

**EVALUASI LINGKUNGAN PERAIRAN PESISIR SEMARANG**  
***ECOLOGICAL ASSESSMENT IN SEMARANG COASTAL WATER***

**Ricky Rositasari dan Lestari**  
Pusat Penelitian Oseanografi – LIPI  
Jl. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta Utara  
Email: rr6862@yahoo.com

**ABSTRACT**

*Coastal water is vulnerable to anthropogenic substances such as human activities by product in coastal land and upper land area. Semarang coastal area is one of areas which has progressive development in northern coastal of Java Island. The aim of this study was to evaluate ocean health status based on heavy metal contain and benthic foraminiferal characteristics as the bioindicator. Sampling and laboratory activities were carried out in August 2010. Sampling stations were located on the estuaries of Western Canal Flood, Tanjung Mas Port and Eastern Canal Flood. The result showed that Tanjung Mas pool port had the highest Pb, Zn, and Total Organic Compounds (TOC) concentrations. The average of abnormal test of benthic foraminiferal (*Ammonia beccarii*) were also higher in Tanjung Mas port than in eastern and western canal flood.*

**Keywords:** *assessment, coastal water, Semarang.*

**ABSTRAK**

Perairan pesisir merupakan wilayah yang memiliki kerentanan tinggi terhadap aliran antropogenik yang berasal dari limbah aktivitas manusia di wilayah sekitar pesisir maupun lahan atas. Pesisir Semarang merupakan salah satu wilayah di pesisir utara Jawa yang perkembangan tata guna lahannya sangat progresif. Evaluasi lingkungan perairan di pesisir Semarang bertujuan untuk mengkaji tingkat kesehatan perairan berdasarkan kandungan logam berat dan karakteristik foraminifera sebagai indikator. Pengambilan sampel dan kajian laboratorium dilaksanakan pada bulan Agustus 2010 di pesisir Semarang, mulai dari muara Banjir Kanal Barat sampai muara banjir Kanal Timur. Hasil pengamatan memperlihatkan tingginya kandungan Pb, Zn dan Total Organic Compounds (TOC) di perairan Pelabuhan Tanjung Mas. Jumlah rata-rata cangkang abnormal dari foraminifera bentik *Ammonia beccarii* memperlihatkan nilai yang tinggi di perairan Tanjung Mas dibanding muara Banjir Kanal Barat maupun Timur.

**Kata kunci:** evaluasi, perairan pesisir, Semarang.

**I. PENDAHULUAN**

Evaluasi resiko lingkungan adalah kajian terhadap faktor-faktor yang berpotensi mengancam atau mendatangkan resiko terhadap suatu lingkungan. Kajian resiko lingkungan ini erat

kaitannya dengan kesehatan lingkungan dalam hal ini adalah *ocean health*. Pemeliharaan kesehatan lingkungan perairan merupakan salah satu kegiatan yang mendukung ketahanan pangan masyarakat pesisir khususnya dan masyarakat luas sebagai konsumen

berbagai sumber protein yang berasal dari laut dan masyarakat lebih luas sebagai *stakeholder* kawasan pesisir. Logam berat yang terkandung dalam sedimen di perairan pesisir merupakan total konsentrasi antara logam berat yang terkandung secara alamiah dan antropogenik. Setiap wilayah memiliki kandungan alamiah yang berbeda tergantung pada sumber batuan sedimen pembentuknya. Secara umum kandungan alamiah beberapa jenis logam berat dalam kerak bumi, telah di susun oleh beberapa peneliti seperti Taylor (1972), Andrew and Canuel (2002), Callender (2003), dan Rudnick *et al.* (2003). Dari tabel-tabel tersebut diketahui bahwa kisaran kandungan logam Pb di dalam kerak bumi adalah 17-18 mg/Kg, sedangkan Zn adalah 52-71 mg/Kg.

*Total organic carbon* (TOC) menunjukkan tingginya produktivitas primer pada suatu perairan, oleh karena itu TOC digunakan sebagai salah satu indikator bagi lingkungan yang telah mengalami eutrofikasi lanjut (Andrew and Canuel, 2002). TOC sangat berpengaruh terhadap proses kimia dan biologis yang berlangsung dalam sedimen perairan. Jumlah karbon organik berperan langsung terhadap potensial redoks dalam sedimen, yang tentu saja berpengaruh terhadap perilaku senyawa kimia seperti berbagai jenis logam berat. Sumber karbon organik termasuk material organik yang berasal dari aliran darat dan erosi sepanjang pesisir serta produksi primer dalam perairan teluk yang terendapkan dalam sedimen. Hasil penelitian Andrew and Canuel (2002) di Teluk Chesapeake, Amerika diketahui kandungan TOC dalam sedimen pada tahun 1790 adalah 1.58% dan meningkat secara bertahap hingga pada tahun 1880 hingga tahun 1915 menjadi 2.3 sampai 3.7%.

Bioindikator berperan penting untuk membaca dengan cepat pengaruh kondisi suatu perairan terhadap biota.

Karakteristik yang diperlihatkan oleh bioindikator secara garis besar dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu bioindikator yang menunjukkan tingkat kerentanan terendah dan tingkat kerentanan tertinggi. Kerentanan tertinggi diperlihatkan dengan absennya mayoritas elemen komunitas baik biota bentik maupun planktonik, baik akibat kematian atau perpindahan ke tempat yang lebih kondusif (Smith *et al.*, 1988). Kerentanan terendah terlihat dengan rendahnya keragaman jenis dari elemen komunitas bentik maupun keragaman jenis suatu taksa. Pada keadaan tersebut biasanya berkembang satu atau beberapa jenis oportunistik yang kemudian mendominasi komunitas biota di lingkungan tersebut. Fenomena ini terjadi baik pada biota planktonik maupun bentik. Sebagai contoh jenis foraminifera *Ammonia beccarii* selalu ditemukan sebagai jenis dominan di perairan sepanjang pesisir (Rositasari, 2000, 2011, 2012; Samir, 2000; Gapotchenko *et al.*, 2000; Alve, 1995; dan Burone & Vanin, 2006). Rendahnya keanekaragaman jenis foraminifera bentik di sepanjang perairan pesisir disamping karena secara alamiah keanekaragaman jenis di wilayah ini memang rendah (Murray, 2006), juga karena rentannya perairan ini terhadap tekanan ekologis. Tekanan ekologis ini dapat bersifat alamiah seperti meningkatnya aliran air tawar dan meningkatnya suhu perairan, juga dapat bersifat antropogenik. Tekanan antropogenik ini menjadi semakin besar dengan meningkatnya aktivitas manusia di sepanjang pesisir dan atau di sepanjang aliran sungai. Alve (1995), Elshanawany *et al.* (2011), dan Jayaraju *et al.* (2008) menemukan rendahnya keragaman jenis dan adanya cangkang abnormal pada foraminifera bentik di perairan marginal yang mendapatkan tekanan ekologis akibat aliran bahan antropogenik.

## II. METODE PENELITIAN

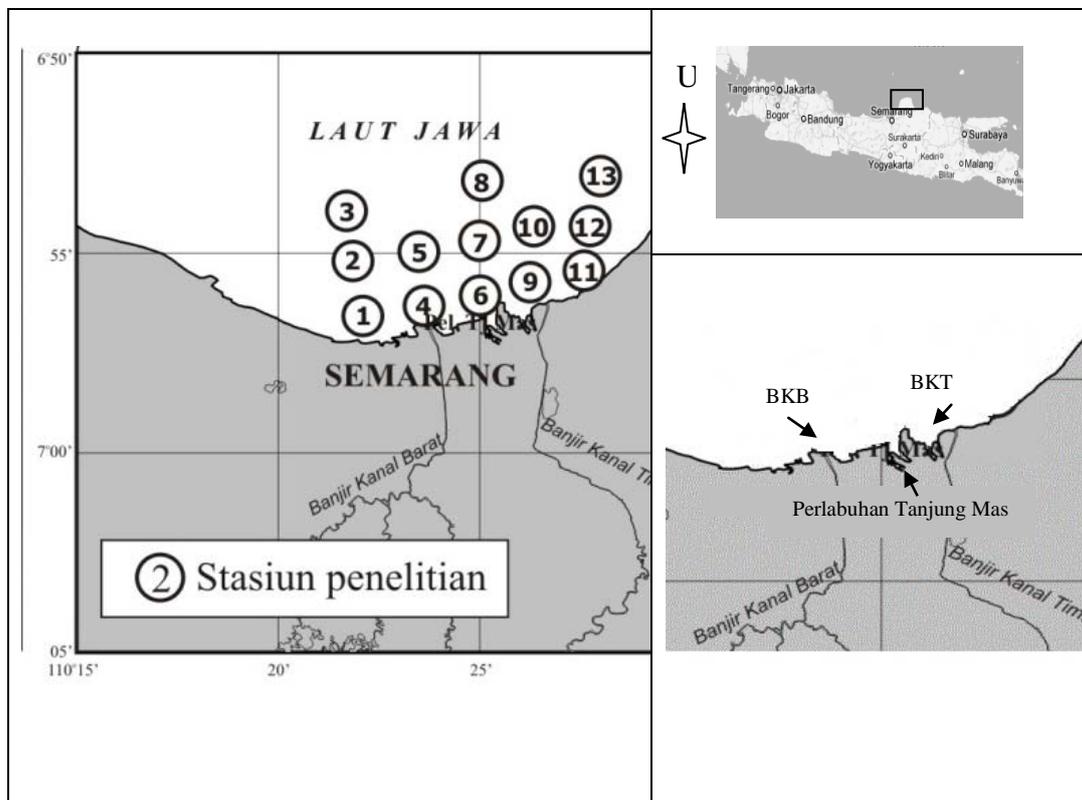
### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di perairan pesisir Semarang, Jawa Tengah, pada bulan Agustus 2010. Sampel air dan sedimen, diambil dari 13 stasiun. Pengamatan difokuskan kepada 3 wilayah yaitu pelabuhan Tanjung Mas, muara banjir kanal timur, dan muara banjir kanal barat (Gambar 1).. Secara keseluruhan, kedalaman perairan pesisir kota Semarang relatif dangkal berkisar antara 1-5 meter, kecuali di daerah kolam pelabuhan, kedalamannya lebih dari 10 meter. Perairan di muara Banjir Kanal Timur lebih dangkal daripada muara Banjir Kanal Barat.

### 2.2. Logam Berat

Sampel sedimen dikeringkan dalam oven 105 °C selama 24 jam

kemudian sekitar 1 g dihancurkan dengan metode *acid digestion* HNO<sub>3</sub> -HCL-H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> metode USEPA 3050B (USEPA, 1986; Burton *et al.*, 2004) selanjutnya diukur dengan *Flame Atomic Absorbion Spectrofotometer*. Analisis logam Pb dan Zn menggunakan AAS merk Varian SpectraAA 20-plus spektrofotometri serapan atom nyala dengan menggunakan nyala udara/ase-tilen. Standar kurva kalibrasi digunakan untuk mendapatkan nilai konsentrasi dari sampel sedimen yang dianalisis. Untuk menjamin mutu pengukuran, pengukuran terhadap bahan yang bersertifikat (*Certified Reference Material*) dilakukan dengan menggunakan CRM BCSS-1 dari *Institute for National Measurement Standards, National Research Council of Canada*.



Gambar 1. Lokasi penelitian, perairan pesisir Semarang.

### 2.3. Bioindikator

Contoh sedimen diambil dengan menggunakan *Smith McIntyre Grab*, lapisan permukaan setebal 2 cm diambil untuk kajian laboratorium. Dikakukan pewarnaan dengan menggunakan rose bengal untuk mengetahui keberadaan spesimen hidup. Sampel dicuci dengan menggunakan ayakan baja putih berseri dengan ukuran mata ayakan minimal 0,25 mm. Spesimen foraminifera benthik diidentifikasi dengan menggunakan kunci identifikasi Barker (1959) dihitung jumlah individunya untuk mengetahui kekayaan jenis, dominasi jenis, kepadatan dan abnormalitas morfologi cangkang.

### 2.4. Indeks Stres

Untuk mengetahui kualitas perairan pesisir berdasarkan karakteristik populasi *Ammonia beccarii* dan beberapa faktor lingkungan, dibuat indeks stres dengan cara pembobotan. Dalam penelitian ini bobot (skor) tertinggi diberikan terhadap faktor yang memberikan indikasi dan atau kontribusi terhadap tingkat stres di lingkungan tersebut, nilai tiga (3) untuk tingkat stres tertinggi dan satu (1) untuk nilai terendah.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

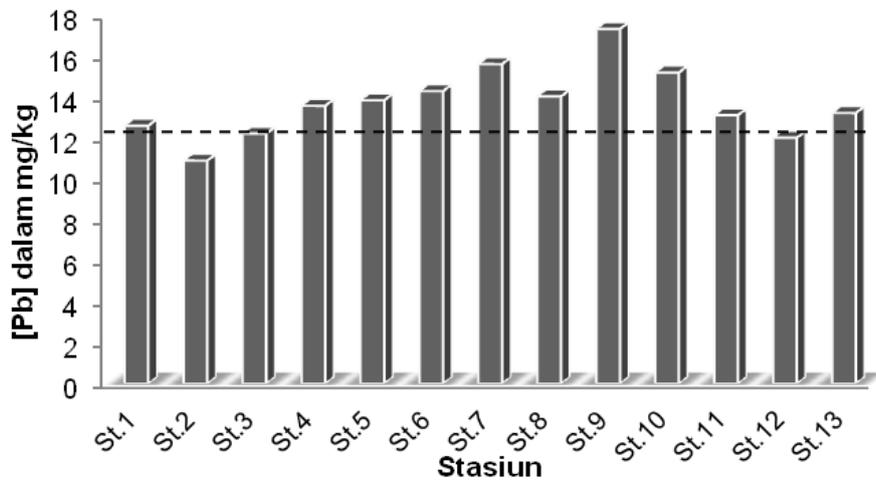
### 3.1. Logam Berat

Logam Pb dan Zn terkandung dalam konsentrasi lebih tinggi dari rata-rata kelimpahan di alam (*crustal abundance*) Taylor (1972). Kisaran konsentrasi Pb dalam sedimen di pesisir Semarang adalah 10,9-15,62 mg/Kg (Gambar 2), dengan rata-rata 13,69 mg/Kg. Logam Pb tersebar terutama di dalam sedimen yang terletak di daerah Pelabuhan Tanjung Mas hingga ke perairan di muara Banjir Kanal Timur

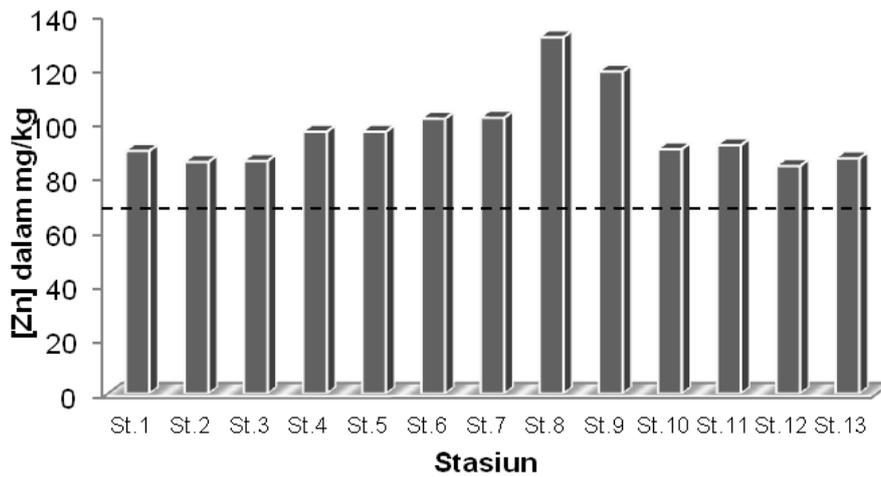
dalam sebaran yang menurun secara bergradasi ke arah BKB. Konsentrasi Zn di pesisir Semarang berkisar antara 84,14-131,74 mg/Kg dengan rata-rata 97,11 mg/Kg (Gambar 3). Kandungan Zn di seluruh stasiun pengamatan lebih tinggi dari nilai rata-rata kandungan alamiahnya. Kandungan rata-rata alamiah Zn dalam sedimen adalah 70 mg/kg (Taylor, 1972). Menurut Makepeace *et al.* (1995) dalam Burton *et al.* (2004) logam berat yang harus diperhatikan dari limpasan limbah perkotaan adalah Pb, Cu, Zn, dan Cd. Masukan logam-logam ini ke badan air dapat berasal dari korosi produk logam, serta emisi kendaraan. Kandungan logam berat dalam sedimen di perairan Semarang lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan dalam sedimen di perairan Teluk Klabat (Lestari *et al.*, 2007), namun lebih rendah dibandingkan dengan perairan Siak (Hutagalung *et al.*, 1997), Teluk Banten (Hutagalung *et al.*, 1994), Teluk Jakarta (Hutagalung *et al.*, 1997) juga Selat Malaka (Hutagalung *et al.*, 1994).

Kandungan *total organic carbon* (TOC) di pesisir Semarang berkisar antara 4,84-7,42% dengan rata-rata 5,95 % (Gambar 4). Kisaran nilai TOC tersebut menunjukkan tingkat eutrofikasi perairan pesisir Semarang sudah termasuk tinggi, mengingat kandungan TOC di teluk Chesapeake tahun 1915 adalah 3,7% (Andrew and Canuel, 2002). Lazar *et al.* (2012) melaporkan kandungan TOC dalam sedimen permukaan di laut Hitam pada tahun 2009 dalam kisaran 0,84-3,04 dan pada tahun 2010 meningkat menjadi 1,31-10,34. Kandungan material organik dalam sedimen dapat menyebabkan dampak pada komunitas organisme benthik dan ikan.

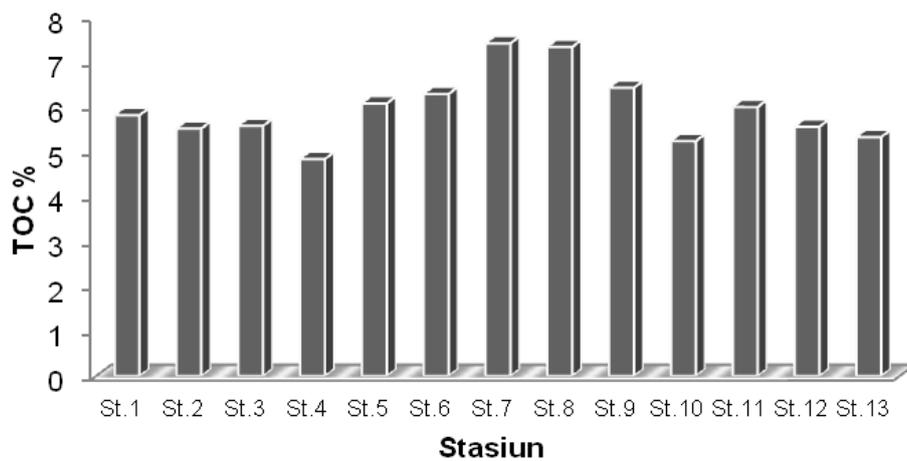
## Evaluasi Lingkungan Perairan Pesisir Semarang



Gambar 2. Kandungan Pb di stasiun pengamatan.



Gambar 3. Kandungan Zn di stasiun pengamatan.



Gambar 4. Kandungan karbon organik total (TOC) di stasiun pengamatan.

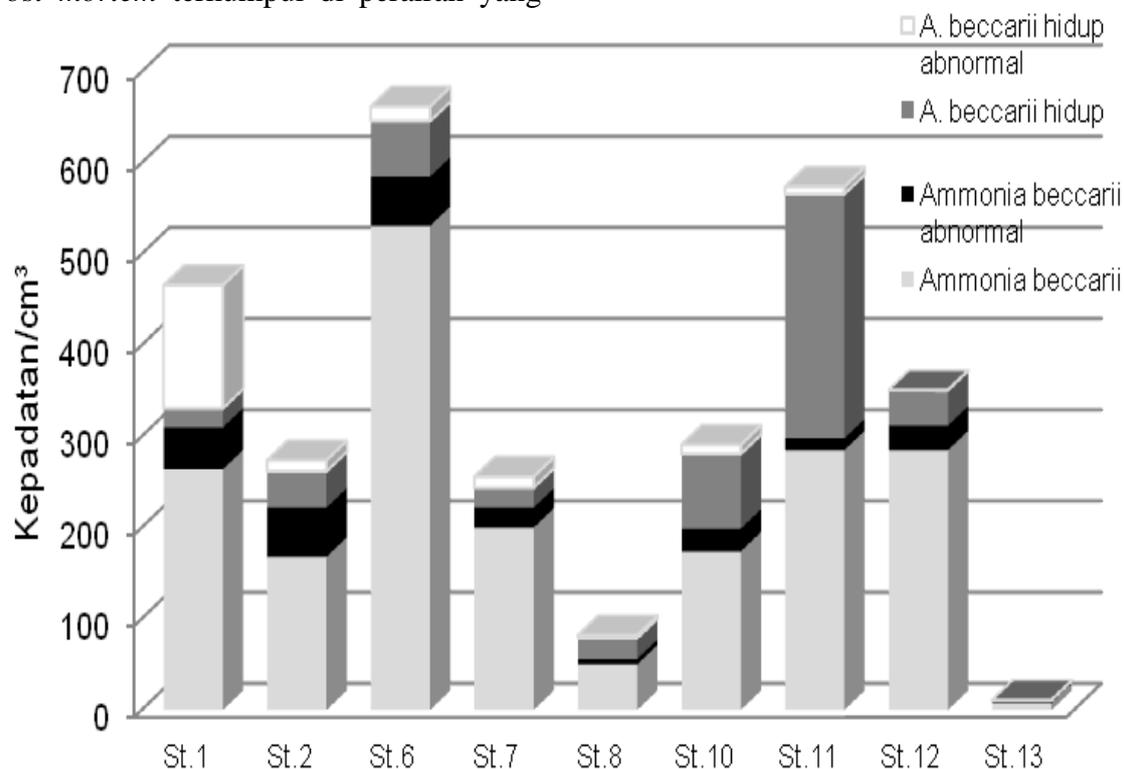
### 3.2. Kandungan Foraminifera Bentik

Komponen terpenting dari komunitas foraminifera bentik di lokasi pengamatan adalah jenis *Ammonia beccarii*. Jenis ini merupakan salah satu jenis oportunistik yang dapat bertahan pada kondisi perairan anoksia/hipoksia/yutrofika. *Ammonia* merupakan jenis yang beradaptasi pada lingkungan laut marginal seperti perairan pesisir (Alve, 1995), marga ini dijumpai sebagai jenis yang mendominasi beberapa perairan pesisir seperti Teluk Jakarta (Rositasari, 2008; 2010), Teluk Lampung (Rositasari, 2000), Cirebon dan Semarang (Rositasari, 2012).

Secara umum kandungan jenis *Ammonia beccarii* di pesisir Semarang mengalami penurunan secara bergradasi ke arah laut lepas. *Ammonia beccarii* hidup maupun *post mortem* di perairan pesisir (Stasiun 1, 6 dan 11) lebih tinggi daripada di perairan yang lebih terbuka. Bentuk abnormal jenis ini dalam bentuk *post mortem* terkumpul di perairan yang

lebih dalam (Stasiun 12, 10, 7 dan 2), namun bentuk abnormal yang ditemukan hidup dari jenis ini terkonsentrasi di daerah Banjir Kanal Barat (Gambar 6). Sebaran cangkang abnormal *post mortem* ditemukan hampir merata di seluruh perairan.

Tingkat viabilitas jenis ini di Semarang pada bulan Agustus 2010 (Gambar 5) jauh melampaui tingkat viabilitas tertingginya di Cirebon maupun di Teluk Jakarta (Rositasari, 2008). Tingkat viabilitas (kehidupan) *Ammonia beccarii* pada suatu perairan sangat tergantung pada musim, dari beberapa penelitian terdahulu, diketahui jenis ini bereproduksi pada musim timur yakni bulan Mei/Juni di Teluk Jakarta dan bulan Juni di Cirebon (Susana *et al.*, 2010). Faktor utama pemicu viabilitas jenis dominan ini belum diketahui dengan pasti hingga saat ini selain terpenuhinya kebutuhan dasar seperti nutrisi, substrat dan faktor-faktor hidrologis yang optimal.

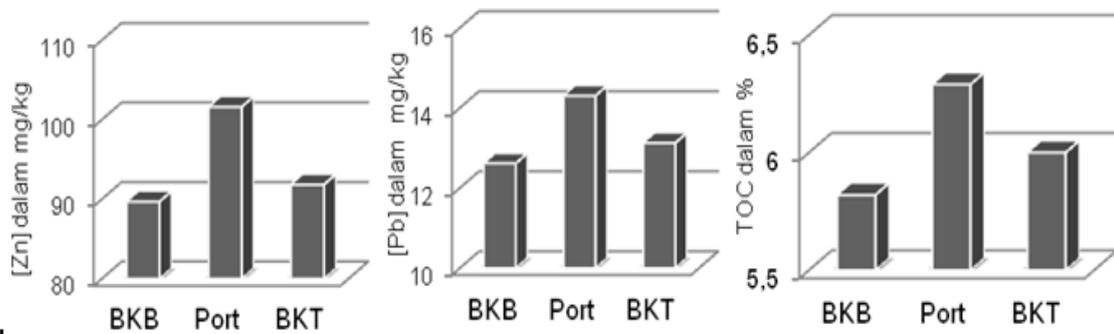


Gambar 5. Sebaran *Ammonia beccarii* di perairan pesisir Semarang.

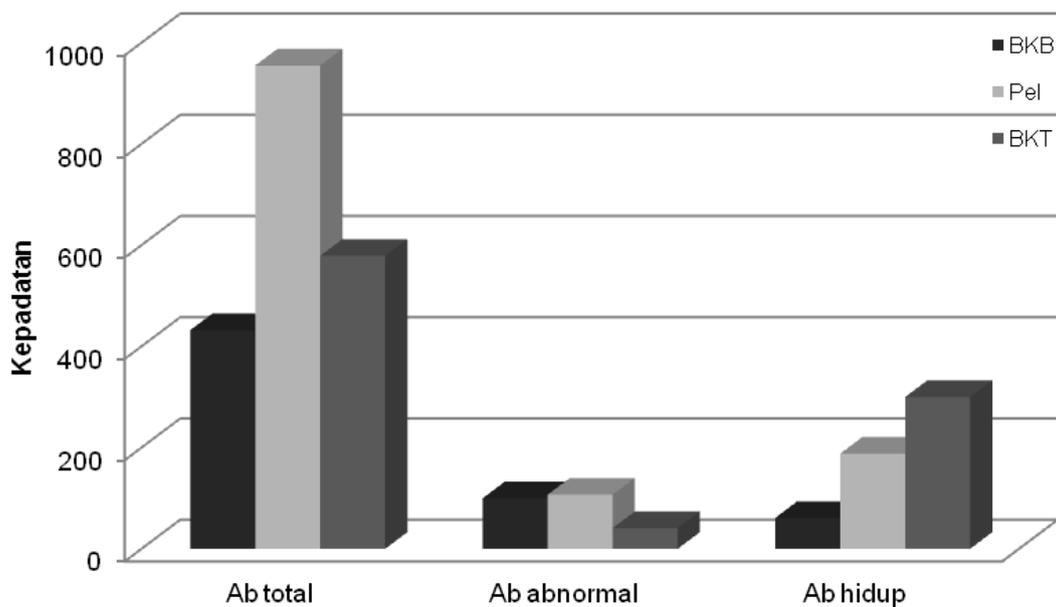
### 3.3. Logam Kontaminan dan Bio-indikator di Tiga Muara Utama

Pola sebaran logam berat kontaminan Pb dan Zn serta karbon organik total (TOC) menunjukkan kandungan tertinggi di kolam pelabuhan, kemudian menurun ke arah muara BKT dan yang terendah terdapat di muara BKB (Gambar 6). Pola sebaran tersebut terproyeksikan pada sebaran Jenis *Ammonia beccarii* dalam sebaran *post mortem*. *Ammonia beccarii* hidup ditemukan dalam kepadatan sangat tinggi di muara BKT dan menurun hingga mencapai kepadatan

terendah di muara BKB (Gambar 7). Dari proyeksi sebaran logam berat kontaminan dan karbon organik total terhadap populasi Jenis *A. beccarii* sebagai jenis oportunistik memperlihatkan hubungan yang tidak sederhana. Hal ini dapat disebabkan karena kompleksitas factor-faktor yang bekerja dalam suatu lingkungan perairan. Pola sebaran populasi *A. beccarii* dalam keadaan *post mortem* serupa dengan sebaran Pb, Zn maupun TOC, yang berarti kandungan kontaminan belum mempengaruhi perkembangan jenis foraminifera oportunistik ini.



Gambar 6. Kandungan logam berat kontaminan dan karbon organik total di tiga muara utama pesisir Semarang.



Gambar 7. Kandungan *Ammonia beccarii* di tiga muara utama pesisir Semarang; Banjir kanal barat (BKB), Pelabuhan Tanjung Mas dan kanal timur (BKT).

Tingginya *A. beccarii* hidup di muara BKT berubungan dengan tersedianya substrat yang sesuai dan nutrisi yang melimpah. Tipe sedimen di muara BKT adalah lanau lempungan (Rositasari *et al.*, 2010), sedimen yang halus merupakan substrat yang disukai oleh sebagian besar foraminifera bentik karena memberikan perlindungan dan menyimpan nutrisi. Biofilm merupakan nutrisi utama bagi foraminifera bentik. Melimpahnya nutrisi di BKT sangat mungkin erat hubungannya dengan hasil penelitian yang dilakukan Bachtiar (2006) yang mengungkapkan tingginya kandungan koprostanol di BKT dibandingkan dengan beberapa muara sungai kecil yang berada di pesisir timur Semarang. Koprostanol adalah indikator kimia dari limbah yang dihasilkan oleh sumber yang spesifik yaitu *sterol fecal* manusia (Hatcher *et al.*, 1977; dan Bachtiar, 2002). Koprostanol ini dihasilkan juga oleh feses ternak, namun tidak dihasilkan oleh organisme laut (Bachtiar, 2006).

Sebaran abnormalitas cangkang pada *A. beccarii* sebagai bioindikator memperlihatkan tingginya kandungan cangkang abnormal di perairan sekitar kolam pelabuhan, demikian pula dengan kelimpahan jenis *Ammonia beccarii* sebagai jenis dominan memperlihatkan

pola sebaran yang serupa (Gambar 7). Dari kelimpahan relatif yang mencerminkan dominasi, *Ammonia beccarii* mencapai nilai rata-rata 85,85%, nilai tersebut menunjukkan bahwa dominasi jenis tersebut sudah lebih dari separuh populasi total foraminifera bentik di lokasi pengamatan. Berdasarkan pengkategorian Fatela (1994) dalam Mendes *et al.* (2008) jenis dominan adalah jenis dengan kelimpahan >20% dari total populasi. Dalam prinsip ekologis disebutkan bahwa tekanan lingkungan dapat menyebabkan berkurangnya jenis-jenis asesoris (*rare species*) dan meningkatkan jenis dominan (Odum, 1971), dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kolam pelabuhan Tanjung Mas merupakan perairan yang paling tidak kondusif untuk pertumbuhan organisme bentik.

### 3.4. Indeks Stres

Dari penghitungan indeks stres diketahui bahwa kolam pelabuhan Tanjung Mas mendapat tekanan ekologis paling tinggi (Tabel 1). Dari distribusi nilai pembobotan terlihat jelas bahwa kolam pelabuhan mendapat kontaminan Zn, Pb dan TOC dalam sedimen yang paling tinggi, demikian pula dengan kandungan populasi foraminifera bentik bercangkang abnormal.

Tabel 1. Pembobotan untuk menghitung indeks stres.

Faktor	Banjir kanal barat	Pelabuhan	Banjir kanal timur
Konsentrasi Zn	1	3	2
Konsentrasi Pb	1	3	2
Total organic carbon	1	3	2
D shape abnormal	2	3	1
Ammonia abnormal	2	3	1
Ammonia hidup	1	2	3
<i>Ammonia beccarii</i> total	1	3	2
Total (scoring)	9	20	13

#### IV. KESIMPULAN

Hasil pengamatan terhadap kondisi perairan di kolam pelabuhan Tanjung Mas memperlihatkan tingkat kesehatan perairan yang buruk, ditandai dengan tingginya kandungan Pb, Zn dan *Total Organic Carbon* (TOC). Kondisi tersebut sudah menimbulkan dampak pada organisme benthik bersel tunggal, dimana jumlah rata-rata cangkang abnormal dari foraminifera benthik *Ammonia beccarii* memperlihatkan nilai yang tertinggi di perairan Tanjung Mas dibanding muara Banjir Kanal Barat maupun Timur.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Alve, E. 1995. Benthic foraminiferal responses to estuarine pollution: a review. *J. Foram. Resc.*, 25(3):190-203.
- Andrew, R.Z. and E.A. Canuel. 2002. Sediment geochemical records of eutrophication in the mesohaline Chesapeake Bay. *Limnol. Oceanogr.*, 47(4):1084-1093.
- Bachtiar, T. 2002. Koprostanol sebagai indikator kontaminasi dan perunut alamiah limbah domestik di perairan pantai Banjir Kanal Timur, Semarang. Disertasi. Departemen Teknologi Lingkungan. Institut Teknologi Bandung. 152hlm.
- Bachtiar, T. 2006. Tracing sewage contamination in urban tropical coastal waters. *Ind. J. Mar. Sci.*, 11(4):221-226.
- Burone, L. and A.M.P. Vanin. 2006. Foraminiferal assemblages in Ubatuba Bay, south-eastern Brazilian Coast. *Scientia Marina*, 70(2):203-217.
- Callender, E. 2003. Heavy metal in the environment-historical trends. *Treatise on Gechemistry*, 9:67-105.
- Elshanawany, R., M.I. Ibrahim, Y. Milker, G. Schmiedl, N. Badr, S.E.A. Kholeif, and K.A.F. Zonneveld. 2011. Anthropogenic impact on benthic foraminifera, Abu-Qirbay, Alexandria, Egypt. *J. Foram. Resch.*, 41(4):326-348.
- Gapotchenko, T., J.C. Varekamp, E.L. Mécraý, and M.R.B. Ten-Brink. 2000. Benthic foraminifera and environmental changes in Long Island Sound. *J. of Coastal Research*, 16(3):641-655.
- Hatcher, P.G., Keister, and P.A. McGillivray. 1977. Steroid as specific indicators in New York Bight sediments. *Bull. Envir. Contam. Toxicol.*, 17:491-498.
- Hutagalung H.P. 1994. Heavy metals content in sediment of Jakarta Bay, Indonesia. In: Watson, D., K.S. Ong, and G. Vigers (eds.). ASEAN criteria and monitoring: advances in marine environmental management and human health protection. Proceedings of the ASEAN-Canada midterm technical review conference on marine science. 273-275pp.
- Hutagalung, H.P., D. Setiapermana and K. Munawir 1997. Organochlorine, oil and heavy metals in Siak Estuary, Riau, Indonesia. In: Vigers *et al.* (eds.). ASEAN marine environmental Management, quality criteria and monitoring for aquatic life and human health protection. Proceeding of the Asean-Canada Technical Conference on Marine Science. 21-29pp.
- Hutagalung, H.P., D. Setiapermana, dan S.H. Riyono. 1997. Metode analisis air laut, sedimen dan biota, buku 2. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Hlm.:59-80.

- Lazar, L., T. Gomoiu, L. Bokenco, and D. Vasiliu. 2012. Total organic carbon (TOC) of the surface layer sediments covering the seafloor of the Romanian Black sea coast. *Geo-Eco-Marina*, 18:121-132.
- Lestari, J.M., Manik, dan A. Rozak. 2007. Kualitas perairan teluk Klabat, provinsi kepulauan Bangka Belitung ditinjau dari aspek logam berat. *Dalam: Bunga rampai sumberdaya laut dan lingkungan Bangka Belitung 2003-2007*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Hlm.:23-32.
- Rudnick, R.L. and S. Gao. 2003. Composition of the continental crust. *Treatise on geochemistry*, 3:1-64.
- Rositasari, R. 2000. Karakteristik dan sebaran foraminifera sebagai refleksi kondisi oseanografi di Teluk Lampung. *Dalam: Ruyitno, W.S. Atmadja, I. Supangat, dan B.S. Sudibjo (eds.). Pesisir dan Pantai Indonesia V*. Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. Hlm.:21-27.
- Rositasari, R. 2008. Beberapa kecenderungan pada foraminifera benthik sebagai respon terhadap kondisi perairan di Teluk Jakarta. *J. Lingkungan Tropis*, (Edisi khusus):25-33.
- Rositasari, R. 2012. *Ammonia beccarii* (foraminifera benthik) sebagai indikator kualitas perairan pesisir di Utara Jawa. *J. Oseanologi dan limnologi di Indonesia*, 38(3):242.
- Samir, A.M. 2000. The response of benthic foraminifera and ostracods to various pollution sources: A study from two lagoons in Egypt. *J. of Foraminiferal Research*, 30(2):83-91.
- Smith, R.W., B.B. Bernstein, and R.L. Cimberg. 1988. Community-environmental relationships in the benthos: application of multivariate analytical techniques *In: Soule and Kleppel (eds.). Marine organisms as indicators*. Springer-Verlag. 247-327pp.
- Susana, T., R. Rositasari, Lestari, R. Puspitasari, H.B. Prasetyo, dan M.D. Sari. 2010. Polutan antropogenik dan toksisitasnya di perairan estuaria Sukalila, Cirebon. Laporan penelitian, Pusat Penelitian Oseanografi, LIPI. 65hlm.
- Taylor, S.R. 1972. Abundance of chemical elements in the continental crust: a new table. *Geochimica Cosmochimica Acta*, 28(8):1273-1285.
- Diterima : 6 September 2012*  
*Direvisi : 15 Februari 2013*  
*Disetujui : 15 April 2013*