jadi secara temporal dan spasial Teluk Ambon Dalam berada dalam kondisi oligotrofik dan mesotrofik. Sumber nutrien yang masuk kedalam Teluk Ambon Dalam bersumber dari teluk sendiri, sungai-sungai di sekitar Teluk Ambon Dalam dan juga dari Teluk Ambon Luar.



Gambar 9. Rata-rata nilai TRIX secara temporal di Teluk Ambon Dalam

Volume air tawar yang masuk ke dalam Teluk Ambon Dalam sebanyak 1.204.228 m<sup>3</sup>/hari yang bersumber dari 8 sungai di sekitar teluk. Sungai Waetonahitu dengan debit air terbesar 636.369 m<sup>3</sup>/hari, dan juga Teluk Ambon Luar membawa nitrat pada Musim Timur, Musim Peralihan II, Musim Barat dan Musim Peralihan I (Tabel 3).

Tabel 3. Masukan Nitrat dan Fosfat ke Teluk Ambon Dalam (Ton/ Tahun)

Musim	Sungai		Teluk Ambon Luar	
	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	PO <sub>4</sub>
Timur	0.159	1.426	314.58	183.14
Peralihan II	0.555	11.499	8.55	54.55
Barat	4.452	0.720	26.71	30.79
Peralihan I	0.823	0.188	36.40	12.55

Pada tabel 3 memperlihatkan bahwa masukan nitrat dan fosfat dari Teluk Ambon Dalam sangat besar pada Musim Timur dibandingkan dari sungai, dan berdasarkan hasil analisis flushing time yang terjadi di Teluk Ambon Dalam selama 14 hari. Hal ini

memungkinkan selalu terjadi pergantian massa air di dalam teluk, walaupun terdapat masukan beban nutrisi yang banyak.

#### 4. Simpulan dan Saran

Kandungan rata-rata nitrat pada Musim Timur, Musim Peralihan II dan Musim Peralihan I lebih tinggi sedangkan Musim Barat lebih rendah dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk biota dan kandungan fosfat pada keempat musim lebih tinggi dibandingkan dengan baku mutu air laut. masukan nitrat dan fosfat dari Teluk Ambon Luar sangat besar pada Musim Timur dibandingkan dari sungai. Secara temporal dan spasial perairan Teluk Ambon Dalam berada dalam kondisi oligotropik dan mesotropik. Flushing time yang terjadi di Teluk Ambon Dalam selama 14 hari. Perlu adanya pengelolaan lingkungan di sekitar perairan Teluk Ambon Dalam.

#### Daftar Pustaka

- Alaerts, G dan Santika, S.S.1984.*Metode Penelitian Air*. Surabaya. Penerbit Usaha Nasional.
- Bowden, K.F. 1983. *Physical Oceanography of Coastal Water*. Ellis Horwood Lim.
- Brzezinski, M.A., J.L. Jones, K.D. Bidle and F. Azam. 2003. The Balance between silica production and silica dissolution in the sea: Insights from Monterey Bay, California, applied to the global data set. *Limnol. Oceanogr.* 48: 1846-1854
- Damar, A. 2003. *Effect of Enrichment on Nutrient Dynamics, Phytoplankton Dynamics and Productivity in Indonesian Tropical Water : a Comparison between Jakarta Bay, Lampung Bay and Semangka Bay*. PhD Dissertation. Cristian-Albrechts-University. Kiel, Germany. 235 p.
- Domingues, R.B., A.Barbosa, and H.Galvão. 2005. Nutrients, light and phytoplankton succession in a temperate estuary (the Guadiana, south-western Iberia). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 74: 31-43
- Domingues, R.B., T.P. Anselmo, A.B. Barbosa, U. Sommer and H.M. Galvao. 2010. Nutrient limitation of phytoplankton growth in the freshwater tidal zone of a turbid, Mediterranean estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* xxx: 1-16
- Dortch, Q and T.E. Whittedge. 1992. Does nitrogen or silicoon limit phytoplankton production in the Mississippi River plume and nearby regions? *Continental Shelf Research* 12: 1293-1309
- Effendi, H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Kanisius. Yogyakarta. P 258
- Gobler, Ch.J., L.A. Cullison, F. Koch, T.M. Harder and J.W. Krause. 2005. Influence of freshwater flow, ocean exchange, and seasonal cycles on phytoplankton-nutrient dynamics in a temporarily open estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science.* 65 : 275 – 288
- Gordon, N.D., Mc. T.A. Mahon and B.L. Finlason. 1992. *Stream Hidrology and Introduction for Ecologists*. Chichester, England.
- Lagus, A., J. Suomela, G. Wethoff, K. Heikkila, H.Helminen and J. Sipura. 2004. Spesies-spesies Differences in Phytoplankton Responses to N and P Enrichment and the N:P Ratio in the Archipelago Sea, Northern Baltic Sea *Journal of Plankton Research.*, 26 (7) : 779-798
- Livingston, R.J. 2001. *Eutrophication Processes in Coastal Systems*. CRC Press Washington D.C. 327 pp
- Maier, G., G.A. Glegg, A.D. Tappin and P.J. Worsfold. 2009. The use of monitoring data for identifying factors influencing phytoplankton bloom dynamic in the eutrophic Taw Estuary, SW England. *Marine Pollution Bulletin* 58:1007-1015
- MENLH. 2004. Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. KEP-51/MENLH/2004 tentang *Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut*. Lampiran III
- Paerl, H.W. 2009. Controlling eutrophication along the freshwater-marine continuum: dual nutrient (N and P) reductions are essential. *Estuaries Coasts* 32:593–601
- Parsons, T.R., M. Takahashi and B. Hargrave. 1984. *Biological Oceanographic Processes*. Third Edition. Pergamon Press, Oxford-New York-Toronto-Sydney-Paris-Frankfurt.

- Pirzan, A.M. dan P.R. Pong-Masak. 2008. Hubungan Keragaman Fitoplankton dengan Kualitas Air di Pulau Bauluang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan. *J. Biodiversitas.*, 9 (3) : 217-221
- Qiu, D., L. Huang, J. Zhang and S. Lin. 2010. Phytoplankton Dynamics in and near the highly eutrophic Pearl River Estuary, South China Sea. *Continental Shelf Research* 30:177-186
- Reguenean, E.D.B., P.T.B. Varela, B. Treguer, Queguiner and Y.D. Amo. 1994. Phytoplankton in Dinamics in Relation to the Biogeochemical Cycle of Silocon in a Coastal Ecosystem of Western Europe. *Mar.Ecil.Prog. Ser.*384:157-172
- Susana, T. dan Suyarso 2008. Penyebaran fosfat dan deterjen di Perairan Pesisir dan Laut sekitar Cirebon, Jawa Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 34: 117-131
- Takana, K. and P-S. Choo. 2000. Influence of nutrient outwelling from the mangrove swamp on the distribution of phytoplankton in the Matang mangrove estuary Malaysia. *J. Oceanogr.* 56:56-78
- Tuhepaly, A. 12 Juli 2012. Ikan dan Bia di Teluk Ambon Beracun. *Siwalima*, hlm 1
- Tuahatu, J.W. dan B.J. Pattiasina. 2005. Komposisi dan Distribusi Jenis Sampah Domestik pada Ekosistem Mangrove di Passo dan Waiheru Teluk Ambon Dalam. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Perikanan dan Kelautan*. Treakreditasi Vol 4 No. 2.
- Tuhumury, N.Ch., J.M.F. Sahetapy dan D.G. Louhanapessy. 2007. Permasalahan Sedimentasi dan Pengelolaannya di Pesisir Lateri Kota Ambon. *J. Penelitian Ilmu-ilmu Perikanan dan Kelautan*. Treakreditasi Vol 6 No. 1
- Vollenweider, R.A. 1968. *Scientific Fundamentals of the Euthrophication of Lakes and Fushing Waters, with Particular Influence to nitrogeneous and Phosphorous as Factors in Euthrophication*. OECD, Technical Report, Paris.
- Wagey G.A., F.J.R.Taylor and P.J. Harrison. 2001. *Bloom of the Dinoflagellate Alexandrium affine (Inoue and Fukuyo) Balech, in Tropical Ambon Bay, Indonesia*. In: Harmful Algal Blooms 2000. Proc.9<sup>th</sup> Int. Conf. Harmful Algal Blooms. Hallegraeff GM. Blackburn SI. Bolch CJ. Lewis RJ. (Eds) IOC-UNESCO, Paris
- Wagey, G.A. 2002. *Ecology and Physiology of Phytoplankton in Ambon Bay, Indonesia*. Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Doctor of Philosophy in The Faculty of Graduate Studies (Department of Earth and Ocean Sciences, Oceanography) The University of British Columbia. 185 p.
- Wang, Z., Y. Qi, J.Chen, N. Xu and Y. Yang. 2006. Phytoplankton Abundance, Community Structure and Nutrients in Culture Areas of Daya Bay, South China Sea. *J.of Marine Systems*, 62. 85-94
- Wiadnyana NN. 1996. Mikroalga Berbahaya di Perairan Indonesia. *Oseanologi Limnologi Indonesia*, 29.15–28.
- Xu, J., A. Y.T. Ho, K. Yin, X. Yuan, D.M. Anderson, J.H.W. Lee, P.J. Harrison. 2008. Temporal and spatial variations in nutrient stoichiometry and regulation of phytoplankton biomass in Hong Kong waters: Influence of the Pearl River outflow and sewage input. *Marine Pollution Bulletin*, 57.335–348.