

STATUS PENCEMARAN PERAIRAN PLAWANGAN TIMUR, SEGARA ANAKAN CILACAP, BERDASARKAN KANDUNGAN LOGAM BERAT CD DALAM AIR DAN SEDIMEN

Hartono¹, Asrul Sahri Siregar¹ dan Nuning Vita Hidayati¹

¹ Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Jenderal Soedirman. Jalan Dr. Soeparno Karangwangkal, Purwokerto. Email: nuningvh@gmail.com

ABSTRACT

The study entitled Water Pollution Status of East Plawangan Segara Anakan Cilacap based on Cd heavy metal content in water and sediment. This study aims to determine Cd heavy metal content in water and sediment in East Plawangan of Cilacap and water pollution status of East Plawangan waters of Cilacap based on Cd heavy metal content in water and sediment. The research was conducted in June 2013 using a survey method applying purposive random sampling technique at six stations in triplicates. Data were analyzed descriptively and comparatively F-tested. The results showed Cd metal content in the water medium ranged between 0.010-0.054 mg/L and the media sediments ranged between 0.0432-2.205 mg/Kg. Cd content in aqueous media had exceeded quality standard of 0.001 mg/L and was therefore classified as contaminated, while the media sediments at several stations, i.e. I, II, III, and VI had exceeded the quality standard thus status was classified as contaminated. However, Cd contents at stations IV and V had not exceeded quality standard 0.7 mg/kg thereby non-polluted status.

Keywords: cd metal, water, sediment, pollution.

PENDAHULUAN

Segara Anakan merupakan perairan yang berada di Kabupaten Cilacap, diapit oleh daratan Pulau Jawa dan Pulau Nusakambangan. Segara Anakan mempunyai ciri-ciri biogeofisik yang khas. Kawasan tersebut memiliki kemampuan alamiah yang besar untuk menjamin keberlangsungan hubungan timbal balik antara ekosistem daratan, ekosistem estuari dan ekosistem lautan secara serasi, selaras dan seimbang sebagai habitat flora dan fauna langka. Kawasan tersebut juga merupakan daerah migrasi berbagai jenis satwa yang dilindungi dan daerah asuhan berbagai jenis udang dan ikan bernilai ekonomi tinggi. Selanjutnya, Segara Anakan tersebut juga merupakan sumber penghidupan bagi masyarakat luas, serta diposisikan sebagai sumberdaya alam yang menjadi modal dasar bagi pembangunan daerah, regional dan nasional sehingga perlu dilestarikan kondisi lingkungannya. Sebagaimana diamanatkan dalam pasal 28 ayat 3 huruf D dalam UU No. 26 tahun 2007 tentang pengelolaan pesisir dan pulau-pulau kecil dan PP. Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional

(RTRWN) bahwa “Kawasan Ekosistem Segara Anakan Cilacap merupakan salah satu kawasan Strategis Nasional yang perlu mendapat perhatian khusus” dari pemerintah.

Perairan Segara Anakan berhubungan dengan Samudera Hindia melalui dua plawangan (kanal), yaitu Plawangan Barat dan Plawangan Timur. Plawangan Barat merupakan tempat bermuaranya Sungai Citanduy, Sungai Cimeneng dan Sungai Cibeureum, sedangkan Plawangan Timur merupakan tempat bermuaranya berbagai sungai, antara lain Sungai Donan, Sungai Sapuregel, Sungai Kembang Kuning, dan Sungai Dangal. Sungai-sungai yang bermuara di Plawangan Timur berdiri dan berkembang pesat bermacam-macam industri, beberapa diantaranya berbatasan langsung dengan Sungai Donan. Industri tersebut diantaranya PT Pertamina RU IV Cilacap dengan aktivitas pengilangan minyak, PT Holcim Indonesia Tbk yang melakukan kegiatan proses produksi semen dan distribusi bahan baku semen maupun bongkar muat bahan baku batubara dan hasil produksinya. PT Pertamina RU IV

Cilacap maupun PT Holcim Indonesia Tbk membuang hasil limbah ke sungai, sehingga berpotensi menimbulkan pencemaran. Banyaknya sungai yang bermuara di Segara Anakan dan beberapa aktivitas di Pelabuhan Sleko serta adanya pasang surut menyebabkan daerah ini sebagai daerah jebak hara sekaligus sebagai daerah jebak polutan.

Salah satu jenis pencemaran yang terindikasi mencemari perairan adalah kadmium (Cd). Cd yang terdapat di air laut diduga berasal dari aktivitas industri yang terdapat di daratan. Keberadaan aktivitas industri tersebut berpotensi menimbulkan masuknya bahan pencemar yang berbahaya dan beracun ke dalam perairan, sehingga akan menurunkan kualitas lingkungan, terutama dengan adanya industri semen. Pelabuhan Sleko juga sebagai jalur distribusi bahan baku semen, berupa pemuatan kapur dari Pulau Nusakambangan ke pelabuhan bongkar muat di kawasan industri semen PT. Holcim Indonesia Tbk.

Logam berat Cd masuk ke perairan melalui jalur alamiah dan non alamiah. Jalur alamiah meliputi tanah, udara, dan air. Jalur non alamiah terjadi akibat aktivitas industri (Widowati *et al.*, 2008). Distribusi logam berat Cd pada media air dan sedimen akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah logam berat yang masuk dalam perairan. Media air, logam berat terdapat dalam bentuk terlarut, yaitu bentuk ion bebas, pasangan ion organik, ion kompleks dan bentuk-bentuk ion lainnya (Palar, 1994). Menurut Dolaria (2004), logam berat dalam media air, selanjutnya dapat terakumulasi dalam media sedimen, karena logam berat memiliki kemampuan untuk berikatan dengan senyawa organik untuk membentuk kompleks yang akhirnya mengendap di dasar perairan. Logam berat Cd tertinggi berada pada sedimen, yang hasil dari selektif endapan partikel Cd dari kolom air atau hasil dari fraksi yang relatif signifikan dari kelebihan Cd yang berasal dari erosi permukaan tanah. Hal ini disebabkan strata sedimen telah terganggu oleh proses pencampuran fisik dan biologi (Mahmood *et al.*, 2010).

Penelitian - penelitian terdahulu mengenai kandungan logam Cd di perairan Segara Anakan sudah banyak dilakukan, diantaranya oleh Suryanti (2010) yang

mendapatkan hasil kandungan logam berat Cd dalam air berkisar antara 0,006–0,171 mg/L, logam berat Cd dalam sedimen 0,930–2,108 mg/kg. Heriyanto (2011) melaporkan bahwa kandungan Cd di sekitar kilang minyak dan dermaga wisata Cilacap yaitu 5,8 mg/kg dan 3,5 mg/kg dalam sedimen, dan 0,007 mg/L dan 0,034 mg/L dalam air. Adanya logam berat Cd di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu tergolong zat yang sulit terurai melalui proses biologis (*non biodegradable*), memiliki kemampuan untuk terakumulasi dan menetap (*persisten*) dalam lingkungan (Latief *et al.*, 2008).

Efek secara langsung terhadap kehidupan organisme dapat berupa terganggunya sistem fisiologi tubuhnya, terutama pada sistem reproduksinya. Efek secara tidak langsung terjadi apabila manusia mengkonsumsi biota yang mengandung logam berat Cd. Logam ini dapat menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan *haemoglobin* (Hb), pada sistem saraf dapat menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi dan bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi (Widowati *et al.*, 2008). Mengingat dampak yang berbahaya baik secara langsung dan tidak langsung adanya logam berat Cd ini dapat membahayakan kesehatan manusia maupun biota perairan, sehingga penting diketahui berat kandungan logam berat Cd untuk dilakukan monitoring lingkungan.

Penelitian ini akan mengkaji kandungan logam berat Cd dalam air dan sedimen untuk menentukan status pencemaran. Pencemaran sangat dipengaruhi oleh perubahan sifat fisik dan kimia perairan, seperti temperatur, salinitas, pH, Oksigen terlarut, COD dan TOC (Fardiaz, 1992).

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui berapa kandungan logam berat Cd pada air dan sedimen di perairan Plawangan Timur Cilacap
2. Mengetahui status pencemaran di perairan Plawangan Timur Cilacap berdasarkan logam kandungan berat Cd pada air dan sedimen

Manfaat Penelitian

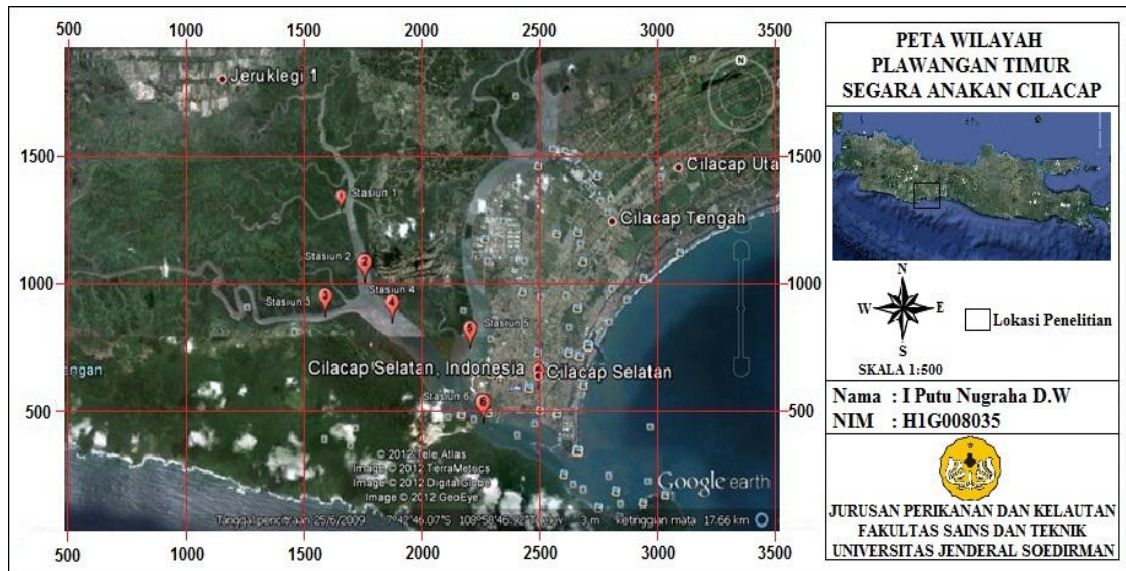
Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu informasi bagi civitas akademik dan juga bagi masyarakat mengenai kandungan logam berat Cd di perairan Plawangan Timur, sehingga dapat dijadikan sebagai dasar pembuatan kebijakan dan pemantauan industri dan masyarakat yang membuang limbah ke perairan supaya tercipta kondisi perairan yang ramah lingkungan, konservatif dan bebas dari bahan pencemar perairan yang bersifat toksik.

METODE

Teknik Pengambilan Sampel

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survey. Teknik pengambilan sampel yang digunakan

adalah metode *purposive random sampling* yaitu suatu metode pengambilan sampel dari suatu populasi yang dilakukan secara acak dengan melihat ciri-ciri atau sifat-sifat populasi yang sudah diketahui sebelumnya untuk mencapai tujuan tertentu (Hadi, 1989). Lokasi penelitian meliputi enam stasiun pengambilan sampel di sepanjang Perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap yang diulang sebanyak 3 kali ulangan dengan interval waktu satu minggu, yaitu pada saat surut. Pengambilan sampel air dan sedimen secara komposit pada tiga titik di setiap stasionnya. Penentuan stasiun-stasiun pengambilan sampel berdasarkan pada kondisi lingkungan dan keberadaan sumber bahan pencemar di Perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap (Googleearth, 2013)

Parameter penelitian

Parameter penelitian meliputi parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama dalam penelitian ini adalah kandungan logam berat Cd pada media air dan sedimen. Parameter pendukung meliputi parameter kualitas air yang terdiri dari parameter fisik yaitu temperatur, dan salinitas dan parameter kimia yaitu oksigen (O₂) terlarut, pH, TOC dan COD.

Pengambilan dan Pengawetan Sampel Air dan Sedimen

a) Pengambilan dan Pengawetan Sampel Air untuk Analisis Logam Cd

Sampel air diambil pada bagian permukaan air secara komposit sebanyak 600 mL pada saat surut. Sampel air dimasukkan kedalam botol sampel yang terbuat dari bahan *polietilen* dan diberi label. Untuk mengikat logam berat, pH air sampel diturunkan menjadi 1 atau 2 dengan menambahkan larutan HNO₃ pekat sebanyak ± 0,75 mL (15 tetes), kemudian didinginkan dalam *ice box*. Selanjutnya, dilakukan analisis di laboratorium (Hutagalung, 1997).

b). Pengambilan dan Pengawetan Sampel Sedimen untuk Analisis Cd

Sampel sedimen diambil secara komposit sebanyak \pm 250 gram pada saat surut, menggunakan alat *eckmann grab*, dan dimasukkan dalam tempat contoh sedimen yang terbuat dari bahan *polietilen* kemudian dimasukkan dalam kantong plastik dan diberi label, didinginkan dalam *ice box*. Kemudian dilakukan analisis di laboratorium (Hutagalung, 1997)

c). Pengambilan dan Pengawetan Sampel untuk Analisis Kualitas Air

Pengambilan dan pengawetan sampel air untuk analisis kualitas air dilakukan dengan dua cara, yaitu secara *insitu* dan *exsitu*. Pengambilan sampel air secara *insitu* (langsung lapangan) dilakukan untuk parameter: O₂ terlarut, temperatur, pH, dan salinitas. Pengambilan sampel air untuk analisis secara *exsitu* (diukur di laboratorium) dilakukan untuk mengukur COD, dan TOC. Sampel air yang sudah diambil untuk dianalisis secara *exsitu* terlebih dahulu diawetkan dengan menempatkan ke dalam *ice box* pada kondisi dingin dan beberapa sampel diberi bahan pengawet kimia tertentu.

Pengukuran Parameter Utama

a). Tahap Preparasi Sampel Air untuk Analisis Logam Cd

Campuran penahan ammonium asetat (kocok dengan baik). Atur pH-nya 3,5-4 dengan menambahkan NH₄Cl atau HCl encer. Tambahkan 5 mL larutan APDC dan 5 mL NaDDC, kocok selama 1 menit. Tambahkan 25 mL pelarut MIBK (kocok selama 30 detik), biarkan selama 5 menit agar kedua fase terpisah, tampung fase airnya. Masukkan 10 mL aquabides ke dalam corong pisah, kocok selama 5 menit biarkan kedua fase terpisah (buang fase airnya). Tambahkan 1 mL HNO₃ pekat (kocok sebentar) biarkan selama 1 jam. Tambahkan 19 mL aquabides (kocok selama 20 menit) biarkan kedua terpisah, tampung fase airnya siap diukur AAS menggunakan nyala udara-asetilen (Hutagalung, 1997).

b). Pengukuran Kandungan Logam Berat Cd

Kandungan logam Cd dalam media air dan sedimen diukur dengan metoda *Flame Atomic Absorption Spectrometry*

menggunakan seperangkat alat AAS (*Atomic Absorption Spectrometry*) yang memiliki tingkat ketelitian 10⁻⁴ mg/L. Filtrat hasil preparasi, masing-masing dihisap dengan selang aspirator sebanyak 20 mL dan dimasukkan ke dalam *nebulyzer*, kemudian dikabutkan dan diupkan. Uap yang terbentuk dibakar dengan nyala api burner dan diikuti terjadinya proses atomisasi, kemudian disinari dengan sinar katoda pada panjang gelombang tertentu. Logam Cd diukur pada panjang gelombang 228,6 nm dan kuat arus 10 mA. Hasil serapan lampu akan ditangkap oleh detektor. Nilai absorban sampel maupun larutan standar akan muncul pada layar AAS, disertai persamaan garis (Hutagalung, 1997). Perhitungan kandungan logam Cd dalam sampel menggunakan rumus:

$$\text{Kandungan Cd} = \frac{A \times B}{C} \text{ mg/L}$$

keterangan:

- A = mg/L pembacaan
 B = volume akhir hasil ekstraksi (50 mL)
 C = berat sampel awal

c). Pengukuran Sifat Fisika dan Kimia

Pengukuran sifat fisik dan kimia air yang meliputi parameter kualitas air, satuan, dan metode pengukuran serta sumber dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran Parameter Sifat Fisika Dan Kimia

No	Parameter	Satuan	Metode	Sumber
1.	Temperatur	°C	Pemuaian	APHA (2005)
2.	TOC	%	Kolorimetri	BPT (2005)
3.	Salinitas	ppt	Konduktivimetri	APHA (2005)
4.	O ₂ Terlarut	mg/L	Winkler	APHA (2005)
5.	COD	mg/L	Bikromat	SNI (2009)
6.	pH	unit	Kolorimetri	APHA (2005)

Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel air dan sedimen akan dilakukan pada bulan Juli 2013 di daerah perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap, serta untuk analisis sampel air dan sedimen yaitu logam Cd dianalisis di Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas MIPA UGM Yogyakarta dan kualitas air lainnya dianalisis di Laboratorium Manajemen Kualitas Air Jurusan Perikanan dan Kelautan UNSOED Purwokerto.

Analisis Data

Data kandungan logam berat Cd pada media air dan sedimen dianalisis dengan :

- 1). Analisis statistik dengan ANOVA menggunakan uji F untuk mengetahui perbedaan kandungan logam berat antar stasiun pada media air dan sedimen. Apabila hasilnya berbeda, akan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).
- 2). Deskriptif komparatif, yaitu untuk menganalisis hasil pengukuran kualitas air dan kandungan logam berat Cd pada air dan sedimen antar stasiun dengan bantuan histogram. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu kandungan logam berat Cd untuk mengetahui status pencemaran.

Tabel 2. Standar

Baku Mutu Kandungan Logam Berat Cd

Jenis Sampel	NAB Kandungan Logam Cd		Sumber
Sedimen	ISQG	PEL	CCME (1999)
	0,7 mg/kg	4,2 mg/kg	
Air	0.001 mg/L		KMNLH No. 51 (2004)

Keterangan:

Interim sediment quality guidelines (ISQGs)
Probable effect levels (PELs).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Perairan Plawanga Timur Segara Anakan Cilacap

Perairan Segara Anakan secara geografis berada pada $7^{\circ}30'-7^{\circ}35'LS$ dan $108^{\circ}53'-109^{\circ}3'BT$. Perairan ini merupakan perairan semi tertutup yang dipisahkan dengan Samudera Hindia oleh Pulau Nusa Kambangan. Perairan Segara Anakan secara umum dipengaruhi oleh dua musim yaitu musim hujan dan musim kemarau. Musim hujan berlangsung pada November-April dan musim kemarau pada bulan Juli-September (BMG Cilacap, 2010).

Penelitian mengenai status pencemaran perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap berdasarkan kandungan logam berat Cd dalam air dan sedimen telah dilakukan pada bulan Juli 2013 dan mendapatkan data berupa kandungan logam berat Cd. Selain itu, diperoleh data parameter fisik dan kimia air yang digunakan sebagai data pendukung. Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan pada 6 stasiun yaitu Stasiun I (Sungai Dangkal), Stasiun II (Sungai Sapuregel), Stasiun III (Sungai Kembang kuning), Stasiun IV (Kutowaru), Stasiun V (Sungai Donan) dan Stasiun VI (Kebon Sayur).

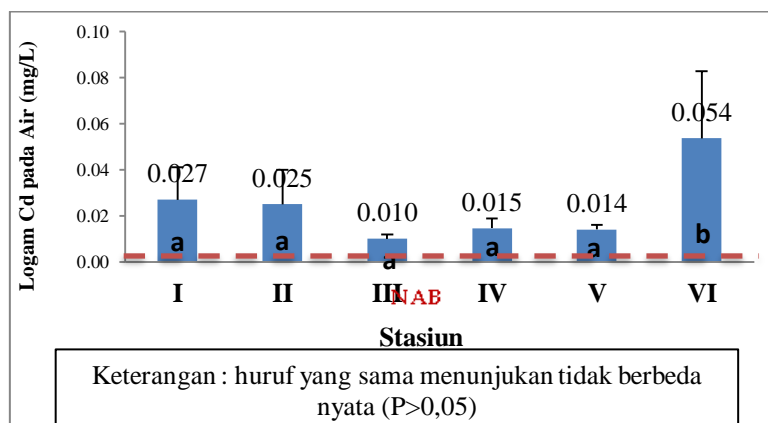
Stasiun I berada di Muara Sungai Donan yang merupakan kawasan hutan mangrove dan sebagai areal tangkapan nelayan. Secara umum kondisi fisika kimia air stasiun I memiliki kisaran temperatur antara $30-32^{\circ}C$ dengan rata-rata $31\pm 1,0^{\circ}C$, salinitas antara 10-22 ppt dengan rata-rata $16\pm 6,0$ ppt. Kisaran oksigen terlarut antara $6,4-7,4$ mg/L dengan rata-rata $7,1\pm 0,6$ mg/L, kisaran pH antara 7-8 dengan rata-rata $7\pm 0,6$. Stasiun I memiliki kisaran nilai COD antara $79,00-88,26$ mg/L dengan rata-rata $82,61\pm 4,95$ mg/L. Kisaran TOC antara $4,10-4,74$ % dengan rata-rata $4,323\pm 0,35$ %. Stasiun II berada di Muara Sungai Sapuregel. Secara umum kondisi topografi Sungai Sapuregel berbatasan dengan Sungai Ujung Alang di sebelah Barat Laut dan di sebelah Barat Daya berbatasan dengan Sungai Kembang Kuning, selanjutnya di sebelah Timur berbatasan dengan Sungai Donan. Stasiun II memiliki kisaran temperatur antara $29-31^{\circ}C$ dengan rata-rata $31\pm 1,5^{\circ}C$, kisaran salinitas 13-25 ppt dengan rata-rata $18\pm 6,1$ ppt, oksigen terlarut memiliki kisaran $5,4-7,6$ mg/L dengan rata-rata $6,3\pm 1,2$ mg/L, nilai pH 8 dengan rata-rata $8\pm 0,00$ sedangkan kisaran COD antara $92,89-103,48$ mg/L dengan rata-rata $98,36\pm 5,30$ mg/L. Nilai kisaran TOC

antara $3,50-7,48$ % dengan rata-rata $5,068\pm 2,11$ %.

Stasiun III berada di Muara Sungai Kembang kuning. Kawasan ini merupakan kawasan yang berdekatan dengan sungai Sapuregel. Stasiun III memiliki kisaran temperatur antara $30-31^{\circ}C$ dengan rata-rata $31\pm 0,57^{\circ}C$, kisaran salinitasnya antara 11-27 ppt dengan rata-rata $19\pm 8,02$ ppt, kisaran oksigen terlarut antara $5,4-6$ mg/L dengan rata-rata $5,8\pm 0,00$ mg/L, memiliki pH 8 dengan rata-rata $8\pm 0,00$. Kisaran COD stasiun III antara $85,83-94,5$ mg/L dengan rata-rata $89,80\pm 4,38$ mg/L. Kisaran TOC stasiun III yaitu antara $3,85-5,56$ % dengan rata-rata $4,939\pm 0,94$ %. Stasiun IV berada di Desa Kutawaru, stasiun ini merupakan hilir Sungai Dangkal, Sungai Sapuregel, dan Sungai Kembang kuning. Stasiun IV merupakan hutan mangrove dan sebagai jalur kapal-kapal nelayan. Temperatur stasiun IV memiliki kisaran antara $30-31^{\circ}C$ dengan rata-rata $30\pm 0,57^{\circ}C$, kisaran salinitas antara 14-26 ppt dengan rata-rata $22\pm 6,65$ ppt. Oksigen terlarut berkisar antara $4,4-7$ mg/L dengan rata-rata $5,7\pm 1,30$ mg/L, kisaran pH antara 7-8 dengan rata-rata $7\pm 0,57$ serta kisaran COD antara $105,77-114,11$ mg/L dengan rata-rata $109,91\pm 4,17$ mg/L. Nilai TOC berkisar antara $4,95-7,73$ % dengan rata-rata $6,295\pm 1,39$ %.

Stasiun V berada di Muara Sungai Donan, stasiun ini merupakan kawasan yang paling dekat dengan daerah industri dengan aktivitas transportasi laut yang cukup padat. Stasiun V memiliki kisaran temperatur antara $33-37^{\circ}C$ dengan rata-rata $35\pm 2,00^{\circ}C$, salinitas berkisar antara 22-26 ppt dengan rata-rata $24\pm 2,08$ ppt, sedangkan oksigen terlarut berkisar antara $4,2-6,4$ mg/L dengan rata-rata $4,2\pm 1,1$ mg/L, kisaran pH antara 7-8 dengan rata-rata $7\pm 0,57$. Nilai COD pada stasiun ini berkisar antara $112,07-126,01$ mg/L dengan rata-rata $119,20\pm 6,97$ mg/L serta kisaran TOC antara $8,29-13,07$ % dengan rata-rata $10,636\pm 2,38$ %. Stasiun VI berada di Kebon Sayur merupakan tempat aktivitas pelayaran industri, transportasi umum dan kapal-kapal nelayan serta terdapat pemukiman dan pertanian. Kisaran temperatur antara $29-30^{\circ}C$ dengan rata-rata $31\pm 1,73^{\circ}C$, salinitas antara 24-32 ppt dengan rata-rata $28\pm 4,00$ ppt, oksigen terlarut antara $5,4-6$ mg/L dengan rata-rata $5,6\pm 0,34$ mg/L, serta memiliki kisaran pH antara 7-8 dengan rata-rata $8\pm 0,57$. Sedangkan kisaran COD antara $89,72-106,25$ dengan rata-rata $98,46\pm 8,30$ mg/L, dan kisaran TOC antara $4,85-6,15$ % dengan rata-rata $5,675\pm 0,71$ %.

Kandungan Logam Berat Cd Dalam Media Air



Gambar 2. Kandungan Logam Berat Cd Dalam Media Air

Hasil analisis kandungan logam berat Cd pada media air yang diperoleh selama penelitian terlihat pada Gambar 12, yaitu untuk stasiun I berkisar 0,027-0,013 mg/L dengan rata-rata $0,027 \pm 0,014$ mg/L; stasiun II berkisar 0,040-0,010 mg/L dengan rata-rata $0,025 \pm 0,015$ mg/L; stasiun III berkisar 0,008-0,010 mg/L dengan rata-rata $0,010 \pm 0,002$ mg/L; stasiun IV berkisar 0,010-0,018 mg/L dengan rata-rata $0,015 \pm 0,004$ mg/L; stasiun V berkisar 0,012-0,016 mg/L dengan rata-rata $0,014 \pm 0,002$ mg/L; stasiun VI berkisar 0,041-0,087 mg/L dengan rata-rata $0,054 \pm 0,029$ mg/L.

Gambar 2, menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam berat Cd antar stasiun bervariasi (hasil analisis Uji F, lampiran 10) yaitu ada yang berbeda nyata dan ada yang tidak berbeda nyata. Stasiun VI merupakan stasiun yang berbeda nyata dengan stasiun lainnya. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu stasiun VI merupakan stasiun yang berdekatan tempat kilang minyak milik Pertamina UP IV, aktivitas pelayaran industri, transportasi umum, dan kapal-kapal nelayan, serta adanya gelombang dan arusnya yang lebih besar dibandingkan stasiun lain.

Gelombang dan arus yang besar di stasiun VI dapat menyebabkan logam berat Cd yang ada di sedimen akan mengalami pengadukan dan terkonsentrasi tinggi di kolom air dibandingkan stasiun lainnya. Sesuai dengan pendapat Rumahlatu (2011) menyatakan bahwa kekuatan gelombang dapat mempengaruhi gerakan air laut dan perpindahan dari logam berat. Hal ini berarti bahwa kadar logam berat Cd di perairan pulau Ambon mengalami proses pengadukan. Suprapti (2008) menyatakan

bahwa semakin tingginya arus dan gelombang menyebabkan waktu tinggal logam berat di sedimen akan semakin rendah.

Rata-rata kandungan logam berat Cd antar stasiun I, II, III, IV, dan V tidak berbeda nyata. Faktor yang mempengaruhi tidak yaitu kondisi pH yang mendekati normal (7-8) sehingga kelarutan logam berat cenderung stabil dan akan berikatan dengan anion, dimana kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan. Lama-kelamaan persenyawaan yang terjadi antara hidroksida dengan partikel-partikel yang ada di badan perairan akan mengendap dan membentuk lumpur (Yobouet *et al*, 2010).

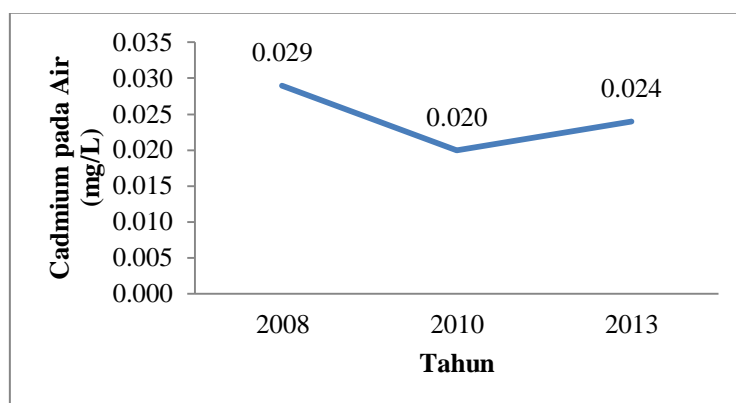
Letak stasiun III cukup jauh dari pusat kegiatan industri yang merupakan sumber masukan logam berat Cd ke perairan Plawangan Timur, Segara Anakan Cilacap sehingga bahan pencemar yang mengandung logam berat menjadi lebih sedikit dan sudah terlebih dahulu mengalami pengenceran saat terdistribusi. Kondisi ini sesuai dengan pernyataan Fardiaz (1992), bahwa semakin jauh jarak suatu tempat dari sumber pencemar maka tingkat pencemarannya semakin rendah. Faktor lain yang mempengaruhi rendahnya kandungan logam berat cadmium di stasiun III yakni adanya pengendapan logam cadmium ke sedimen dan akumulasi oleh biota dasar perairan. Menurut Obolewski *et al*, (2006) logam berat Cd dapat mengalami pengendapan ke sedimen selama perjalanan dari sumber pencemaran ke muara sungai.

Pengendapan terjadi karena partikel logam memiliki massa jenis yang lebih besar daripada air. Logam berat juga mudah membentuk kompleks dengan bahan organik (*biodegradable* dan *non biodegradable*) dan akan mengendap di dasar perairan (Darmono, 2001). Logam berat Cd juga dapat terakumulasi di dalam biota dasar perairan (Begum *et al*, 2009) seperti hasil penelitian Wulandari *et al.* (2009) bahwa biota dasar seperti kerang darah akan mengakumulasi logam berat Cd berkisar antara 2,206-16,770 µg/ml.

Terjadinya proses pengendapan atau absorpsi oleh sedimen diperkirakan menjadi penyebab rendahnya logam berat di air. Pernyataan ini sesuai dengan pendapat Salami & Oktaviatun (2005), bahwa rendahnya kandungan logam berat dalam air dapat disebabkan adanya proses absorpsi oleh sedimen dan biota yang hidup dalam perairan tersebut seperti plankton, alga, invertebrata, ikan, tanaman akuatik dan lain sebagainya. Hasil penelitian Rejomon *et al.* (2008) menunjukkan bahwa zooplankton yang ditemukan di sepanjang pesisir Bengal menunjukkan adanya akumulasi logam berat Cd dalam tubuhnya. Dengan konsentrasi logam berat Cd di air sebesar 0,029 ppb sedangkan kandungan di

tubuh zooplankton yang sebagian besar berupa copepoda sebesar 21,9 ppm dengan nilai *Bioaccumulation factors* (BAF) 738002,7. Berdasarkan Gambar 12 juga dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan logam berat Cd tersebut sudah berada di atas baku mutu konsentrasi yang layak berada di perairan, khususnya untuk kehidupan biota lautnya. Hal ini sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk daerah biota laut dengan baku mutu Cd sebesar $\leq 0,001$ mg/L. Hal tersebut menunjukkan bahwa perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap sudah tercemar serta beresiko tinggi apabila dimanfaatkan sebagai daerah usaha perikanan, baik untuk kegiatan budidaya maupun penangkapan.

Nilai kandungan logam berat Cd pada media air di semua stasiun penelitian (2013) berkisar antara 0,010-0,054 mg/L. Ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian Jumhan *et al.* (2008) kandungan logam berat Cd di air khususnya di sekitar Sungai Donan Segara Anakan Cilacap sebesar 0,004-0,050 mg/L, sedangkan berdasarkan penelitian Suryanti (2010), kandungan logam berat Cd di air di perairan Plawangan Timur berkisar 0,006 -0,02 mg/L.



Gambar 3. Kandungan Logam Berat Cd Dalam Media Air tahun 2008-2013

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan bahwa terjadi penurunan tahun 2008 ke tahun 2010 sebesar 0,009 mg/L, hal ini disebabkan sumber pencemar yang dihasilkan dari aktivitas industri, pelabuhan, pemukiman, dan pertanian konsentrasinya berkurang. Selanjutnya Alloway & Ayres (1998) menyatakan bahwa, penurunan kandungan logam berat terjadi karena semakin berkurangnya sumber masukan limbah dari aktivitas-aktivitas antropogenik yang mengandung logam Cd, seperti aktivitas perkapalan, industri, dan

perumahan. Selain itu, adanya aliran air atau arus dan juga pasang surut yang dapat menurunkan konsentrasi logam karena logam berat dalam perairan akan cenderung terdistribusi (Jamil, 1999).

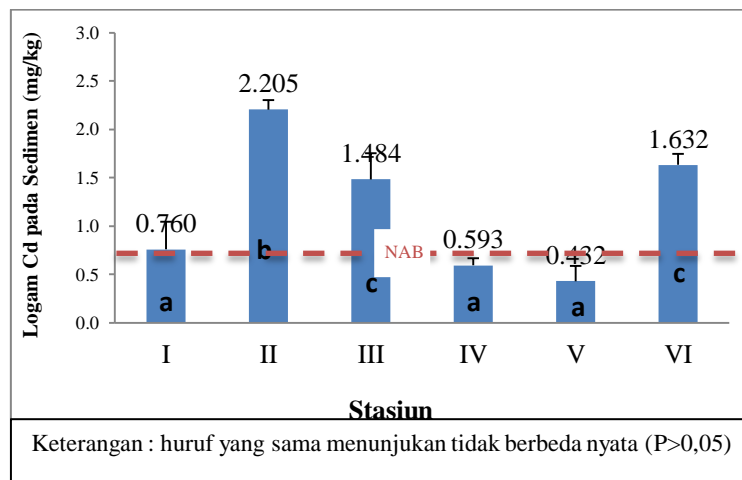
Kandungan logam berat Cd di perairan di sekitar Segara Anakan Cilacap terjadi peningkatan dari tahun 2010-2013 sebesar 0,004 mg/L. Hal ini dikarenakan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya industri di kawasan Cilacap yang mengakibatkan limbah yang dihasilkan semakin banyak khususnya limbah yang

mengandung logam berat Cd sehingga mengalami peningkatan. Seperti yang diungkapkan oleh Jafari (2010) menyatakan bahwa peningkatan limbah yang berasal dari daratan akan meningkatkan bahan polutan di perairan.

Kandungan Logam Berat Cd Dalam Media Sedimen

Hasil analisis kandungan logam berat Cd pada media sedimen yang diperoleh selama penelitian terlihat pada Gambar 13, yaitu untuk stasiun I berkisar 1,086-0,564 mg/kg dengan rata-rata 0,760±0,284 mg/kg;

stasiun II berkisar 2,307-2,107 mg/kg dengan rata-rata 2,205±0,100 mg/kg; stasiun III berkisar 1,736-1,199 mg/kg dengan rata-rata 1,484±0,270 mg/kg; stasiun IV berkisar 0,674-0,526 mg/kg dengan rata-rata 0,593±0,075 mg/kg; stasiun V berkisar 0,579-0,266 mg/kg dengan rata-rata 0,432±0,157 mg/kg; stasiun VI berkisar 1,754-1,529 mg/kg dengan rata-rata 1,632±0,114 mg/kg.



Gambar 4. Kandungan Logam Berat Cd Dalam Sedimen

Berdasarkan Gambar 4. menunjukkan bahwa rata-rata kandungan logam berat Cd antar stasiun bervariasi (hasil analisis Uji F, lampiran 11) yaitu ada yang berbeda nyata dan ada yang tidak berbeda nyata dan memiliki perbedaan yang nyata dengan stasiun lainnya. Stasiun II memiliki rata-rata kandungan logam berat cadmium yang berbeda nyata dengan stasiun lainnya. Hal ini karena stasiun II ini merupakan titik tepat terjadinya pertemuan air tawar dari sungai Sapuregel dan air laut dari Plawangan Timur dan memiliki pH yang tergolong dalam kategori pH basa. Dengan demikian logam berat Cd akan lebih cepat mengendap. Menurut Palar (1994), pada perairan yang merupakan percampuran antara air tawar dengan air laut, serta bersifat basa, maka logam lebih cepat untuk membentuk kompleks hidroksida, kemudian akan cepat diendapkan ke dasar perairan.

Stasiun I, IV, dan V tidak saling berbeda nyata dan memiliki perbedaan yang nyata dengan stasiun lainnya. Hal ini dikarenakan nilai logam berat Cd yang

terkandung tidak jauh berbeda karena ketiga stasiun tersebut memiliki kondisi lingkungan yang tidak jauh berbeda. Hal ini juga berlaku untuk stasiun III dan VI yang tidak saling berbeda nyata dan memiliki perbedaan yang nyata dengan stasiun lainnya. Supriharyono (2002) menyatakan bahwa daya larut logam berat dalam perairan dan tingkat pengendapannya bisa berubah menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairannya. Dari keseluruhan stasiun yang tersebut diatas yang memiliki rata-rata kandungan logam berat Cd terendah adalah stasiun V, akan tetapi stasiun V memiliki nilai TOC yang tertinggi dibandingkan dengan stasiun lainnya.

Akumulasi logam berat Cd tidak meningkat dengan meningkatnya bahan organik dalam sedimen (TOC). Ini menandakan bahwa akumulasi logam berat Cd mungkin dipengaruhi faktor lain bukan hanya kandungan bahan organik dalam sedimen (TOC) seperti total beban logam berat dan kompetisi logam berat

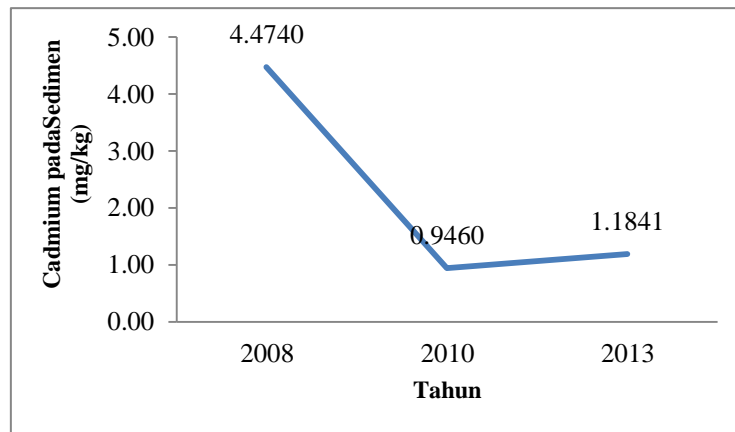
(Chakraborty *et al.* 2012; Chakraborty & Chakrabarti, 2008). Hal ini bisa dikarenakan logam berat yang seharusnya berada di stasiun V sudah tersebar ke lokasi lain sebelum terendapkan akibat adanya pengaruh pasang surut yang terjadi di lokasi ini mengingat lokasi ini merupakan lokasi terdekat dengan pintu masuknya air laut melalui Plawangan Timur. Menurut Rochyatun *et al.* (2004) pada umumnya faktor oseanografi yang paling berperan dalam penyebaran bahan cemaran (logam berat) adalah arus, pasang surut, gelombang, dan keadaan bathimetri perairan.

Kandungan logam berat Cd pada sedimen terlihat lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat Cd pada air di seluruh stasiun. Kondisi ini sesuai dengan pendapat Darmono (2001) dimana tingginya bahan organik dalam perairan akan meningkatkan kandungan logam berat. Hal ini disebabkan logam berat mudah membentuk kompleks dengan bahan organik (*biodegradable* dan *non biodegradable*) dan akan mengendap. Hal ini berhubungan dengan kadar bahan organik (COD) di perairan yang tinggi yang memungkinkan logam berat Cd berikatan dengan bahan organik kemudian terendapkan, didukung dengan kandungan bahan organik pada sedimen yang juga tergolong tinggi pada semua stasiun sehingga pemantauan kandungan logam berat di sedimen akan lebih akurat dibandingkan pemantauan di airnya saja. Sesuai dengan pendapat Rumahlatu (2011) bahwa rendahnya konsentrasi Cd dalam air dibandingkan sedimen disebabkan sebagian besar logam berat termasuk Cd yang berasal dari lingkungan umumnya

terendapkan dalam sedimen sehingga sedimen sangat representatif untuk merekam akumulasi logam berat di perairan. Rochyatun *et al.* (2006) menyatakan kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini dikarenakan adanya akumulasi berat dalam sedimen. Berdasarkan hasil penelitian Seed & Shaker (2008), juga menyebutkan bahwa akumulasi logam berat di sedimen lebih tinggi dibandingkan di air, karena sedimen bertindak sebagai tempat penampungan terakhir untuk semua kontaminan dan bahan organik yang akan turun dari ekosistem di atasnya.

Berdasarkan Gambar 14 juga dapat diketahui bahwa rata-rata kandungan logam berat Cd pada media sedimen di stasiun I, II, III, dan VI sudah melebihi standar baku mutu logam berat Cd yang semestinya ada di sedimen yaitu 0,7 mg/kg (CCME, 1999) sehingga status pencemaran stasiun tersebut tergolong tercemar. Stasiun IV dan V masih belum melebihi standar baku mutu logam berat Cd yang semestinya ada di sedimen dengan demikian status pencemarannya tergolong belum tercemar.

Nilai kandungan logam berat Cd pada media sedimen di semua stasiun penelitian berkisar antara 0,432-1,632 mg/kg. Ini sedikit berbeda dengan hasil penelitian Jumhan *et al.* (2008) kandungan logam berat Cd di sedimen khususnya di sekitar Sungai Donan Segara Anakan Cilacap berkisar 1,8346-6,6152 mg/kg, sedangkan berdasarkan penelitian Suryanti (2010) kandungan logam berat Cd di air di perairan Plawangan Timur berkisar 0,522-1,287 mg/kg.



Gambar 5. Kandungan Logam Berat Cd Dalam Sedimen tahun 2008-2013

Gambar. 5 menunjukkan terjadinya penurunan kandungan logam berat Cd pada perairan Plawangan Timur, Segara Anakan dari tahun 2008 ke 2010 sebesar 3,5280 mg/kg. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya penurunan akumulasi logam berat Cd pada media sedimen dapat dikarenakan perbedaan kondisi lingkungan terutama seperti arus dan pasang surut yang dapat membawa dan menyebabkan pencampuran logam berat yang terikat pada sedimen untuk terlepas ke kolom air. Hal ini didukung oleh pernyataan Supriyaningrum (2006), bahwa terjadi pengenceran dan pencampuran air laut menyebabkan konsentrasi logam berat Cd menurun.

Terjadi peningkatan kandungan logam berat Cd sebesar 0,2381 mg/kg pada tahun 2013. Jafari (2010) menyatakan bahwa peningkatan limbah yang berasal dari daratan akan meningkatkan bahan polutan diperairan. Selanjutnya Supriharyono (2002) menyatakan bahwa daya larut logam berat dalam perairan dan tingkat pengendapannya bisa berubah menjadi lebih tinggi atau lebih rendah tergantung pada kondisi lingkungan perairannya. Peningkatan kandungan logam berat Cd juga diduga karena perbedaan waktu pengambilan sampel dan perbedaan

titik lokasi pengambilan sampel. Hal ini sesuai dengan pernyataan Murtini *et al.* (2003) bahwa pengamatan pada waktu yang berbeda dan tempat yang berbeda walaupun dalam satu perairan akan memberikan hasil yang berbeda.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan :

1. Kandungan logam berat Cd pada media air dan sedimen di perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap memiliki kisaran antara 0,010-0,054 mg/L pada media air dan kisaran antara 0,432 mg/kg – 2,205 mg/kg pada media sedimen.
2. Kandungan logam berat Cd pada media air sudah melebihi standar baku mutu yakni 0,001 mg/L dengan demikian status pencemarannya tergolong sudah tercemar, sedangkan pada media sedimen pada beberapa stasiun yaitu I, II, III, dan VI telah melebihi standar baku mutu dengan demikian status pencemarannya tergolong sudah tercemar, tetapi pada stasiun IV dan V belum melebihi baku mutu yakni 0,7 mg/kg dengan demikian status pencemarannya tergolong belum tercemar.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahsanullah M, Mobley MC, Negilski DS. 1984. Accumulation of cadmium from contaminated water and sediment by the shrimp *Callinassa australiensis*. *Marine Biology*. 82:191-197.
- Amnan, M. 1996. *Evaluasi Kandungan Logam Berat Hg dan Pb pada Kerang Polymesoda SP pada Ekosistem Sungai di Kawasan Industri (Studi Kasus Sungai Donan Cilacap)*. Pascasarjana-UI. Jakarta.
- APHA. 1992. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. 18th edition. Washington : AHA, AWWA, WCF: 1193 page.
- Balai Penelitian Tanah (BPT). 2005. *Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk*. Departemen Pertanian, Bogor. 136 hal.
- Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME). 1999. *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life: Cadmium*. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg. 1299 page.
- Chakraborty, P., Chakrabarti, C.L. 2008. Competition from Cu(II), Zn(II) & Cd(II) in Pb(II) Binding to Suwannee River Fulvic Acid. *Water, Air & Soil Pol*. 195:63-71.
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 412 hal.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. UI Press. Jakarta.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius, Yogyakarta. 190 hal.
- Hadi, S. 1989. Metodologi Riset. Fakultas Psikologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta. P: 37 – 50.
- Hadikusumah. 2008. Variabilitas Suhu dan Salinitas di Perairan Cisdane. *Makara Sains*. 12(2): 82-88.
- Hartinah, S. 1987. *Indeks Keragaman Jenis Bentos Sebagai Indikator Pencemaran Logam Berat*. [Tesis]. Fakultas Pascasarjana. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Heriyanto, N. M. 2011. Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan, Tanah, Air, Ikan dan Udang di Hutan Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*. 8(4): 197-205.
- Hutagalung, H.P. 1991. *Pencemaran Laut oleh Logam Berat Dalam Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. P20-LIPI. Jakarta.
- John. D.A., and Joel. S. L. 1995. *Bioavailability of Metals in the Bay, E. A (Edited)*. Preliminary Compilation of Descriptive Geoenvironmental Mineral Deposit Models. US
- Kantor Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. *Kualitas Lingkungan di Indonesia Tahun 1990*. KLH, Jakarta.
- Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Keputusan No. 51/MNKLH/I/2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, Kementrian Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, Jakarta, 2004.
- Latief, A., Anna, R., Gusti, N., Maman, R., Ucu, R. 2008. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Perairan di Sekitar Teluk Jakarta. *J Matematika, Sains, & Tek*. 9 (1): 31-36.
- Maanan, M. 2007. *Biomonitoring of Heavy Metals Using *Mytilus galloprovincialis* in Safi Coastal Waters, Morocco*. (Online) www.interscience.wiley.com. Diakses tanggal 16 April 2013.
- Mance, G. 1987. *Pollution Threat of Heavy Metals in Aquatic Environment*. Elsevier applied Science. London.
- Miller, T.G, Jr. 2007. *Living in The Environment : Principle, Connection and Solutions*. Singapore: Thompson Brooks/Cole.
- Nanty, I.H. 1999. *Kandungan Logam Berat dalam Badan Air dan*

- Sedimen di Muara Sungai Way Kambas dan Way Sekampung*, Lampung. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Nursid, M. 2002. *Distribusi dan Kelimpahan Larva Ikan di Estuaria Segaea Anakan, Cilacap Jawa Tengah (Tidak Dipublikasikan)*. Program Pasca Sarjana Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nybakken, J.W. 1988. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis. Terjemahan oleh Muhammad Eidman dkk. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Odum EP. 1971. Dasar-Dasar Ekologi Edisi Ketiga. Universitas Gajah Mada. Indonesia. (terjemahan). 697 hlm.
- Pagoray, H. 2001. Kandungan Merkuri dan Kadmium Sepanjang Kali Donan Kawasan Industri Cilacap. Mercury and Cadmium Contents Alongside of Donan River Bank of Industrial Area, Cilacap. *FRONTIR* 33: 6.
- Pal, M., Horvarth, E., Janda, T., Paldi, E., and Szalai, G. 2006. Physiological Changes and Defense Mechanisms Induced by Cadmium Stress in Maize. *Review article. J. Plant. Nutr. Soil Sc.* 159: 230-246.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2008. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 26 tahun 2008 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional*. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia.
- Priyanto, P., Dwiyanto, dan F. Ariyani. Kandungan Logam Berat (Hg, Pb, Cd dan Cu) pada Ikan, Air, dan Sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 3 : 70-78.
- Putra, G.L. 2013. *Status Pencemaran Perairan Plawangan Timur Segara Anakan Cilacap Berdasarkan Kandungan Logam Berat Cd dalam Air dan Sedimen*. Universitas Jenderal Soedirman. Purwokerto.
- Rejomon G, Balachandran KK, Nair M, Joseph T. 2008. Trace metal concentrations in marine zooplankton from the western Bay of Bengal. *Ecology and Environmental Research*. 6(1): 107-116.
- Rochyatun E, Lestari, Rozak A. 2004. Kondisi Perairan Muara Sungai Digul Dan Perairan Laut Arafura Dilihat Dari Kandungan Logam Berat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36:15-31.
- Rochyatun, E., Rozak, A. 2006. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Makara Sains*. 11 (1): 35-40
- Rumahlatu D. 2011. Konsentrasi Logam Berat Kadmium Pada Air, Sedimen dan *Diadema setosum* (Echinodermata, Echinodea) di Perairan Pulau Ambon. *Ilmu Kelautan*. 16 (2):78-85.
- SNI (Standar Nasional Indonesia). 2009. Air dan Air Limbah. Bagian Air Limbah 15: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka dengan Terbuka Secara Titrimetri. ICS 13.060.50.
- Suryanti, A. 2010. *Bioakumulasi logam Berat Pb dan Cd Serta Reproduksi Kerang Totok (Polymesoda erosa) di Segara Anakan Cilacap*. [Tesis]. UNDIP. Semarang.
- Suwasno, 1994. *Pemantauan Akumulasi Pb-210 dalam Sedimen Sungai Donan Cilacap dan Dampak Biologiknya pada Akar Rhizophora*. Tesis. Fakultas Pascasarjana. UI. Jakarta.
- Widowati, W., A. Sastiono., dan R. Jusuf. 2008. *Efek Toksik Logam*. Yogyakarta. Penerbit
- Zhou, Q., Zhang, J., Fu, J., Shi, J., and Jiang, G. 2008. Biomonitoring: An Appealing Tool for Assessment of Metal Pollution in the Aquatic Ecosystem. *Review. Elsevier*. (online). www.elsevier.com. Diakses 10 Maret 2013.

STRUKTUR TROFIK LEVEL IKAN PELAGIS YANG DOMINAN TERTANGKAP BAGAN RAMBO DI PERAIRAN PANTAI KABUPATEN BARRU SELAT, MAKASSAR

Muh. Hatta

Ilmu Kelautan, Universitas Hasanuddin, Makassar

ABSTRACT

The research was conducted during 2005 on coastal water of Barru Regency, Makassar Strait. To determine fish trophic level used *TrophLab2K* software. The result showed that structure of the trophic level of fish caught by bagan Rambo at the study site is dominated by fish that are at a relatively low trophic level. The composition of the catch during 2005 bagan Rambo shows the proportion of fish larger planktivor. The composition of the average trophic levels of pelagic fish fluctuated within a year but consistently shows the volume of fish at a relatively low trophic levels. These results indicate the possibility of over fishing for pelagic with bagan Rambo's.

Keywords : fish trophic level, barru regency, pelagic fish

PENDAHULUAN

Perpindahan energi dari fitoplankton sebagai produser primer ke trofik level di atasnya berlangsung melalui proses makan memakan mengakibatkan terbentuknya rantai makanan (*foodchain*). Kumpulan dari beberapa rantai makanan yang saling berinteraksi membentuk jaring makanan (*foodweb*). Secara sederhana urutan tingkatan jenjang trofik dalam sistem pelagis di daerah penangkapan bagan rambo pada umumnya terdiri dari fitoplankton, zooplankton, ikan pemakan plankton (planktivorous), ikan karnivor/omnivor dan hewan predator tingkat tinggi lainnya (Parsons *et al.* 1984). Ikan karnivor dan omnivor bisa terdiri dari beberapa tingkatan. Keseluruhan komponen organisme yang terlibat dalam rantai dan jaring makan membentuk suatu struktur jenjang trofik. Ikan-ikan hasil tangkapan bagan rambo memiliki posisi jenjang trofik yang berbeda-beda. Struktur trofik level penting untuk diketahui untuk dapat memanfaatkan sumberdaya ikan secara lestari (Pauly *et al.* 1998).

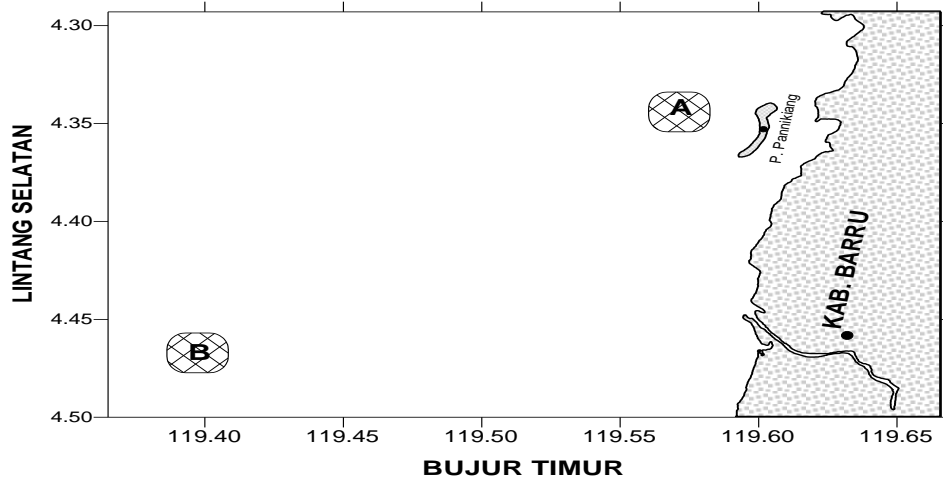
Kajian mengenai struktur trofik level masih sangat jarang dilakukan khususnya di dalam daerah penangkapan perikanan bagan rambo di Kabupaten Barru, Selat Makassar. Oleh

karena itu sangat penting untuk dikaji agar dapat diketahui bagaimana struktur trofik level hasil tangkapan selama ini dan hasil ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam mempertimbangkan regulasi pemanfaatan sumberdaya ikan pelagis secara maksimum dan lestari. Jika ikan hasil tangkapan dominan terdiri dari ikan pada trofik level rendah maka daerah penangkapan tersebut telah mengindikasikan adanya tangkap lebih (*overfishing*) sehingga perlu segera dibenahi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji struktur trofik level ikan pelagis yang dominan tertangkap dengan bagan rambo di perairan pantai Kabupaten Barru, Selat Makassar.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei dan Juli 2005 dalam daerah penangkapan bagan rambo (Gambar 1) di perairan pantai Kabupaten Barru, Selat Makassar. Pengambilan data isi lambung dilakukan setiap bulan selama kurun waktu tersebut. Pengambilan data volume atau jumlah hasil tangkapan dilakukan dengan mengumpulkan data harian hasil tangkapan 10 unit bagan selama tahun 2005.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian, perairan pantai Kabupaten Barru, Selat Makassar.

Biomassa dan Volume Tangkapan Ikan

Biomassa ikan tangkapan ditentukan dengan menimbang hasil tangkapan dari setiap jenis ikan. Biomassa dan volume hasil tangkapan dihitung berdasarkan catatan harian nelayan pada setiap unit bagan rambo seperti yang telah dilakukan Wijopriyono dan Genisa (2003). Karena tidak semua unit bagan rambo rutin beroperasi di wilayah penelitian dan tidak semua memiliki catatan yang rutin maka pemilihan bagan dilakukan hanya pada 10 unit dari sekitar 60 unit yang beroperasi selama ini. Komposisi hasil tangkapan ditentukan dengan merata-ratakan biomassa dan volume hasil tangkapan dari semua bagan yang beroperasi di lokasi penelitian.

Kebiasaan Makan Ikan Pelagis

Analisis kebiasaan makanan ikan sangat diperlukan dalam menentukan jenis makanan dan besarnya biomassa yang dikonsumsi pada setiap jenis ikan. Pengambilan contoh ikan untuk analisis isi lambung dilakukan dengan cara membedah dan mengeluarkan lambung atau usus ikan secara utuh. Sebelum ikan dibedah terlebih dahulu ikan ditimbang dan diukur panjang beratnya. Berat lambung/usus ikan yang sudah

dibedah kemudian ditimbang dan diawetkan dengan larutan formalin 4-10% dalam kantong sampel. Selanjutnya akan diidentifikasi dan dianalisis di laboratorium. Untuk mengetahui komposisi jenis isi lambung/usus ikan maka sebelum isi lambung diidentifikasi maka terlebih dahulu fraksi setiap kelompok makanan dipisahkan kemudian dihitung jumlahnya.

Struktur dan Dinamika Trofik Level

Struktur jenjang trofik (*trophic level*) ditentukan berdasarkan jumlah komponen yang terlibat dalam jaring makanan (Parsons *et al.* 1984) dalam sistem pelagis di daerah penelitian. Struktur trofik level ini digambarkan sebagai diagram saling interaksi antar komponen dan kuantitas (biomassa) masing-masing komponen trofik level dalam selang waktu tertentu.

Struktur jenjang trofik setiap jenis ikan dianalisis dengan menggunakan software *TrophLab2K*. Penentuan jenjang trofik suatu spesies ikan ditentukan berdasarkan komposisi makanan dan jenjang trofik masing-masing fraksi makanannya (*food item*) yang diperoleh dari hasil analisis isi lambung (Pauly *et al.* 2000). Nilai jenjang trofik suatu jenis ikan adalah 1 (satu) ditambah dengan rata-rata jenjang trofik jenis makanannya, sehingga untuk ikan yang makanannya terdiri dari

berbagai jenjang trofik dapat dinyatakan dengan formula sebagai berikut :

$$\text{troph} = 1 + \sum_{j=1}^G DC_{ij} \cdot \text{troph}_j$$

dimana DC_{ij} adalah fraksi mangsa ke- i dalam makanan konsumen ke- j ; troph_j adalah jenjang trofik ke- j dan G adalah jumlah group atau kelompok makanan dari i . Perhitungan jenjang trofik ini mengacu pada konvensi Internasional Program Biologi pada tahun 60-an yang menyepakati produser primer (fitoplankton) dan detritus (termasuk bakteri) dikategorikan dalam jenjang trofik 1 (Matthews 1993) sementara zooplankton dalam jenjang trofik 2.

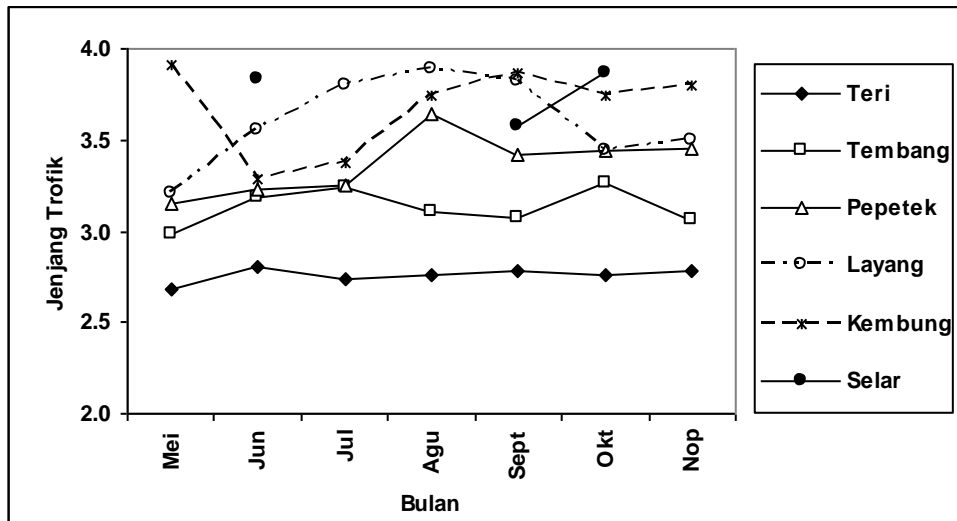
HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur Trofik Ikan Tangkapan

Hasil analisis item makanan menunjukkan bahwa ikan pelagis yang dominan tertangkap dengan bagan berada dalam posisi trofik level masing-masing : ikan teri ($2,76 \pm 0,23$), ikan tembang ($3,13 \pm 0,37$), ikan pepetek ($3,23 \pm 0,47$), ikan layang ($3,60 \pm 0,56$), ikan kembung ($3,67 \pm 0,55$) dan ikan selar ($3,76 \pm 0,50$). Beberapa ikan yang tergolong ikan omnivor dan karnivor lainnya seperti layur, tongkol, tenggiri dan barracuda memiliki trofik level yang lebih tinggi namun tidak dianalisis karena volume tangkapan jenis ikan tersebut relatif kecil dengan frekuensi kemunculan yang rendah dalam setahun. Menurut Stergio dan Karvouzi (2005) bahwa umumnya ikan di laut memiliki jenjang trofik antara 2,0-4,7.

Hasil perhitungan jenjang trofik ikan teri setiap bulan selama penelitian menunjukkan bahwa trofik level ikan teri dari bulan Mei sampai Nopember berkisar antara 2,19-3,71. Meskipun ikan teri mengkonsumsi plankton sebagai makanannya konsisten dari waktu ke waktu namun masih terlihat adanya perubahan jenjang trofik selama penelitian ini seperti terjadinya sedikit peningkatan rata-rata trofik level pada bulan Juni. Seperti halnya yang terjadi pada ikan teri perubahan nilai trofik level berdasarkan waktu pengamatan juga terlihat pada lima jenis ikan lainnya. Berdasarkan pada perata-rataaan nilai trofik level setiap bulan dari setiap jenis ikan maka terlihat bahwa fluktuasi trofik level ikan omnivor dan ikan karnivor relatif lebih tinggi dibandingkan dengan fluktuasi nilai trofik level ikan planktivora (Gambar 2).

Perubahan nilai trofik level ikan omnivor yang cenderung lebih besar jika dibandingkan dengan ikan planktivora lebih disebabkan oleh perubahan ketersediaan makanan dalam perairan. Ikan omnivor memiliki keragaman jenis atau item makanan yang relatif lebih besar karena selain mengkonsumsi nekton juga memakan plankton. Oleh karena itu komposisi makanannya sangat disesuaikan dengan proporsi relatif antara nekton dengan plankton yang ada dalam perairan. Pada saat ketersediaan nekton sebagai makanan ikan omnivor, maka ada kecenderungan menggeser item makanannya kepada plankton. Hal ini tentu berimplikasi kepada pergeseran nilai trofik level yaitu cenderung menurun ketika lebih banyak mengkonsumsi plankton dan kurang memangsa nekton.



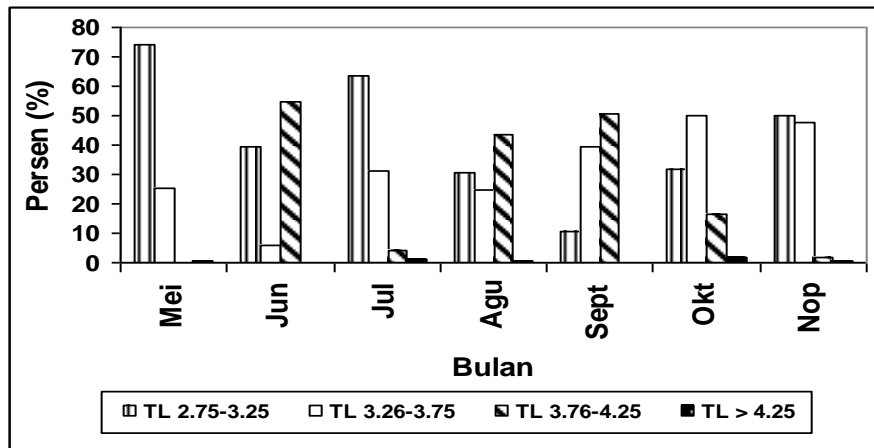
Gambar 2. Perubahan jenjang trofik 6 jenis ikan yang dominan tertangkap dengan bagan rambo selama penelitian

Luasnya spektrum makanan ikan omnivor menyebabkan selain fluktuasi jenjang trofik yang lebih besar juga berpengaruh terhadap daya kompetisi dan survivalnya. Ketika ketersediaan makanan salah satu item berkurang maka ikan omnivor akan memilih item makanan lainnya untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Hal ini menjadi salah satu alasan sehingga ikan pepetek menjadi ikan yang sangat bertahan hidup pada berbagai habitat. Ikan omnivor lainnya seperti layang dan kembang masih terus didapatkan sepanjang tahun meskipun tekanan penangkapan sangat intensif selama ini.

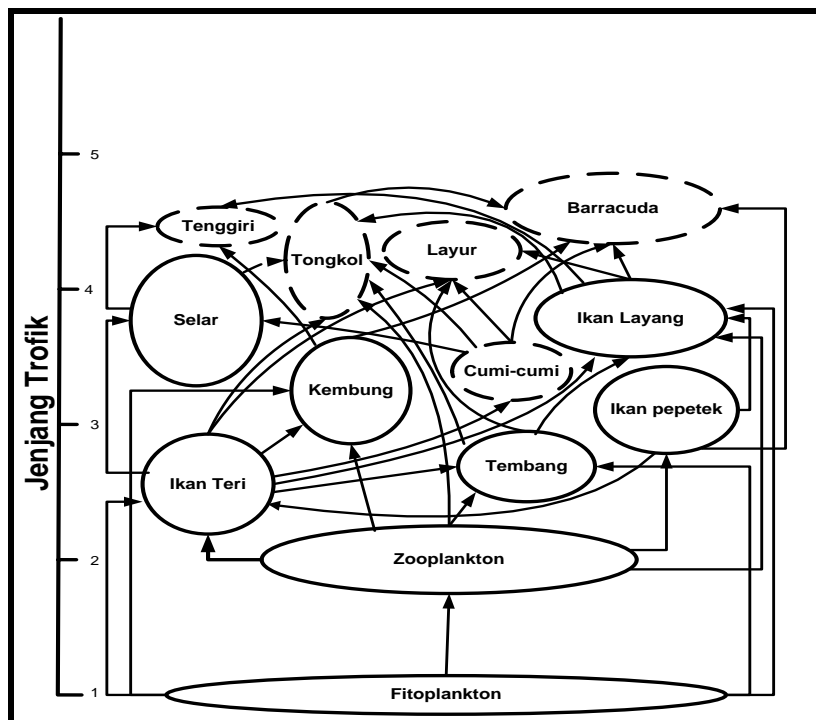
Jika nilai trofik level dikombinasikan dengan komposisi hasil tangkapan maka persentase jumlah tangkapan bagan rambo lebih didominasi oleh ikan pada jenjang trofik level yang relatif rendah. Persentase jumlah ikan yang berada dalam kisaran trofik level kurang dari 2,75 dan antara 3,26-3,75 masih sangat besar selama penelitian.

Ikan-ikan omnivor yang tergolong dalam trofik level antara 3,76-4,25 terlihat cukup besar hanya pada bulan-bulan Juni, Agustus dan September (Gambar 3). Ikan karnivor yang trofik levelnya lebih tinggi nampak memiliki persentase yang sangat kecil selama penelitian.

Hasil tangkapan yang dominan terdiri dari ikan pada jenjang trofik yang lebih rendah dapat terjadi akibat tekanan penangkapan yang berlebihan atau telah terjadi degradasi fungsi lingkungan. Masalah ini dapat diatasi dengan cara mengatur laju penangkapan sekaligus perbaikan kondisi lingkungan. Dengan struktur trofik hasil tangkapan seperti dalam gambar di atas berdampak pada menurunnya pendapatan nelayan karena harga ikan yang berada pada jenjang trofik rendah seperti ikan planktivora relatif murah. Oleh karena itu dengan kondisi seperti ini maka sudah terlihat adanya indikasi tangkap lebih yang jika dibiarkan terus akan semakin buruk.



Gambar 3. Perubahan komposisi jumlah tangkapan per unit bagan berdasarkan jenjang trofik selama penelitian



Gambar 4. Perkiraan struktur trofik level dalam sistem pelagis di lokasi penelitian

Jika tekanan penangkapan terus berlanjut maka tidak menutup kemungkinan terjadi pergeseran menurun nilai rata-rata trofik level ikan yang tertangkap sehingga proporsi ikan dengan kisaran trofik level rendah semakin meningkat. Berdasarkan pada nilai trofik level dan kebiasaan makanan ikan serta kajian pustaka yang banyak membahas mengenai struktur trofik level maka dugaan struktur trofik level di wilayah penelitian diabstraksikan seperti dalam Gambar 4.

KESIMPULAN

Struktur trofik level ikan yang dominan tertangkap dengan bagan rambo menunjukkan dominannya hasil tangkapan dari ikan planktivora dan omnivora. Komposisi struktur trofik berfluktuasi menurut bulan pengamatan dalam setahun. Berdasarkan rata-rata nilai trofik level ikan pelagis yang dominan tertangkap dengan bagan rambo maka telah terlihat adanya degradasi populasi ikan pelagis yang mengarah pada

kondisi tangkap lebih (overfishing) sehingga sebaiknya laju penangkapan di wilayah tersebut secepatnya diatur.

DAFTAR PUSTAKA

- Arimoto T *et al.* 2001. Fishing technology manual series1; light fishing in Japan and Indonesia, *The JSPS-DGHE International Workshop. TUF International JSPS Project, Tokyo University of Fisheries, Japan. Vol 11, 2001*
- Aydin K, Livingston P. 2003. *Food Web Comparisons in the Eastern and Western Bering Sea*. AFSC Quarterly Report, Alaska Fisheries Science Center.
- Ayodhya AU. 1981. *Metode Penangkapan Ikan*. Bogor. Yayasan Dewi Sri Bogor.
- Bănaru D, Harmelin-Vivien M. 2009. Trophic links and riverine effects on food webs of pelagic fish of the north-western Black Sea. *Mar Freshwater Res* 60 (6) : 525-540.
- Blackburn N, Azam F, Hagstrom O. 1997. Spatially explicit simulations of a microbial food web. *Limnol Oceanogr* 42 (4) : 613-622.
- Christensen V, Walters CJ. 2003. *Ecopath with Ecosim: Methods, Capabilities and Limitations*. Canada. Fisheries Centre, University of British Columbia.
- _____. 2004. Trade-offs in ecosystem-scale optimization of fisheries management policies. *Bull of Mar.Sci* 74 (3) : 549-562.
- Christensen V, Pauly D. 1992. *ECOPATH II – A Software for Balancing Steady-State Ecosystem Models and Calculating Network Characteristics*. Manila. ICLARM.
- DKP-LIPI. 2001). *Pengkajian Stok Ikan di Perairan Indonesia. Pusat Riset Perikanan Tangkap dan Pusat Penelitian Oseanologi*. Jakarta. Departemen Kelautan dan Perikanan, Pusat Riset Perikanan Tangkap dan Pusat Penelitian Oseanologi, LIPI
- Duarte LO, Garcia CB. 2004. Trophic role of small pelagic fishes in a tropical upwelling ecosystem. *Ecol Model* 177 (2-4) : 323-338.
- Effendie MI. 1979. *Biologi Perikanan*. Yogyakarta. Yayasan Pustaka Nusantara.
- Gillis DM, Rijnsdorp AD, Poos JJ. 2008. Behavioral inferences from the statistical distribution of commercial catch: patterns of targeting in the landings of the Dutch beam trawler fleet. *Can J Fish Aquat Sci* 65 (1) : 27–37.
- Iskandar MD. 2001. Analisis Hasil Tangkapan Bagan Motor pada Tingkat Pencahayaan yang Berbeda di Perairan Teluk Semangka Kabupaten Tanggamus (tesis). Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Kline T, Pauly D. 1998. *Cross-Validation of Trophic Level Estimates from A Mass-Balance Model of Prince William Sound Using ¹⁵N/¹⁴N Data*. In Fishery Stock Assessment Models. Alaska. Alaska Sea Grant College Program.
- Lewy P, Kristensen K. 2009. Modelling the distribution of fish accounting for spatial correlation and overdispersion. *Can J Fish Aquat Sci* 66 (10) : 1809–1820.
- Marasabessy MD, Edward. 2002. Kondisi Oseanografi dan Keanekaragaman Jenis Ikan di Perairan Raha, Pulau Una, Sulawesi Tenggara. Di dalam *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Indonesia*, Jakarta 27-28 Agustus 2002. Jakarta. Sekolah Tinggi Perikanan (STP).
- Masyahoro A. 1998. Pengaruh Teknik Pencahayaan pada Perikanan Bagan (Lift Net) Terhadap Hasil Tangkapan di Perairan Teluk Palu (tesis). Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Nadir M. 2000. Teknologi Light Fishing di Perairan Barru Selat Makassar : Deskripsi, Sebaran Cahaya dan Hasil Tangkapan (tesis). Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Pauly D, Christensen V, Dalsgaard JPT, Froese R, Torres F. 1998^a. Fishing down marine food webs. *Science* 279 (5352) : 860-863.
- Pauly D, Froese R, Christensen V. 1998^b. Technical comment, how pervasive is

- "fishing down marine food webs"? (respon). *Science* 282 (5393) : 1383.
- Pauly D, Christensen V, Froese R, Palomares ML. 2000. Fishing down aquatic food webs. *Am Sci* 88 (1) : 46-51.
- Safruddin. 2007. Hubungan perubahan suhu dan salinitas dengan fluktuasi hasil tangkapan purse seine di perairan Kabupaten Jeneponto. *J Sains & Teknologi* 7 (1) : 37-44.
- Stergio KL, Karvouzi VK. 2005. The trophic position of Fishes in Hellenic marine ecosystem. Hellenic Center for Marine Research. Atena, Yunani.
- Sudirman. 2003. Analisis Tingkah Laku Ikan Untuk Mewujudkan Teknologi Ramah Lingkungan dalam Proses Penangkapan pada Bagan Rambo (disertasi). Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Turner RE *et al.* 1998. Fluctuating silicate:nitrate ratios and coastal plankton food webs. *Proc Natl Acad Sci USA* 95 (22) : 13048–13051.
- Wijopriono, Genisa AS. 2003. Kajian terhadap laju tangkap dan komposisi hasil tangkapan purse seine mini di perairan pantai utara Jawa Tengah. *Torani* 13 (1) : 44-50.
- Wootton RJ. 1992. *Fish Ecology*. Glasgow. Blackie and Son.

-----, 2006. Pedoman Penyusunan AMDAL. Media Pressindo. Yogyakarta.

-----, 2006. Rencana Strategi Perikanan Budidaya. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. Jakarta.

Boyd, C. E. 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Company. Birmingham.

Bowser, P. R and Joseph K. Buttner. 1993. General Fish Health Management. NRAC Bulletin No. 111-1993 – University of Massachusetts. Massachusetts.

Floyd, R. F. 2005. Introduction to Fish Health Management. IFAS Extension of University of Florida. Gainesville.

Schnick, R. A., F. P. Meyer and D. L. Gray. 1989. A Guide to Approved Chemicals in Fish Production and Fishery Resource Management. Cooperative Extension Service University of Arkansas. Arkansas.