

KUALITAS AIR LAUT DITINJAU DARI ASPEK ZAT HARA, OKSIGEN TERLARUT DAN pH DI PERAIRAN BANGGAI, SULAWESI TENGAH

SEA WATER QUALITY OBSERVED FROM NUTRIENT ASPECT, DISSOLVED OXYGEN AND PH IN THE BANGGAI WATERS, CENTRAL SULAWESI

Marojahan Simanjuntak

Bidang Dinamika Laut, Penelitian Oseanografi-LIPI, Jakarta

Email: ojak_sm@yahoo.com.

ABSTRACT

Banggai Waters, Central Sulawesi is very important because the waters is very rich in marine resources and its oceanographic conditions are affected by land and Banda Sea. This research was conducted in June-July 2011 using a research vessel Baruna Jaya VIII. The research objective was to determine water quality based on as an indicator of fertility waters and factors influencing the water quality. The parameters studied were phosphate, nitrate, silicate, dissolved oxygen, and acidity (pH). Water samples were collected using Niskin Bottle attached with CTD form three different depths i.e., surface (0-1 m), middle (20-100 m), and near bottom layer (100-200 m) at 14 stations. Concentrations of phosphate, nitrate, and silicate were analyzed according to the method of Strickland and Parsons. Dissolved oxygen concentrations were measured by Winkler method. The degree of acidity (pH) was measured with pH meter Cyber Scan 300. The results indicated that nutrient concentrations were generally higher in eastern and southern waters. Phosphate concentrations ranged from 0,04–1.70 µg A/l; nitrate 0.28–27.23 µg A/l, and silicate 1.96–46.56 µg A/l. Dissolved oxygen concentrations ranged from 2.14–4.15 ml/l, and pH values from 7.95–8.26. In reference to the quality standards set by the Ministry of Environment (KMNLH), the Banggai Waters, Central Sulawesi is still in good conditions for the life of various biota..

Keywords: water quality, fertility waters, nutrients, Banggai Waters.

ABSTRAK

Perairan Banggai, Sulawesi Tengah merupakan perairan yang sangat penting karena kondisi oseanografinya yang dipengaruhi daratan dan Laut Banda sehingga kaya akan sumberdaya laut. Penelitian kualitas air laut di perairan Banggai, Sulawesi Tengah telah dilakukan pada bulan Juni-Juli 2011 dengan menggunakan kapal riset Baruna Jaya VIII. Tujuan penelitian ini untuk meneliti kualitas air ditinjau dari kandungan zat hara yang merupakan indikator kesuburan perairan serta faktor-faktor yang mempengaruhinya di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. 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 (0-1 m), tengah (20-100 m)) dan dekat dasar (100-200 m) pada 14 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 timur dan selatan perairan ini. Kadar fosfat berkisar 0,04–1,70 µg A/l; nitrat 0,28–27,23 µg A/l, dan silikat 1,96–46,56 µg A/l. Kadar oksigen terlarut berkisar 2,14–4,15 ml/l, dan nilai pH 7,95–8,26. Parameter yang diteliti di perairan Banggai, Sulawesi Tengah masih baik untuk kehidupan berbagai biota mengacu pada Baku Mutu yang telah ditetapkan oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KMNLH).

Kata kunci: kualitas air, kesuburan perairan, zat hara, perairan Banggai.

I. PENDAHULUAN

Perairan Banggai, Sulawesi Tengah terletak disebelah timur Provinsi Sulawesi Tengah merupakan perairan yang dekat dengan daratan dan daerah fishing ground penangkapan ikan bagi nelayan. Hal ini dapat dimengerti karena perairan tersebut kondisinya subur dan merupakan konsentrasi berbagai jenis ikan dan biota laut lainnya dalam jumlah kelimpahan yang besar. Keberadaan ekosistem yang kompleks, pola aliran arus antar pulau yang dinamis dan aktivitas di kawasan kepulauan tersebut mempunyai pengaruh terhadap kandungan unsur hara, oksigen terlarut dan pH yang merupakan indikator kesuburan perairan serta pola sebarannya. Sumber utama zat hara berasal dari berbagai limbah dari daratan yang terdiri dari berbagai limbah industri yang mengandung senyawa organik dan dibuang ke perairan melalui aliran sungai. Limbah yang mengandung senyawa organik tersebut, mengalami proses penguraian menjadi senyawa anorganik dan masuk ke perairan (Rousseau *et al.*, 2002; Ornofsdottir *et al.*, 2004; Anderson *et al.*, 2006). Senyawa anorganik mengandung zat hara diantaranya fosfat, nitrat dan silikat merupakan rantai makanan bagi biota laut seperti fitoplankton dan biota lainnya. Namun bila zat hara masuk ke perairan dalam konsentrasi yang sangat tinggi dan melebihi nilai ambang batas, maka terjadi eutrofikasi yaitu kondisi perairan yang mengalami pengayaan oleh zat hara yang di indikasikan dengan terjadinya *blooming* fitoplankton. Akibatnya dapat menyebabkan kematian berbagai jenis biota laut diantaranya ikan dan mengancam jiwa manusia.

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 penting dalam melestarikan kehidupan karena dimanfaatkan oleh fitoplankton sebagai sumber bahan makanan. 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 yang terjadi melalui aktivitas bakteri, dan organisme pengurai lainnya, mengalami dekomposisi menjadi senyawa anorganik dan dimanfaatkan oleh organisme autotrof (Chester, 2003). Pemerintah Daerah setempat (komunikasi langsung) telah menginformasikan tentang pemanfaatan sumberdaya laut di perairan tersebut diantaranya sumberdaya perikanan dan berbagai industri, pariwisata dan pelabuhan domestik. Namun sebelum industri-industri tersebut diberdayakan perlu dilakukan penelitian pendahuluan tentang kondisi kualitas perairan. Untuk itu perlu dilakukan penelitian tentang kimia hara untuk mengkaji kualitas air laut ditinjau dari kandungan zat hara yang merupakan indikator kesuburan perairan.

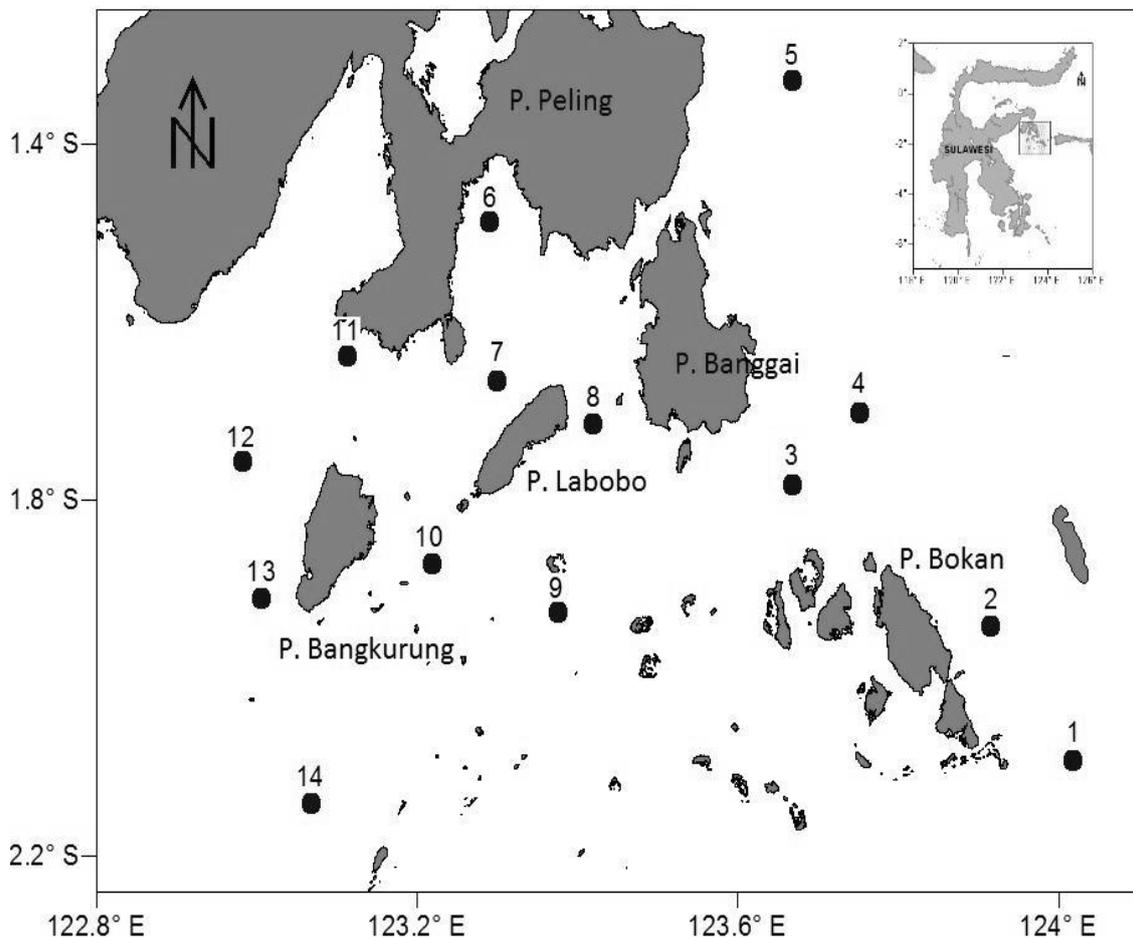
Penelitian di perairan Banggai, Sulawesi Tengah bertujuan untuk mengkaji kualitas perairan Banggai, Sulawesi Selatan ditinjau dari aspek zat hara (fosfat, nitrat, silikat), oksigen terlarut (O₂) dan derajat keasaman (pH) kaitannya dengan kesuburan perairan dan biota laut serta faktor-faktor yang mempengaruhinya.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian zat hara, oksigen terlarut, dan keasaman (pH) dilakukan pada bulan Juni-Juli 2011 di perairan Banggai, Sulawesi Tengah dengan menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII. Sampel diambil dari 14 stasiun pengamatan dengan titik koordinat

(Gambar 1) pada berbagai ke dalam (Tabel 1). Area yang diteliti dari bagian utara ke selatan perairan ini yaitu dari - 02° 05' 576" sampai - 02° 08' 434" dan dari bagian barat ke timur yaitu dari 122° 58' 968" sampai 124° 01' 091" (Tabel 1). Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan *Rosette sampler* yang dilengkapi dengan botol Niskin dan CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) pada 3 lapisan yaitu lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat

dasar (100–200 m) yang disesuaikan dengan kedalaman sampling plankton. Kadar oksigen terlarut diukur dengan menggunakan metode titrasi Winkler dalam buku U.S. Navy Hydrographic (1959), Derajat keasaman (pH) diukur dengan pH meter Cyber Scan 300, sedangkan kadar fosfat, nitrat, dan silikat diukur dengan Spektrofotometer pada panjang gelombang 885 nm untuk fosfat, 543 nm untuk nitrat, dan 810 nm untuk silikat (Strickland and Parsons, 1972).



Gambar 1. Stasiun penelitian kualitas air di perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni-Juli 2011.

Tabel 1. Posisi stasiun dan kedalaman di perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni-Juli 2011.

STASIUN	KOORDINAT		KEDALAMAN (m)
	LINTANG	BUJUR	
1	- 02°05'576"	124° 01'091"	860,00
2	- 01°56'538"	123°54'885"	452,00
3	- 01°46'999"	123°40'097"	75,73
4	- 01°42'163"	123°21'125"	310,49
5	- 01°05'576"	123°00'062"	797,92
6	- 01°29'280"	123°17'400"	81,20
7	- 01°40'032"	123°17'995"	104,00
8	- 01°42'910"	123°25'106"	165,00
9	- 01°52'339"	123°13'118"	329,11
10	- 01°55'547"	123°22'503"	284,41
11	- 01°45'434"	123° 06'777"	36,00
12	- 01°19'734"	122°58'968"	556,40
13	- 01°55'597"	123° 00'333"	627,07
14	- 02°08'434"	123° 04'041"	971,00

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini selengkapnya disajikan dalam Tabel 2. Kadar nutrisi (fosfat, nitrat silikat) yang diperoleh dari penelitian ini pada umumnya menunjukkan kadar nutrient yang lebih tinggi di dekat dasar dibandingkan di lapisan permukaan. Hal ini terjadi karena bahan-bahan organik yang berasal dari darat maupun dari tumbuh tumbuhan dan hewan yang mengandung unsure nutrisi secara alamiah terdistribusi mulai dari lapisan permukaan sampai ke dasar perairan sehingga kadar nutrisinya semakin tinggi akibat terakumulasi di dasar perairan (Santoso, 2005). Kisaran nilai pH rata-rata pada 3 kedalaman (permukaan tengah dan dasar) yaitu 8,02-8,20 menunjukkan pengaruh daratan tidak signifikan mempengaruhi nilai pH yang relative konstan (>8,0) sedangkan kadar oksigen terlarut menunjukkan kadar yang lebih tinggi di lapisan permukaan karena berhubungan dengan atmosfer dan proses

fotosintesa dibandingkan dengan di dasar perairan kaitannya dengan kedalaman laut yang menunjukkan suatu fenomena yang normal dalam suatu perairan (Ross, 1970; Susana, 2001).

3.1. Fosfat

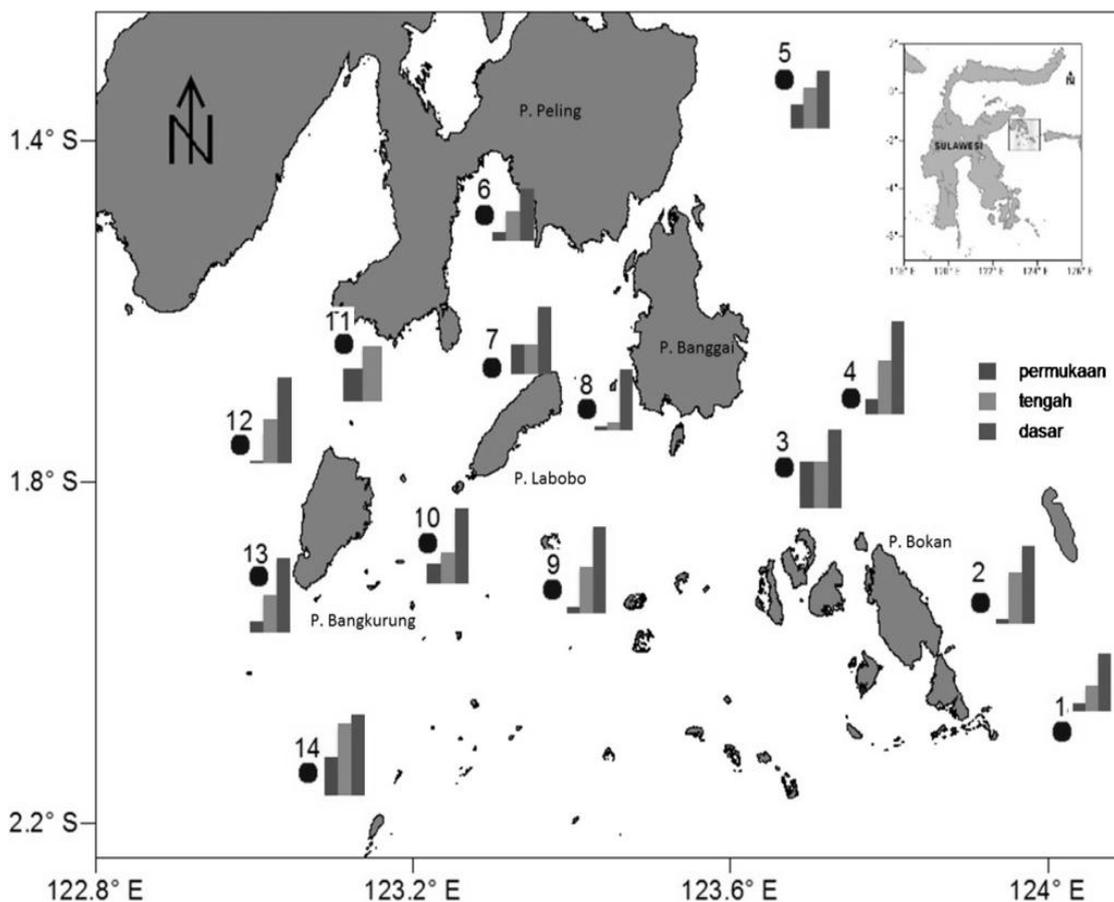
Fosfat yang merupakan salah satu zat hara yang dibutuhkan untuk proses pertumbuhan dan metabolisme fitoplankton dan organisme laut lainnya dalam menentukan kesuburan perairan, kondisinya tidak stabil karena mudah mengalami proses pengikisan, pelapukan dan pengenceran. Kadar fosfat di perairan Teluk Hurun, Lampung pada musim timur (Juli) yaitu 6,32 µg A/l (Santoso, 2007), yang dipengaruhi oleh faktor fisika oseanografi seperti arus, kedalaman maupun kondisi geografisnya, lebih tinggi dibandingkan dengan kadar fosfat di perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada musim timur (Juli). Secara keseluruhan, kadar fosfat (PO₄) di perairan ini berkisar antara 0,04–1,70 µg A/l dengan rata-rata 0,65 µg A/l (Tabel 2). Kadar fosfat di

perairan ini lebih rendah dibandingkan dengan di perairan Pulau Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam (Anonim, 2007) yaitu 0,04-3,51 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 1,62 $\mu\text{g A/l}$, Teluk Jakarta yaitu 0,06-3,72 $\mu\text{g A/l}$ (Simanjuntak, 2007^a), di perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Halmahera, Maluku Utara (0,04–2,35 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 0,97 $\mu\text{g A/l}$ dan lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan Laut Cina Selatan (Simanjuntak, 2008), yaitu 0,04-0,94 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 0,26 $\mu\text{g A/l}$. Dari distribusi fosfat pada lapisan permukaan (0–1 m) di perairan ini, menunjukkan kadar PO_4 yang tidak jauh berbeda ($> 0,65 \mu\text{g A/l}$) pada stasiun penelitian dekat pantai maupun di lepas pantai.

Pola sebaran PO_4 pada lapisan permukaan dengan kadar yang tinggi, diperoleh di perairan sebelah selatan dengan kadar $> 0,20 \mu\text{g A/l}$ dan yang lebih rendah di sebelah barat perairan ini. Kondisi ini menunjukkan kadar yang lebih rendah di lapisan permukaan (0-1 m) dibandingkan dengan di lapisan tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m). Kisaran PO_4 pada lapisan permukaan, yaitu 0,04–0,74 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 0,22 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar PO_4 tertinggi (0,74 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (0,04 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 12. Pola sebaran PO_4 pada lapisan tengah dengan kadar yang tinggi diperoleh di perairan sebelah selatan dengan kadar $> 0,60 \mu\text{g A/l}$, dan yang lebih rendah di sebelah timur perairan ini. Kisaran kadar PO_4 pada lapisan tengah yaitu 0,13–1,39 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 0,60 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar PO_4 pada lapisan tengah yang tertinggi (1,39 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (0,13 $\mu\text{g A/l}$),

diperoleh di Stasiun 3. Pola sebaran PO_4 pada lapisan dekat dasar di perairan bagian tengah dengan kadar yang lebih tinggi, dengan kadar $> 1,10 \mu\text{g A/l}$ dan terendah di sebelah timur perairan ini (Gambar 2), menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lapisan permukaan dan tengah.

Kisaran PO_4 pada lapisan dekat dasar, yaitu 0,22–1,70 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 1,16 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar PO_4 pada lapisan dekat dasar yang tertinggi (1,70 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 10 dan terendah (0,22 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 3. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan kadar PO_4 yang lebih tinggi, diperoleh di perairan sebelah selatan, perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada berbagai kedalaman. Ditinjau dari kadar zat hara fosfat di perairan Banggai, Sulawesi Tengah (0,04–1,70 $\mu\text{g A/l}$) dapat dikatakan bahwa perairan ini merupakan perairan yang baik karena masih berada pada kondisi kadar zat hara fosfat yang tergolong sedang di dalam suatu perairan laut yaitu $> 1,55 \mu\text{g A/l}$ (EPA, 2002) sehingga bila ditinjau dari kadar fosfat yang merupakan indikator kesuburan, maka perairan Banggai, Sulawesi Tengah masih baik untuk peruntukan budidaya perikanan. Kadar fosfat yang baik untuk budidaya kerang hijau, dan kerang bulu berkisar antara 0,5–1,0 $\mu\text{g A/l}$. Untuk budidaya tiram berkisar antara 0,5–3,0 $\mu\text{g A/l}$ sedangkan untuk budidaya beronang, kakap, dan kerapu berkisar antara 0,2–0,5 $\mu\text{g A/l}$ (KMNLH, 2004). Klasifikasi kesuburan perairan ditinjau dari kadar fosfat menurut EPA (2002) adalah $< 1,55 \mu\text{g A/l}$ tergolong rendah, antara 1,55-3,10 $\mu\text{g A/l}$ tergolong sedang, dan $> 3,10 \mu\text{g A/l}$ tergolong tinggi.



Gambar 2. Distribusi fosfat ($\mu\text{g A/l}$) di lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m) perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

Tabel 2. Kisaran dan rata-rata kimia hara pada lapisan permukaan, tengah dan dekat dasar perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

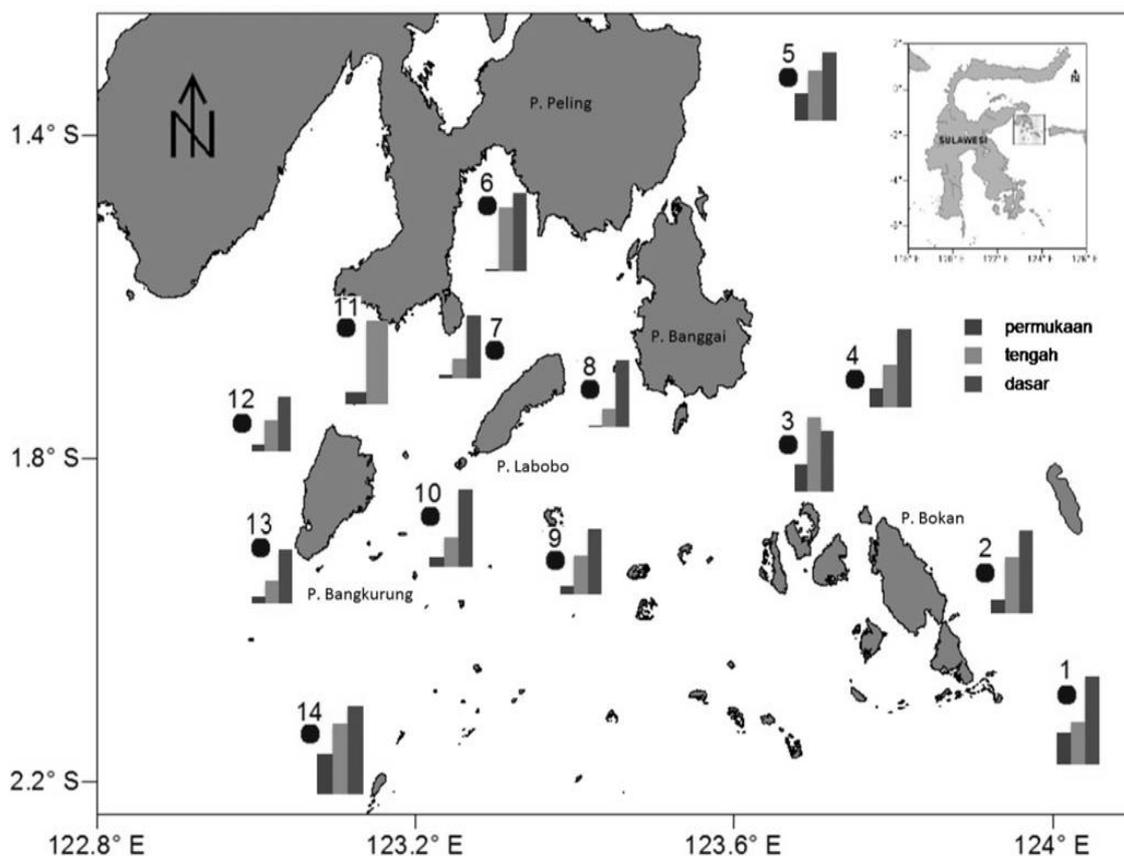
Lapisan/kedalaman	Parameter				
	Fosfat ($\mu\text{g A/l}$)	Nitrat ($\mu\text{g A/l}$)	Silikat ($\mu\text{g A/l}$)	DO (ml/l)	pH
Permukaan (0–1 m)					
Kisaran	0,04–0,74	0,28–12,41	1,96–9,61	3,14–4,15	8,13–8,26
Rata-rata	0,22	3,82	3,67	3,87	8,20
Tengah (20–100 m)					
Kisaran	0,13–1,39	2,95–21,85	3,14–30,48	2,48–3,98	8,00–8,15
Rata-rata	0,60	10,50	13,38	3,12	8,11
Dekat dasar (100–200 m)					
Kisaran	0,22–1,70	3,71–27,23	4,61–46,56	2,14–3,63	7,95–8,07
Rata-rata	1,16	19,51	28,64	2,55	8,02
Keseluruhan					
Kisaran	0,04–1,70	0,28–27,23	1,96–46,56	2,14–4,15	7,95–8,26
Rata-rata	0,65	11,08	14,90	3,20	8,11

3.2. Nitrat

Zat hara nitrat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hidup fitoplankton dan mikro-organisme lainnya sebagai sumber bahan makanannya. Sumber utama pengkayaan zat hara nitrat diantaranya *runoff*, erosi, *leaching* lahan pertanian yang subur, limbah pemukiman, terjadi karena peningkatan aktivitas manusia disekitar wilayah tersebut. Soedibjo (2006) menginformasikan bahwa kadar nitrat di Teluk Jakarta pada musim timur (Agustus) berkisar antara 0,21–1,52 $\mu\text{g A/l}$, lebih rendah dibandingkan dengan kadar nitrat pada musim timur (Juli) yaitu 0,28–27,23 $\mu\text{g A/l}$ di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. Secara keseluruhan, kadar nitrat (NO_3) di perairan ini berkisar antara 0,28–27,23 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 11,08 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar nitrat di perairan ini lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam (Anonim, 2007), yaitu 0,08–27,09 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 9,52 $\mu\text{g A/l}$ dan di perairan Belitung Timur 0,49–1,07 $\mu\text{g A/l}$ (Simanjuntak, 2009). Dari distribusi nitrat pada lapisan permukaan (0–1 m) di perairan ini, menunjukkan kadar NO_3 yang bervariasi ($> 3,80 \mu\text{g A/l}$) di stasiun penelitian baik dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 3).

Kondisi ini menunjukkan kadar yang lebih rendah di lapisan permukaan (0–1 m) dibandingkan dengan di lapisan tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m). Kisaran NO_3 pada lapisan permukaan, yaitu 0,28–12,41 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 3,82 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar NO_3 tertinggi (12,41 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (0,28 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 6. Pola sebaran NO_3 pada lapisan tengah dengan kadar yang tinggi, diperoleh di perairan sebelah selatan dengan kadar $> 10,00 \mu\text{g}$

A/l dan yang rendah di peroleh di sebelah utara, menunjukkan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan di lapisan dekat dasar. Kisaran kadar NO_3 pada lapisan tengah, yaitu 2,95–21,85 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 10,50 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar NO_3 pada lapisan tengah yang tertinggi (21,85 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (2,95 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 7. Pola sebaran NO_3 pada lapisan dekat dasar di perairan sebelah selatan dengan kadar $> 19,00 \mu\text{g A/l}$ (Gambar 3), menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lapisan permukaan dan tengah. Kisaran kadar NO_3 pada lapisan dekat dasar, yaitu 3,71–27,23 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 19,51 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar NO_3 di lapisan dekat dasar yang tertinggi (27,23 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 13 dan terendah (6,24 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 14. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan, kadar NO_3 yang lebih tinggi, diperoleh di perairan sebelah selatan, perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada berbagai kedalaman. Kadar nitrat yang lebih dari 2,80 $\mu\text{g A/l}$ dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi sehingga menstimulir pertumbuhan fitoplankton dengan cepat (bloomng)(Effendi, 2003) sedangkan Susana (2005) menetapkan kadar nitrat yang baik untuk kehidupan biota laut adalah 5,908 $\mu\text{g A/l}$. Bila ditinjau dari kadar NO_3 yang merupakan salah satu indikator kesuburan, maka perairan Banggai, Sulawesi Tengah (0,28–27,23 $\mu\text{g A/l}$), masih baik dengan Nilai Ambang Batas (NAB) 0,008 mg/l atau 0,112 $\mu\text{g A/l}$ (KMNLH, 2004). Kadar NO_3 yang baik untuk budidaya kerang hijau dan kerang bulu berkisar antara 2,5–3,0 $\mu\text{g A/l}$. Untuk budidaya tiram berkisar antara 1,5–3,0 $\mu\text{g A/l}$ sedangkan untuk budidaya beronang, kakap dan kerapu berkisar antara 0,9–3,2 $\mu\text{g A/l}$ (KMNLH, 2004).



Gambar 3. Distribusi nitrat ($\mu\text{g A/l}$) di lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m) perairan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

3.3. Silikat

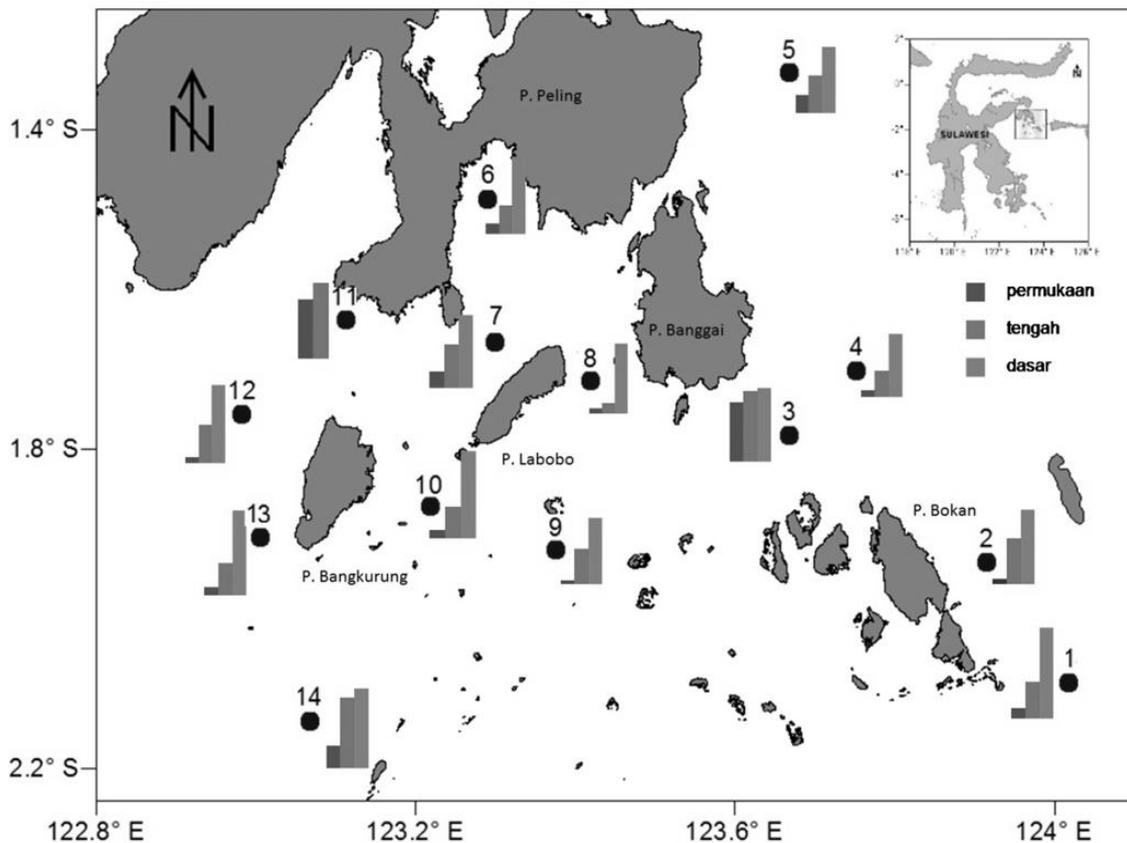
Sumber utama kandungan silikat dalam suatu perairan, banyak dipengaruhi proses erosi serta curah hujan. Zat hara silikat diperlukan dan berpengaruh terhadap proses pertumbuhan dan perkembangan hidup beberapa jenis fitoplankton diantaranya *diatom* dan *silicoflagellata* untuk pembentukan kerangka dinding selnya. Soedibjo (2006) menginformasikan bahwa kadar silikat di Teluk Jakarta pada musim timur (Agustus) berkisar antara 1,74–21,28 $\mu\text{g A/l}$ lebih rendah dibandingkan dengan kadar silikat pada musim timur (Juli) yaitu 1,96–46,56 $\mu\text{g A/l}$ di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. Kondisi ke dua perairan ini telah memenuhi kehidupan *diatom* dengan nilai ambang batas zat hara silikat yaitu 3,92 $\mu\text{g A/l}$ (Tsunogai, 1979). Secara keseluruhan, kadar silikat (SiO_3) di

perairan ini berkisar antara 0,69–44,60 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 14,90 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar silikat di perairan ini lebih tinggi dibandingkan dengan di perairan Simeulue, Nanggroe Aceh Darussalam (Anonim, 2007) yaitu 0,04–3,51 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 1,62 $\mu\text{g A/l}$, Laut Cina Selatan (Simanjuntak, 2008), yaitu 0,20–43,57 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 8,67 $\mu\text{g A/l}$ dan di perairan Kawasan Pengelolaan Perairan Laut (KAPPEL) Maluku Utara (0,08–4,82 $\mu\text{g A/l}$ (Simanjuntak, 2010). Kondisi ini mungkin disebabkan kuatnya pengadukan massa air Laut Banda pada musim timur dan banyaknya limbah organik dari daratan Sulawesi Tengah yang masuk ke perairan ini. Dari distribusi silikat pada lapisan permukaan (0–1 m) di perairan ini, menunjukkan kadar SiO_3 yang bervariasi ($> 3,50 \mu\text{g A/l}$) pada

stasiun penelitian baik dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 4).

Kondisi ini juga menunjukkan kadar yang lebih rendah di lapisan permukaan (0–1 m) dibandingkan dengan di lapisan tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m). Kisaran silikat (SiO_3) pada lapisan permukaan, yaitu 1,96–9,61 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 3,67 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 2). Kadar SiO_3 tertinggi (9,61 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (1,96 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 10. Pola sebaran SiO_3 pada lapisan tengah, diperoleh di perairan sebelah selatan dengan kadar $> 13,00 \mu\text{g A/l}$, menunjukkan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan di lapisan dekat dasar. Kisaran kadar SiO_3 pada lapisan tengah, yaitu 3,14–30,48 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 13,38 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 1). Kadar

SiO_3 pada lapisan tengah yang tertinggi (30,48 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 14 dan terendah (3,14 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 11. Pola sebaran SiO_3 pada lapisan dekat dasar di perairan sebelah timur dengan kadar $> 28,00 \mu\text{g A/l}$ (Gambar 4), menunjukkan kadar yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lapisan permukaan dan tengah. Kisaran kadar SiO_3 di lapisan dekat dasar, yaitu 4,61–46,56 $\mu\text{g A/l}$ dengan rata-rata 28,64 $\mu\text{g A/l}$ (Tabel 1). Kadar SiO_3 pada lapisan dekat dasar yang tertinggi (46,56 $\mu\text{g A/l}$), diperoleh di Stasiun 2 dan terendah (4,61 $\mu\text{g A/l}$) diperoleh di Stasiun 3. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan kadar SiO_3 yang lebih tinggi diperoleh di perairan sebelah selatan, perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada berbagai kedalaman.

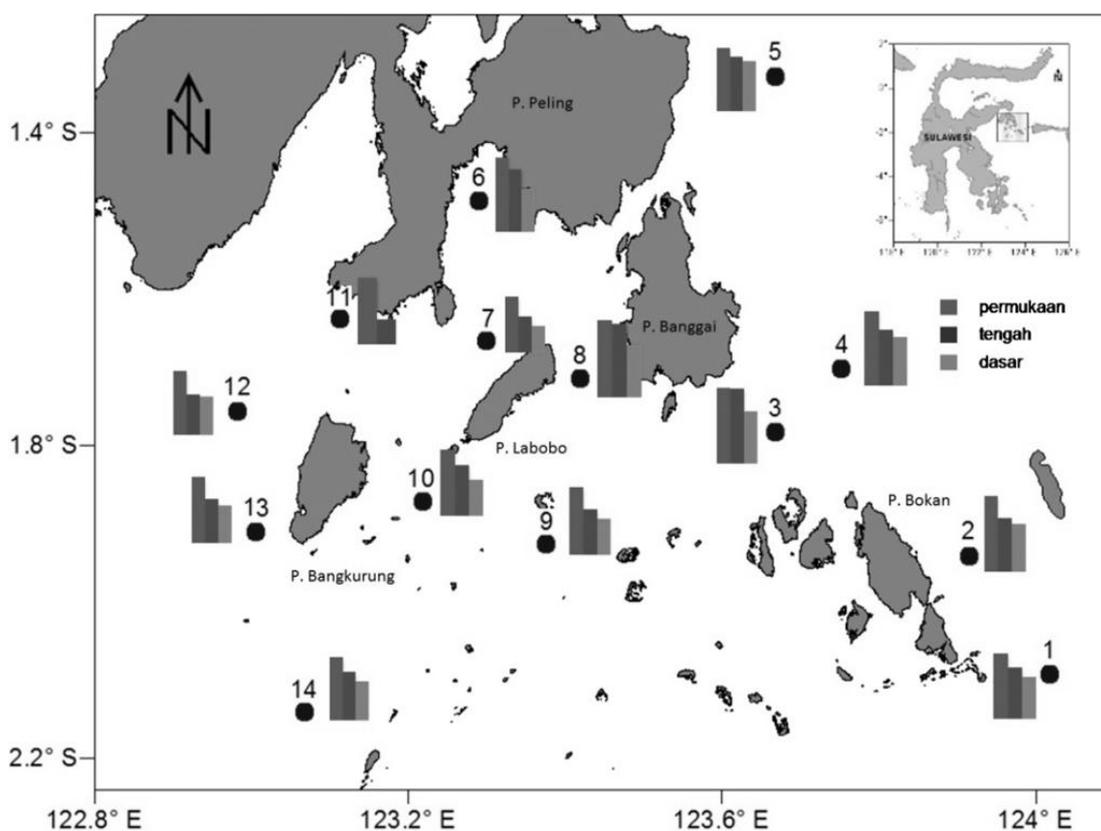


Gambar 4. Distribusi silikat ($\mu\text{g A/l}$) di lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m) perairan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

3.4. Oksigen Terlarut

Oksigen terlarut dalam laut dimanfaatkan oleh organisme perairan untuk respirasi dan penguraian zat-zat organik oleh mikro-organisme. Sumber utama oksigen dalam air laut adalah udara melalui proses difusi dan dari proses fotosintesis fitoplankton. Oksigen terlarut merupakan salah satu penunjang utama kehidupan di laut dan indikator kesuburan perairan. 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. Simanjuntak (2009) menginformasikan bahwa kadar oksigen terlarut di perairan Belitung Timur (3,81–

4,43 ml/l) lebih tinggi bila dibandingkan dengan di perairan Banggai, Sulawesi Tengah (2,14–4,15 ml/l). Secara keseluruhan, kadar oksigen terlarut (O_2) di perairan ini berkisar antara 2,14–4,15 ml/l dengan rata-rata 3,20 ml/l (Tabel 2). Kadar oksigen terlarut di perairan ini lebih rendah bila dibandingkan di perairan Banten (2,16–4,39 ml/l dengan rata-rata 4,10 ml/l) (Simanjuntak, 2007^b) dan di perairan Mamberamo, Papua (3,10–3,80 ml/l dengan rata-rata 3,48 ml/l) (Simanjuntak, 2008). Dari distribusi oksigen terlarut pada lapisan permukaan (0–1 m) di perairan ini, menunjukkan kadar O_2 yang tidak jauh berbeda ($> 3,80$ ml/l) pada stasiun penelitian baik dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 5).



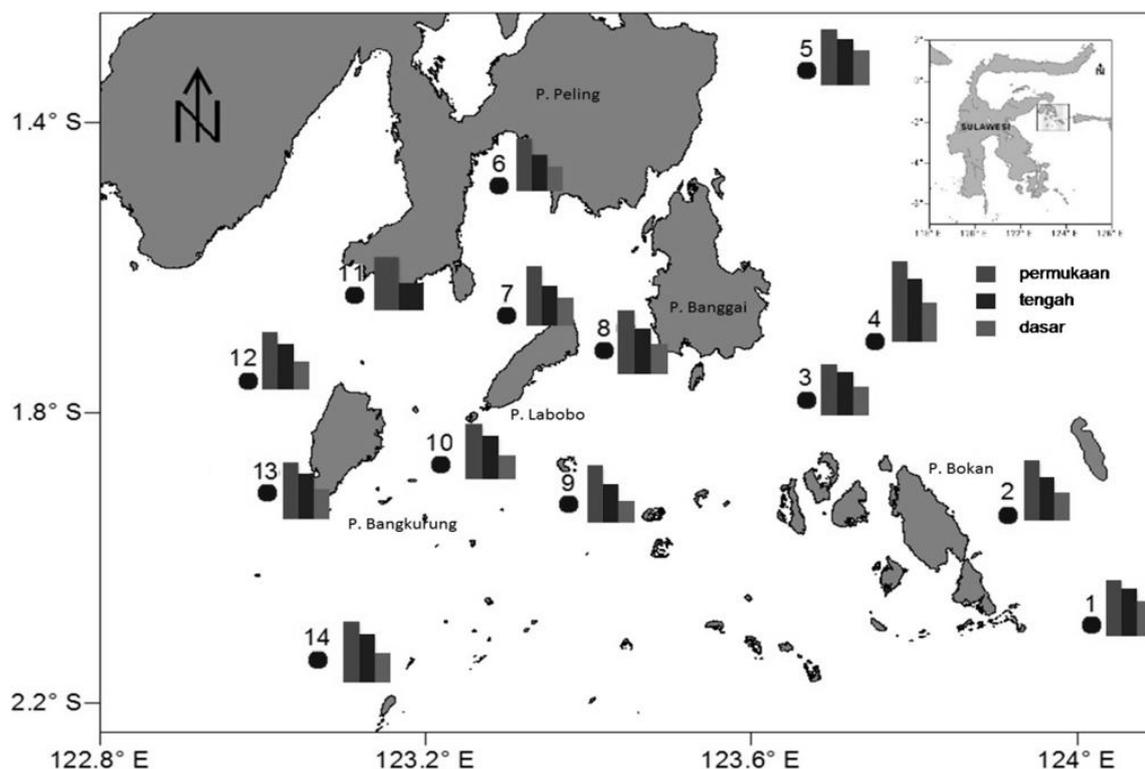
Gambar 5. Distribusi oksigen terlarut (ml/l) di lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m) perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

Kondisi ini menunjukkan kadar yang lebih tinggi di lapisan permukaan, dibandingkan dengan di lapisan tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m). Hasil penelitian di beberapa perairan di Indonesia menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut berkurang dengan bertambahnya kedalaman. Hasil penelitian Tijssen (1990) di Laut Banda menunjukkan bahwa kadar oksigen terlarut semakin rendah dengan bertambahnya kedalaman. Hal yang sama juga ditemukan di perairan Banggai, Sulawesi Tengah (Tabel 2) dimana rendahnya kadar oksigen terlarut pada kedalaman yang semakin dekat ke dasar perairan ini, erat kaitannya dengan banyaknya kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk proses penguraian zat organik menjadi zat anorganik oleh mikroorganisme. Sedangkan aktivitas proses fotosintesis semakin berkurang. Kisaran O_2 pada lapisan permukaan, yaitu 3,14–4,15 ml/l dengan rata-rata 3,87 (Tabel 2). Kadar O_2 tertinggi (4,15 ml/l) diperoleh di Stasiun 13 dan terendah (3,14 ml/l) diperoleh di Stasiun 5. Pola sebaran O_2 pada lapisan tengah, diperoleh di perairan sebelah utara dengan kadar $>3,10$ ml/l, menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lapisan dekat dasar. Kisaran O_2 pada lapisan tengah, yaitu 2,48–3,98 ml/l dengan rata-rata 3,12 ml/l (Tabel 2). Kadar O_2 pada lapisan tengah yang tertinggi (3,98 ml/l), diperoleh di Stasiun 11 dan terendah (2,48 ml/l), diperoleh di Stasiun 12. Pola sebaran O_2 pada lapisan dekat dasar, di perairan sebelah timur dengan kadar $>2,50$ ml/l (Gambar 5) menunjukkan kadar yang lebih rendah dibandingkan dengan di lapisan permukaan dan tengah. Kisaran kadar O_2 pada lapisan dekat dasar, yaitu 2,14–3,63 ml/l dengan rata-rata 2,55 ml/l (Tabel 2). Kadar O_2 pada lapisan dekat dasar yang tertinggi (3,63 ml/l) diperoleh

di Stasiun 3 dan terendah (2,14 ml/l) diperoleh di Stasiun 6. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan kadar O_2 yang lebih tinggi, diperoleh di perairan sebelah utara, perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada berbagai kedalaman. Dengan mengacu pada Nilai Ambang Batas (NAB) Baku Mutu Kementerian Lingkungan Hidup untuk kadar oksigen terlarut dalam suatu perairan yaitu 0,008 mg/l atau 0,112 $\mu\text{g A/l}$ (KMNLH, 2004), maka perairan Banggai, Sulawesi Tengah merupakan perairan yang subur ditinjau dari kadar oksigen terlarut (2,14–4,15 ml/l dengan rata-rata 3,20 ml/l) dan dapat digunakan untuk kepentingan budidaya perikanan, kerang hijau, dan tiram yang berkisar antara 3–8 mg/l sedangkan untuk beronang, kerapu, dan kakap antara 4–8 mg/l dan untuk kerang bulu berkisar antara 2–3 mg/l (KMNLH, 2004).

3.5. Derajat Keasaman

Derajat keasaman (pH) dalam 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. Pada beberapa perairan diperoleh nilai pH yang hampir sama dengan di perairan Banggai, Sulawesi Tengah. Di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung Timur, nilai pH berkisar antara 7,98 – 8,20 dengan rata-rata 8,09 (Simanjuntak, 2009), hampir sama dengan nilai pH di perairan Banggai, Sulawesi Tengah, yaitu 7,95 – 8,26 dengan rata-rata 8,11 (Tabel 2). Dari pola sebaran pH pada lapisan permukaan (0–1 m) di perairan ini menunjukkan bahwa nilai pH yang diperoleh tidak jauh berbeda ($>8,10$) pada stasiun penelitian baik dekat pantai maupun di lepas pantai (Gambar 6).



Gambar 6. Distribusi pH di lapisan permukaan (0–1 m), tengah (20–100 m), dan dekat dasar (100–200 m) perairan Banggai, Sulawesi Tengah, Juni–Juli 2011.

Kondisi ini menunjukkan nilai yang lebih tinggi di lapisan permukaan (0–1 m), dibandingkan dengan di lapisan tengah (20–100 m) dan dekat dasar (100–200 m). Kisaran nilai pH pada lapisan permukaan, yaitu 8,13–8,26 dengan rata-rata 8,20 (Tabel 2). Nilai pH tertinggi (8,26) diperoleh di Stasiun 8 dan terendah (8,13) diperoleh di Stasiun 6. Pola sebaran pH pada lapisan tengah diperoleh di perairan sebelah selatan dengan nilai > 8,10 menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan di lapisan dekat dasar. Kisaran nilai pH pada lapisan tengah, yaitu 8,00–8,15 dengan rata-rata 8,11 (Tabel 2). Nilai pH pada lapisan tengah yang tertinggi, (8,15) diperoleh di Stasiun 14, dan terendah (8,00) diperoleh di Stasiun 11. Pola sebaran pH pada lapisan dekat dasar di perairan sebelah utara dengan nilai > 8,00 (Gambar 6), menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan di lapisan

permukaan dan tengah. Kisaran nilai pH pada kedalaman di lapisan dekat dasar, yaitu 7,95–8,07 dengan rata-rata 8,02 (Tabel 2). Nilai pH pada lapisan dekat dasar yang tertinggi (8,07), diperoleh di Stasiun 7 dan terendah (7,95) diperoleh di Stasiun 10. Dari pengukuran pH di perairan Banggai, Sulawesi Tengah, terlihat bahwa seluruh kawasan perairan ini bersifat oseanik, karena nilai pH yang ditemui di perairan ini berkisar antara 7,95–8,26. Kecuali di lapisan dekat dasar (200 meter) dengan nilai pH yaitu 7,95 di Stasiun 10. Dari hasil yang diperoleh menunjukkan nilai pH yang lebih tinggi diperoleh di perairan sebelah selatan, perairan Banggai, Sulawesi Tengah pada berbagai kedalaman. Nilai pH dalam suatu perairan merupakan suatu indikasi terganggunya perairan tersebut. Berkurangnya nilai pH dalam suatu perairan ditandai dengan semakin meningkatnya senyawa organik di

perairan tersebut. Nilai pH di perairan Banggai, Sulawesi Tengah (7,95–8,26), masih baik karena masih memenuhi kriteria Nilai Ambang Batas (NAB) Kementerian Lingkungan hidup yaitu 6,5–8,5 (KMNLH, 2004).

IV. KESIMPULAN

Kandungan nutrien (fosfat, nitrat, silikat) pada penelitian bulan Juni-Juli 2011 umumnya bervariasi dimana di dekat pantai lebih tinggi dibandingkan dengan di lokasi jauh dari pantai. Hal ini menunjukkan pengaruh daratan Sulawesi Tengah lebih dominan dibandingkan pengaruh Laut Banda. Kondisi perairan Banggai, Sulawesi Selatan ditinjau dari aspek zat hara (fosfat, nitrat, silikat), oksigen terlarut dan keasaman (pH) masih dalam kondisi baik menurut kriteria Nilai Ambang Batas (NAB) Baku Mutu Air Laut dengan rekomendasi dari Kementerian Negara Lingkungan Hidup.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Kepala Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Dr. Zainal Arifin, Koordinator Penelitian, Dr. Dirhamsyah serta Koordinator Lapangan M. Hasanudin, S.Si, M.T, rekan-rekan peneliti, redaksi atas izin dan kritiknya serta teknisi Laboratorium Kimia Hara Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, Nakhoda beserta ABK Kapal Riset Baruna Jaya VIII dan kepada pihak-pihak lain atas bantuan yang telah diberikan sampai terwujudnya makalah ini.

DAFTAR PUSTAKA

Andersen, J.H., I. Schluter, and G. Aertebjerg, 2006. Coastal eutrophication: recent developments in definitions and implica-

tions for monitoring strategies. *J. Plankton Research*, 28(7):621–628.

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. 520p.

Effendi, H. 2003. Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumberdaya dan lingkungan perairan. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. Environmental Protection Agency (EPA). 2002. Water Quality Criteria. Mid-Atlantic Integrated Assessment (MAIA) Estuaries. USA. Ecological Research Series Washington. 595p.

Ferianita-Fachrul, M., H. Haeruman, dan 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. Keputusan Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Tentang baku mutu air laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.

Ornolfsdottir, E.B., S.E. Lumsden, and J.L. Pinckey. 2004. Phytoplankton community growth-rate response of nutrient pulses in a shallow turbid estuary, Galveston Bay, Texas. *J. Plankton Research*, 26(3):325–339.

Rousseau, V., A. Leynaert, N. Daoud, and D. Lancelot. 2002. Diatom succession, silification and silicic acid availability in Belgian Coastal Waters (Southern North Sea). *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 236:61–73.

- Santoso, A.D. 2005. Pemantauan hidrografi dan kualitas air di Teluk Hurun Lampung dan Teluk Jakarta. *J. Teknologi Lingkungan*, 6(3):433–437.
- Santoso, A.D. 2007. Kandungan zat hara fosfat pada musim Barat dan Musim Timur di Teluk Hurun, Lampung. *J. Teknik Lingkungan*, 8(3):207–210.
- Simanjuntak, M. 2007a. Kadar fosfat, nitrat dan silikat di Teluk Jakarta. *J. Perikanan*, 2(2):274–287.
- Simanjuntak, M. 2007b. Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di perairan Teluk Klabat, Pulau Bangka. *J. Perikanan*, 12(2):59–66.
- Simanjuntak, M. 2008. Kondisi zat hara perairan Laut Cina Selatan. Sumber daya laut di perairan Laut Cina Selatan dan sekitarnya. Pusat Penelitian Oseanografi–LIPI, Jakarta. Hlm.:205–219.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *J. Perikanan*, 11(1):41–59.
- Simanjuntak, M. 2010. Kualitas air laut ditinjau dari aspek zat hara di perairan Halmahera, Maluku Utara. Prosiding Seminar Nasional Biologi. Fakultas Biologi Universitas Soedirman (UNSOED) Purwokerto. Hlm.:655–663.
- Soedibjo, B.S. 2006. Struktur komunitas fitoplankton dan hubungannya dengan beberapa parameter lingkungan di perairan Teluk Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 40:65–78.
- Strickland, J.D.H. and T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. *Fish. Res. Board Canada Bull.*, 167:1–311.
- Susana, T., L. Suci, Djawadi. 2001. Distribusi oksigen terlarut dan derajat keasaman (pH) di perairan Selat Sunda. *Dalam: Praseno, D.P., W.S. Atmaja, I. Supangat, Ruyitno, dan B.S. Sudibjo (eds.). Pesisir dan pantai Indonesia I Tahun 2001. Puslit Oseanografi-LIPI. Hlm.:17-25.*
- Susana, T. 2005. Kualitas zat hara perairan Teluk Lada, Banten. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37:59–67.
- U.S. Navy Hydrographic Office. 1959. Introduction manual for oseanographic observation, H.O. Publ, 607, Washington, D.C.
- Tijssen, S.B., M. Mulder, and F.J. Wetsteyn. 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. *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*, 30:314–322.