

Sebaran Horizontal Zat Hara di Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur

Marojahan Simanjuntak ^{1*} dan Yusuf Kamlasi ²

¹Pusat Penelitian Oseanografi-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jl. Pasir Putih 1, Telp. 021-64713850, Jakarta 14430. Hp. 081385597038; E-mail: ojak_sm@yahoo.com

²Politeknik Pertanian Negeri UNDANA, Kupang, NTT; E-mail: yusuf.kamlasi@gmail.com

Abstrak

Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur merupakan perairan yang sangat penting karena kondisi oseanografinya yang dipengaruhi daratan, Laut Sawu, dan Samudera Hindia sehingga kaya akan sumberdaya laut. Penelitian oseanografi di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur telah dilakukan pada bulan Juli 2011. Tujuan penelitian tersebut untuk mengkaji kualitas air ditinjau dari kandungan zat hara yang merupakan indikator kesuburan perairan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur. Parameter yang diteliti meliputi fosfat, nitrat, dan silikat serta parameter kualitas air yaitu oksigen terlarut, dan keasaman (pH). Metode penelitian yang digunakan adalah pengambilan air laut dari lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan dibawah termoklin (100-300 m) pada 19 stasiun penelitian. Kadar fosfat, nitrat, dan silikat dianalisis menurut metode Strickland dan Parsons. Kadar oksigen terlarut diukur dengan menggunakan metode Winkler. Derajat keasaman (pH) diukur dengan pH meter Cyber Scan 300. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar zat hara pada umumnya lebih tinggi di sebelah selatan perairan ini. Kadar fosfat berkisar 0,53–5,93 µg A/l; nitrat 0,34–28,31 µg A/l, dan silikat 0,69–44,60 µg A/l. Kadar oksigen terlarut berkisar 2,30–4,90 ml/l, dan nilai pH 7,85–8,21. Parameter yang diteliti di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur masih baik untuk kehidupan berbagai biota mengacu pada Baku Mutu yang telah ditetapkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KMNLH).

Kata kunci: Kualitas air, fosfat, nitrat, silikat, Perairan Lamalera.

Abstract

Horizontal Distribution of Nutrients in the Waters Lamalera, East Nusa Tenggara

Lamalera Waters, East Nusa Tenggara is one of the waters are very important because the condition of the affected land, Sawu Sea, and Indian Ocean, so rich in marine resources. Oceanographic research in the Lamalera Waters, East Nusa Tenggara have been carried out in July 2011. The research objective was to assess water quality in terms of the nutrients content, which is an indicator of fertility waters, and the factors influencing it in the Lamalera Waters, East Nusa Tenggara. The parameters studied include phosphate, nitrate, silicate, and water quality parameters of dissolved oxygen and acidity (pH). The research method used is by taking seawater from a layer of surface (5 m), thermocline (15-150 m), and below the thermocline (100-300 m) at 19 research stations. Levels of phosphate, nitrate, and silicate were analyzed according to the method of Strickland and Parsons. Dissolved oxygen levels were measured by using the method of Winkler. The degree of acidity (pH) was measured with pH meter Cyber Scan 300. The results obtained indicate that nutrient levels are generally higher in southern waters. Phosphate levels ranged from 0.53 to 5.93 ug A/l nitrate 0.34-28.31 ug A/l, and silicate 0.69-44.60 ug A/l. Dissolved oxygen levels ranged from 2.30 to 4.90 ml/l, and pH values from 7.85 to 8.21. Parameters studied in the Lamalera Waters, East Nusa Tenggara is still good for the life of various biota refers to the Quality Standards set by the Ministry of Environment (KMNLH).

Key words: water quality, phosphate, nitrate, silicate, Lamalera Waters.

Pendahuluan

Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur, merupakan salah satu perairan yang penting karena

kondisi oseanografisnya yang dipengaruhi oleh daratan di antaranya Pulau Adonara, Pulau Solor, Pulau Lembata, dan Pulau Pantar yang dibatasi oleh Selat Flores, Selat Boling, dan Selat Alor sehingga memungkinkan daerah

tersebut menjadi lokasi yang baik untuk kehidupan berbagai biota laut. Perairan ini termasuk perairan alami karena belum banyak industri maupun aktivitas penduduk yang menghasilkan limbah yang masuk ke perairan tersebut. Penelitian kualitas air di perairan ini belum banyak dilakukan terutama kajian karakteristik massa air kaitannya dengan zat hara yang merupakan salah satu indikator kesuburan perairan. Zat hara adalah suatu zat yang mempunyai peranan dalam melestarikan kehidupan, karena dimanfaatkan oleh fitoplankton dalam peningkatan pertumbuhan yang mendukung produktivitas primer. Fosfat dan nitrat merupakan zat hara yang penting bagi pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton yang merupakan indikator untuk mengevaluasi kualitas dan tingkat kesuburan perairan (Ferianita-Fachrul *et al.*, 2005). Proses penguraian senyawa organik terjadi melalui aktivitas bakteri dan organisme pengurai lainnya, mengalami dekomposisi menjadi senyawa anorganik dan dimanfaatkan oleh organisme autotrof (Chester, 2003). Kandungan nutrisi (fosfat, nitrat, dan silikat) yang diperoleh dari proses penguraian tersebut memacu pertumbuhan fitoplankton, dan meningkatkan konsentrasi klorofil-a. Di antara limbah yang mengandung zat hara (fosfat, nitrat, silikat), merupakan rantai makanan untuk kelanjutan hidup biota laut seperti fitoplankton, dan biota laut lainnya namun bila limbah-limbah yang mengandung zat hara masuk ke perairan dalam konsentrasi yang sangat besar, dan melebihi nilai ambang batas maka terjadi eutrofikasi yaitu kondisi perairan yang mengalami pengayaan zat hara yang ditandai dengan terjadinya *blooming* fitoplankton. Fenomena ini membahayakan kehidupan di perairan karena racun yang diproduksi akibat terjadinya *blooming* fitoplankton menyebabkan kematian berbagai jenis biota laut, dan mengancam jiwa manusia.

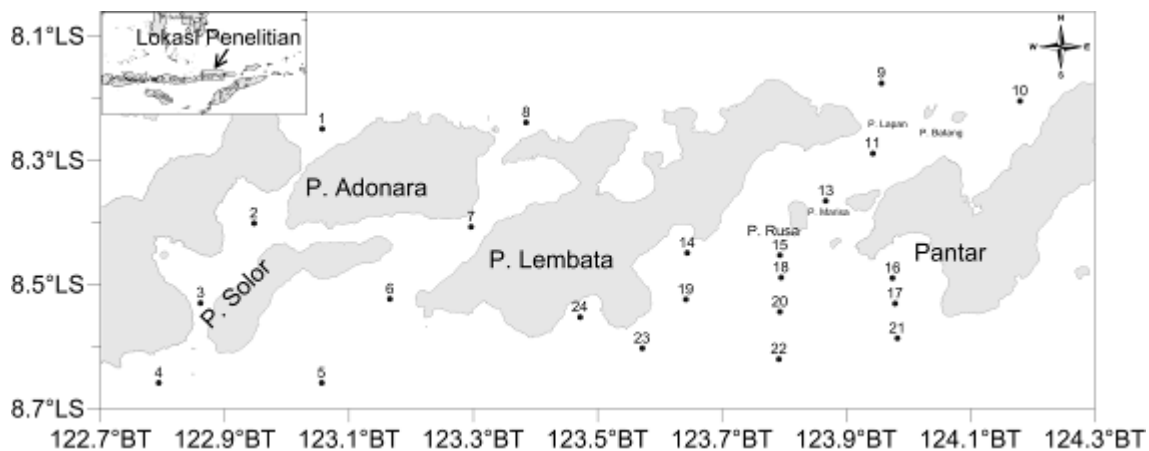
perlu dilakukan penelitian kualitas air diantaranya zat hara yang merupakan salah satu indikator kesuburan di perairan ini. Hasil penelitian ini diharapkan menjadi salah satu acuan dari Pemerintah Daerah untuk mengelola ekosistem perairan yang berkelanjutan, dan ramah lingkungan dalam menentukan tata ruang kelautan sesuai dengan peruntukannya (perikanan, konservasi, pariwisata), dan meningkatkan taraf hidup masyarakat pesisir. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji kualitas air ditinjau dari distribusi zat hara yang merupakan indikator kesuburan perairan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilakukan di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII pada 19 stasiun pengamatan (Gambar 1). Sampel air laut diambil dengan Rosette sampler yang dilengkapi dengan botol Niskin dan CTD (Conductivity, Temperature, and Depth) pada 3 lapisan yaitu lapisan permukaan (5 m), lapisan termoklin (15-150 m), dan di bawah lapisan termoklin (100-300 m). Pengambilan sampel sesungguhnya dilakukan pada setiap stasiun di kedalaman ketiga lapisan tersebut (Tabel 1).

Parameter yang diteliti adalah zat hara fosfat, nitrat, silikat, oksigen terlarut, dan derajat keasaman (pH). Kadar fosfat, nitrat, dan silikat dianalisis dengan metode Strickland dan Parsons (1972) pada panjang gelombang 885 nm untuk fosfat, 543 nm untuk nitrat, dan 810 nm untuk silikat dengan menggunakan spektrofotometer. Kadar oksigen terlarut diukur dengan menggunakan metode Winkler (U.S Navy Hydrographic Office, 1959). Derajat keasaman (pH) diukur dengan pH meter Cyber Scan 300.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas,



Gambar 1. Stasiun penelitian oseanografi di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur, Juli 2011

Tabel 1. Posisi Stasiun pengambilan sampel air di perairan Lamalera, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.

No. Stasiun	Tanggal Sampling	Waktu Sampling	Longitude E	Latitude S	Depth (m)	Sampling depth (m)
1	22 Juli	03:10	123 03 410	-08 14 964	425	5 (P); 70 140 (T); 300 (DT)
2	22 Juli	07:09	122 56 820	-08 24 098	240	5 (P); 24 (T) 200 (DT)
3	22 Juli	09:40	122 51 645	-08 31 184	147	5 (P); 30 (T) 100 (DT)
4	22 Juli	12:02	122 47 651	-08 39 494	1202	5 (P); 35 150 (T); 300 (DT)
5	22 Juli	16:15	123 03 336	-08 39 507	1985	5 (P); 17 (T) 200 (DT)
6	23 Juli	02:14	123 09 958	-08 31 412	402	5 (P); 15 (T) 200 (DT)
7	23 Juli	05:05	123 17 795	-08 24 441	47	5 (P); 40 (T)
8	23 Juli	11:51	123 23 110	-08 14 344	640	5 (P); 38 (T) 200 (DT)
9	23 Juli	18:33	123 57 503	-08 10 611	674	5 (P); 150 (T) 200 (DT)
11	23 Juli	08:51	123 56 580	-08 17 393	455	5 (P); 100 (T) 200 (DT)
14	24 Juli	00:16	123 38 935	-08 26 909	718	5 (P); 20 (T) 100 (DT)
15	25 Juli	09:07	123 47 607	-08 27 175	499	5 (P); 80 (T) 200 (DT)
16	25 Juli	19:28	123 58 481	-08 29 374	934	5 (P); 70 (T) 200 (DT)
19	26 Juli	03:11	123 38 505	-08 31 453	1541	5 (P); 20 (T) 200 (DT)
20	26 Juli	06:49	123 47 635	-08 32 613	2477	5 (P); 50 (T) 200 (DT)
21	26 Juli	13:01	123 58 937	-08 35 205	2038	5 (P); 40 (T) 200 (DT)
22	26 Juli	16:29	123 47 523	-08 37 199	2966	5 (P); 85 (T); 200 (DT)
23	26 Juli	20:46	123 34 322	-08 36 158	1476	5 (P); 85(T) 200 (DT)
24	26 Juli	23:36	123 28 340	-08 33 139	505	5 (P); 24 (T)200 (DT)

P = Lapisan Permukaan T = Lapisan Termoklin DT = Lapisan Dibawah Termoklin

Tabel 2. Kisaran, rata-rata, simpangan baku, dan koefisien variasi zat hara pada lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m), dan dibawah termoklin (100-300 m) di perairan Lamalera, Provinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.

Parameter	Lapisan/Kedalaman (m)	Kisaran	Rata-rata	Simpangan Baku	Koefisien variasi (%)
Fosfat (µgA/L)	5 m (Permukaan)	0,53 - 1,71	0,88	0,38	42,81
	15-150 m (Termoklin)	0,98 - 3,95	2,42	0,86	35,58
	100-300 m (Dibawah termoklin)	2,13 - 5,93	3,58	0,98	27,46
	Keseluruhan	0,53 - 5,93	2,29	0,74	35,28
Nitrat (µgA/L)	5 m (Permukaan)	0,34 - 4,61	2,13	1,30	61,11
	15-150 m (Termoklin)	2,11 - 16,86	6,35	4,39	69,21
	100-300 m (Dibawah termoklin)	6,24 - 28,31	18,89	5,56	29,44
	Keseluruhan	0,34 - 28,31	9,12	3,75	53,25
Silikat (µgA/L)	5 m (Permukaan)	0,69 - 9,02	4,04	2,77	68,55
	15-150 m (Termoklin)	1,86 - 24,37	9,22	6,74	73,13
	100-300 m (Dibawah termoklin)	2,87 - 44,60	19,60	13,52	68,97
	Keseluruhan	0,69 - 44,60	10,95	7,68	70,22
pH	5 m (Permukaan)	8,16 - 8,21	8,19	0,02	0,20
	15-150 m (Termoklin)	8,04 - 8,18	8,11	0,05	0,60
	100-300 m (Dibawah termoklin)	7,85 - 8,07	7,95	0,06	0,71
	Keseluruhan	7,85 - 8,21	8,08	0,04	0,50
O ₂ (ml/L)	5 m (Permukaan)	4,33 - 4,90	4,60	0,18	3,84
	15-150 m (Termoklin)	3,11 - 4,44	3,96	0,40	10,08
	100-300 m (Dibawah termoklin)	2,30 - 3,35	2,85	0,34	11,83
	Keseluruhan	2,30 - 4,90	3,80	0,31	8,58

Hasil dan Pembahasan

Kisaran nilai derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (O_2), fosfat, nitrat, dan silikat pada lapisan permukaan (5 m), lapisan termoklin (15-150 m), dan dibawah lapisan termoklin (100-300 m) di perairan ini disajikan dalam Tabel 2 dan distribusinya dapat dilihat pada Gambar 2, 3, 4, 5 dan 6.

Fosfat (PO_4)

Keberadaan unsur fosfor di alam dalam bentuk ion fosfat yang merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton bersifat tidak stabil karena mudah mengalami proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran. Secara keseluruhan, kadar fosfat (PO_4) di perairan Lamalera berkisar 0,53–5,93 μg A/l (rata-rata 2,29 μg A/l) (Tabel 1). Kadar fosfat di perairan ini lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan Pulau Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam (Anonim, 2007) (0,04-3,51 μg A/l), Teluk Jakarta (0,06-3,72 μg A/l) (Simanjuntak, 2007a), dan Laut Cina Selatan (Simanjuntak, 2008a) (0,04-0,94 μg A/l), namun lebih rendah dari perairan Teluk Hurun yang berbeda arus, kedalaman maupun kondisi geografisnya (Santoso, 2007).

Pola sebaran fosfat pada lapisan permukaan (5 m) di perairan Lamalera tidak jauh berbeda dari stasiun penelitian dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 2). Kondisi ini menunjukkan kadar fosfat yang lebih rendah di lapisan permukaan dibandingkan dengan di lapisan termoklin (15-150 m), dan di bawah lapisan termoklin (100-300 m). Kisaran fosfat pada lapisan permukaan, yaitu 0,53-1,71 μg A/l (rata-rata 0,88 μg A/l). Kadar fosfat tertinggi (1,71 μg A/l) di Stasiun 5, dan terendah (0,53 μg A/l) di Stasiun 2.

Pola sebaran fosfat pada lapisan termoklin di perairan sebelah selatan Selat Flores, dan Selat Alor menunjukkan kadar yang lebih rendah dari lapisan di bawah termoklin. Kisaran kadar fosfat pada lapisan termoklin 0,98-3,95 μg A/l (rata-rata 2,42 μg A/l) (Tabel 2). Kadar fosfat pada lapisan termoklin yang tertinggi (3,95 μg A/l) terdapat di Stasiun 5 dan terendah (0,98 μg A/l) di Stasiun 1. Pola sebaran fosfat di perairan sebelah selatan Selat Flores dan Selat Alor pada lapisan di bawah termoklin (Gambar 4) menunjukkan kadar yang lebih tinggi daripada lapisan permukaan dan termoklin. Kisaran kadar fosfat pada lapisan di bawah termoklin yaitu 2,13-5,93 μg A/l (rata-rata 3,58 μg A/l) (Tabel 2). Kadar fosfat di bawah termoklin yang tertinggi (5,93 μg A/l) ada Stasiun 24, dan terendah (2,13 μg A/l) di Stasiun

2. Fluktuasi fosfat lapisan permukaan, termoklin, dan di bawah termoklin ditunjukkan koefisien variasi (CV) masing-masing 42,81; 35,58; dan 27,46%. Secara keseluruhan perbedaan kadar fosfat antara lapisan permukaan sampai ke lapisan di bawah termoklin mencapai 5,40 μg A/l, dan kadarnya beragam dengan nilai koefisien variasinya (CV) 133,31 % (Tabel 2). Dari hasil yang diperoleh menunjukkan kadar fosfat yang lebih tinggi diperoleh di perairan sebelah selatan Selat Flores dan Selat Alor perairan Lamalera.

Kadar fosfat di perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur (0,53–5,93 μg A/l) ini menunjukkan bahwa perairan ini cukup subur karena kadar fosfat tergolong tinggi di dalam suatu perairan laut yaitu >3,10 μg A/l (EPA, 2002). Ditinjau dari kadar fosfat sebagai indikator kesuburan maka perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur masih baik untuk peruntukan budidaya perikanan. Kadar fosfat yang baik untuk budidaya Kerang Hijau dan Kerang Bulu berkisar 0,5–1,0 μg A/l (KMNLH, 2004). Untuk budidaya Tiram berkisar 0,5–3,0 μg A/l sedangkan untuk budidaya Ikan Beronang, Kakap, dan Kerapu berkisar 0,2–0,5 μg A/l (KMNLH, 2004). Klasifikasi kesuburan perairan ditinjau dari kadar fosfat menurut EPA (2002) adalah <1,55 μg A/l tergolong rendah, antara 1,55-3,10 μg A/l tergolong sedang, dan >3,10 μg A/l tergolong tinggi.

Nitrat (NO_3)

Beberapa sumber utama pengkayaan zat hara nitrat diantaranya *runoff*, erosi, *leaching* lahan pertanian yang subur, limbah pemukiman, terjadi karena peningkatan aktivitas manusia disekitar wilayah tersebut. Zat hara nitrat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan dari kehidupan fitoplankton dan mikro-organisme lainnya sebagai sumber bahan makanannya. Secara keseluruhan, kadar nitrat (NO_3) di perairan Lamalera berkisar 0,34–28,31 μg A/l (rata-rata 9,12 μg A/l) (Tabel 1). Kadar tersebut lebih tinggi dari hasil penelitian Soedibjo (2006) di Teluk Jakarta pada bulan Agustus (0,003-0,022 mg/l atau 0,21–1,52 μg A/l) dan di perairan Belitung Timur 0,49–1,07 μg A/l (Simanjuntak, 2009) namun lebih rendah daripada di perairan Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam (Anonim, 2007).

Kadar nitrat pada lapisan permukaan (5 m) perairan Lamalera bervariasi (>0,30 μg A/l) baik di stasiun dekat pantai maupun lepas pantai (Gambar 3). Kadar nitrat di lapisan permukaan lebih rendah daripada di lapisan termoklin (15-150 m), dan dibawah lapisan termoklin (100-300 m). Kisaran nitrat pada lapisan permukaan, yaitu 0,34-4,61 μg A/l (rata-rata 2,13 μg A/l) (Tabel 2). Kadar nitrat tertinggi (4,61

$\mu\text{gA/L}$) terdapat di Stasiun 15, dan terendah ($0,34 \mu\text{gA/L}$) di Stasiun 1. Kadar nitrat pada lapisan termoklin di perairan sebelah selatan Selat Flores, Selat Boling, dan Selat Alor ($> 8,00 \mu\text{g A/l}$) lebih rendah daripada lapisan di bawah termoklin. Kisaran kadar nitrat pada lapisan termoklin $2,11-16,86 \mu\text{gA/L}$ (rata-rata $6,35 \mu\text{gA/L}$) (Tabel 2). Kadar nitrat pada lapisan termoklin yang tertinggi ($16,86 \mu\text{g A/l}$) ada di Stasiun 5 dan terendah ($2,11 \mu\text{gA/L}$) di Stasiun 14. Pola sebaran nitrat di bawah lapisan termoklin di perairan sebelah selatan Selat Flores, dan Selat Alor ($> 17,00 \mu\text{gA/L}$) (Gambar 3) menunjukkan kadar yang lebih tinggi daripada lapisan permukaan dan pada lapisan termoklin. Kisaran kadar nitrat pada lapisan dibawah termoklin $6,24-28,31 \mu\text{gA/L}$ (rata-rata $18,89 \mu\text{gA/L}$) (Tabel 2). Kadar nitrat di bawah lapisan termoklin yang tertinggi ($28,31 \mu\text{gA/L}$) ada di Stasiun 5 dan terendah ($6,24 \mu\text{gA/L}$) di Stasiun 14. Fluktuasi nitrat pada lapisan permukaan, termoklin, dan di bawah lapisan termoklin menunjukkan koefisien variasi (CV) berturut-turut $61,11; 69,21; \text{ dan } 29,44\%$. Secara keseluruhan perbedaan kadar nitrat lapisan permukaan dan di bawah lapisan termoklin mencapai $27,78 \mu\text{gA/L}$, dan kadarnya beragam dengan nilai koefisien variasi $159,76\%$ (Tabel 2). Hasil tersebut menunjukkan kadar nitrat yang lebih tinggi di perairan sebelah selatan Selat Flores, dan Selat Alor perairan Lamalera pada berbagai kedalaman.

Effendi (2003) menyatakan kadar nitrat perairan lebih dari $0,2 \text{ mg/L}$ dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi yang dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dengan cepat (*blooming*). Susana (2005) menetapkan kadar nitrat yang baik untuk kehidupan biota laut adalah $0-5,908 \mu\text{gA/L}$ atau $0-0,422 \text{ mg/L}$. Nilai ambang batas (NAB) nitrat untuk peruntukan biota laut adalah $0,112 \mu\text{gA/L}$ atau $0,008 \text{ mg/L}$ (KMNLH, 2004) sehingga perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur ini masih baik untuk budidaya perikanan.

Silikat (SiO_3)

Kandungan silikat dalam suatu perairan banyak dipengaruhi oleh proses erosi dan curah hujan. Zat hara silikat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hidup beberapa jenis fitoplankton antara lain *diatom* dan *silicoflagellata* untuk pembentukan kerangka dinding selnya. Secara keseluruhan, kadar silikat (SiO_3) di perairan Lamalera berkisar $0,69-44,60 \mu\text{gA/L}$ (rata-rata $10,95 \mu\text{g A/l}$) (Tabel 1). Kadar tersebut lebih tinggi dari penelitian Soedibjo (2006) di Teluk Jakarta ($0,062- 0,760 \text{ mg/L}$ atau $1,736- 21,28 \mu\text{gA/L}$), Anonim (2007) di perairan Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam ($0,04-3,51 \mu\text{gA/L}$; rata-rata $1,62 \mu\text{g A/l}$),

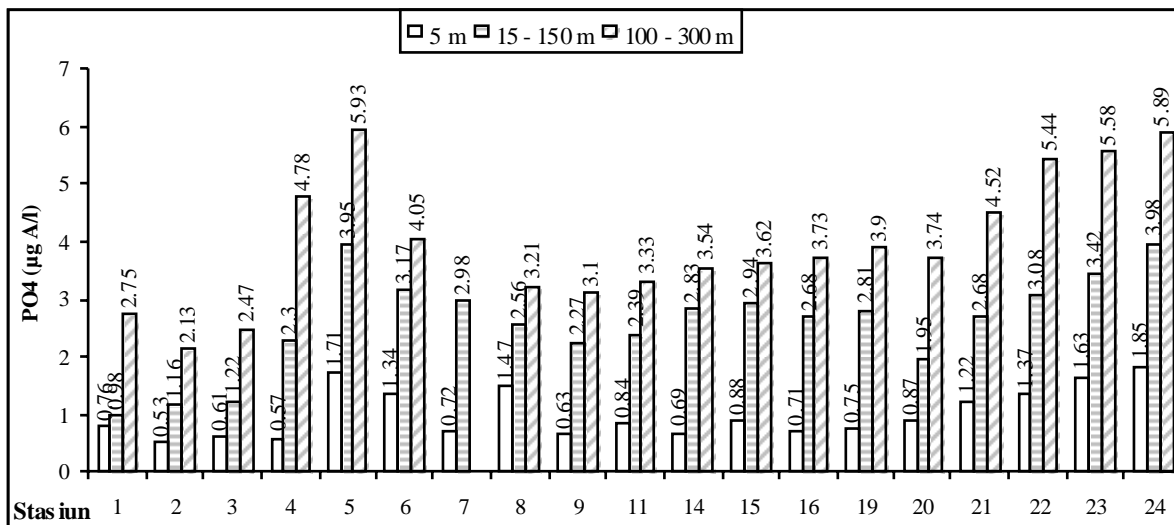
Simanjuntak (2008a) di Laut Cina Selatan ($0,20-43,57 \mu\text{gA/L}$; rata-rata $8,67 \mu\text{gA/L}$).

Pola sebaran silikat pada lapisan permukaan (5 m) perairan lamalera bervariasi ($> 3,00 \mu\text{gA/L}$) pada stasiun penelitian di dekat maupun lepas pantai (Gambar 4). Kadar silikat di lapisan permukaan lebih rendah daripada lapisan termoklin ($15-150 \text{ m}$), dan lapisan di bawah termoklin ($100-300 \text{ m}$). Kadar silikat pada lapisan permukaan $0,69-9,02 \mu\text{gA/L}$ (rata-rata $4,04 \mu\text{gA/L}$) (Tabel 2). Kadar silikat tertinggi ($9,02 \mu\text{gA/L}$) terdapat di Stasiun 7, dan terendah ($0,69 \mu\text{gA/L}$) di Stasiun 2.

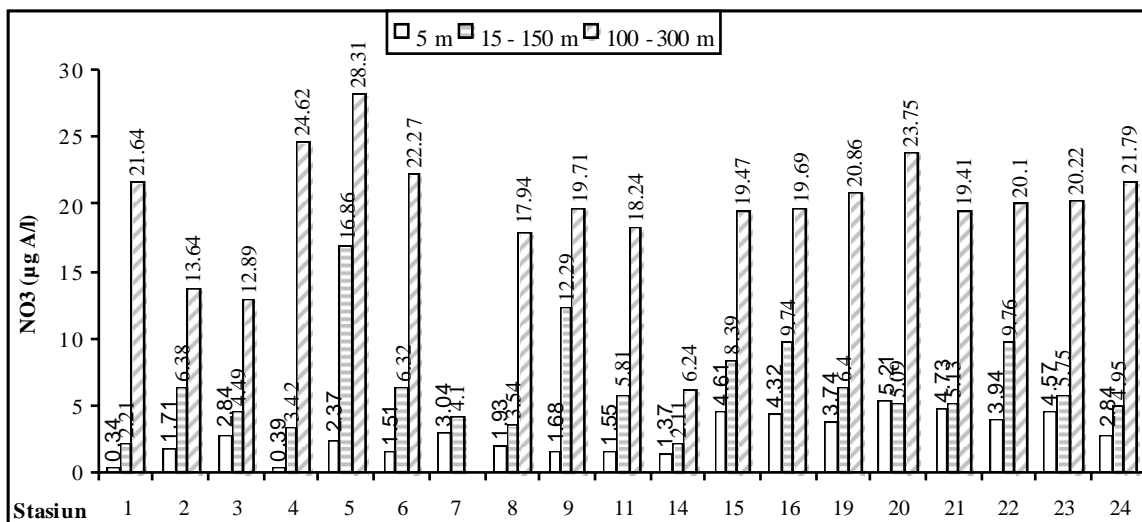
Pola sebaran silikat pada lapisan termoklin perairan sebelah selatan Selat Flores, Selat Bolling, dan Selat Alor ($> 12,00 \mu\text{gA/L}$) lebih rendah daripada lapisan di bawah termoklin. Kisaran kadar silikat pada lapisan termoklin $1,86-24,37 \mu\text{gA/L}$ (rata-rata $9,22 \mu\text{gA/L}$) (Tabel 2). Kadar silikat pada lapisan termoklin yang tertinggi ($24,37 \mu\text{gA/L}$) terdapat di Stasiun 5, dan terendah ($1,86 \mu\text{g A/l}$) di Stasiun 3. Pola sebaran silikat pada lapisan di bawah termoklin di perairan sebelah selatan Selat Flores, Selat Boling, dan Selat Alor ($> 15,00 \mu\text{gA/L}$) (Gambar 6) lebih tinggi daripada lapisan permukaan, dan termoklin. Kisaran kadar silikat pada lapisan di bawah termoklin $2,87-44,60 \mu\text{g A/l}$ (rata-rata $19,60 \mu\text{g A/l}$) (Tabel 2). Kadar silikat pada lapisan dibawah termoklin yang tertinggi ($44,60 \mu\text{g A/l}$), terdapat di Stasiun 5, dan terendah ($2,87 \mu\text{gA/L}$) Stasiun 2. Hasil yang diperoleh, menunjukkan kadar silikat yang lebih tinggi di perairan sebelah selatan Selat Flores, Selat Boling, dan Selat Alor, perairan Lamalera pada berbagai kedalaman.

Berdasarkan kondisi geografisnya, sumber bahan organik yang masuk di perairan Lamalera pada umumnya berasal dari aktivitas masyarakat yang terdiri dari buangan sampah dan kotoran serta bahan-bahan dari letusan gunung berapi, karena tidak banyak industri-industri maupun sungai-sungai di lokasi tersebut. Sedangkan pengaruh faktor hidrooseanografi yang lain, misalnya arus yang bergerak dari Samudera Hindia, dan Laut Sawu serta terjadinya *upwelling* dapat meningkatkan kadar zat hara di perairan ini.

Profil zat hara fosfat, nitrat, dan silikat menggambarkan fluktuasi pada lapisan permukaan (5 m), termoklin ($15-150 \text{ m}$), dan dibawah termoklin ($100-300 \text{ m}$) di setiap stasiun penelitian. Pada umumnya kadar zat hara pada lapisan di bawah termoklin lebih tinggi daripada di lapisan permukaan. Hal ini disebabkan zat hara ini akan tenggelam ke arah lapisan dibawah termoklin akibat perbedaan beratnya dengan air laut. Kadar zat hara beragam di hampir semua stasiun penelitian dan pengaruh daratan terlihat dari



Gambar 2. Distribusi fosfat (µgA/L) di lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan Di bawah termoklin (100-300 m) perairan Lamalera , Propinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.



Gambar 3. Distribusi nitrat (µgA/L) di lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan dibawah termoklin (100-300 m) perairan Lamalera , Propinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.

kadar yang relatif lebih tinggi di stasiun-stasiun penelitian dekat pantai daripada di lepas pantai. Secara keseluruhan kadar zat hara di perairan ini yang berfungsi sebagai sumber bahan makanan bagi biota, dan salah satu faktor kesuburan kondisinya masih baik (Tabel 1). Kondisi ke dua perairan ini telah memenuhi kehidupan *diatom* dengan nilai ambang batas zat hara silikat yaitu 0,140 mg/L (Tsunogai, 1979).

Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam

memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi. Secara keseluruhan, nilai pH di perairan Lamalera berkisar 7,85–8,21 (rata-rata 8,08) (Tabel 1) hampir sama dengan di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung Timur (7,98–8,20; rata-rata 8,09) (Simanjuntak, 2009).

Nilai pH pada lapisan permukaan (5 m) di perairan Lamalera tidak begitu bervariasi (> 8,1) baik pada stasiun di dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 5). Kondisi ini menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi diperoleh di lapisan permukaan daripada di

lapisan termoklin (15-150 m), dan di bawah termoklin (100-300 m). Kisaran nilai pH pada lapisan permukaan 8,16-8,21 (rata-rata 8,19) (Tabel 2). pH tertinggi (8,21) diperoleh di Stasiun 11 dan terendah (8,16) Stasiun 6.

Nilai pH pada lapisan termoklin yang tertinggi (8,18) diperoleh di Stasiun 11 dan terendah (8,04) di Stasiun 9. Pola sebaran derajat keasaman pada lapisan termoklin di perairan sebelah selatan Pulau Solor, dan Lembata (> 8,10) lebih tinggi daripada di bawah lapisan termoklin. Kisaran nilai pH pada lapisan termoklin 8,04-8,18 (rata-rata 8,11) (Tabel 2). Derajat keasaman pada lapisan di bawah termoklin di perairan sebelah selatan Pulau Solor, dan Lembata (> 7,90) (Gambar 5) lebih rendah daripada lapisan permukaan dan termoklin. Kisaran nilai pH pada lapisan di bawah termoklin 7,85-8,07 (rata-rata 7,95) (Tabel 2). Nilai pH pada lapisan di bawah termoklin yang tertinggi (8,07) pada Stasiun 2 dan terendah (7,85) di Stasiun 19. Nilai pH di perairan Lamalera ini menunjukkan bahwa seluruh kawasan perairan ini bersifat oseanik, karena nilai pH berkisar 7,85–8,21. Kecuali pada lapisan dibawah termoklin (200 meter) dengan nilai pH 7,85 pada Stasiun 19. Fluktuasi pH pada lapisan permukaan, lapisan termoklin, dan dibawah lapisan termoklin ditunjukkan koefisien variasi (CV) berturut-turut 0,20; 0,60; dan 0,71 %. Secara keseluruhan perbedaan nilai pH antara lapisan permukaan sampai ke lapisan dibawah termoklin mencapai 0,36, dan nilainya tidak begitu beragam dengan nilai koefisien variasinya (CV) 1,51 % (Tabel 2).

Profil vertikal pH menunjukkan kadar yang lebih tinggi (> 8,10) di lapisan permukaan (5 m) di semua stasiun penelitian. Pada lapisan termoklin (15–150 m) ditemukan pH minimum dan berfluktuasi pada lapisan permukaan serta lapisan di bawah termoklin (100-300 m) di setiap stasiun penelitian. Nilai pH pada lapisan permukaan lebih tinggi daripada lapisan di bawah termoklin. Hal ini disebabkan massa air yang mengandung pH dari Samudera Pasifik bergerak ke arah Laut Sawu, sehingga pH di lokasi penelitian ini normal kondisinya dalam suatu perairan Laut Dalam. Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa semakin tinggi kadar zat hara sampai di lapisan dibawah termoklin maka nilai keasaman (pH) semakin rendah. Derajat keasaman yang baik untuk kehidupan ikan berkisar 5–9 dan 6,5–8,5 (KMNLH, 2004).

Oksigen terlarut (O_2)

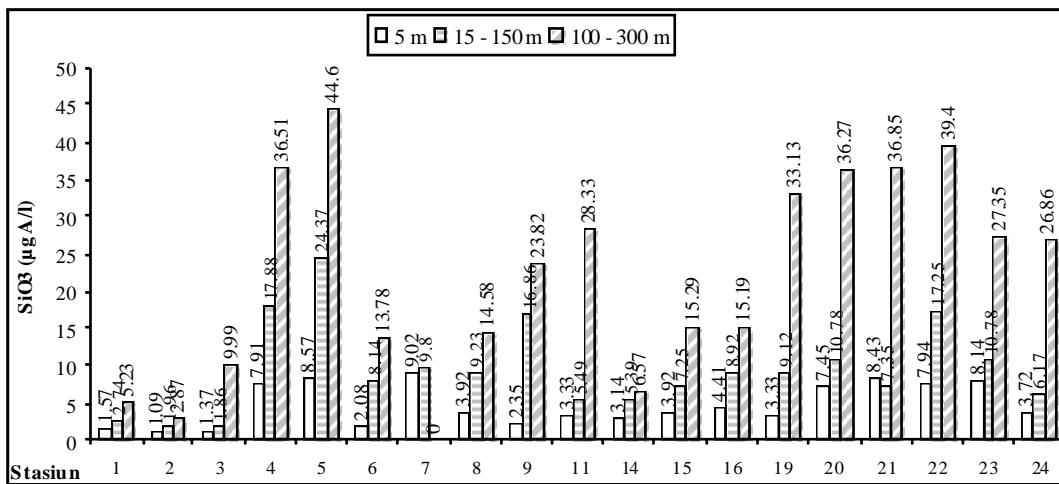
Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. Sumber utama oksigen dalam air

laut adalah udara melalui proses difusi dan dari proses fotosintesis fitoplankton. Oksigen terlarut dalam laut dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro-organisme. Kadar oksigen terlarut semakin menurun seiring dengan semakin meningkatnya limbah organik di perairan. Hal ini disebabkan oksigen yang ada, dibutuhkan oleh bakteri untuk menguraikan zat organik menjadi zat anorganik. Secara keseluruhan, kadar oksigen terlarut (O_2) di perairan Lamalera berkisar 2,30–4,90 ml/l (rata-rata 3,77 ml/L) (Tabel 1) yang lebih rendah dari hasil penelitian Simanjuntak (2009) di perairan Belitung Timur, Simanjuntak (2007c;d) di perairan Banten dan Pulau Bangka (Simanjuntak, 2007b) namun lebih tinggi daripada di perairan Mamberamo, Papua (Simanjuntak, 2008b).

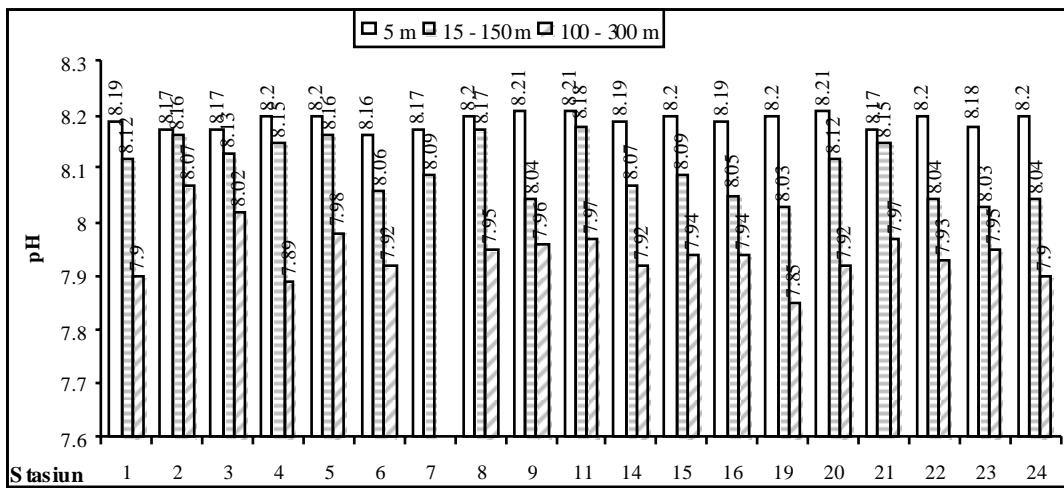
Kadar oksigen terlarut pada lapisan permukaan (5 m) di perairan lamalera tidak jauh berbeda (> 4,30 ml/l) baik pada stasiun penelitian dekat pantai maupun lepas pantai (Gambar 6). Kondisi ini menunjukkan kadar oksigen terlarut yang lebih tinggi di lapisan permukaan dibandingkan dengan di lapisan termoklin dan di bawah termoklin. Hasil penelitian di beberapa perairan di Indonesia menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut berkurang dengan bertambahnya kedalaman, seperti penelitian Tijssen (1990) di Laut Banda. Rendahnya kadar oksigen terlarut pada kedalaman yang semakin dekat ke dasar perairan seperti di perairan lamalera ini berkaitannya denganbesarnya kebutuhan oksigen terlarut untuk proses penguraian zat organik menjadi zat anorganik oleh mikroorganisme sedangkan aktivitas proses fotosintesis semakin berkurang.

Kisaran oksigen terlarut pada lapisan permukaan perairan Lamalera 4,33-4,90 ml/L (rata-rata 4,60) (Tabel 2). Kadar oksigen terlarut tertinggi (4,90 ml/L) diperoleh di Stasiun 2, dan terendah (4,33 ml/l) di Stasiun 7. Kadar oksigen terlarut pada lapisan termoklin di perairan sebelah utara Selat Flores (> 3,20 ml/L) lebih tinggi daripada di bawah termoklin. Kisaran oksigen terlarut pada lapisan termoklin yaitu 3,11-4,44 ml/L (rata-rata 3,96 ml/L) (Tabel 2). Kadar oksigen terlarut pada lapisan termoklin yang tertinggi (4,44 ml/l) diperoleh di Stasiun 8, dan terendah (3,11 ml/l) di Stasiun 9.

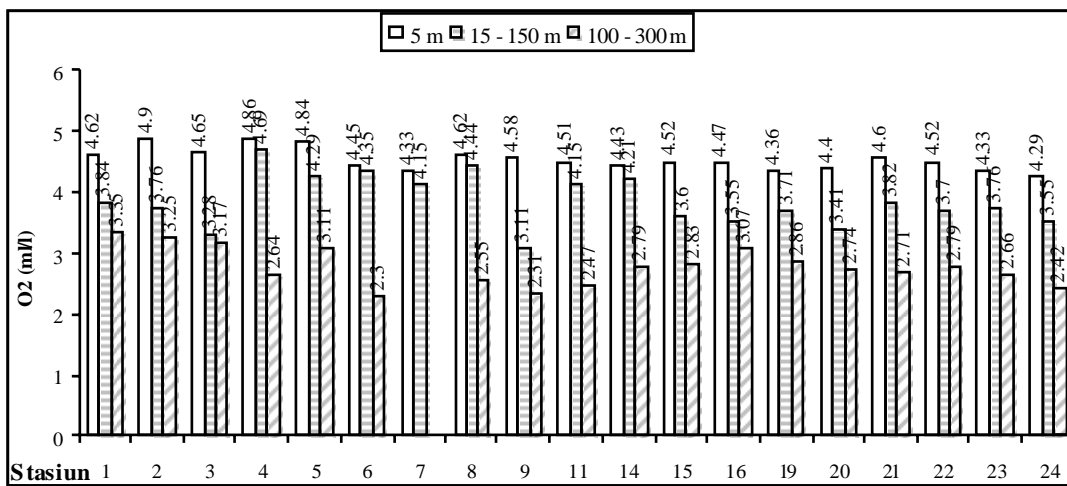
Kadar oksigen terlarut pada kedalaman di bawah lapisan termoklin di perairan sebelah utara Selat Flores (> 2,50 ml/L) (Gambar 6) lebih rendah daripada lapisan permukaan dan lapisan termoklin. Kisaran kadar oksigen terlarut pada lapisan di bawah termoklin 2,30-3,35 ml/L (rata-rata 2,85 ml/L) (Tabel 2). Kadar oksigen terlarut pada lapisan di bawah termoklin yang tertinggi (3,35 ml/l) diperoleh pada Stasiun 1, dan



Gambar 4. Distribusi silikat ($\mu\text{g/L}$) di lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan dibawah termoklin (100-300 m) perairan Lamalera , Propinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.



Gambar 5. Distribusi pH di lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan dibawah termoklin (100-300 m) perairan Lamalera , Propinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.



Gambar 6. Distribusi oksigen terlarut di lapisan permukaan (5 m), termoklin (15-150 m) dan dibawah termoklin (100-300 m) perairan Lamalera . Propinsi Nusa Tenggara Timur, Juli 2011.

terendah (2,30 ml/l) diperoleh pada Stasiun 6. Fluktuasi (koefisien variasi) oksigen terlarut pada lapisan permukaan, termoklin, dan di bawah lapisan termoklin berturut-rurut 3,84; 10,08; dan 11,83%. Secara keseluruhan perbedaan kadar oksigen terlarut antara lapisan permukaan sampai ke lapisan dibawah termoklin 2,05 ml/l, dan dengan nilai koefisien variasinya (CV) 25,75 % (Tabel 2). Kadar oksigen terlarut yang lebih tinggi diperoleh di perairan sebelah utara Selat Flores perairan Lamalera pada berbagai kedalaman.

Pola sebaran vertikal oksigen terlarut (O_2) menunjukkan kadar yang lebih tinggi ($> 4,10$ ml/l) di lapisan permukaan (5 m) di semua stasiun penelitian. Kondisi ini menggambarkan distribusi kadar oksigen terlarut yang berfluktuasi pada lapisan permukaan dan termoklin (15-150 m) di setiap stasiun penelitian yang lebih tinggi daripada di bawah lapisan termoklin (100-300 m). Kondisi oksigen terlarut minimum yang umumnya ditemukan pada lapisan termoklin di laut dalam tidak ditemukan di perairan lamalera. Kadar oksigen terlarut yang diperoleh di perairan ini masih baik untuk kehidupan biota laut sebagaimana nampak pada Tabel 1. Kadar oksigen terlarut yang rendah dalam suatu perairan merupakan suatu indikasi terganggunya perairan tersebut. Bertambahnya kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan dipengaruhi antara lain oleh proses difusi, fotosintesis, dan pergerakan massa air sedangkan turunnya kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan pada umumnya disebabkan tingginya suhu, dan salinitas serta terjadinya proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa an-organik serta bertambahnya kedalaman laut. Namun kondisi oksigen di perairan ini masih dapat digunakan untuk kepentingan budidaya perikanan karena masih memenuhi nilai ambang batas oksigen >4 mg/L (KMNLH, 2004). Kadar oksigen terlarut untuk budidaya Kerang Hijau dan Tiram berkisar 3–8 mg/L sedangkan untuk Beronang, Kerapu, dan Kakap 4–8 mg/L dan untuk Kerang Bulu berkisar 2–3 mg/L (KMNLH, 2004).

Kesimpulan

Distribusi horizontal kadar fosfat pada lapisan permukaan di dekat pantai relatif tidak berbeda dengan di stasiun jauh dari pantai. Kadar fosfat di stasiun dekat pantai (Stasiun 3, 6, 14, 24) berturut-rurut adalah 0,76, 1,34, 0,69, dan 1,85 $\mu\text{gA/L}$ dan di lokasi jauh dari pantai (St. 5, 20, 21, 22) berturut-rurut 1,71, 0,87, 1,22 dan 1,37 $\mu\text{gA/L}$. Kadar nitrat dan silikat di stasiun jauh dari pantai lebih tinggi daripada di stasiun dekat pantai pada lapisan permukaan.

Kadar zat hara di sebelah selatan perairan Lamalera lebih tinggi karena dipengaruhi oleh terjadinya *upwelling*. Sebaran vertikal mengindikasikan bahwa kadar fosfat, nitrat, dan silikat yang rendah diperoleh pada lapisan permukaan (5 m) dan tertinggi dibawah lapisan termoklin (100-300 m). Sedangkan kadar oksigen terlarut, dan nilai pH semakin menurun nilainya ke dasar perairan. Kadar oksigen terlarut, dan nilai pH yang lebih tinggi diperoleh di lokasi jauh dari pantai (offshore) dan yang lebih rendah pada lokasi yang dekat pantai. Secara keseluruhan kadar fosfat, nitrat, silikat, oksigen terlarut, dan nilai pH masih menunjukkan kondisi yang baik untuk kehidupan biota laut di perairan Lamalera, Provinsi Nusa Tenggara Timur.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Kepala Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Koordinator Penelitian, dan Koordinator Lapangan. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Nakhoda beserta semua ABK KR. Baruna Jaya VIII, teknisi Kimia Hara Puslit Oseanografi LIPI, yang telah melakukan analisis laboratorium serta kepada pihak-pihak lain atas bantuan yang telah diberikan sehingga terwujudnya tulisan ini.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2007. Laporan Akhir Pasca Tsunami di Perairan Simeulue Nanggroe Aceh Darussalam. Puslit Oseanografi-LIPI. Jakarta.
- Chester, R. 2003. Marine Geochemistry. Second edition. Blackwell Scientific Publication, London. 52C pp.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Water Quality Criteria. Mid-Atlantic Integrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological Research Series Washington: 595 pp.
- Ferianita-Fachrul, M., H. Haeruman & L.C.Sitepu. 2005. Komunitas Fitoplankton sebagai Bio-Indikator Kualitas Perairan Teluk Jakarta. Seminar Nasional MIPA 2005. FMIPA-Universitas Indonesia, 24-26 November 2005, Jakarta.
- KMNLH. 2004. Pedoman Penetapan Baku Mutu Lingkungan. Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup 2004. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Kep-51/MENEGLH/2004. Sekretariat Negara, Jakarta.

- Santoso, A.D. 2007. Kandungan Zat Hara Fosfat pada Musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun, Lampung. *Jurnal Teknik Lingkungan.*, 8(3): 207-210.
- Simanjuntak, M. 2007a. Kadar Fosfat, Nitrat dan Silikat di Teluk Jakarta. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences).*, 11(2): 274-287.
- Simanjuntak, M. 2007b. Oksigen terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences).*, XII(2): 59-66.
- Simanjuntak, M. 2007c. Oksigen Terlarut dan Apparent Oxygen Utilization di Perairan Teluk Banten. *Ilmu Kelautan*, 12(2):61-65
- Simanjuntak, M. 2007d. Variasi Musiman Oksigen Terlarut di Perairan Teluk Banten 1. Pola Sebaran Oksigen Terlarut. *Ilmu Kelautan*, 12(3):124-130
- Simanjuntak, M. 2008a. Kondisi zat hara perairan Laut Cina Selatan. Sumber Daya Laut di Perairan Laut Cina Selatan dan Sekitarnya/Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI,-Jakarta: LIPI Press, 2008. Hal. 205-219.
- Simanjuntak, M. 2008b. Kandungan oksigen terlarut pada waktu pasang dan surut di perairan Mamberamo, Papua. *Torani*, XI(1): 41-59.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan Faktor Lingkungan Kimia, Fisika terhadap Distribusi Plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan (Journal of Fisheries Sciences)*, XI (1): 41-59.
- Strickland, J.D.H & Parson, T.R. 1968. A Practical Handbook of Seawater Analysis. *Fish. Res. Board. Canada. Bull.*, 167: 1-311.
- Susana, T. 2005. Kualitas zat hara perairan Teluk Lada, Banten. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 37: 59 – 67.
- Soedibjo, B.S. 2006. Struktur Komunitas Fitoplankton dan Hubungannya dengan beberapa Parameter Lingkungan Perairan Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* 40: 65-78.
- U.S Navy Hydrographic Office 1959. Introduction Manual for Oceanographic Observation, H. O. Publ. Washington: 607. pp.59-72
- Tijssen, S.B., Mulder, M. & Wetsteyn, F.J. 1990. Production and consumption rates of oxygen, and vertical oxygen structure in the upper 300 m in the eastern Banda Sea during and after the upwelling season, August 1984 and February/March 1985. *In*: P.H. Nienhuis, M.M. Rutgers van der Loeff, W.J. Wolff, & J.T.F. Zimmerman (Ed.). Proc. Snellius-II Symp., *Neth. J. Sea Res.* 25: 485-499.
- Tsunogai, S. 1979. Dissolved silica as the Primary Factor Determining the Composition of Phytoplankton Classes in the Ocean. *Bull. Facul. Fisheries, Hokkaido Univ.*, 30: 314 – 322.