

Komposisi Jenis Foraminifera dan Kemunculan Cangkang Abnormal pada *Ammonia beccarii* di Teluk Jakarta Sebagai Indikator Lingkungan Tercemar

Ricky Rositasari

Bidang Dinamika Laut, Pusat penelitian Oseanografi- LIPI- Jakarta

Abstrak

Foraminifera benthik adalah salah satu organisme yang mampu berasosiasi dengan lingkungan tercemar. Pengamatan foraminifera dilakukan di wilayah sekitar Teluk Jakarta mulai dari pesisir sampai perairan laut terbuka. Hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan komposisi jenis pada foraminifera yang terdapat di daerah muara, teluk dan laut terbuka, serta munculnya abnormalitas pada morfologi cangkang *Ammonia beccarii*. Perbedaan komposisi jenis serta kemunculan cangkang abnormal ini merupakan respon foraminifera terhadap pengaruh beberapa faktor lingkungan.

Kata kunci : komposisi, foraminifera benthik, pencemaran

Abstract

Benthic foraminifera is one of the taxa which able to adapt in polluted environment. The observation had been conducted in Jakarta Bay including estuarine, coastal area and open shore. The result shows that there were differentiation on species composition on the coastal area, inner cove and open shore. There were also abnormalities on the test morphology on *Ammonia beccarii*. The differentiation on species composition and the appearance of abnormal test assume as the influence of environment factors.

Key words: composition, benthic foraminifera, pollution

Pendahuluan

Teluk Jakarta merupakan aset yang sangat potensial bagi pemerintah daerah maupun pemerintah pusat, karena merupakan pintu masuk bagi berbagai jenis dan skala pelayaran ke Indonesia. Angkutan laut ini berhubungan erat dengan perputaran dana yang sangat besar. Namun sangat disayangkan keperdulian masyarakat dari berbagai kalangan, pemerintah daerah sebagai pihak pertama yang memiliki kewenangan maupun pemerintah pusat sangatlah kurang terhadap kelangsungan (sustainability) perairan ini. Kelangsungan dalam hal ini termasuk sumber daya alam serta daya dukung perairan maupun lahan pesisirnya.

Pencemaran yang marak di hampir seluruh perairan ini sudah bukan masalah baru Anna (2003) telah membuat pemodelan berdasarkan data perikanan yang dikompilasi dengan data pencemaran selama 10 tahun di Teluk Jakarta menyimpulkan bahwa bila pengelolaan tidak diperbaiki maka usaha perikanan di Teluk Jakarta tidak memiliki masa depan lagi. Seiring dengan adanya perubahan kondisi lingkungan tersebut maka akan mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup di lingkungan tersebut. Foraminifera adalah

organisme satu sel yang memiliki cangkang keras dan sebagian besar komunitasnya hidup di laut. Sebaran foraminifera yang luas pada berbagai tipe lingkungan perairan, anatomi tubuhnya yang sederhana serta kemampuannya membentuk cangkang keras (Gampingan/pasiran) sangat potensial untuk membantu memahami kondisi suatu perairan.

Pengamatan foraminifera sebagai bioindikator di Teluk Jakarta dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh pencemaran di wilayah pesisir terhadap perairan Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu yaitu melalui pengamatan terhadap komposisi foraminifera secara umum dan perubahan karakteristik pada jenis *Ammonia beccarii* secara khusus.

Materi dan Metode

Penelitian telah dilaksanakan pada bulan Agustus 2003. Sampel untuk pengamatan terhadap foraminifera sebagai biota indikator lingkungan dilakukan pada 27 stasiun pengamatan, dimana 18 stasiun terletak di daerah teluk dan laut terbuka (Stasiun 1 - 18) dan 9 stasiun di daerah muara sungai. Muara sungai yang diamati adalah Cengkareng Drain (Stasiun M1, M2,

M3 dan M4), Muara Angke (Stasiun M5), Muara Karang (Stasiun M6 dan M7) dan Muara Baru (Stasiun M8 dan M9). Sampel berupa sedimen dasar laut yang diambil dengan menggunakan grab Van Veen. Peta lokasi dapat dilihat pada gambar 1.

Sampel diwarnai dengan rose bengal selama 24 jam, sehingga dapat diamati spesimen hidup dan/atau mati. Setelah itu sampel dicuci dengan menggunakan satu set saringan dibawah air yang mengalir. Foraminifera dihitung dan diidentifikasi sebagai sebagai sample basah dibawah mikroskop. Identifikasi dilakukan berdasarkan kunci taksonomi foraminifera oleh Barker (1960). Sampel disimpan dalam keadaan basah untuk memudahkan dalam membedakan cangkang hidup yang berwarna merah dan cangkang kosong yang berwarna putih.

Beberapa faktor kimia sebagai data pendukung diamati oleh Tim dari Laboratorium Kimia Oseanografi, Pusat Penelitian Oseanografi LIPI. Kandungan oksigen terlarut dianalisa dengan metoda titrasi oksidimetri, kandungan fosfat dari perairan dianalisa dengan alat spektrofotometer berdasarkan metoda kolorimetri dan TOM (Total Organic Matter) dalam sedimen diambil dianalisa berdasarkan cara gravitimeter.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan terhadap sampel yang berupa sedimen dasar laut dari 27 stasiun pengamatan di Teluk Jakarta dan muara sungai (Gambar 1), ditemukan 29 jenis foraminifera benthik dan 1 jenis foraminifera planktonik (Tabel 1 dan 2). Sebaran jenis-jenis tersebut tidak merata di seluruh lokasi pengamatan. Sebaran jenis di muara sangatlah rendah dan makin meningkat ke arah laut lepas. Sebaliknya dengan kelimpahan yang sangat tinggi di daerah muara yakni mencapai 668 individu, berangsur berkurang jumlahnya ke arah laut lepas dan terjadi fluktuasi tajam di daerah teluk. Di stasiun M1, stasiun 5 dan 6 tidak ditemukan satupun spesimen utuh yang layak untuk diidentifikasi sehingga kedua stasiun tersebut dianggap sangat miskin. Jumlah spesimen terendah terdapat di stasiun 7, hanya mencapai 18 spesimen. Kelimpahan individu tertinggi di daerah muara berasal dari jenis *Ammonia beccarii*. Porsentase foraminifera hidup di lokasi penelitian sangat rendah, hanya 2,85 % dari seluruh spesimen.

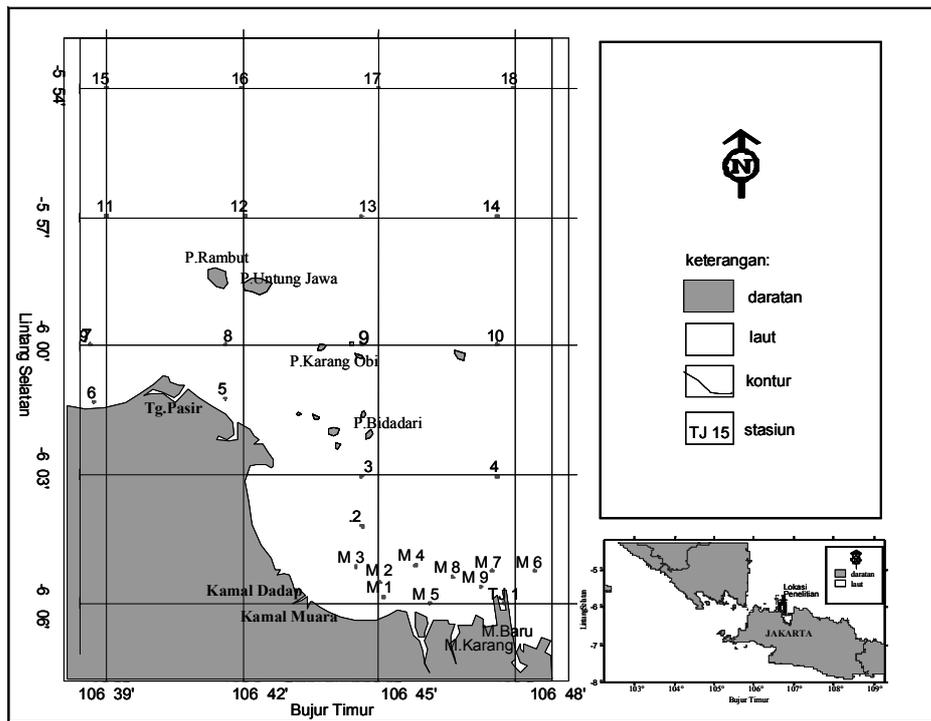
Kajian tentang kualitas lingkungan perairan di Teluk Jakarta melalui pendekatan komposisi jenis foraminifera benthik, memperlihatkan terdapatnya pembagian (zonasi) di lokasi pengamatan. Perubahan kelimpahan jenis *Ammonia beccarii* baik yang hidup maupun mati di lokasi pengamatan merupakan ide utama dari pembagian zona ini. Zonasi tersebut ternyata sangat

didukung oleh beberapa faktor lingkungan yang dalam hal ini adalah fosfat, TOM dan oksigen.

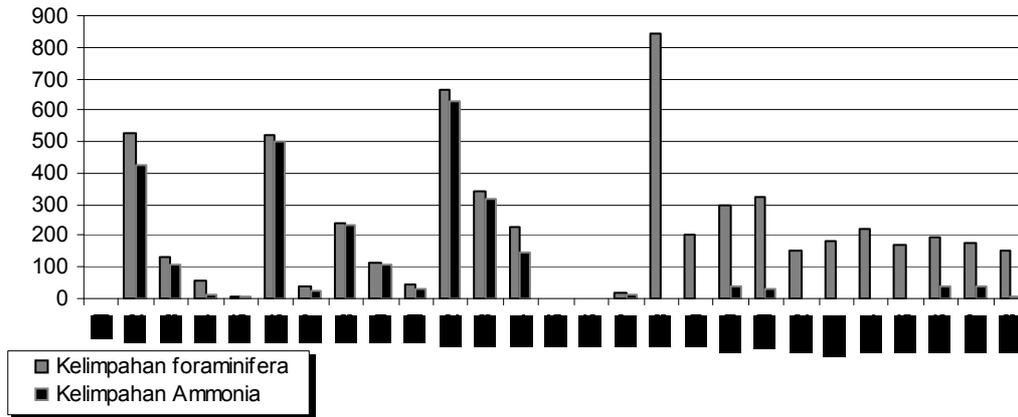
Komposisi jenis foraminifera benthik

Di stasiun-stasiun yang terletak dekat pesisir yakni di stasiun M1 sampai M9 dan stasiun1 sampai stasiun 7 (Gambar 1) ditandai dengan rendahnya kekayaan jenis, hanya ditemukan 2 sampai 7 jenis. Rendahnya kekayaan jenis memicu terjadinya dominansi kuat pada jenis yang berhasil beradaptasi seperti *Ammonia beccarii* yang dapat mencapai 630 individu dari jumlah total 668 individu di stasiun 2. Foraminifera benthik bercangkang pasiran juga ditemukan di lokasi pengamatan, walaupun dalam jumlah yang sangat kecil yakni 4 jenis dari 19 individu. Jenis foraminifera pasiran yang ditemukan adalah *Ammobaculites calcareous*, *Trochammina sp* dan beberapa jenis *Textularia*.

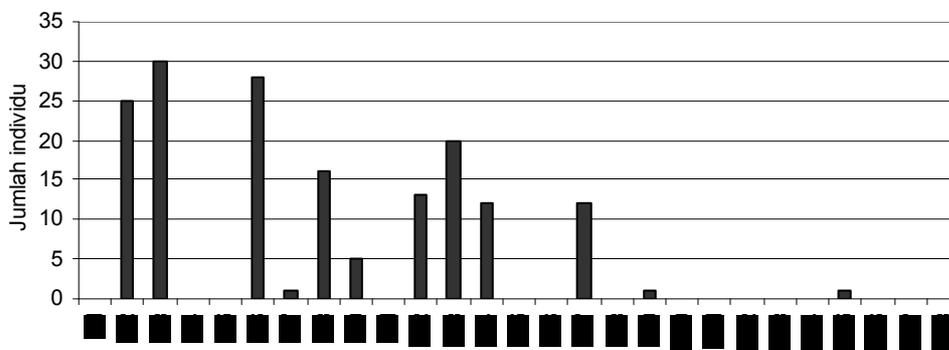
Komposisi jenis foraminifera benthik di daerah laut terbuka yakni di stasiun 9 sampai stasiun18 (Gambar 1) ditandai dengan kekayaan jenis yang tinggi yakni mencapai 18 sampai 30 jenis, walaupun pada umumnya hanya merupakan cangkang kosong insitu. Jenis foraminifera yang ditemukan di zona laut terbuka ini merupakan jenis-jenis khas daerah ini seperti *Asterorotalia trispinosa*, *Operculina ammonoides*, *Nonion boueanum*, *Cribrononion hispidulus* dan beberapa jenis *Elphidium*. *Nonion boueanum*, *Cribrononion hispidulus* dan beberapa jenis *Elphidium* juga ditemukan Albani (1979) di laut dangkal terbuka di New South Wales. Jenis-jenis laut dangkal ini beradaptasi dengan lingkungan yang stabil, yakni kondisi perairannya maupun ketersediaan sumber makanannya (Albani, 1979). *Asterorotalia trispinosa*, *Operculina radiata* dan *Cribrinonion hispidulus* ditemukan sebagai jenis yang dominan di sekitar mulut teluk (bagian teluk yang terbuka ke arah laut lepas) di Teluk Banten (Rositasari, 2002). Berdasarkan morfologi cangkang jenis-jenis penciri laut terbuka ini memiliki kesamaan yakni morfologi cangkang 'lenticular', komposisi dinding cangkang terdiri dari mineral gampingan (kalsit), struktur internal cangkang berupa sistem kanal. Jenis-jenis perairan dangkal ini hidup dengan melekatkan diri pada substrat. Cara foraminifera 'berpegangan' pada substrat adalah dengan menjulurkan plitoplasma ke luar cangkang melalui pori-pori (Kitazato, 1988). Hal terpenting lain dari komunitas perairan terbuka ini adalah umumnya mereka memiliki alga satu sel sebagai simbion di dalam cangkangnya. Keberadaan simbion di dalam cangkang foraminifera biasanya berhubungan erat dengan intensitas matahari yang cukup banyak sehingga dapat dimanfaatkan oleh alga bersel satu untuk berfotosintesa.



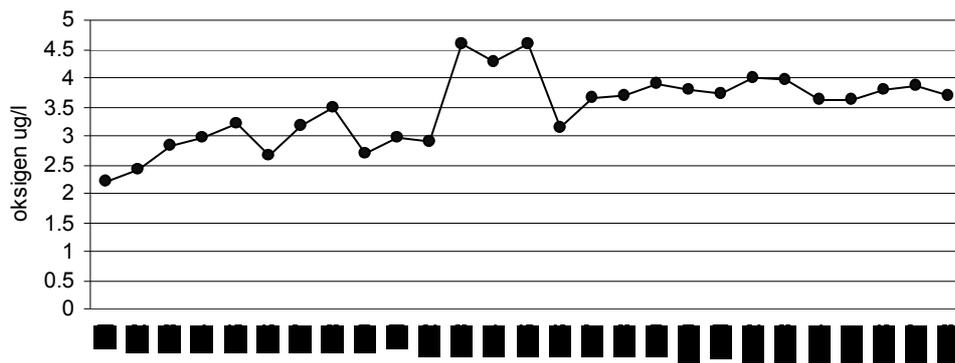
Gambar 1. Peta lokasi penelitian di Teluk Jakarta, tahun 2003



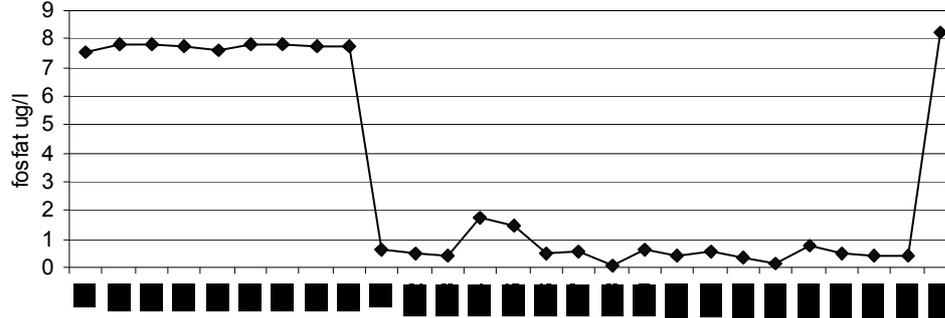
Gambar 2. Kelimpahan foraminifera dan kelimpahan *Ammonia beccarii* di Teluk Jakarta, 2003.



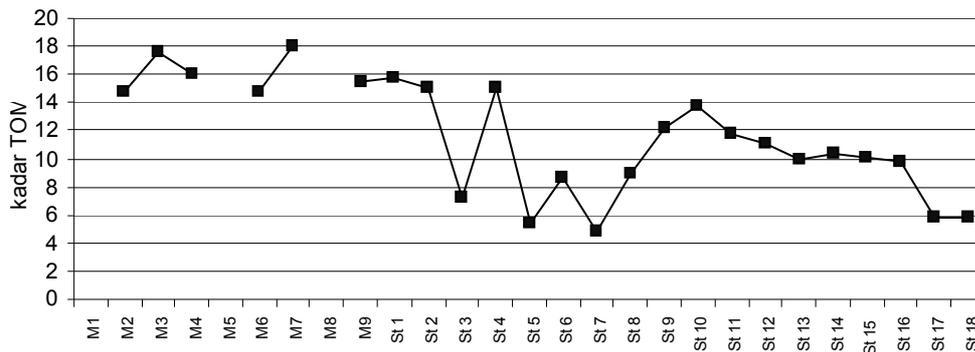
Gambar 3. Kemunculan cangkang abnormal pada *Ammonia beccarii* di Teluk Jakarta, 2003



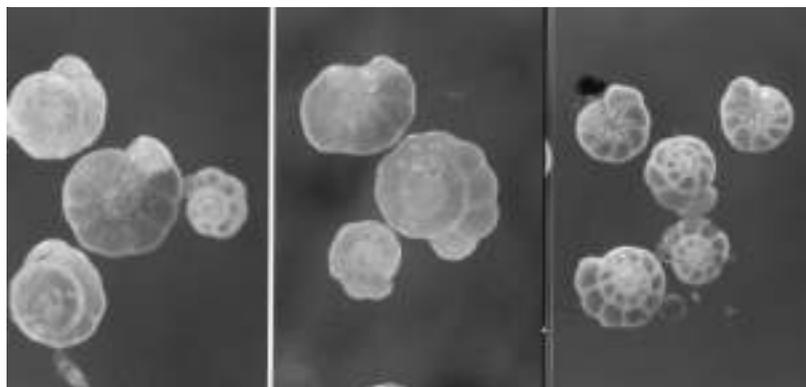
Gambar 4. Kandungannya oksigen di Teluk Jakarta, 2003.



Gambar 5. Kandungannya fosfat di Teluk Jakarta, tahun 2003.



Gambar 6. Kandungannya Total Organik Matter (TOM) di Teluk Jakarta, tahun 2003



Gambar 7. *Ammonia beccarii* yang ditemukan di lokasi penelitian.

Keterangan : Warna yang lebih gelap menandakan organisme tersebut dalam keadaan hidup saat pengambilan sample (a dan b : memperlihatkan jenis ini dengan cangkang normal dari sisi ventral dan dorsal; c : memperlihatkan perbandingan cangkang normal dan cangkang abnormal)

Tabel 1. Komposisi jenis dan kelimpahan foraminifera (individu/gram sediment kering) di Teluk Jakarta dan sekitarnya, Agustus 2003

Komposisi jenis	Stasiun daerah teluk dan laut terbuka																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Ammobaculites ammericanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	11	7	-	-	-	-	-	-	-	5
Total	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammobaculites ammericanus</i> Hidup	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammobaculites calcareous</i>	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4
<i>Ammoscalaris pseudocircularis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Trochammina</i> sp	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-
Agglutinated form	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
<i>Dentostomina agglutinans</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-	-	-
<i>Amphistegina lessonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	5	31	1	-	-	-
<i>Ammonia beccarii</i> abnormal	-	13	20	12	-	-	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonia beccarii</i> Total	31	630	315	148	-	-	-	-	-	38	33	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ammonia beccarii</i> Hidup	-	21	-	8	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	1	36	37	7
<i>Asterotalia trispinosa</i>	-	-	6	49	-	-	4	119	1	24	20	29	1	1	1	-	7	17
<i>Bolivina</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	76	-	2	3	1	-	-	7	4	1
<i>Cancris auriculus</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	-	3	1	1	7	2	-	6	-	-
<i>Cibicides lobatulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	12	6	6	4	-	1
<i>C. praecinctus</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>C. floridanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	35	1	-	-	112	26
<i>C. subhaidingeri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	7	-	-	-
<i>Cymbaloporetta squamosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-	-
<i>Gibronion hispidulus</i>	-	1	-	-	-	-	-	614	-	2	2	7	19	37	10	-	-	3
<i>Discorbis mirus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	2	1	-	-	25	-	-
<i>Discorbinaella berthelotti</i>	1	-	-	-	-	-	-	1	5	20	18	-	-	-	10	-	-	3
<i>Elphidium advena</i>	-	-	4	-	-	-	-	7	3	11	22	1	8	3	-	19	-	10
<i>E. advena</i> abnormal	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>E. crispum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1	20	19	8	4	4	1	-	-	2
<i>E. lessonii</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	27	69	38	7	-	-	-	1	15	9
<i>Eponides repandus</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	5	-	-	1	5	-	2	1	-	4
<i>E. tumidulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	2
<i>Hauerina orientalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1	11	10	3	6	2	44	-	-
<i>Lagena</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	2	7	11	-	1	-	4	-	-	1
<i>Nonion boueanum</i>	-	3	3	1	-	-	-	9	-	58	106	-	4	12	19	-	-	18
<i>Oolina</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	4	-	2	3	-	1	3	1	7	-	-
<i>Operculina ammonoides</i>	-	-	-	1	-	-	-	5	-	-	-	21	42	53	45	18	-	1
<i>Peneroplis carinatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	12	-	-	-
<i>Planulina</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quinqueloculina seminula</i>	12	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Q. agglutinans</i>	-	-	-	-	-	-	-	7	11	-	-	19	5	1	-	-	-	1
<i>Q. kerimbatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	5	16	6	-	-	-
<i>Q. lamarkiana</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	6	3	-	-	1	13	5	7	1	2
<i>Rectobolivina</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	6	-	-
<i>Rheusella simplex</i>	-	-	-	-	-	-	-	6	12	2	9	3	-	8	-	-	-	6
<i>Rotalia ozawai</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stebulus schroetrianus</i>	-	-	-	-	-	-	-	24	9	3	18	9	-	21	-	6	-	4
<i>Spiroloculina</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-
<i>Triloculina tricaninata</i>	-	-	-	3	-	-	-	3	6	-	1	5	5	21	1	-	-	-
<i>T. trigonula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Textularia conica</i>	-	-	-	-	-	-	-	5	2	-	-	3	-	4	1	-	-	-
<i>T. kerimbatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	8	10	10	3	-	-	2	-	-	2
<i>Globigerina</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	3	-	1	-	1	2	-	-	9	-	4
<i>Globorotalia</i> sp	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah jenis total	3	3	6	7	-	-	3	18	23	20	18	21	24	21	22	16	7	25

Tabel 2. Komposisi jenis Foraminifera dan kelimpahan (individu/gram sedimen kering) yang ditemukan di daerah muara Teluk Jakarta, tahun 2003

Komposisi jenis	Cengkareng Drain				Muara Angke (MA)	Muara Baru (MB)		Muara Karang (MK)	
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9
<i>Ammonia beccarii</i> forma 1	-	53	-	-	1	63	-	114	23
<i>A. beccarii</i> forma 1 abnormal	-	25	10	-	-	28	1	16	5
<i>A. beccarii</i> forma 2 Total	-	445	100	-	7	412	24	103	78
<i>A. beccarii</i> forma 2 Hidup	-	4	-	11	-	6	7	-	-
<i>A. beccarii</i> forma 2 abnormal	-	-	20	-	-	-	-	-	-
<i>A. beccarii</i> juvenile	-	-	-	7	-	-	-	-	-
<i>Bolivina</i> sp Total	-	-	-	-	-	-	-	2	-
<i>Bolivina</i> sp Hidup	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Elphidium advenum</i> Total	-	-	-	31	-	-	-	-	-
<i>E. advenum</i> Hidup	-	-	-	-	-	-	-	-	5
<i>Operculina ammonoides</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Quinqueloculina auberiana</i>	-	1	-	2	1	-	-	-	-
<i>Q. seminalis</i>	-	-	-	-	-	8	-	4	-
<i>Trochammina</i> sp Hidup	-	-	-	5	-	-	1	-	-
Jumlah jenis	-	2	1	4	2	2	4	3	2

***Ammonia beccarii* abnormal**

Ammonia beccarii merupakan jenis yang spesifik untuk daerah pesisir dan laut dangkal. Di lokasi pengamatan terlihat kecenderungan tingginya populasi jenis ini di stasiun-stasiun dekat pesisir, terjadi fluktuasi tajam di teluk bagian dalam dan menjadi sangat rendah sampai tidak ditemukan di perairan terbuka (Gambar 2). *Ammonia beccarii* selain merupakan jenis dominan di daerah pesisir dan teluk, juga merupakan jenis yang mengandung spesimen hidup terbanyak yakni 60 individu dari 118.930 spesimen jenis ini atau sebanyak 0,05 % di seluruh areal pengamatan. Kemunculan cangkang abnormal pada jenis ini juga lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya yakni berjumlah 79 atau sebanyak 0,066% dari seluruh komunitas foraminifera di lokasi pengamatan..

Sebaran *Ammonia beccarii* di lokasi pengamatan sesuai dengan bentuk sebaran oksigen dan TOM yang memperlihatkan 3 zonasi yakni zona pesisir (M1 sampai M9 dan St. 1 dan St. 2), teluk bagian dalam (St. 3 sampai St. 7) dan laut lepas (St. 8 sampai St. 18). Kecenderungan yang diperlihatkan oleh kandungan jenis *Ammonia beccarii* dapat dilihat pada gambar 2. Dominasi kuat jenis ini terlihat jelas di zona pesisir, mulai berkurang di teluk bagian luar dan sangat berkurang hingga tidak ada di laut terbuka. Sebaran oksigen pada gambar 4 memperlihatkan pola lebih jelas yaitu cenderung lebih rendahnya kandungan oksigen di perairan pesisir, lebih berfluktuasi di perairan teluk dan relative menjadi lebih tinggi di perairan terbuka. Pada gambar 6 dapat dilihat pola sebaran TOM yang relative lebih tinggi di pesisir, berfluktuasi di perairan teluk dan menjadi makin rendah di perairan terbuka. Sebaran fosfat di lokasi pengamatan memperlihatkan perubahan yang sangat drastis, namun pola penzonan masih dapat dilihat yakni kandungan sangat tinggi di pesisir, sedikit berfluktuasi di teluk dan menjadi sangat rendah di perairan terbuka. Kecenderungan yang diperlihatkan oleh sebaran *Ammonia beccarii* sebagai faktor biotik lingkungan dan oksigen, fosfat serta TOM sebagai faktor abiotik menunjukkan bahwa pengaruh darat secara signifikan dapat dilihat di perairan pesisir, kemudian mulai berkurang di teluk bagian dalam dan mulai menghilang pengaruhnya di perairan terbuka.

Selain sebaran jenisnya yang membentuk zonasi, terdapat kemunculan bentuk cangkang abnormal *Ammonia beccarii* di lokasi pengamatan. Jenis abnormalitas cangkang yang tampak pada umumnya berupa pembengkakan salah satu kamar yang diikuti oleh penciutan (reduksi) ukuran kamar berikutnya. Gejala pembengkakan ini biasanya terjadi pada 5

kamar terakhir. Pada foraminifera cangkang terdiri dari susunan kamar yang terbentuk berurutan, dimana kamar pertama terletak di bagian tengah cangkang dan kamar terakhir terletak di bagian paling ujung. Pada jenis tertentu susunan kamar berbentuk lurus atau saling membungkus, pada *Ammonia* susunan kamar memutar dan membentuk gulungan yang beraturan (Gambar 7). Alve (1990) dan Alve (1991) telah menemukan respon foraminifera benthik terhadap pencemaran terhadap logam berat dan terhadap kandungan oksigen yang rendah. Hasil pengamatan Alve (1991) memperlihatkan terdapatnya 7 jenis deformasi bentuk cangkang foraminifera di perairan yang dikelilingi oleh daerah industri di Sorfjord, Norway. Bentuk deformasi cangkang tersebut itu adalah (1) reduksi satu atau lebih ukuran kamar, (2) Aperture (Lubang mulut) ganda, (3) Pembengkakan satu atau lebih kamar, (4) Terpuntirnya bentuk cangkang, (5) Ukuran aperture yang membesar, (6) Bentuk kamar yang cacat, dan (7) Bentuk cangkang kembar. Respon foraminifera terhadap perairan rendah oksigen (Oxygen depletan) yang berhasil diamati Alve (1990) adalah menurunnya keragaman jenis, terjadinya dominansi yang kuat oleh satu jenis dalam hal ini adalah jenis pasiran benukuran kecil *Stainforthia fusiformis* yang memperlihatkan cangkang tipis sebagai adaptasi pada perairan habitat hidupnya tersebut. Penelitian lebih detil tentang jenis logam berat yang memicu deformasi cangkang hingga saat ini belum pernah dilakukan, namun baik Alve (1990), Meric *et al.* (2004) maupun Vilela *et al.* (2004) menduga hal itu disebabkan oleh pengaruh antropogenik.

Gejala abnormalitas pada cangkang *Ammonia beccarii* telah ditemukan di muara Sungai Dadap, Tangerang yakni terdapatnya beberapa cangkang abnormal terutama pada jenis *Ammonia beccarii*. Bentuk ketidaknormalan tersebut mulai dari pembengkakan pada salah satu kamar, penciutan ukuran kamar serta perlengketan 2 cangkang (cangkang kembar) (Rositasari 1997). Pengamatan selanjutnya di lokasi yang sama tahun 1999 diketahui pembengkakan dan penciutan kamar ini biasanya terjadi pada kamar ke dua dan ke tiga terakhir (Rositasari 1999).

Zonasi daerah penelitian

Daerah penelitian secara ekologis terbagi menjadi 3 tipe lingkungan yakni lingkungan muara, teluk dan laut terbuka. Dari sebaran jenis foraminifera terutama jenis *Ammonia beccarii* serta beberapa faktor lingkungan seperti oksigen, fosfat dan Total Organic Matter (TOM) di lokasi pengamatan jelas terlihat adanya penzonan di daerah pesisir, teluk serta laut terbuka. Gambar 4, 5 dan 6 memperlihatkan

kecenderungan fluktuasi nilai oksigen, fosfat dan TOM di zona 1 (muara), zona 2 (teluk) dan zona 3 (laut terbuka). Dari gambar 4 dapat dilihat kecenderungan rendahnya kandungan oksigen di muara (zona 1) serta fluktuasi kandungan oksigen yang tinggi di teluk (zona 2) dan kecenderungan lebih tingginya kandungan oksigen di laut terbuka (zona 3). Gambar 5 memperlihatkan terdapatnya perbedaan yang sangat mencolok antara kandungan fosfat di muara yang tinggi (7,21 - 7,8 mgr/l) dengan kandungan fosfat di perairan terbuka yang rendah yakni hanya berkisar antara 0,4 sampai dengan 0,72 mgr/l kecuali di stasiun terluar yakni stasiun T 18 yang mencapai 8,21 mgr/l. Fluktuasi kandungan TOM di lokasi pengamatan dapat di lihat pada gambar 6, dalam grafik terlihat daerah muara memiliki kandungan TOM yang lebih tinggi dari pada di perairan terbuka, sedangkan di stasiun yang terletak di teluk terlihat fluktuasi yang tajam.

Berdasarkan fluktuasi kandungan oksigen dan TOM di lokasi pengamatan terlihat adanya 3 zona di lokasi pengamatan. Zona pertama terletak di daerah muara/estuarin yang memperlihatkan kecenderungan tingginya kandungan fosfat dan TOM serta rendahnya kandungan oksigen terlarut. Zona ke dua adalah zona transisi yang memisahkan antara zona 1 dan zona 3. Kecenderungan yang sangat jelas di zona ke 2 ini adalah adanya fluktuasi yang tajam pada kandungan oksigen dan TOM. Berbeda dengan kecenderungan yang diperlihatkan oleh Oksigen dan TOM, sebaran fosfat di lokasi pengamatan memperlihatkan terdapatnya perbedaan yang mencolok antara kandungan unsur ini di estuarin dengan daerah laut lepas. Tidak terlihat adanya daerah transisi dalam sebaran fosfat di lokasi pengamatan. Zona ke 3 adalah perairan terbuka yakni mulai dari stasiun T 7 sampai T 18. Karakteristik perairan di zona ke 3 adalah tingginya kandungan oksigen dan rendahnya kandungan TOM serta fosfat. Kecenderungan yang diperlihatkan perairan Teluk Jakarta dengan terbentuknya zona 1, 2 dan 3 merupakan suatu 'model' yang ideal. Dengan asumsi aliran darat yang mengangkut buangan dari aktivitas manusia di darat secara signifikan berpengaruh terhadap lingkungan pesisir kemudian pengaruh aliran tersebut mulai berkurang ke arah laut lepas. Keadaan transisi terjadi di perairan teluk bagian dalam yang merupakan daerah pemisah antara daerah pesisir dan laut lepas. Kecenderungan tingginya kadar fosfat dan nitrat di daerah muara dibandingkan dengan perairan laut lepas telah diamati oleh Muchtar (2002) di perairan dangkal Arafura. Kecenderungan serupa terlihat pula pada kadar oksigen terlarut di muara Sungai Digul (Simanjuntak, 2002).

Kesimpulan

1. Porsentase foraminifera hidup di lokasi penelitian sangat rendah, hanya 2,85 % dari seluruh spesimen.
2. Komposisi jenis di daerah muara dan teluk ditandai dengan rendahnya kekayaan jenis yakni hanya terdiri dari 3 sampai 7 jenis per stasiun pengamatan. Namun demikian terdapat dominasi kuat dari *Ammonia beccarii*.
3. *Ammonia beccarii* selain merupakan jenis dominan di daerah pesisir dan teluk, juga merupakan jenis yang mengandung spesimen hidup terbanyak yakni 60 individu dari 118.930 spesimen jenis ini atau sebanyak 0,05 % di seluruh areal pengamatan. Kemunculan cangkang abnormal pada jenis ini juga lebih tinggi dibandingkan jenis lainnya yakni berjumlah 79 atau sebanyak 0,066%.
4. Kemunculan cangkang abnormal dari jenis *Ammonia beccarii* di daerah muara membuktikan bahwa usaha jenis ini untuk beradaptasi di lingkungan yang kurang menguntungkan mengakibatkan terbatasnya kemampuan jenis ini untuk membentuk cangkang/kamar yang sempurna.
5. Dari kajian tentang perubahan kekayaan jenis, sebaran *Ammonia beccarii* baik yang hidup maupun mati di muara, teluk dan laut terbuka, dengan didukung oleh data sebaran oksigen dan TOM terlihat adanya penzonan di lokasi pengamatan. Zona pertama terdapat di daerah muara, zona kedua terdapat di dalam teluk dan zona ketiga terdapat di laut lepas.
6. Zonasi yang terbentuk di lokasi pengamatan dianggap berhubungan erat dengan pengaruh aktivitas manusia terhadap kondisi perairan Teluk Jakarta.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Drs. Helfinalis MSc. Yang telah menyelenggarakan penelitian di Teluk Jakarta serta Ir. Wahyu B. Setiawan MSc. yang telah memberi masukan dalam penulisan makalah ini.

Daftar Pustaka

- Albani, A. 1979. Recent Shallow Water Foraminiferida From New Shouth Wales. Australian Marine Sciences Association. 54 pp

- Anna, Z. 2003. Model embedded dinamika ekonomi interaksi perikanan-pencemaran. Thesis Pasca Sarjana. IEB. 61 - 63.
- Alve, E. 1990. Variations estuarine foraminiferal biofacies with diminishing oxygen conditions in Drammensfjord, SE Norway. *Paleoeco., Biostratigrafi, Paleoocean., and Tax. of Agglutinated Foram.* 661 - 694.
- Alve, E. 1991. Benthic foraminifera in sediment cores reflecting heavy metal pollution in Sorfyord, western Norway. *Jour. Foram. Res.* 21 (1): 1-19.
- Barker, R.W. 1960. Taxonomic notes. Society of economic paleontologists and mineralogists. Tulsa, USA: 164 pp.
- Kitazato, H. 1988. Ecology of benthic foraminifera in the tidal zone of a rocky shore. *Revue de Palaeobiologie.* 2 : 815 -825.
- Meric, E., N. Avsar, M. Gornus and F. Bergin. 2004. Twin and triplet forms of recent foraminifera from the eastern Aegean Sea, Turkish coast. *Micropaleontology* 50(3) : 297 - 300.
- Muchtar, M. 2002. Distribusi beberapa parameter kimia di perairan muara Sungai Digul dan Arafura, Irian Jaya. *Pesisir dan Pantai Indonesia* VII; 11-22.
- Rositasari, R. 2002. Komunitas foraminifera di Teluk Banten, Jawa Barat. *Dalam Perairan Indonesia; Oseanografi, Biologi dan Lingkungan.* Pusat Penelitian Oseanografi. LIPI, Jakarta. 47 - 54.
- Rositasari, R. 1997. Variasi jenis dan abnormalitas bentuk cangkang *Ammonia* (Foraminifera) di muara sungai Dadap, Teluk Jakarta. *Inventarisasi dan Evaluasi Potensi Laut-Pesisir* II: 7 - 14.
- Rositasari, R. 1999. Perkembangan komunitas foraminifera bentik di perairan estuary tercemar. *Pesisir dan Pantai Indonesia* I: 61 -68
- Simanjuntak, M. 2002. Oksigen terlarut dan apparent oxygen utilization di perairan muara Sungai Digul dan Arafura, Irian Jaya. *Pesisir dan Pantai Indonesia* VII: 1-10.
- Vilela, C. G., D.S. Batista, J.A. Batista-Neto, M. Crapez and J.J. Mcallister 2004. Benthic foraminifera distribution in high polluted sediments from Niteroi Harbor (Guanabara Bay), Rio de Janeiro, Brazil. *An Acad. Bras. Cienc.* v. 76 (1): 165 - 172.