

DISTRIBUSI LOGAM BERAT DI PERAIRAN NATUNA

DISTRIBUTION OF HEAVY METALS IN NATUNA COASTAL WATERS

Sophia L. Sagala^{1*}, Rikha Bramawanto¹, Anastasia R.T.D. Kuswardani¹, dan
Widodo S. Pranowo¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir,
Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Jakarta

*Email: sophia.sagala@kkp.go.id

ABSTRACT

The study of Pb, Cd, Cu, Hg, and As and Fe in Natuna coastal waters, Riau Islands was conducted in November 2012. Water and sediment samples were collected from 35 stations by purposive sampling method and those heavy metals were analysed using Atomic Absorption Spectrophotometer, flame type (FAAS). The results showed that concentrations of total Pb, Cd, Cu, Hg, and As in surface water were below instrument detection limit (2 µg/L for Pb, Cd, and Cu; 0.02 µg/L for Hg and As). Moreover, the concentration of metal Fe in surface water was 0.021-0.054 mg/L. Concentrations of Pb and Cu in sediment were 0.05-22.67 mg/kg and 3.77-11.00 mg/kg, respectively, at which the highest concentrations were found near Binjai Estuary. Those concentrations were significantly below the standard levels set by CCME (2002) and ANZECC/ARMCANZ (2000). Concentration of Fe in sediment varied from 751.13-2309.12 mg/kg and showed similar spatial distribution to Cu-in-sediment. No standard level for Fe in waters was available. Generally, it can be concluded that Natuna coastal water was still uncontaminated.

Keywords: heavy metals, iron metal, Natuna coastal waters.

ABSTRAK

Penelitian Pb, Cd, Cu, As, Hg dan Fe di perairan Pulau Natuna, Kepulauan Riau telah dilakukan. Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan. Sampel air dan sedimen diambil pada 35 stasiun pengamatan dengan metode *purposive sampling* pada Bulan November 2012. Analisa logam berat dan logam Fe permukaan dan sedimen menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom tipe nyala (FAAS). Hasil penelitian menunjukkan kadar logam berat Pb, Cd, Cu, Hg, dan As permukaan perairan Natuna sangat kecil, dibawah deteksi analisa dan memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia. Limit deteksi alat AAS untuk logam tersebut adalah 2µg/L untuk logam Pb, Cd, Cu, dan 0,02 µg/L untuk Hg dan As. Konsentrasi Fe permukaan berkisar 0,021-0,054 mg/L. Kandungan logam berat Pb dan Cu dalam sedimen berturut-turut adalah 0,05-22,67 mg/kg dan 3,77-11,00 mg/kg dimana konsentrasi tertinggi dijumpai pada daerah sekitar Muara Binjai. Namun kondisi logam tersebut masih berada dibawah baku mutu CCME (2002) dan ANZECC/ARMCANZ (2000). Konsentrasi logam Fe dalam sedimen berkisar 751,13-2309,12 mg/kg dengan tren sebaran relatif sama dengan sebaran Cu. Belum ada baku mutu yang menetapkan kondisi Fe dalam perairan. Secara umum dapat disimpulkan bahwa perairan Natuna masih belum tercemar.

Kata kunci: logam berat, logam Fe, perairan Laut Natuna

I. PENDAHULUAN

Laut Natuna memiliki sumber daya minyak dan gas alam yang berpotensi menyebabkan pencemaran akibat proses eksplorasi, transportasi ataupun

distribusinya. Penggunaan kapal atau perahu sebagai sarana transportasi penghubung antar daerah maupun usaha perikanan tangkap di sekitar Perairan Natuna diduga turut berkontribusi terhadap keberadaan logam berat pada perairan ini. BPS

Kabupaten Natuna (2013), menyebutkan bahwa pada tahun 2011 dan 2012 berturut-turut terdapat 3.927 dan 3.508 armada kapal/perahu perikanan tangkap yang beroperasi di Natuna.

Di lain sisi, Natuna telah ditetapkan sebagai Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) dalam SK Bupati Natuna No. 299 Tahun 2007 tentang Konservasi Wilayah Pesisir/Terumbu Karang Kabupaten Natuna dan SK Bupati Natuna No. 378 Tahun 2008 tentang Wilayah Konservasi Laut Natuna. KKLD Natuna terdiri dari 3 kawasan yaitu kawasan I meliputi kawasan Pulau Tiga-Sedanau dan laut di sekitarnya diprioritaskan untuk mendukung kegiatan perikanan berkelanjutan, kawasan II meliputi kawasan Bunguran Utara dan laut di sekitarnya diprioritaskan untuk suaka perikanan dan kawasan III meliputi kawasan pesisir Timur Bunguran dan laut di sekitarnya diprioritaskan untuk mendukung kegiatan pariwisata bahari. Adanya sumber daya migas dan aktivitas kelautan dan perikanan di perairan Natuna memungkinkan perairan ini berpotensi tercemar oleh logam berat.

Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Rochyatun *et al.*, 2006). Pengendapannya terjadi karena berikatan dengan anion dari bahan organik. Melalui proses pengendapan dan akumulasi, kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi daripada dalam air laut. Kandungan logam berat yang meningkat pada air laut dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan berpengaruh pada kehidupan organisme (Said *et al.*, 2009). Logam berat cenderung terakumulasi dalam rantai makanan melalui proses biomagnifikasi (Darmono, 1995). Peningkatan kadar logam berat pada air laut akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme

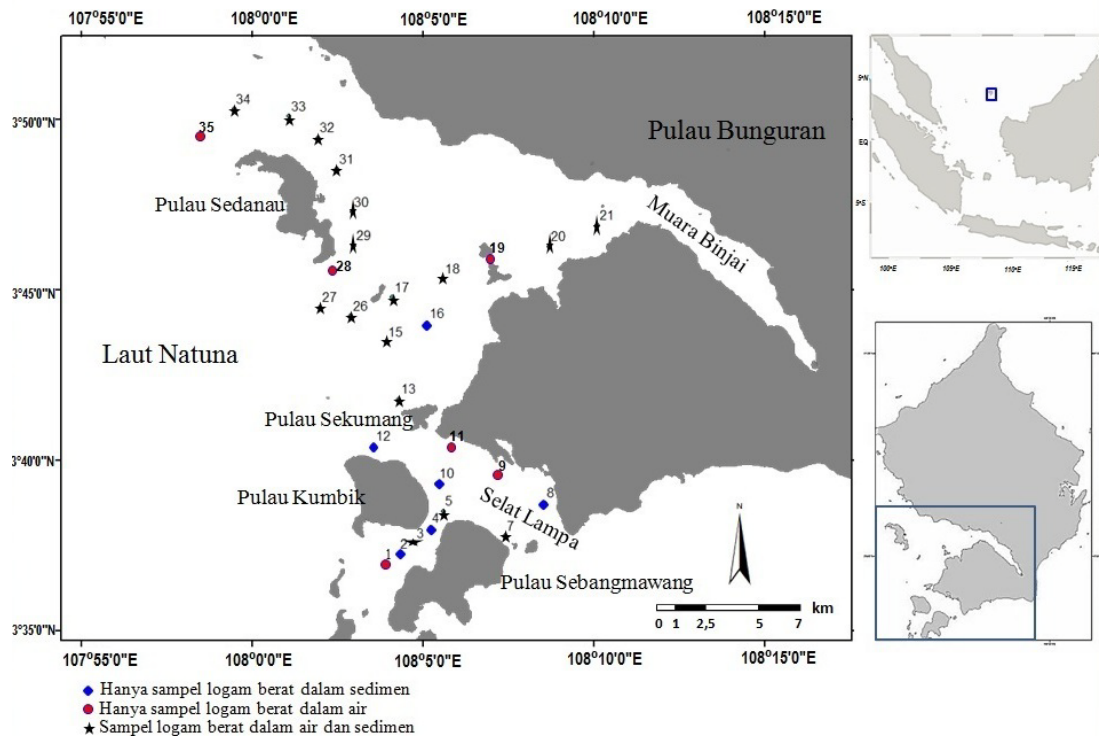
dapat berubah menjadi racun bagi organisme laut (Rochyatun *et al.*, 2006).

Pengamatan logam berat di perairan Natuna telah dilakukan sejak tahun 2010 (Rahayu *et al.*, 2010). Hasil menunjukkan bahwa perairan Natuna pada beberapa lokasi sampling dalam studi tersebut mengandung cemaran Pb yang melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh KLH, 2004. Rahayu *et al.* (2010), menyebutkan bahwa keberadaan logam ini dimungkinkan oleh bahan bakar dari kapal-kapal yang melalui perairan tersebut. Namun pada studinya, analisa logam berat hanya dilakukan terhadap kandungan Pb pada air serta Cd dan As pada sedimen.

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan kondisi timbal (Pb), kadmium (Cd), tembaga (Cu), arsen (As), air raksa (Hg), serta besi (Fe) dalam air laut dan sedimen Laut Natuna sebagai monitoring lanjutan dan baseline data yang kemudian akan bermanfaat sebagai data dasar untuk penilaian kondisi logam berat di waktu mendatang.

II. METODE PENELITIAN

Survey dilakukan di salah satu kawasan konservasi Laut Natuna, yaitu Kawasan Konservasi Laut Daerah (KKLD) I, Kabupaten Natuna, Propinsi Kepulauan Riau. Secara umum, Pemerintah Daerah Kabupaten Natuna membagi wilayah perairan Kabupaten Natuna menjadi 3 kawasan konservasi yang dikenal sebagai KKLD. KKLD I merupakan kawasan yang diprioritaskan untuk mendukung kegiatan budidaya laut yang berkelanjutan. Pengambilan contoh air dan sedimen dilakukan pada tanggal 22-25 November 2012. Sebanyak 35 stasiun sampling logam berat ditentukan dengan metode *purposive sampling* (Gambar 1 dan Tabel 1). Untuk itu, titik-titik pada stasiun tersebut tidak disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Stasiun sampling air dan sedimen pada Perairan Natuna, Kabupaten Natuna, Propinsi Kepulauan Riau *Note*: Pemilihan 35 stasiun pengamatan mengacu pada survey kualitas air sebelumnya.

Tabel 1. Stasiun sampling untuk parameter logam berat pada Perairan Natuna menurut posisi geografis dan kedalaman.

Stasiun	Posisi		Kedalaman (m)	Stasiun	Posisi		Kedalaman (m)
	Long (E)	Lat (N)			Long (E)	Lat (N)	
1	108,0621	3,6145	12,0	18	108,0931	3,7551	19,6
2	108,0714	3,6205	20,0	19	108,1156	3,7633	11,1
3	108,0794	3,6258	20,9	20	108,1448	3,7708	9,0
4	108,0872	3,6332	24,6	21	108,1686	3,7813	7,0
5	108,0934	3,6414	25,0	26	108,0482	3,7370	25,7
7	108,1236	3,6293	18,5	27	108,0332	3,7410	23,7
8	108,1430	3,6455	24,0	28	108,0381	3,7570	14,0
9	108,1220	3,6607	29,0	29	108,0498	3,7712	19,7
10	108,0903	3,6550	24,7	30	108,0488	3,7878	9,0
11	108,0981	3,6723	25,0	31	108,0416	3,8087	9,0
12	108,0593	3,6735	25,8	32	108,0321	3,8240	8,0
13	108,0716	3,6962	22,2	33	108,0180	3,8346	9,0
15	108,0655	3,7243	24,0	34	107,9913	3,8382	13,0
16	108,0856	3,7333	26,0	35	107,9724	3,8231	11,0
17	108,0684	3,7460	15,0				

Sampling air dilakukan dengan menggunakan *Nansen Water Sampler* pada lapisan permukaan perairan. Air contoh kemudian disimpan dalam botol plastik *high density polyethylene* (HDPE) yang telah berisi larutan HNO_3 pekat, lalu disimpan dalam kondisi dingin selama survey dan pengangkutan ke laboratorium. Pengambilan contoh sedimen dilakukan dengan menggunakan alat *sediment grab sampler* dengan panjang tali *grab sampler* 30 m. Sedimen diperoleh dari tiga kali pengambilan yang mana contoh sedimen diambil pada bagian tengah dari sisi dinding *grab sampler* untuk menghindari adanya kontaminasi logam dari penggunaan *grab sampler*. Sampel sedimen disimpan dalam kantong plastik tertutup untuk analisa laboratorium.

Analisa logam berat dilakukan di Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan (ProLing), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Institut Pertanian Bogor (IPB), Bogor. Parameter logam berat yang diamati adalah timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd), arsen (As) dan raksa (Hg). Contoh air laut yang telah diawetkan tadi diekstrak menggunakan *Ammonium Pyrolydin Diethyldithio Carbonate* (APDC), *Sodium Diethyl Dithio Carbonate* (NDDC), dan *Methyl Isobuthyl Keton* (MIBK), lalu diekstrak kembali ke fase air dengan HNO_3 pekat. Sementara, terhadap sampel sedimen dilakukan pengeringan dalam oven suhu 105°C selama 24 jam untuk logam Pb dan Cu. Sedimen didestruksi dengan larutan $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2\text{-HCl}$ pada suhu 95°C . Analisa Pb, Cu, dan Cd pada sampel air dan sedimen mengacu pada metode APHA, 21st edition, 2005 (3110), sedangkan analisa Hg dan As dalam air berturut-turut berdasarkan pada metode APHA, ed 19, 1995 (3500-Hg-B) dan APHA, ed 21, 2005 (3500-As-B).

Besarnya konsentrasi logam berat diukur menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS), tipe *flame*

untuk Pb, Cd, Cu dan *hybrid* untuk logam Hg dan As. Pengukuran menggunakan AAS memiliki ketelitian 0,001. Batas deteksi untuk masing-masing logam untuk matriks air adalah Pb 0,005 mg/L, Cu 0,005 mg/L, Cd 0,001 mg/L, As 0,0002 mg/L, dan Hg 0,0002 mg/L. Sedangkan pada sedimen, batas deteksi alat adalah 0,50 mg/kg untuk Pb dan 0,10 mg/kg untuk Cd. Dalam pengukurannya, masing-masing dilakukan ulangan sebanyak tiga kali.

Selain logam berat, sampling terhadap keberadaan logam lain, yaitu besi (Fe) di dalam air dan sedimen laut juga dilakukan pada studi ini. Metode analisa yang digunakan adalah APHA, ed 21, 2005 (3500-Fe-B) dan menggunakan instrumentasi analisis FAAS. Batas deteksi untuk logam Fe adalah 0,029 mg/L untuk matriks air dan 2,90 mg/kg untuk matriks sedimen.

Selain data logam berat, data klimatologi (kecepatan dan arah angin, dan curah hujan) juga dikumpulkan dari satelit NCEP/NCAR reanalysis dataset tanggal 22-25 November 2012 dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Kalnay *et al.* (1996) dan dari stasiun meteorologi bandara Ranai (2009-2012). Pola arus dan pH didapat dari studi literature sebelumnya (Sagala *et al.*, 2013; Kusumaningtyas *et al.*, 2014). Data logam berat dan klimatologi yang didapat dianalisa secara deskriptif dan spasial menggunakan Microsoft Excel 2007 dan Ocean Data View (ODV) (Schlitzer, 2011).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan Logam Berat dan Logam Fe dalam Air Laut

Hasil pengukuran rerata kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, As dan Hg di dalam air laut permukaan pada tiap stasiun di lokasi studi sangatlah kecil dan berada dibawah deteksi analisis, yaitu secara berturut-turut $<0,005$ mg/L, $<0,001$

mg/L, <0,005 mg/L, <0,0002 mg/L, dan <0,0002 mg/L. Kementerian Lingkungan Hidup menetapkan baku mutu air laut bagi biota untuk logam berat Pb, Cd, Cu, As dan Hg berturut-turut adalah 0,008 mg/L, 0,001 mg/L, 0,008 mg/L, 0,012 mg/L, dan 0,001 mg/L (KLH, 2004). Ini menunjukkan bahwa perairan Laut Natuna masih memenuhi baku mutu KLH dan belum tercemar oleh logam berat. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Rahayu *et al.* (2010), menunjukkan kadar Hg yang sangat kecil (< 0,0002 mg/L) di perairan pulau Sedanau dan sekitarnya dan masih sesuai dengan baku mutu KLH. Hasil ini menunjukkan bahwa perairan Natuna belum terdapat indikasi kontaminasi cemaran merkuri (Hg). Selain Hg, Rahayu *et al.* (2010), juga melihat kondisi logam Pb di dalam perairan Natuna. Kadar Pb dalam perairan Natuna berkisar antara 0,006-0,038 mg/L. Tingginya kandungan Pb di dalam beberapa daerah titik sampling kemungkinan disebabkan oleh pengaruh transportasi kapal atau lokasi penelitian merupakan alur pelayaran.

Kandungan Pb dalam air lebih kecil daripada kandungan Pb dalam air pada penelitian Rahayu *et al.* (2010), pada lokasi yang sama. Perbedaan kadar ini dimungkinkan akibat variabilitas logam dalam air yang disebabkan oleh arus, adsorpsi, pasang surut, ataupun deposisi (Amin *et al.*, 2011; Maslukah, 2006).

Perbandingan konsentrasi logam berat (Pb, Cd dan Cu) dalam air di beberapa perairan di sekitar Selat Karimata dan beberapa perairan di Indonesia disajikan pada Tabel 2. Perbandingan terhadap perairan di sekitar Selat Karimata dilakukan mempertimbangkan perairan Natuna dan Selat Karimata berada pada jalur alur laut Kepulauan Indonesia (ALKI), sedangkan perbandingan terhadap perairan di Indonesia dilakukan dengan pertimbangan kondisi perairan yang hampir sama. Secara umum konsentrasi logam berat di

perairan Natuna lebih rendah dibandingkan dengan Tanjung Pinang (Pratiwi *et al.*, 2013), dan Teluk Klabat (Arifin, 2011). Sedangkan kondisi Pb, Cd, dan Cu permukaan pada penelitian ini menunjukkan kisaran yang hampir sama dengan kondisi Pb, Cd, dan Cu permukaan di perairan P. Muna, Kabaena, Buton (Ahmad, 2009) dan perairan Laut Arafura (Rochyatun, 2004). Hal ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan, dapat dikatakan perairan Natuna masih dalam kondisi belum tercemar.

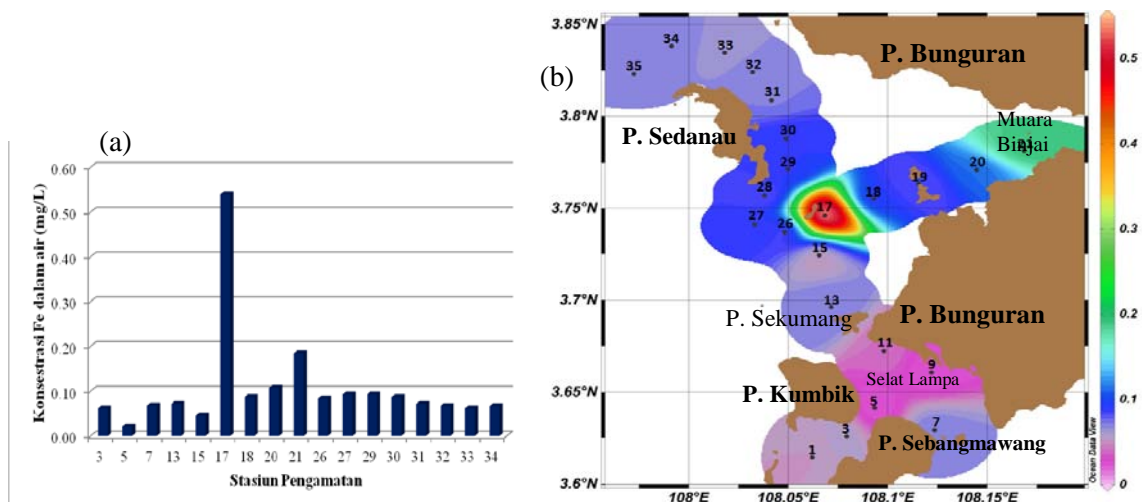
Selain logam berat tersebut diatas dilakukan pula pengukuran terhadap logam lainnya, yaitu logam Fe (Gambar 2). Besi termasuk logam esensial yang mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Konsentrasi besi dalam air permukaan Laut Natuna berkisar antara 0,021-0,540 mg/L. Konsentrasi Fe maksimum diperoleh pada stasiun 17 (0,540 mg/L), kandungan Fe relatif tinggi berikutnya dijumpai pada stasiun 21 (0,185 mg/L). Sementara, pada stasiun lainnya diperoleh kandungan Fe yang rendah. Relatif tingginya kadar Fe pada stasiun 17 diduga dikarenakan oleh pengaruh kegiatan antropogenik yang bermukim di pulau sekitar perairan stasiun sampling tersebut, seperti perkaratan kapal/perahu yang melalui perairan ini, mudah berkaratnya tiang pancang pelabuhan. Padatnya arus pelayaran kapal oleh aktivitas penyeberangan dari dan ke Pulau Bunguran-Pulau Sedanau dapat juga mempengaruhi tingginya Fe permukaan pada stasiun 17.

Selain itu, sirkulasi arus permukaan juga berperan dalam distribusi penyebarannya. Sagala *et al.* (2013), menyebutkan bahwa arus permukaan pada perairan Natuna secara umum bergerak ke selatan oleh karena topografi geometris pulau dan juga ke barat laut dikarenakan pola angin. Pergerakan arus akibat

Tabel 2. Perbandingan kandungan logam berat dalam air di perairan Natuna dengan beberapa perairan di Selat Karimata sekitarnya dan perairan Indonesia lainnya.

Lokasi	Waktu riset	Kisaran konsentrasi logam berat dalam air (mg/L)			Referensi
		Pb	Cd	Cu	
Natuna	Nov. 2012	<0,005	<0,001	<0,005	Penelitian ini
P. Muna, Kabaena, dan Buton	Apr. 2006	<0,001-0,016	<0,001-0,001	0,001-0,005	Ahmad, 2009
Perairan Laut Arifin	Okt. 2002	<0,001-0,006	<0,001	<0,001	Rochyatun, 2004
Tanjung Pinang	Nov. 2013	0,027-0,049	0,093-0,129	-	Pratiwi <i>et al.</i> , 2013
Teluk Klabat	Mar. dan Jul 2006	1,0-26,0	1,0-3,0	1,00-2,00	Arifin, 2011

- = tidak dilakukan pengamatan

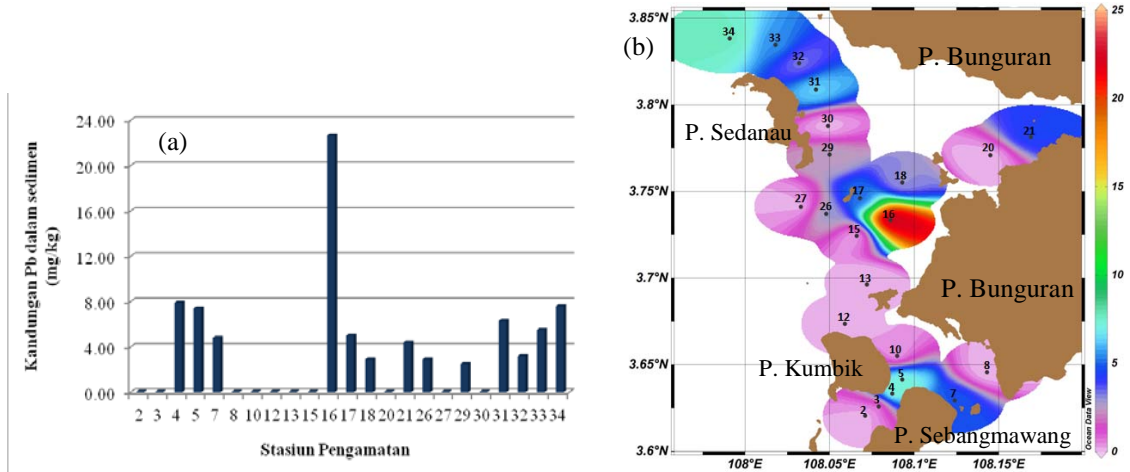


Gambar 2. Profil besi (Fe; mg/L) terlarut dalam air permukaan Perairan Natuna pada lokasi studi.

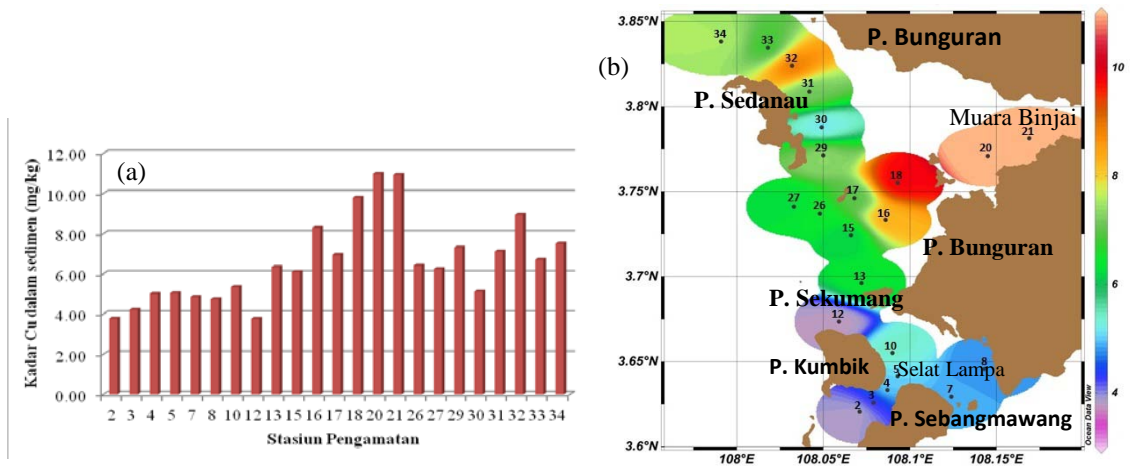
topografi dan pola angin ini menyebabkan adanya pergerakan arus bolak balik pada perairan Sedanau dan Sekumang (daerah sekitar stasiun 17) sehingga memungkinkan massa air yang mengandung Fe terbawa dari dan ke muara Binjai akan cenderung lebih tinggi pada perairan ini. Karakter pola arus yang sama juga diperoleh pada hasil penelitian CRITC-COREMAP (2004).

3.2. Kandungan Logam Berat dan Logam Fe dalam Sedimen

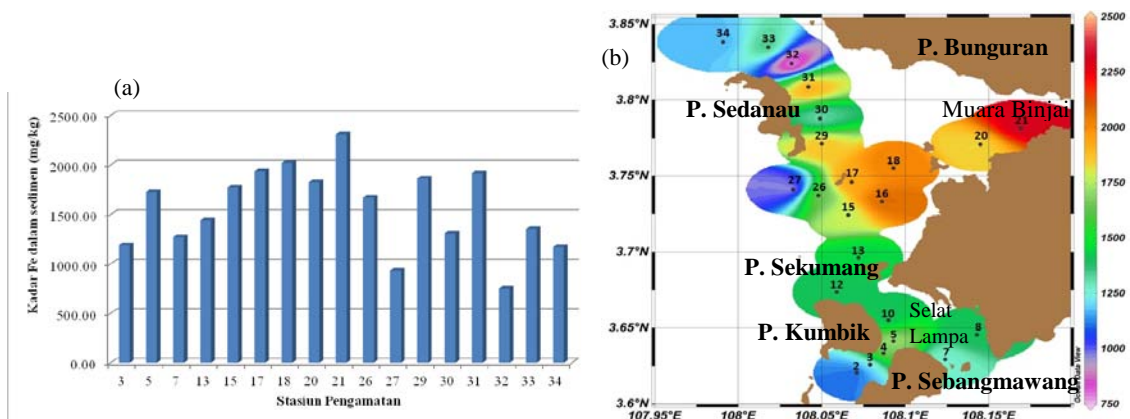
Pengukuran kadar logam berat dalam sedimen yang disajikan dalam studi ini adalah hasil pengukuran untuk parameter logam berat Pb dan Cu. Hasil pengukuran kadar logam berat Pb, Cu dan logam Fe dalam sedimen disajikan pada Gambar 3-5.



Gambar 3. (a) Konsentrasi Pb dalam sedimen di setiap stasiun pengamatan; (b) Sebaran horizontal Pb dalam sedimen di perairan barat daya Pulau Natuna.



Gambar 4. (a) Konsentrasi Cu dalam sedimen di setiap stasiun pengamatan; (b) Sebaran horizontal Cu dalam sedimen (mg/kg) di perairan barat daya Pulau Natuna



Gambar 5. (a) Kandungan Fe (mg/kg) dalam sedimen di setiap stasiun pengamatan; (b) Sebaran horizontal Fe dalam sedimen di perairan Natuna.

Gambar 3(a) memperlihatkan kadar Pb dalam sedimen pada lokasi studi berkisar antara 0,05-22,67 mg/kg. Konsentrasi Pb dalam sedimen tertinggi terdapat di stasiun 16 yaitu 22,67 mg/kg dan konsentrasi terendah terdapat di stasiun-stasiun pengamatan di perairan laut terbuka di sekitar Pulau Tiga (P. Kumbik, P. Sebangmawang, Selat Lampa). Gambar 3(b) memperlihatkan sebaran horizontal Pb dalam sedimen. Secara umum, konsentrasi Pb dalam sedimen cenderung lebih kecil pada daerah perairan laut terbuka. Sebaran kandungan Pb sedimen yang relatif tinggi terlihat pada stasiun 16 (tertinggi), stasiun 4, 5, 7, 31-34 yang merupakan daerah yang berbatasan dengan pulau-pulau. Menurut Amin *et al.* (2011), meningkatnya konsentrasi logam berat terutama Pb dalam sedimen disebabkan oleh arus perairan yang lemah karena perairan ini dibatasi oleh pulau-pulau. Berbeda halnya dengan konsentrasi logam berat permukaan yang cenderung dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pola arus yang dapat menyebarkan logam berat dalam air permukaan ke segala arah (Amin *et al.*, 2011).

Kondisi sedimen di perairan Natuna ini dibandingkan dengan pedoman mutu sedimen ANZECC/ARMCANZ (2000) dari Australia dan Selandia Baru dan *Canadian Council of Ministry of*

Environment (2002) dari Kanada yang disajikan pada Tabel 3. Acuan terhadap kedua pedoman mutu sedimen ini dilakukan karena Indonesia belum memiliki pedoman mutu untuk sedimen. Konsentrasi Pb dalam sedimen di stasiun pengamatan pada studi ini berada di bawah level Pb yang ditetapkan oleh kedua pedoman mutu.

Kisaran konsentrasi Cu dalam sedimen adalah 3,78 - 11,00 mg/kg (Gambar 4a). Konsentrasi Cu tertinggi dijumpai pada stasiun 20 dan 21 (11,00 mg/kg dan 10,95 mg/kg) yang merupakan daerah muara, kemudian semakin mengecil ke arah barat daya (Gambar 4b). Konsentrasi Cu dalam sedimen pada stasiun 18 dan 16 yang relatif tinggi (~8,5-10 mg/kg) diduga masih dipengaruhi melalui transport material yang terbawa dari Muara Binjai. Sebaran Cu dalam sedimen di sekitar Pulau Sedanau relatif sama, kecuali untuk stasiun 32. Sedangkan Cu dalam sedimen pada perairan Pulau Tiga dan sekitarnya (P. Kumbik, P. Sekumang dan P. Sebangmawang) memiliki konsentrasi yang lebih kecil dengan sebaran yang sama, apabila dibandingkan dengan Cu dalam sedimen di perairan Pulau Sedanau dan Pulau Bunguran. Bila mengacu pada standar baku mutu yang ditetapkan oleh CCME (2002) untuk kadar Cu (18,7 mg/L) dan

Tabel 3. Perbandingan kualitas sedimen di Perairan Laut Natuna dengan beberapa pedoman mutu.

	Pb (mg/kg)		Cu (mg/kg)	
	Min.	0,05	3,78	
Sedimen Perairan Natuna	Maks.	22,67	11,00	
ANZECC/ARMCANZ, 2000	Low	50,0	65,0	
	High	220,0	270,0	
CCME, 2002	ISQG*	30,2	18,7	
	PEL**	112,0	108	

(*)ISQG, *interim sediment quality guidelines*

(**) PEL, *probable effect levels*

ANZECC/ARMCANZ (2000) dengan batas Cu minimum yang dapat ditolerir 65 mg/kg, maka kondisi Cu dalam sedimen pada lokasi pengamatan pada studi ini masih tergolong normal dan di bawah level standar Cu yang ditetapkan.

Konsentrasi logam berat (Pb dan Cu) dalam sedimen di beberapa perairan di sekitar Selat Karimata dan beberapa Perairan di Indonesia disajikan pada Tabel 4. Konsentrasi Pb dalam sedimen di perairan Natuna relatif sama dengan kondisi sedimen P. Muna, Kabaena, Buton (Ahmad, 2009) dan sedimen Laut Arafura (Rochyatun, 2004), namun relatif lebih kecil dibandingkan dengan kondisi sedimen di Teluk Klabat dan Pantai Telaga Tujuh. Kondisi Pb dalam sedimen Bintan Utara paling rendah dibandingkan kondisi di perairan Natuna maupun perairan lainnya (lihat Tabel 3). Kadar Cu dalam sedimen pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan kadarnya di perairan P. Muna, Kabaena dan Buton serta Laut Arafura, namun jauh lebih kecil

daripada kadar Cu dalam sedimen di Pantai Telaga Tujuh. Hal ini menggambarkan bahwa keberadaan logam berat Pb dan Cu dalam sedimen Laut Natuna dapat dikatakan masih berada pada kondisi normal (tidak tercemar). Secara umum berdasarkan konsentrasi logam berat Pb dan Cu dalam sedimen, perairan Laut Natuna memiliki kondisi yang hampir sama dengan perairan P. Muna, Kabaena dan Buton serta perairan Laut Arafura (Ahmad, 2009; Rochyatun, 2004) namun sedikit lebih rendah dibandingkan beberapa perairan di Selat Karimata (Amin, 2002; Arifin, 2011; Puspitasari dan Hindarti, 2009).

Keberadaan logam Fe dalam sedimen pada perairan Natuna ini disajikan pada Gambar 5. Gambar 5(a) memperlihatkan kandungan Fe dalam sedimen berkisar antara 751,13-2309,12 mg/kg dengan konsentrasi tertinggi dijumpai pada stasiun 21. Jika dilihat sebaran horizontalnya diketahui bahwa konsentrasi Fe dalam sedimen menurun dari

Tabel 4. Perbandingan kandungan logam berat (mg/kg) dalam sedimen di perairan Natuna dengan beberapa perairan di Selat Karimata dan sekitarnya.

Lokasi	Waktu Riset	Kisaran konsentrasi logam berat dalam sedimen (mg/kg)		Referensi
		Pb	Cu	
Natuna	November 2012	0,05-22,67	3,77-11,00	Penelitian ini
P. Kabaena, Muna, dan Buton	April 2006	0,059-11,207	1,265-5,712	Ahmad, 2009
Perairan Laut Arafura	October 2002	0,54-9,86	0,39-8,05	Rochyatun, 2004
Bintan Utara	Januari 2008	1,90-4,10	-	Nasution & Siska (2011)
Teluk Klabat	Maret dan Juni 2007	1,80-32,54	-	Puspitasari dan Hindarti (2009)
Teluk Klabat	Maret dan Juli 2006	1,00-22,00	0,20-6,40	Arifin (2011)
Pantai Telaga Tujuh	Juli 2002	82,50-98,30	23,70-71,60	Amin (2002)

- = tidak dilakukan pada studi tersebut

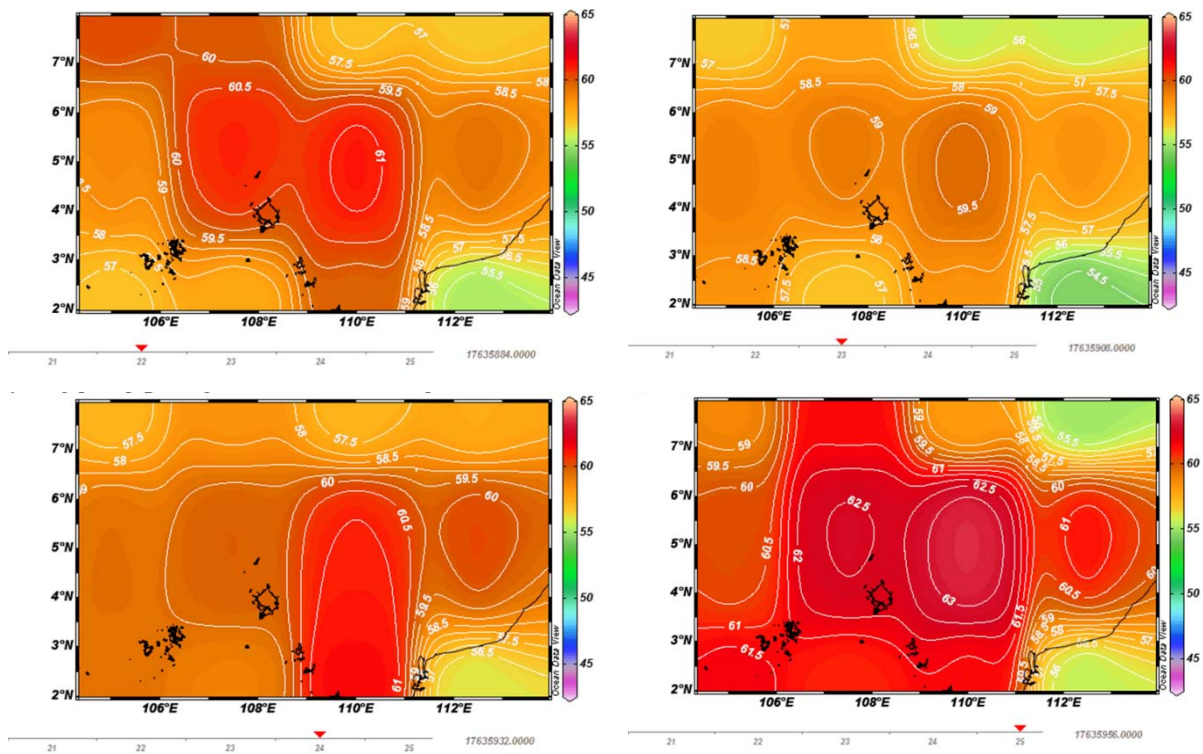
stasiun 21 (daerah Muara Binjai) ke arah perairan yang lebih terbuka (Gambar 5(b)). Belum ada pedoman baku yang menetapkan batas maksimum Fe dalam sedimen. Kondisi Fe dalam sedimen pada studi ini dapat dijadikan baseline untuk keperluan studi selanjutnya.

Pola persebaran logam berat yang terjadi di lokasi penelitian menunjukkan kecenderungan tinggi di Muara Sungai Binjai dan menurun di perairan yang lebih terbuka di bagian barat daya. Sebaran tersebut diduga dipengaruhi oleh intensitas hujan cukup tinggi yang terjadi di bagian utara dan Timur Laut selama penelitian bila dibandingkan dengan area sekitarnya, terlihat pada tanggal 22-24 November, sedangkan pada tanggal 25 November curah hujan tinggi melingkupi seluruh kawasan Natuna (Gambar 8).

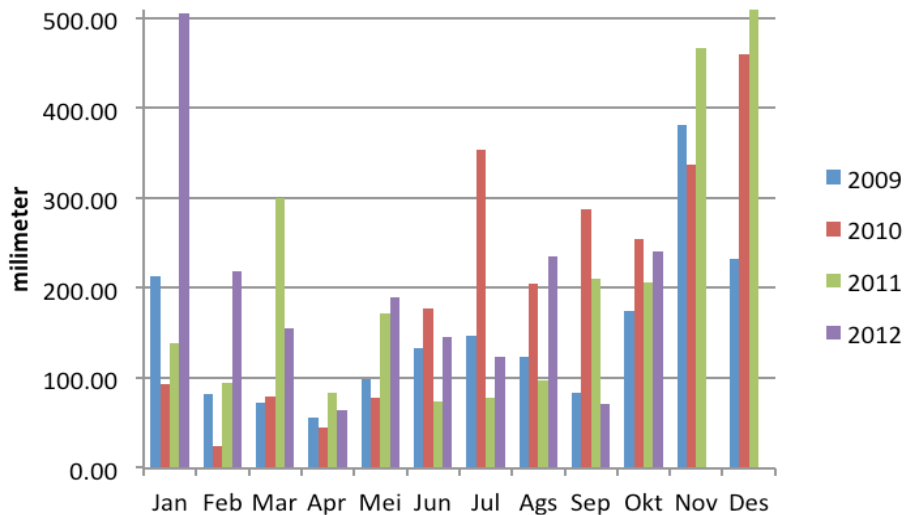
Secara historis, data curah hujan dari stasiun Meteorologi di bandara Ranai pada kurun waktu 2009-2012 juga selalu menunjukkan curah hujan tertinggi terjadi pada Bulan November (Gambar 9).

Tingginya curah hujan membuat konsentrasi logam berat dalam air menurun. Kinghorn *et al.* (2007), menyebutkan bahwa pada musim hujan, kandungan logam berat dalam air cenderung lebih kecil karena pelarutan, sedangkan pada musim kemarau cenderung lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi.

Nilai pH di lokasi penelitian cenderung bersifat basa dengan kisaran 8,09 hingga 8,27 (Kusumaningtyas *et al.*, 2012) dengan sebaran yang semakin meningkat dari Muara Binjai menuju ke perairan yang lebih terbuka.



Gambar 8. Estimasi curah hujan di sekitar perairan Natuna berdasarkan data satelit NOAA-NCEP dalam satuan mm pada tanggal 22 November 2012 (kiri atas), 23 November 2012 (kanan atas), 24 November 2012 (kiri bawah), dan 25 November 2012 (kanan bawah).



Gambar 9. Curah hujan stasiun meteorologi bandara Ranai Natuna tahun 2009-2012.

Semakin tinggi pH (basa) maka penurunan kandungan logam dalam air semakin besar (Asri *et al.*, 2010). Pada perairan estuaria kandungan logam berat lebih tinggi dibandingkan pada perairan pesisir disekitarnya, hal ini disebabkan oleh kelarutan logam berat lebih tinggi pada pH rendah (Chester, 1990).

Hasil studi ini menunjukkan bahwa kondisi perairan Laut Natuna masih dalam kondisi yang bagus dan alami, ditinjau dari sebaran logam beratnya (Pb, Cd, Cu, As, Hg dan Fe). Data yang disajikan dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai data dasar dalam pemantauan kondisi logam berat selanjutnya.

IV. KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan informasi kondisi terkini kandungan logam berat Pb, Cd, Cu permukaan dan sedimen Laut Natuna. Kandungan logam berat Pb, Cd, Cu, As, dan Hg yang terlarut di dalam air laut permukaan pada lokasi studi berada di bawah batas deteksi analisis (secara berturut-turut <0,005 mg/L, <0,001 mg/L, <0,005 mg/L, <0,0002 mg/L, dan <0,0002 mg/L) sedangkan, kandungannya di dalam sedimen masih tergolong normal (0,005-22,67 mg/kg

untuk Pb dan 3,77-11,00 mg/kg untuk Cu). Terdapat konsentrasi Pb dan Cu tinggi pada beberapa stasiun sampling di sedimen, terutama di sekitar daerah Muara dan menurun kearah perairan yang lebih terbuka. Kadar logam Fe permukaan perairan Natuna bervariasi antara 0,021-0,54 mg/L, sedangkan kadarnya dalam sedimen bervariasi antara 751,13-2309,12 mg/kg dengan tren sebaran yang relatif sama dengan logam Cu dalam sedimen. Mengacu pada pedoman baku mutu yang digunakan baik untuk air dan sedimen, dapat disimpulkan bahwa kondisi perairan Laut Natuna (KKLD I) masih tergolong belum tercemar. Kondisi logam berat dalam perairan ini dapat dijadikan sebagai baseline data untuk kegiatan di masa mendatang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada analis Laboratorium Produktivitas dan Lingkungan Perairan, Institut Perairan Bogor (IPB) yang telah membantu dalam menganalisa sampel. Terima kasih diucapkan pula kepada tim penelitian Natuna (Mariska A. Kusumaningtyas, Rizki A. Adi, Herlina Ika Ratnawati, Daul Sinaga, Candra Dwi Puspita, Joko Prihantono, Boni Hassanudin, dan Riswan Hasan).

Survey dilaksanakan menggunakan dana APBN DIPA T.A. 2012 Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Pesisir, pengolahan dan analisis data dilaksanakan di Laboratorium Data Laut dan Pesisir pada pusat litbang yang sama pada tahun 2013. Penerbitan artikel ini menggunakan APBN DIPA T.A. 2014 pada pusat yang sama untuk kegiatan "Kajian Perubahan Monsun di Perairan Indonesia (MOMSEI)".

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F. 2009. Tingkat pencemaran logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*, 13(2): 117-124.
- American Public Health Association (APHA). 1995. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 19th edition, Washington D.C. 1325p.
- American Public Health Association (APHA). 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Pollution Control Federation. 21th edition, Washington D.C. 1368p.
- Amin, B. 2002. Distribusi logam berat Pb, Cu dan Zn pada sedimen permukaan di telaga Tujuh Karimun, Kepulauan Riau. *J. Natur Indonesia*, 5(1):9-16.
- Amin, B., E. Afriyani, dan M.A. Saputra. 2011. Distribusi spasial logam Pb dan Cu pada sedimen dan air laut permukaan di perairan Tanjung Buton Kabupaten Siak Provinsi Riau. *J. Teknobiologi*, 2(1):1-8.
- Arifin, Z. 2011. Konsentrasi logam berat di air, sedimen dan biota di teluk Kelabat Pulau Bangka. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(1): 104-114.
- Asri, N.P., R. Abadi, A. Hasmawati, dan S.A. Mubarak. 2010. Penurunan kadar logam berat limbah cair industri emas (PT.X) di Surabaya. *J. Teknik Kimia Indonesia*, 9(2): 55-61.
- Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ). 2000. National water quality management strategy. In: Australian and New Zealand guidelines for fresh and marine water quality. Australia and New Zealand Environment Conservation Council, and Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand. Canberra. 29p.
- Balkis, N., A. Aksu, E. Okus, and R. Apak. 2009. Heavy metal concentration in water, suspended matter, and sediment from Gokova Bay, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment*, 167(1-4): 359-370.
- BPS Kabupaten Natuna. 2010. Natuna dalam angka tahun 2009-2010. Badan Pusat Statistik Kabupaten Natuna. 139hlm.
- BPS Kabupaten Natuna. 2013. Natuna dalam angka tahun 2013. Badan Pusat Statistik Kabupaten Natuna. 154hlm.
- Canadian Council of Ministers of the Environment. 2002. Canadian environmental quality guidelines, national guidelines and standards office. Winnipeg: Canadian Council

- cil of Ministers of the Environment. 12p.
- Chester, R. 1990. Marine geochemistry. London: Unwin Hyman Ltd. 698p.
- CRITC-COREMAP. 2004. Studi baseline ekologi Kabupaten Natuna. COREMAP-LIPI. Jakarta. 103hlm.
- Darmono. 1995. Logam dalam sistem biologi makhluk hidup. UI Press. Jakarta. 140hlm.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Natuna. 2007. Keputusan Bupati Natuna No. 299 Tahun 2007 tentang konservasi wilayah pesisir atau terumbu karang Kabupaten Natuna. 7hlm.
- Pemerintah Daerah Kabupaten Natuna. 2008. Keputusan Bupati Natuna No. 378 Tahun 2008 tentang wilayah konservasi laut Natuna. 13hlm.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep.51/MNKLH/2004 tentang pedoman penetapan baku mutu air laut. Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta. 11hlm.
- Kalnay, E., M. Kanamitsu, R. Kistler, W. Collins, D. Deaven, L. Gandin, M. Iredell, S. Saha, G. White, J. Woolen, Y. Zhu, M. Chelliah, W. Ebisuzaki, W. Higgins, J. Janowiak, K.C. Mo, C. Ropelewski, J. Wang, A. Leetma, R. Reynolds, R. Jenne, and D. Joseph. 1996. The NCEP/NCAR 40-Year reanalysis project. *Bulletin American Meteorology Society*, 77:437-471.
- Kinghorn, A., P. Solomon, and H.M. Chan. 2007. Temporal and spatial trends of mercury in fish collected in the English-wabigoon river system in Ontario, Canada. *J. Science of Total Environment*, 372:615-623.
- Kusumaningtyas, M.A., R. Bramawanto, A. Daulat, dan W.S. Pranowo. 2014. Kualitas perairan Natuna pada musim transisi. *DEPIK*, 3(1): 10-20.
- Maslukah, L. 2006. Konsentrasi logam berat Pb, Cd, Cu, Zn dan pola sebarannya di muara banjir kanal barat, Semarang. Tesis. Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor. 80hlm.
- Nasution, S. dan M. Siska. 2011. Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sedimen dan siput *Strombus canarium* di Perairan Pantai Pulau Bintan. *J. Ilmu Lingkungan*. 5(2): 82-93.
- Pratiwi, A.R., A. Pratomo, dan N. Willian. 2013. Analisis kandungan logam berat Pb dan Cd terhadap lamun *Enhalus acoroides* sebagai bio-indikator di Perairan Tanjung Lanjut Kota Tanjung Pinang. *E-Journal Tugas Akhir* (online). <http://jurnal.umrah.ac.id/?p=2914>. [Diakses tanggal 10 November 2014]. 8hlm.
- Puspitasari, R. dan D. Hindarti. 2009. Korelasi antara logam berat dalam sedimen dan toksisitasnya terhadap diatom, *Chaetoceros gracilis* di Teluk Klabat, Bangka. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 35(2):129-146.
- US-Environmental Protection Agency. 1976. Quality criteria for water. Washington, D.C. http://water.epa.gov/scitech/swguidance/standards/criteria/current/upload/2009_01_13_criteria_redbook.pdf diakses tanggal 5 April 2014. 534p.
- Rahayu, Y.P., R.A. Adi, D.G. Pryambodo, H. Triwibowo, dan C.D. Puspita. 2010. Riset karakteristik sedimen permukaan dasar pesisir Natuna untuk mendukung budidaya laut. Laporan Teknis. Pusat Riset Wilayah Laut dan Sumber Daya Non-

- hayati. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 58hlm.
- Rochyatun, E., Lestari, dan A. Rozak. 2004. Kondisi perairan muara sungai Digul dan perairan laut Arafura dilihat dari kandungan logam berat. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36:15-31.
- Rochyatun, E., M.T. Kaisupy, dan A. Rozak. 2006. Distribusi logam berat dalam air dan sedimen di perairan muara sungai Cisadane. *Makara Sains*, 10(1):35-40.
- Sagala, S.L., M.A. Kusumaningtyas, R.A. Adi, A.R.T.D. Kuswardani, and W.S. Pranowo. 2013. Distribution of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) in Natuna coastal waters. *Asian J. of Water, Environment and Pollution*, 10(4): 25-31.
- Said, I., M.N. Jalaludin, A. Upe, dan A.W. Wahab. 2009. Penetapan konsentrasi logam berat krom dan timbal dalam sedimen estuaria sungai Matangpondo Palu. *J. Chemica*, 10(2):40-47.
- Schlitzer, R. 2011. Ocean data view. <http://odv.awi.de>. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany, 91p.
- Diterima* : 16 Juni 2014
Direview : 27 Oktober 2014
Disetujui : 12 Desember 2014