

# Analisis Ekologi Foraminifera Benthik pada Permukaan Sedimen Perairan Muara Sungai Mesjid dan Selat Rupert Pantai Timur Sumatera

Rifardi

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau  
Kampus Bina Widya Sp. Panam. Pekanbaru-Riau-Indonesia  
Telp. 0761-862620 e-mail: fardi64@yahoo.co.id

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan kelompok foraminifera benthik dengan kondisi lingkungan di perairan muara Sungai Mesjid Selat Rupert. *Q-Mode Cluster Analysis* dilakukan berdasarkan spesies foraminifera benthik dominan yang ditemukan di sedimen permukaan dari 6 stasiun di perairan ini. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa foraminifera benthik ditemukan dalam jumlah banyak di daerah bagian tengah Selat Rupert. Sebaliknya jumlah yang kecil/sedikit ditemukan di mulut Sungai Mesjid. Jumlah foraminifera benthik yang paling banyak ditemukan di daerah transisi yang terletak diantara bagian tengah Selat Rupert dan mulut sungai. Berdasarkan hubungan antara data oseanografi, hasil analisis mekanikal sedimen permukaan dengan distribusi foraminifera benthik, maka seluruh foraminifera benthik di esturia Sungai Mesjid Selat Rupert dikelompokkan menjadi tiga kelompok yang masing-masing menempati daerah bagian tengah Selat Rupert yang dipengaruhi oleh massa air laut yang mengalir melalui selat ini, daerah transisi yang merupakan pertemuan dua massa air yaitu massa air dari Selat Malaka dan muara Sungai Mesjid serta yang menempati mulut Sungai Mesjid dan secara dominan dipengaruhi massa air Sungai Mesjid.

**Kata kunci:** foraminifera benthik, sedimen, muara

## Abstract

The main purpose of this study is to explain relationship between group of benthic foraminifera and environment condition on the River Mouth of Mesjid of the Rupert Strait. *Q-mode cluster analysis* was carried out based on the predominant species of benthic foraminifera recognized at surface sediment collected from 6 stations in the sampling site. The results of this study show that a large number of benthic foraminifera were found in the area close to the central part of the strait. On the other hand, small number is recognized in the river mouth. The largest number is seen in transition area located between the central part of the strait and the river mouth. Based on the relationship oceanographic data, mechanical analysis of surface sediment, and benthic foraminifera distribution, the foraminiferal on river mouth of Mesjid of Rupert Strait were grouped into three groups. The first group occupies central area of the strait under the influence of marine water masses flowing through the strait, the second occupies the transition area that may correspond to the boundary between the marine water masses and fresh water masses of Sungai Mesjid and the third inhabitates the river mouth area dominantly influenced by fresh water run from the river.

**Key words:** benthic foraminifera, surface sediment, river mouth

## Pendahuluan

Foraminifera merupakan organisme yang bersel tunggal ditemukan di seluruh lingkungan laut mulai dari daerah intertidal sampai pada laut paling dalam seperti palung laut. Organisme ini hidup mulai dari jutaan tahun yang lalu sampai saat ini, oleh sebab itu sering digunakan oleh berbagai ahli sebagai indeks lingkungan untuk menggambarkan kondisi lingkungan

masa lampau (*palaeoecology*) dan sekarang serta memprediksi kondisi lingkungan masa mendatang.

Penelitian tentang *recent* foraminifera benthik mulai dilakukan pada awal abad ke 19, di sekitar laut kepulauan Jepang. Setelah masa ini, penelitian foraminifera benthik berkembang pesat hampir diseluruh perairan dunia, yang dilakukan oleh banyak ahli diantaranya Hatta & Ujiie (1992), Ujiie & Rifardi

(1993), Hohenegger & Ball (1993), Donnici *et al* (1997), Akimoto *et al* (2002), Rifardi & Oki (1998), dan Rifardi (2002). Tetapi hampir seluruh penelitian itu dilakukan di perairan daerah subtropis, dan sedikit sekali informasi tentang *recent* foraminifera bentik dari perairan tropis.

Sejak perairan Selat Rupat, Kota Dumai Pantai Timur Sumatera menjadi jalur pelayaran nasional dan internasional dan mengalami tekanan ekologis oleh berbagai aktivitas manusia, banyak penelitian yang telah dilakukan di perairan ini oleh berbagai ahli diantaranya Bramawanto *et al* (2000), Rifardi (2001a), Arsanti (2003), Ahmad & Jasmoro (2005), Mubarak & Rasoel (2005), dan Thamrin *et al* (2007). Diantara penelitian-penelitian tersebut, tidak ada penelitian yang berhubungan dengan foraminifera bentik. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan hubungan antara sebaran foraminifera bentik dan kondisi lingkungan berdasarkan data oseanografi dan sedimen permukaan.

## Materi dan Metode

Lokasi penelitian terletak di perairan muara Sungai Mesjid dan Selat Rupat yaitu suatu selat yang dipisahkan dari Selat Malaka oleh Pulau Rupat. Panjang Selat ini dari utara sampai selatan  $\pm$  88 km dan lebar  $\pm$  8 km. Aliran massa air masuk ke Selat Rupat berasal dari arah utara, sedangkan arus surut berasal dari arah selatan (Rifardi, 2001). Kecepatan arus rata-rata pasang yang melalui daerah penelitian berkisar 4,49-16,33 cm/menit, sedangkan kecepatan arus surut rata-rata adalah 21,07-34,99 cm/menit. Di sekitar muara Sungai Mesjid ditumbuhi oleh vegetasi mangrove dari berbagai jenis (Gambar 1).

Sampel sedimen diambil dari 6 stasiun yang tersebar pada kedalaman 1-17 meter. Posisi masing-masing stasiun garis lurus yang tegak lurus terhadap garis pantai (muara Sungai Mesjid). Stasiun 1 berada 200 m dari muara sungai ke arah hulu, stasiun 2 tepat di muara sungai dan stasiun 3, 4, 5 dan 6 ditentukan di depan muara sungai dengan jarak masing-masing stasiun sejauh 200 m dari stasiun sebelumnya (Gambar 2). Sampel sedimen permukaan diambil dengan menggunakan *grab sampler*, dan sebanyak 10 cc sampel dimasukkan kedalam botol film diberi formalin untuk digunakan dalam analisa foraminifera bentik. sampel tersebut dikeringkan dan diayak dengan ayakan berukuran mesh 200 (0,074 mm). Semua foraminifera bentik yang terdapat dalam setiap sampel diambil sampai jumlahnya melebihi 200 individu dan diletakkan dalam *faunal slide*, kemudian diidentifikasi dan dihitung proporsi masing-masing jenis. Identifikasi

mengacu pada berbagai referensi diantaranya Hatta & Ujlie (1992), Ujlie & Rifardi (1993), Hohenegger & Ball (1993), Debenay & Redois (1996), Donnici *et al* (1997), Mackensen (1997), Donnici *et al* (1997), Resig & Cheong (1997), Rifardi & Oki (1998), Akimoto *et al* (2002), dan Rifardi (2002).

Sisa sampel tersebut diatas digunakan untuk analisa ukuran butiran sedimen dengan metoda mekanikal yang dikembangkan oleh Rifardi (2001b). Kerikil dianalisa dengan menggunakan metoda pengayakan kering dan ditimbang. Metoda Emery Settling Tube digunakan untuk menentukan proporsi fraksi pasir, dan metoda pipette untuk fraksi lumpur. Hasil analisa tersebut digunakan untuk menghitung diameter rata-rata sedimen ( $Mz:\bar{E}$ ) dengan rumus Lewis & McConchie (1994).

Pengukuran dan pengambilan sampel air untuk analisis fisika dan kimia oseanografi dilakukan pada masing-masing stasiun. Parameter lingkungan yang diukur adalah pH, salinitas, kekeruhan, kecerahan, kedalaman perairan, oksigen terlarut dan suhu. Pengukuran parameter tersebut dilakukan secara *in situ* kecuali nilai kekeruhan dilaksanakan di laboratorium. Sampel air untuk analisa nilai kekeruhan perairan diambil dari permukaan perairan dan dimasukkan ke dalam botol sampel dan dianalisis menggunakan turbidimeter.

Hasil identifikasi foraminifera bentik dianalisis menggunakan Cluster Analysis berdasarkan spesies dominan yang ditemukan dalam masing-masing stasiun, yaitu spesies yang jumlahnya melebihi 3% dari total rata-rata individu dalam semua sampel (stasiun). Berdasarkan proporsi masing-masing spesies tersebut, diperoleh dendrogram melalui Q-Mode Cluster Analysis (Norusis, 1993). Benthik foraminifera dari 6 stasiun dikelompokkan berdasarkan koefisien similaritas kosine seperti persamaan berikut:

$$\text{Similarity (X, Y)} = \frac{(\sum_i X_i Y_i)}{\sqrt{(\sum_i X_i^2) (\sum_i Y_i^2)}}$$

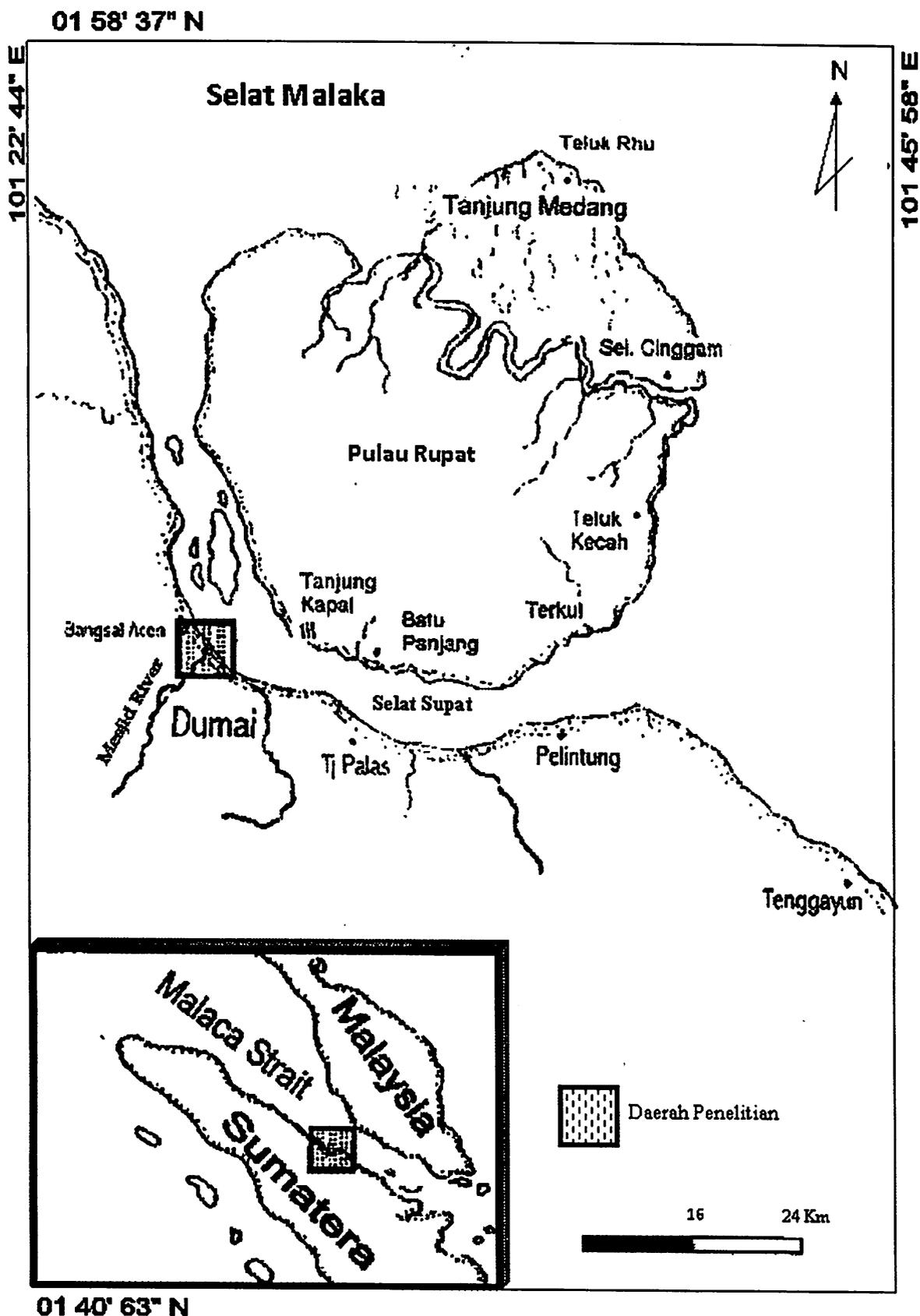
$X_i$  = Jumlah individu spesies / stasiun X

$Y_i$  = Jumlah individu spesies / stasiun Y

## Hasil dan Pembahasan

### *Distribusi jumlah individu dan spesies*

Jumlah foraminifera bentik adalah 125-1.052 ind./ 10 cc sedimen permukaan di daerah muara Sungai Mesjid, dan sebarannya ditunjukkan dalam Gambar 3. Secara umum, jumlah individu lebih besar dari 200 ditemukan pada stasiun-stasiun yang terletak depan



Gambar 1. Peta Selat Rupa yang menunjukkan lokasi penelitian (dalam peta Indeks; setelah Rifardi, 2001).

**Tabel 1.** Parameter fisika dan kimia lokasi penelitian

Stasiun	Salinitas (‰)	O <sub>2</sub> (ppm)	Kecerahan (m)	Kekeruhan (ntu)	Suhu (°C)	pH	Kedalaman (m)	Mz (Ø): Sedimen	Tipe Sedimen
1	5	6,5	0,30	314	29	7,4	5,00	6,11	Lumpur sedang
2	5	7,8	0,50	330	29	7,1	1,50	6,10	Lumpur sedang
3	20	8,2	0,20	346	30	7,6	1,40	4,90	Lumpur sangat kasar
4	28	8,8	1,45	300	31	7,1	18,00	7,50	Lumpur Halus
5	28	8,8	1,55	288	31	7,5	17,00	6,25	Lumpur Sedang
6	30	9,0	1,60	310	32	7,1	16,75	6,06	Lumpur Sedang

**Tabel 2.** Spesies dominan foraminifera benthik masing-masing kelompok

Kelompok	Spesies Dominan	Jumlah Individu	
I	<i>Ammobaculites exiguus</i> (Chusman&Bronnimann)	22-88	
	<i>Ammonia beccarii</i> (Linne) forma A	86-242	
	<i>Ammonia beccarii</i> (Linne) forma B	64-146	
	<i>Discorbis mlra</i> (Chusman)	20-52	
	<i>Eggerella scabra</i> (Williamson)	18-108	
	<i>Elphidium somaense</i> (Takayanagi)	58-92	
	<i>Elphidium subarcticum</i> (Chusman)	26-72	
	<i>Fursenkoina schrebersina</i> (Czjzek)	12-120	
	<i>Pulleniatina obliquiloculata</i> (Parker & Jones)	0-24	
	<i>Quinqueloculina elongata</i> (Natland)	20-48	
	<i>Textularia erlandi</i> (Parker)	68-96	
	<i>Trochammina pacifica</i> (Chusman)	0-24	
	II	<i>Ammonia beccarii</i> forma A	57-598
		<i>Ammonia beccarii</i> forma B	0-114
<i>Eggerella scabra</i> (Williamson)		4-48	
<i>Elphidium somaense</i> (Takayanagi)		26-32	
<i>Elphidium subarcticum</i> (Chusman)		0-24	
<i>Reophax scotti</i> (Chaster)		3-24	
<i>Spirillina limbata</i> (Brady)		1-20	
<i>Textularia aglutinans</i> (d'Orbigny)		0-32	
<i>Textularia erlandi</i>		21-84	
III		<i>Ammonia beccarii</i> forma A	50
	<i>Quinqueloculina elongata</i>	34	

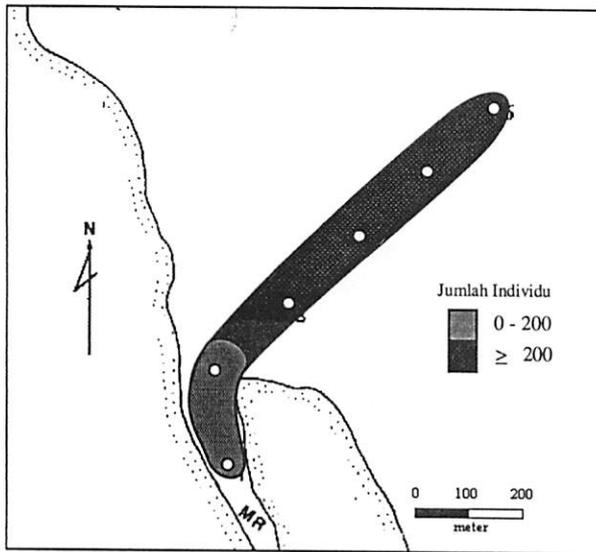
muara Sungai Mesjid mengarah ke tengah selat Rupert (stasiun 3-6). Sebaliknya jumlah individu kecil dari 200, ditemukan pada stasiun yang terletak pada muara Sungai Mesjid (stasiun 1 dan 2).

Jumlah spesies foraminifera benthik berkisar 9-21 dalam 10 cc sedimen permukaan di daerah estuaria Sungai Mesjid, dan sebarannya ditunjukkan dalam Gambar 4. Secara umum, sebaran jumlah spesies menunjukkan pola yang sama dengan sebaran jumlah individu benthik foraminifera (Gambar 3). Jumlah spesies yang lebih besar dari 14 ditemukan pada stasiun yang mengarah ke tengah selat Rupert (stasiun 3-6), sebaliknya jumlah stasiun yang lebih kecil dari 15 ditemukan pada stasiun yang terletak di muara sungai (stasiun 1 dan 2).

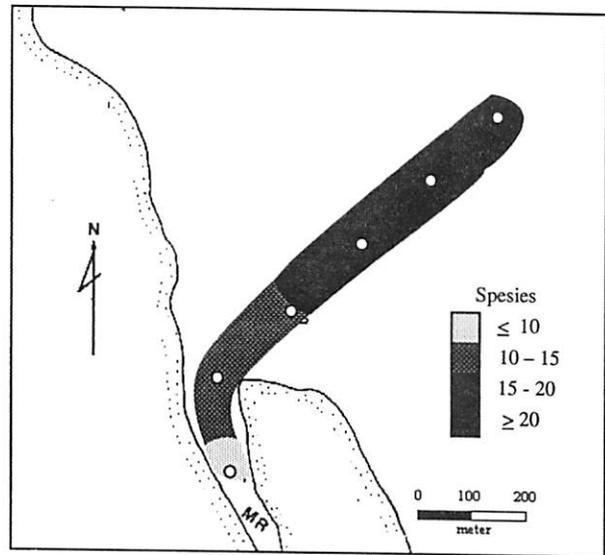
Pola sebaran jumlah individu dan spesies foraminifera benthik diatas terjadi akibat pengaruh kondisi lingkungan yang berbeda antara dua daerah sebaran utama. Tingginya jumlah individu dan spesies pada daerah stasiun 3-6, yang terletak mengarah ke tengah selat Rupert karena daerah ini dipengaruhi oleh

pertemuan massa air yang berasal dari Sungai Mesjid dan arus pasang surut dari tengah selat Rupert. Pertemuan dua massa air yang berbeda menyebabkan partikel-partikel organik yang tersuspensi akan mengendap dan menjadi sumber nutrisi bagi organisme benthik (Oki, 1989; Rifardi *et al*, 1998). Selanjutnya PKSPL (2001) mengatakan bahwa pertemuan massa air yang berasal dari muara dan laut menyebabkan terbentuknya *front*, dan daerah *front* merupakan daerah subur karena plankton terkonsentrasi disini. Berdasarkan kondisi perairan diatas, maka kondisi lingkungan sekitar stasiun 3-6 sesuai dan cocok untuk kehidupan foraminifera benthik.

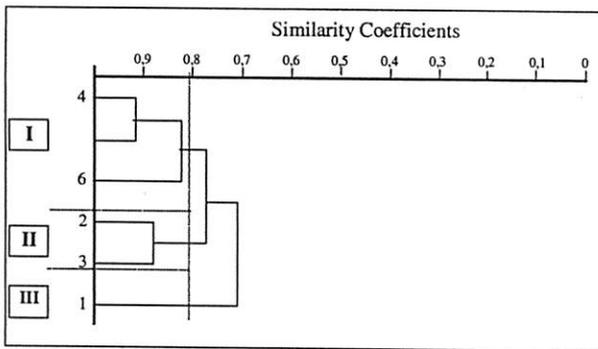
Walaupun secara umum hasil analisis fisika dan kimia oseanografi untuk kedua daerah sebaran tersebut hampir sama (Stasiun 1-2 dan 3-6), konsentrasi salinitas menunjukkan perbedaan yang mencolok seperti pada Tabel 1. Perbedaan nilai salinitas ini memperkuat asumsi di atas bahwa telah terjadi proses pembentukan *front* melalui pertemuan dua massa air yang berbeda. PKSPL (2001) menemukan percampuran dua massa



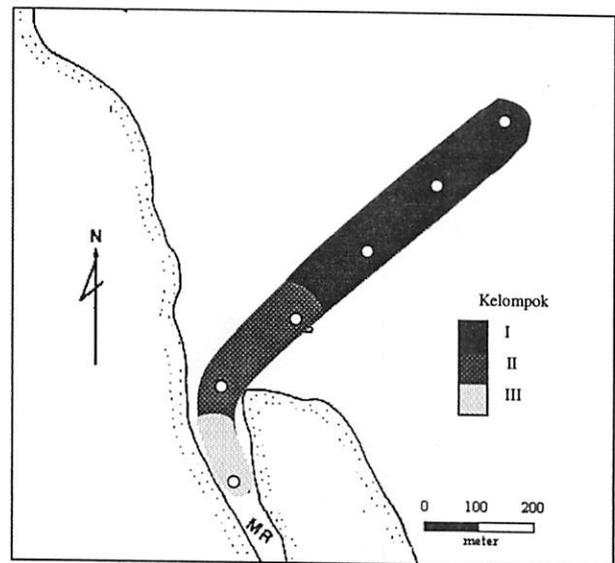
Gambar 3. Sebaran jumlah individu foraminifera benthik



Gambar 4. Sebaran jumlah spesies foraminifera benthik



Gambar 5. Dendrogram foraminifera benthik

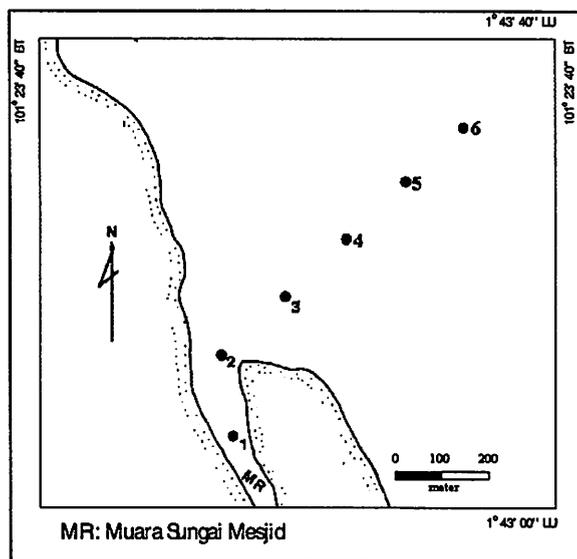


Gambar 6. Distribusi geografi kelompok foraminifera benthik

air yang berbeda di perairan Laut Paya, Kabupaten Karimun Propinsi Kepulauan Riau, dimana massa air yang berasal dari Selat Durian yang dipengaruhi oleh Selat Malaka bertemu dengan massa air dari Sungai Kampar Pulau Sumatera. Salah satu ciri-ciri fisik untuk mengenal secara visual garis pertemuan dua massa air ini adalah adanya buih dan atau sampah-sampah yang mengapung dipermukaan antara kedua massa air. Selanjutnya Rifardi *et al* (1998) mengatakan adanya pertemuan dua massa air di tengah perairan Laut Yatsushiro merupakan laut semi tertutup di Jepang, yaitu massa air yang masuk melalui Selat

Gannoshiri bertemu dengan massa air yang berasal pantai Pulau Goshonoura Sedimen pada lokasi pertemuan ini dicirikan oleh tingginya kelimpahan cangkang foraminifera planktik.

Jumlah foraminifera benthik tertinggi ditemukan pada stasiun 3 yaitu 1.052 individu dalam 10 cc sedimen permukaan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa garis pertemuan (*front formation*) dua massa air tersebut terjadi pada stasiun 3. Hal ini didukung parameter fisika dan kimia perairan, yang menunjukkan bahwa stasiun 3 dicirikan oleh nilai kedalaman (1,4



Gambar 2. Lokasi Stasiun Penelitian

m) dan kecerahan (0,2 m) terendah, dan nilai kekeruhan tertinggi (346 ntu) serta fraksi sedimen dengan tipe dan diameter yang paling kasar.

Jumlah individu dan spesies terendah ditemukan pada lokasi stasiun 1 dan 2 yang terletak dimuara Sungai Mesjid. Lokasi ini secara dominan dipengaruhi kondisi lingkungan dengan salinitas rendah (5 ppm) dari massa air Sungai Mesjid. Kondisi lingkungan pada lokasi ini tidak cocok untuk kehidupan foraminifera benthik. Hal yang sama juga ditemukan oleh Rifardi (2002) di perairan sekitar Laut Yatsushiro, Jepang yang didominasi oleh massa air salinitas rendah.

### Cluster analysis dan hubungannya dengan faktor lingkungan

Berdasarkan frekuensi spesies dominan foraminifera benthik dari perairan muara Sungai Mesjid Selat Rupaat dilakukan cluster analysis. Sampel yang berasal dari 6 stasiun dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok pada koefisien similaritas 0,8 dalam sebuah dendrogram (Gambar 5), dan sebaran geografisnya ditunjukkan pada Gambar 6.

Kelompok I, dicirikan oleh spesies dominan *Ammobaculites exiguus*, *Ammonia beccarii* Forma A, *A. beccarii* forma B, *Discorbis mira*, dan lainnya seperti Tabel 2, dan disusun oleh 3 stasiun yaitu stasiun 4, 5 dan 6. Ciri-ciri sedimen permukaan kelompok ini didominasi oleh tipe sedimen lumpur halus sampai lumpur sedang (Mz  $\Phi$ : 6,06-7,50  $\Phi$ ), salinitas perairan 28-30‰. Kelompok I berada pada lokasi yang secara dominan dipengaruhi oleh massa air Selat Rupaat.

Selain itu kedalaman lokasi ini (16-18 m) mendekati kedalaman rata-rata Selat Rupaat (20-30 m; Amin et al, 1996). Selanjutnya menurut Rifardi (2001a), sumber sedimen yang terdistribusi di daerah ini dibawa oleh arus pasang surut yang mengalir dari Selat Malaka. Murray (1973) menyatakan bahwa *Ammonia beccarii* adalah spesies yang berasal dari massa air sekitar pantai seperti laguna dan inner shelf, dan Oki (1989) menemukan spesies ini dominan di daerah perairan dangkal sepanjang pantai Teluk Kagoshima.

Kelompok II, ciri-cirinya hampir sama dengan Kelompok I tetapi jumlah spesies dan jumlah individu masing-masing spesies dominan berbeda (Tabel 2). Kelompok ini dicirikan oleh foraminifera benthik dari spesies *Ammonia beccarii* forma A, *A. beccarii* forma B dan *Textularia erlandi*. *Ammonia beccarii* forma A ditemukan dalam jumlah yang paling dominan diantara seluruh stasiun sampling dan kelompok lainnya, kondisi ini mengindikasikan bahwa lokasi kelompok II merupakan lokasi transisi dan pertemuan dua massa air yaitu massa air dari Selat Malaka dan Muara Sungai Mesjid. Rifardi et al (1998) menemukan banyaknya jumlah individu foraminifera benthik di daerah pertemuan dua massa air disebabkan oleh adanya pasokan plankton yang masuk ke daerah tersebut melalui arus pasang surut. Distribusi *Ammonia beccarii* forma A di Teluk Matsushima dipengaruhi oleh masukan massa air laut yang mengandung makanan terutama bahan organik dan massa air sungai (Matoba, 1970). Indikasi ini diperkuat oleh hasil pengukuran dan analisis fisika dan kimia air, dimana pada lokasi kelompok II dicirikan oleh kekeruhan air tertinggi (330-346 ntu), salinitas (5-20‰), dan sedimen permukaan didominasi oleh tipe sedimen lumpur sedang sampai lumpur sangat kasar (Mz  $\Phi$ : 4,9-6,1  $\Phi$ ), (Tabel 1).

Kelompok III dicirikan oleh spesies dominan *Ammonia beccarii* Forma A dan *Quinqueloculina elongata* seperti Tabel 2, dan hanya tersusun oleh stasiun 1. Ciri-ciri sedimen permukaan kelompok ini didominasi oleh tipe sedimen lumpur sedang (Mz  $\Phi$ : 6,11  $\Phi$ ), salinitas perairan 5‰. Semua ciri-ciri ini mengindikasikan bahwa perairan/lokasi kelompok I secara dominan dipengaruhi oleh massa air Sungai Mesjid, sedangkan pengaruh massa air laut hanya terjadi pada saat arus pasang mengalir melalui lokasi ini.

### Kesimpulan

Distribusi foraminifera benthik di perairan muara Sungai Mesjid selat Rupaat tidak dipengaruhi oleh pola distribusi sedimen permukaan. Populasi foraminifera benthik di perairan muara Sungai Mesjid

dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yaitu kelompok I terdiri dari *Ammobaculites exiguus*, *Ammonia beccarii* (Linne) forma A, *Ammonia beccarii* (Linne) forma B, *Discorbis mira*, *Eggerella scabra*, *Elphidium somaense*, *Elphidium subarcticum*, *Fursenkoina schreibersina*, *Pulleniatina obliquiloculata*, *Quinqueloculina elongata*, *Textularia erlandi*, *Trochammina pacifica*, menempati lokasi yang secara dominan dipengaruhi oleh massa air Selat Rupa; kelompok II terdiri dari *Ammonia beccarii* (Linne) forma A, *Ammonia beccarii* (Linne) forma B, *Eggerella scabra*, *Elphidium somaense*, *Elphidium subarcticum*, *Reophax scotti*, *Spirillina limbata*, *Textularia agluthans*, *Textularia erlandi*, ditemukan pada perairan/lokasi transisi, dan pertemuan dua massa air yaitu massa air dari Selat Malaka dan muara Sungai Mesjid; kelompok III terdiri dari *Ammonia beccarii* (Linne) forma A, *Quinqueloculina elongata*, menempati perairan/lokasi yang secara dominan dipengaruhi oleh massa air Sungai Mesjid.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada kelompok mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau atas partisipasinya dalam pengambilan sampel lapangan.

### Daftar Pustaka

- Ahmad, M. & Jasmoro. 2005. Perikanan di kelurahan Purnama Kota Dumai. Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Perairan Lembaga Penelitian Universitas Riau. *Jurnal Ilmu Perairan (Aquatic Science)* 2 (2): 9-12.
- Akimoto, K., Chisato, M., Akiko, S., & Keiko, F., 2002. Atlas of Holocene Benthic Foraminifera of Shimabara Bay, Kyushu, Southwest Japan. KAUM Monographs. The Kagoshima University Museum. 112p.
- Arisanti, Y. 2003. Distribusi Vertikal Logam Berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn) Pada Sedimen Perairan Pantai Dumai. Pusat Penelitian Kawasan Pantai dan Perairan. Lembaga Penelitian Universitas Riau.
- Bramawanto, R., Rifardi, & M. Ghalib., 2000. Karakteristik Gelombang dan Sedimen di Pelabuhan Stasiun Kelautan Universitas Riau dan sekitarnya, Selat Rupa Pantai Timur Sumatera. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Univ. Riau*. 5 (13): 25-38.
- Boltovskoy, E., Giussani, G., Watanabe, S. & Wright, R., 1980. Atlas of benthic self foraminifera of the southwest Atlantic. Dr. W. Junk b.v. Publisher., 147p.
- Debenay, J., P. & Fabrice, R., 1997. Distribution of the Twenty Seven Dominant Species of Shelf Benthic Foraminifers on the Continental Shelf, North of Dakar (Senegal). *Marine Micropaleontology*. (29): 237-255.
- Donnici, S., Rossana, S., B. & Giancarlo, T., 1997. Living Benthic Foraminifera in the Lagoon of Venice (Italy): Population Dynamics and its Significance. *Micropaleontology* 43 (44):440-454
- Harloff, J. & Mackensen., 1997. Recent Benthic Foraminiferal Associations and Ecology of the Scotia Sea and Argentine Basin. *Marine Micropaleontology*. (31): 1-29.
- Hatta, A. & Ujiie, H., 1992. Benthic foraminifera from coaral seas between Ishigaki and Iriomote Islands, southern Ryukyu Island Arc, northwestern Pacific. *Bull. Coll. Sci., Univ. Ryukyus*, (53): 49-119.
- Hohenegger, J., Piller, W. E. and Ball. C., 1993. Horizontal and vertical spatial microdistribution of foraminifers in the shallow subtidal Gulf of Trieste, Northern Adriatic Sea. *Jour. Foraminifera Res.*, 23 (2): 79-101.
- Lewis & McCinchie, D., 1994. Analytical Sedimentology. Chapman and Hall. 197p.
- Mubarak & Rasoel, H. 2005. Model Dua Dimensi Penyebaran Nitrit dan Nitrat di Perairan Sekitar Muara Sungai Masjid. Program Hibah Kompetisi A2 Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.
- Norusis, M. J. 1993. SPPSS for Unix, Professional Statistics Release 5.0. SPSS Inc. 345p.
- Oki, K. 1989. Ecological Analysis of Benthic Foraminifera in Kagoshima Bay, South Kyushu, Japan. *South Pacific Study* 10(1): 1-191.
- PKSPL-Faperika UNRI, 2001. Studi Rona Lingkungan di Laut Paya OPKK III Kundur Dalam Rangka ISO 14001, 238 halaman.
- Resig, J., M. & Hue, K., C., 1997. Pliocene-Holocene Benthic Foraminiferal Assemblages and Water Mass History, ODP 806, Western Equatorial Pacific. *Micropaleontology*. 43 (4): 419-439.
- Rifardi & Oki, K., 1998. Relative Sedimentation Rates and Taphonomy Inferred from the L/TI Values of Benthic Foraminifers in the Southern Yatsushiro

- Kai (Sea), Southwest Kyushu, Japan. *Fossil.* (65): 10-30.
- Rifardi, Oki, K. & Tomiyasu, T., 1998. Sedimentary Environments Based on Textures Surface Sediments and Sedimentation rates in the South Yatsushiro Kai (Sea), Southwest Kyushu, Japan. *Jour. Sedimentol. Soc. Japan.* (48): 67-84.
- Rifardi. 2001. Study on Sedimentology from the Sungai Mesjid Estuary and its Environs in the Rupa Strait, the East Coast of Sumatera Island. *Journal of Coastal Development.* 4(2): 87-97.
- Rifardi. 2002. Ecological Analysis of Living Benthic Foraminifera in Surface Sediments from the South Yatsushiro Kai (Sea), Southwest Kyushu, Japan. *Journal of Coastal Development.* 5(3): 117-129.
- Rifardi. 2006. Studi Muatan Tersuspensi di Perairan Laut Paya Pesisir Pulau Kundur Kabupaten Karimun Propinsi Kepulauan. *Jurnal Ilmu Kelautan.* Univ. Riau. 21 (VI): 62-71.
- Thamrin., Khairul, A. dan Mubarak. 2007. Pola Penyebaran Minyak di Perairan Selat Rupa Dumai, Riau. *Journal of Environmental Science.* 1(1): 42-49.
- Ujile and Rifardi., 1993. Some Benthic Foraminifera from the Ora River Estuary and its Environs, Okinawa. *Bull. Coll. Sci., Univ. Ryukyus,* (56): 121-143.