

**KOMPOSISI DAN DISTRIBUSI FORAMINIFERA BENTIK DI EKOSISTEM
TERUMBU KARANG PADA KEPULAUAN SERIBU**

***THE COMPOSITION AND DISTRIBUTION OF BENTHIC FORAMINIFERA AT
CORAL REEF ECOSYSTEM IN THOUSANDS ISLAND***

Lumban Nauli Lumban Toruan¹, Dedi Soedharma², dan Kresna Tri Dewi³

¹Jurusan Perikanan dan Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Nusa Cendana,
Nusa Tenggara Timur; E-mail: naulitoruan@yahoo.com

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, FPIK-IPB, Bogor

³Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan (P3GL), Bandung

ABSTRACT

Composition and distribution of foraminifers are affected by human activities and have close association with coral reef ecosystem. The aims of this research were to investigate the benthic foraminifers' composition and distribution in sediment of coral reef ecosystem. Eleven stations of Karang Bongkok, Pramuka, and Onrust Island were observed in this study. The sediments were taken from surface substrate up to 2 cm under the substrate. Samples were washed on sieve with mesh size 0,063 mm, and then dried in oven with 50°C of temperature for two hours. After separating from the sediment, the foraminifers were laid on foraminiferal slide and indentified using binocular microscope. The highest composition of symbiont-bearing foraminiferal assemblages which associated with reef ecosystem was in East Pramuka (78.17%) and the lowest was in South Onrust (21.83%). The opportunistic type had the highest composition in South Onrust (38.67%) and the lowest was in South Karang Bongkok. In west Pramuka had the highest composition of heterotrophic type (57.17%) and the lowest was in North Onrust (11.33%). Onrust Island was dominated by opportunistic type, indicating high nutrient. The highest amount of foraminifers' taxa was found in Karang Bongkok with good coral reef coverage, while the lowest in Onrust facing with Jakarta Bay.

Keywords: *composition, distribution, benthic foraminifers, coral reef.*

ABSTRAK

Komposisi dan distribusi foraminifera dipengaruhi oleh aktivitas manusia di pesisir dan memiliki asosiasi yang erat dengan terumbu karang. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komposisi dan distribusi foraminifera bentik di sedimen pada ekosistem terumbu karang. Sebelas stasiun pada Pulau Karang Bongkok, Pramuka, dan Onrust dipilih sebagai lokasi penelitian. Sampel foraminifera diperoleh dengan mengambil sedimen dasar perairan sampai 2 cm di bawah permukaan sedimen. Sampel tersebut dicuci dengan air mengalir dalam saringan 0,063 mm, lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama dua jam yang kemudian diletakkan pada *foraminiferal slide* untuk diidentifikasi dengan mikroskop binokuler. Foraminifera tipe simbiosis alga dengan komposisi tertinggi terdapat pada Stasiun Pramuka Timur (78,17%), sedangkan yang terendah terdapat pada Stasiun Onrust Selatan (21,83%). Komposisi foraminifera tipe oportunistik tertinggi berada pada Stasiun Onrust Selatan (38,67%) dan terendah di Stasiun Karang Bongkok Selatan (2,50%). Stasiun Pramuka Barat memiliki komposisi tertinggi untuk tipe heterotrofik (57,17%), dan yang terendah pada tipe ini berada di Stasiun Onrust Utara (11,33%). Pulau Onrust yang tidak memiliki terumbu karang didominasi oleh foraminifera jenis oportunistik sebagai indikator tingginya konsentrasi nutrisi. Jumlah taksa foraminifera tertinggi terdapat di Pulau Karang Bongkok yang memiliki penutupan karang yang baik dan terendah di Pulau Onrust yang berhadapan dengan Teluk Jakarta.

Kata kunci: komposisi, distribusi, foraminifera bentik, terumbu karang.

I. PENDAHULUAN

Ekosistem terumbu karang di wilayah Kepulauan Seribu merupakan salah satu ekosistem pesisir dengan biodiversitas yang tinggi dan memiliki sumberdaya alam yang sangat menarik bagi beragam aktivitas perairan. Sebagai kawasan yang sebagian besar wilayahnya ditetapkan sebagai taman nasional, ekosistem terumbu karang di Kepulauan Seribu menunjukkan kondisi yang semakin buruk akibat eksploitasi dan dampak pencemaran dari wilayah sekitar Jakarta dan Banten. Hasil pemantauan yang dilakukan oleh Fadila dan Idris (2009) pada Kepulauan Seribu menunjukkan adanya penurunan rerata penutupan karang keras dari 33,1% pada tahun 2003 menjadi 31,7% pada tahun 2007. Selain itu terjadi penurunan kelimpahan rerata karang keras dari 46.015 koloni/ha pada tahun 2005 menjadi 35.878 koloni/ha pada tahun 2007 (Estradivari *et al.*, 2009). Degradasi yang paling tinggi terjadi di area pulau-pulau bagian selatan yang berdekatan dengan Teluk Jakarta. Degradasi lingkungan pada wilayah ini akan berpengaruh terhadap eksistensi berbagai ekosistem lain beserta organisme yang berasosiasi.

Salah satu kelompok organisme yang mendiami ekosistem terumbu karang adalah foraminifera. Foraminifera merupakan salah satu kelompok organisme yang bersimbiosis dan memiliki asosiasi yang sangat erat dengan terumbu karang. Nybakken dan Bertness (2006) menyatakan keberadaan foraminifera bentik dapat meningkatkan proses kalsifikasi terumbu karang antara 20 sampai 40 kali dibandingkan dengan yang tidak berasosiasi dengan foraminifera bentik tersebut. Berkaitan dengan siklus hidupnya yang singkat serta pola adaptasinya, fauna renik seperti foraminifera bentik dapat segera merespon perubahan lingkungan (Day *et al.*, 1989), oleh karena

itu organisme ini sangat meyakinkan dalam penggunaannya untuk menilai kondisi lingkungan perairan. Perubahan yang mencolok dari eksistensi foraminifera dapat digunakan sebagai indikator ekologi untuk menduga kualitas ekosistem terumbu karang.

Hallock *et al.* (1995) dan Cockey *et al.* (1996) in Scott *et al.* (2004) telah memantau adanya hubungan antara kumpulan foraminifera bentik dengan kondisi terumbu karang di Amerika. Negara Australia telah menggunakan foraminifera sebagai salah satu bagian dari pemantauan kondisi terumbu karang (*Reef Plan Marine Monitoring Programme*) sejak tahun 2008 (Schaffelke *et al.*, 2008). Uraian tersebut menunjukkan adanya asosiasi yang kuat antara foraminifera bentik dengan terumbu karang. Karena kuatnya asosiasi kedua kelompok organisme tersebut, maka aktivitas manusia yang mempengaruhi ekosistem terumbu karang akan mempengaruhi komposisi dan distribusi fauna bentik ini.

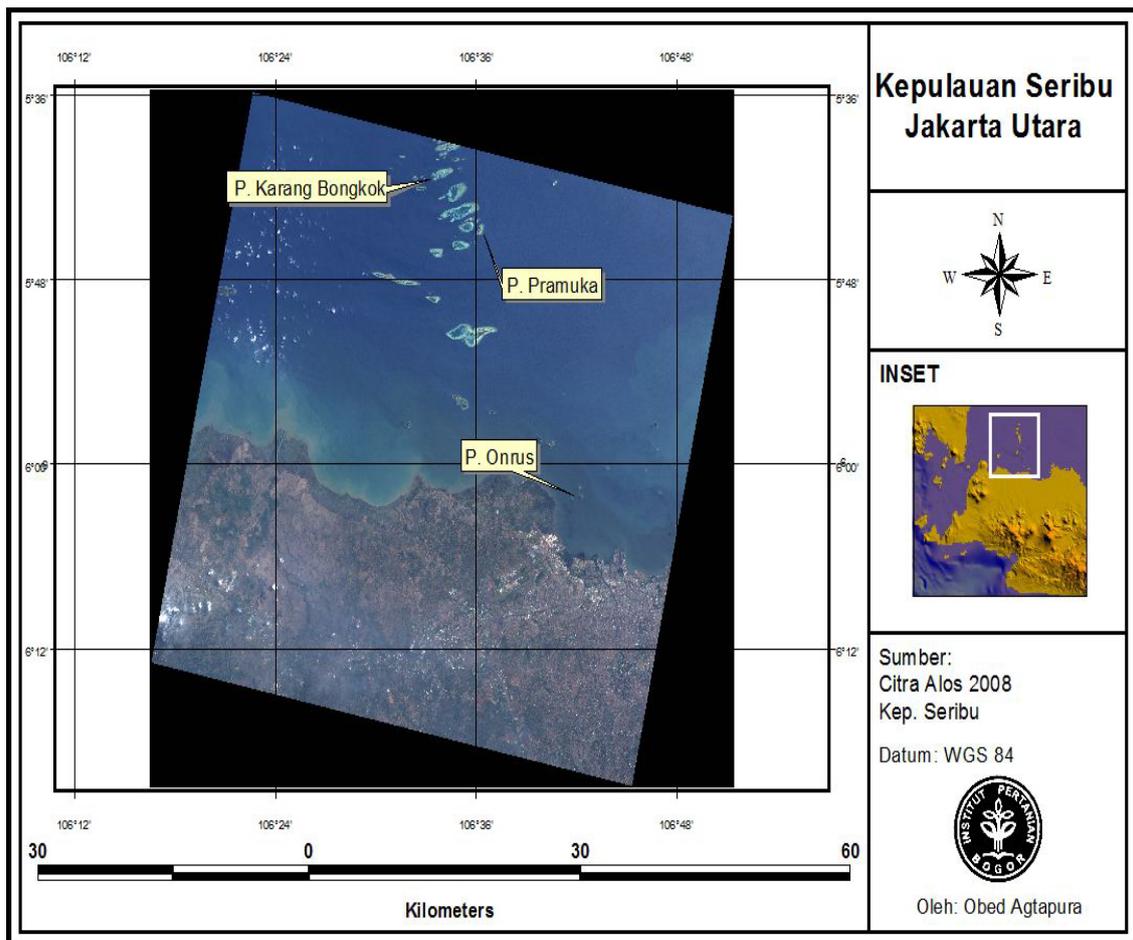
Beberapa kajian mengenai foraminifera bentik telah dilakukan di Indonesia, khususnya di Kepulauan Seribu. Helfinalis dan Rositasari (1988) menemukan kumpulan *Calcarina* yang melimpah di ekosistem terumbu karang yang masih baik di Pulau Pari. Renema (2008) mendapatkan foraminifera bentik kelompok fungsional simbiosis alga di area terumbu karang di Kepulauan Seribu. Pada wilayah yang berada di luar ekosistem terumbu karang di Pulau Bidadari, Pulau Pramuka, dan Pulau Belanda, foraminifera kelompok oportunistik akan melimpah melampaui kelompok foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang (Dewi *et al.*, 2010). Berbagai kajian tersebut menunjukkan adanya preferensi habitat dari masing-masing kelompok fungsional foraminifera bentik. Oleh karena itu penelitian ini diadakan untuk mengkaji komposisi dan

distribusi foraminifera bentik di sedimen pada ekosistem terumbu karang pada kondisi ekosistem terumbu karang yang berbeda di Kepulauan Seribu.

II. METODE PENELITIAN

Sebelas stasiun, masing-masing empat stasiun pada Pulau Karang Bongkok, empat stasiun pada Pulau Pramuka, dan tiga stasiun pada Pulau Onrust dipilih sebagai lokasi penelitian (Gambar 1) pada Bulan April 2011. Sampel foraminifera diperoleh dengan mengambil sedimen dasar perairan sampai kedalaman 2 cm di bawah permukaan sedimen. Sampel tersebut dicuci dengan air yang mengalir dalam saringan 0,063 mm, lalu dikeringkan menggunakan oven

pada suhu 50°C selama dua jam. Sampel foraminifera diletakkan pada *foraminiferal slide* untuk proses identifikasi menggunakan mikroskop binokuler dan diambil sebanyak 300 individu dalam setiap sampel (Hallock *et al.*, 2003). Identifikasi yang digunakan mengacu pada Adisaputra *et al.* (2010), Albani dan Yassini (1993), Barker (1960), Loeblich dan Tappan (1994), dan Nobes dan Uthicke (2008). Uji t digunakan untuk melihat perbedaan nilai respon antar stasiun (Schueth dan Frank, 2008). Uji t dalam penelitian ini merupakan uji dua pihak dengan menguji kesamaan dua rata-rata dengan selang kepercayaan 95%. Formula Uji t berdasarkan Hammer dan Harper (2006).

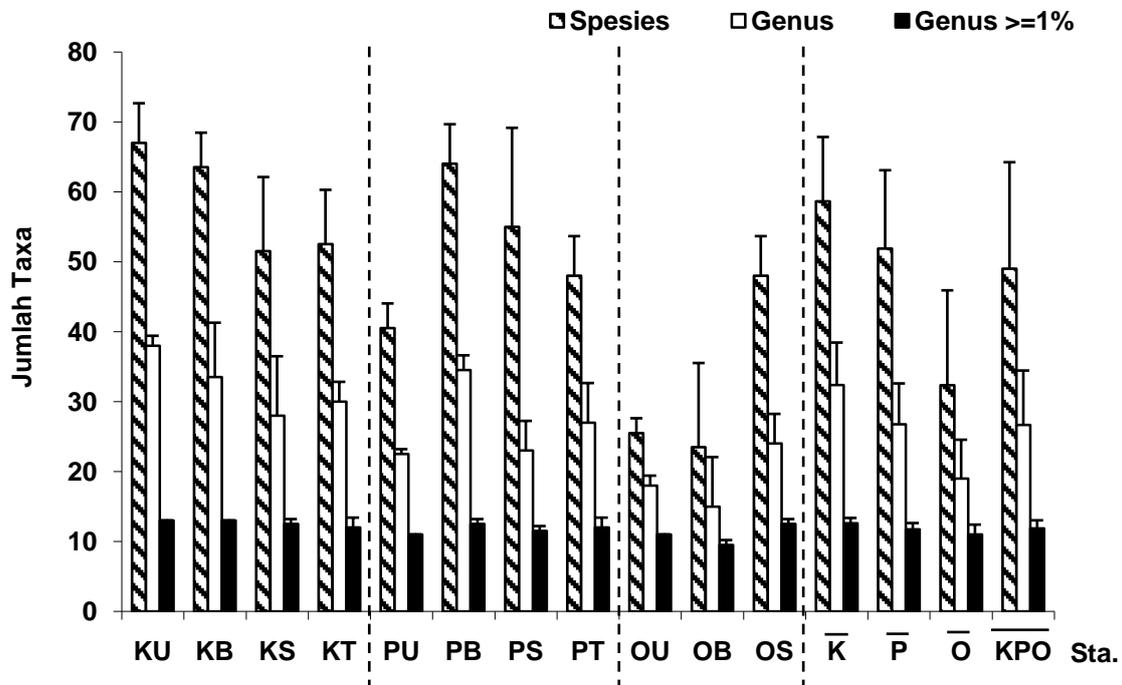


Gambar 1. Lokasi penelitian.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak enam ordo foraminifera bentik teridentifikasi dalam 179 spesies dari 53 genera. Keenam ordo tersebut adalah Astrorhizida, Buliminida, Lagenida, Miliolida, Rotaliida, dan Textulariida. Rerata kisaran jumlah spesies dari seluruh stasiun pengamatan adalah 24-67 spesies, rerata jumlah genus berkisar antara 15-38 genera, sedangkan taksa yang memiliki kelimpahan relatif pada setiap genus $\geq 1\%$ berkisar antara 10 -13 genera. Baik jumlah spesies dan genus yang rendah berada pada Stasiun Onrust Barat, sedangkan yang tinggi berada pada Stasiun Karang Bongkok Utara (Gambar 2). Secara umum, jumlah taksa tertinggi berada di Pulau Karang Bongkok dan makin menurun ke arah selatan, yaitu saat mendekati Teluk Jakarta yang memiliki tingkat pencemaran perairan yang tinggi. Hasil penelitian ini melengkapi kajian yang telah dilakukan van der Meij *et al.*

(2009) tentang moluska dan van der Meij *et al.* (2010) mengenai terumbu karang. Penurunan jumlah taksa pada foraminifera, moluska, dan terumbu karang terjadi pada wilayah yang berdekatan dengan area yang mengalami tekanan akibat aktivitas manusia. Fauna karang di Teluk Jakarta pada tahun 2005 telah berkurang sebesar 45% bila dibandingkan dengan tahun 1920, sedangkan penurunan kekayaan spesies pada moluska lebih tajam lagi yaitu sebesar 66% bila dibandingkan dengan kekayaan spesies pada tahun 1937/1938. Pemulihan fauna karang dan organisme yang berasosiasi tersebut menjadi lebih lambat akibat dampak antropogenik dibandingkan dengan peristiwa alamiah seperti kenaikan/penurunan muka laut secara ekstrim, proses predasi, dan pemanasan global. Hal ini menunjukkan besarnya pengaruh manusia dalam jangka panjang terhadap eksistensi fauna di ekosistem terumbu karang.

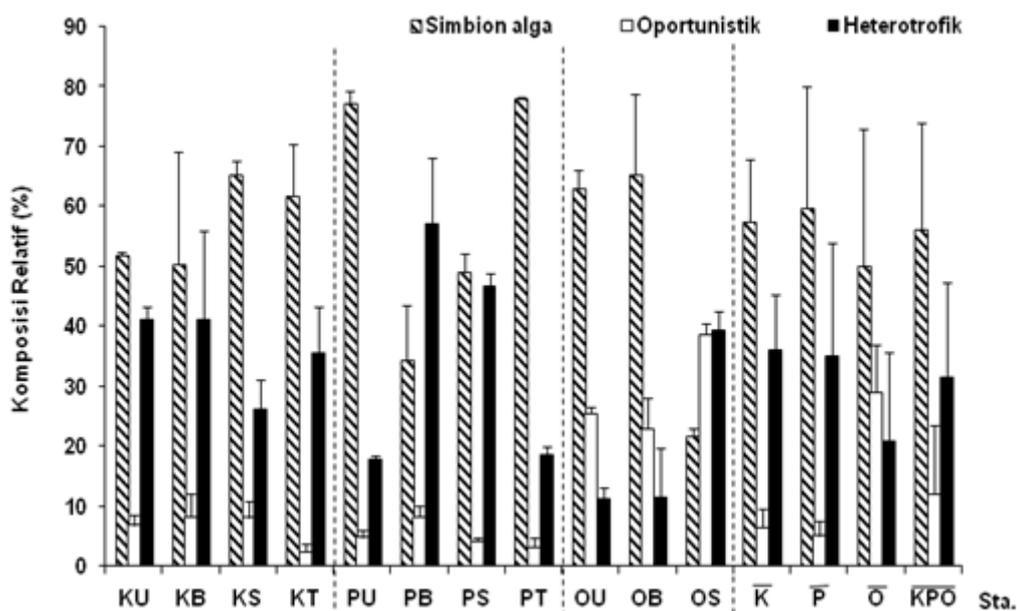


Gambar 2. Jumlah taksa foraminifera bentik. Keterangan : K=Karang Bongkok, P=Pramuka, O=Onrust, U=Utara, B=Barat, S=Selatan, T=Timur.

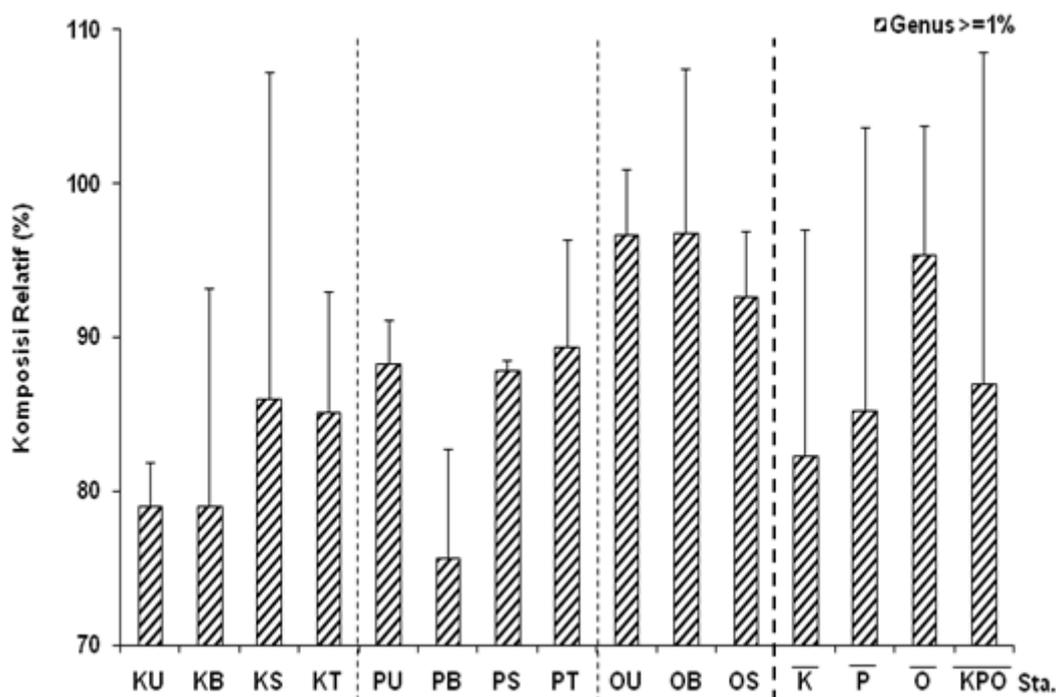
Komposisi kelompok fungsional simbion alga umumnya memiliki kelimpahan relatif tertinggi diikuti tipe heterotrofik dan tipe oportunistik (Gambar 3). Komposisi foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang tertinggi terdapat pada Stasiun Pramuka Timur (78,17%), sedangkan yang terendah terdapat pada Stasiun Onrust Selatan (21,83%). Pada tipe oportunistik, komposisi kelimpahan relatif tertinggi berada pada Stasiun Onrust Selatan (38,67%) dan terendah di Stasiun Karang Bongkok Selatan (2,50%). Stasiun Pramuka Barat memiliki kelimpahan relatif tertinggi untuk tipe heterotrofik (57,17%), dan kelimpahan relatif terendah pada tipe ini berada di Stasiun Onrust Utara (11,33%). Perbedaan komposisi foraminifera tipe simbion alga dan heterotrofik tidak nyata pada ketiga pulau, namun pada tipe oportunistik perbedaan tersebut sangat nyata antara Pulau Karang Bongkok dan Pulau Onrust serta antara Pulau Pramuka dan Pulau Onrust (uji t , $\alpha = 0,01$). Tipe oportunistik merupakan tipe yang mendominasi area yang kaya akan zat

hara dimana kompetisi akan sumberdaya makanan menjadi minimal. Area yang kaya nutrisi tersebut terletak pada wilayah yang mendapat masukan cukup tinggi dari daratan akibat aktivitas manusia. Pada wilayah yang tertekan secara ekologi tersebut, tipe oportunistik dapat beradaptasi pada kondisi eutrofik dan berkembang biak dengan baik (Hallock *et al.*, 2003).

Penggunaan komposisi kelimpahan relatif yang memberikan kontribusi minimal 1% menyebabkan tereduksinya kelimpahan relatif, sehingga komposisi kelimpahan tertinggi terdapat di Stasiun Onrust Barat (96,83%) dan terendah di Stasiun Pramuka Barat (75,67%) (Gambar 4). Jumlah genus mengalami penurunan menjadi 13 genera. *Calcarina* merupakan tipe simbion alga yang umumnya mendominasi seluruh stasiun (0,67-44,50%, $\bar{x} = 25,08\%$, $SD = 15,16$). *Rosalina* adalah tipe heterotrofik yang kelimpahan relatifnya paling rendah (0-5,00%, $\bar{x} = 1,21\%$, $SD = 1,51$) dan hanya terdapat pada sembilan stasiun.



Gambar 3. Komposisi relatif kelompok fungsional foraminifera bentik.



Gambar 4. Komposisi relatif foraminifera bentik dominan.

Seluruh genus dominan yang diperoleh pada penelitian ini merupakan genus yang umum ada di Kepulauan Seribu dengan kelimpahan yang berbeda antar pulau (Helfinalis dan Rositasari, 1988; Natsir, 1994; Suharti *et al.*, 1994; Renema, 2008; Dewi *et al.*, 2010; Natsir, 2010; Natsir dan Subkhan, 2010, 2011). Pulau yang pernah dikaji tersebut antara lain Pulau Onrust, Pulau Bidadari, Pulau Nirwana, Pulau Rambut, Pulau Pari, Pulau Tikus, Pulau Burung, Pulau Tengah, Pulau Tidung Besar, Pulau Pramuka, Pulau Kotok Besar, Pulau Pemagaran, Pulau Bira, Pulau Belanda, Pulau Pelangi, Pulau Papate, Pulau Ringgit, Pulau Peteloran Timur, Pulau Genteng Kecil, dan Pulau Genteng Besar.

3.1. Kelompok Symbion Alga

3.1.1. *Calcarina*

Calcarina merupakan epifauna yang umumnya melimpah di perairan Teluk Jakarta dan Kepulauan Seribu. Genus ini umumnya berada pada kondisi perairan yang memiliki substrat lumpur

sampai pecahan karang dan juga pada kondisi ekosistem karang yang baik dengan energi air yang cukup besar, baik arus maupun gelombang perairan.

Helfinalis dan Rositasari (1988) dalam penelitiannya di Pulau Pari yang berada di sebelah selatan Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu, merekomendasikan bahwa kelompok Calcarinid merupakan indikator ekosistem terumbu karang. Indikasi tersebut berdasarkan kenyataan bahwa epifauna ini mampu beradaptasi dengan baik pada lingkungan terumbu karang (Rositasari, 1997). Hasil penelitian ini didukung hasil penelitian Natsir (2010), dimana pada Pulau Kotok Besar yang berada di barat laut Pulau Pramuka menemukan kelimpahan dari famili Calcarinidae tertinggi dibandingkan jenis-jenis lainnya, namun ditemukan dalam jumlah yang rendah di Pulau Nirwana yang berdekatan dengan Pulau Onrust. Pada penelitian ini terdapat tiga spesies *Calcarina*, yaitu *C. spengleri* sebagai spesies dominan diikuti *C. mayori* lalu *C. defrancii*.

Murray (2006) menuliskan bahwa *C. spengleri* hidup pada substrat keras di ekosistem karang yang terbuka dengan kelimpahan yang tinggi pada perairan yang memiliki kandungan nutrisi tinggi. Pada penelitian tahun 1929 di Teluk Jakarta, *C. spengleri* yang ditemukan menempati habitat berlumpur (*mud*), rata-rata karang, lereng karang, dan laguna (Tomascik *et al.*, 1997). Troelstra *et al.* (1996) mendapatkan spesies ini di Spermonde, Sulawesi Selatan mendiami seluruh area terumbu karang dari intensitas cahaya yang tinggi sampai yang rendah, substrat yang lembut sampai keras, energi perairan yang rendah sampai sedang, serta kondisi perairan yang oligotrofik sampai eutrofik. Kemampuan *C. spengleri* untuk hidup pada perairan eutrofik mengindikasikan jenis ini merupakan pemangsa aktif dan tidak tergantung pada endosimbion saat kandungan organik perairan menjadi tinggi sehingga dapat dikelompokkan sebagai tipe oportunistik. Namun meskipun dikelompokkan dalam tipe oportunistik, habitat *C. spengleri* terbatas pada laut dangkal di sekitar karang. Hal ini berbeda dengan tipe oportunistik lain seperti *Ammonia* dan *Elphidium* yang dapat hidup dari laut dangkal hingga laut terbuka baik di lingkungan terumbu karang maupun ekosistem laut lainnya.

C. spengleri di Stasiun Onrust Utara dan Stasiun Onrust Barat yang terpapar langsung dengan laut lepas dengan substrat pecahan karang dan pasir memiliki kelimpahan yang tinggi dibandingkan dengan Stasiun Onrust Selatan. Stasiun Onrust Selatan lebih mendukung eksistensi kelompok oportunistik dan heterotrofik lainnya seperti *Elphidium* dan *Ammonia* dibandingkan seluruh jenis *Calcarina*. Selain itu kelimpahan *C. spengleri* di Stasiun Onrust Barat yang didominasi oleh pecahan karang lebih tinggi dibandingkan Stasiun Onrust Utara yang didominasi substrat

pasir. Hal ini sejalan dengan pendapat Cleary *et al.* (2005) mengenai *C. spengleri* di Spermonde yang lebih memilih daerah yang terbuka dibandingkan daerah terlindung. Pada bagian yang terbuka tersebut, *C. spengleri* akan menempel dengan kuat pada substrat atau pecahan karang. Renema (2006) juga menemukan preferensi *C. spengleri* terhadap substrat pecahan karang di Berau, Kalimantan Timur. Sen Gupta (2003) menyatakan habitat *C. spengleri* berada di rata-rata terumbu karang, pada wilayah yang sangat landai. Kondisi kemiringan dasar laut yang landai dari seluruh stasiun penelitian hanya ditemukan di Pulau Onrust. Meskipun pada saat pengambilan data tidak ditemukan terumbu karang, namun keberadaan pecahan karang dan berdasarkan data jumlah jenis karang yang diuraikan oleh van der Meij *et al.* (2010) menegaskan bahwa dahulu wilayah perairan di sekitar Pulau Onrust merupakan habitat bagi terumbu karang. Dengan demikian ada kemungkinan spesies tersebut berasosiasi dengan terumbu karang masa lampau. Untuk meyakinkannya, maka diperlukan penentuan umur dari spesimen yang ada. *C. defranciai* dan *C. mayori* umumnya ditemukan pada perairan oligotrofik dengan tingkat penutupan pecahan karang yang rendah.

3.1.2. *Neorotalia*

Neorotalia ditemukan di seluruh stasiun penelitian. Pada penelitian ini, *Neorotalia* ditemukan pada semua jenis substrat, namun kelimpahan tertinggi ditemukan pada bagian wilayah yang cukup landai dengan kandungan nutrisi dan bahan organik yang tinggi seperti di Pulau Onrust. *N. calcar* yang ditemukan di Teluk Jakarta pada tahun 1975 menempati habitat berlumpur (*mud*), rata-rata karang, lereng karang, dan laguna (Tomascik *et al.*, 1997). Pola yang serupa ditemukan oleh Renema *et al.* (2001) di

Spermonde. *N. calcar* ditemukan secara melimpah di Spermonde pada bagian yang lebih dalam zona atas lereng karang dengan substrat berpasir, membentuk kumpulan yang padat dan dapat mentoleransi kisaran parameter lingkungan yang luas (*eurypic*), sehingga dapat hidup pada perairan oligotrofik sampai eutrofik. Di Kepulauan Seribu, Renema (2008) berpendapat bahwa *N. calcar* akan mendominasi zona rata-rata karang yang cukup landai sampai puncak karang.

Selain memiliki kemiripan dalam hal preferensi substrat (Hohenegger *et al.*, 1999), *N. calcar* dan *C. spengleri* memiliki kemampuan mentoleransi kisaran lingkungan perairan yang lebih luas dari *C. defranci* (Renema dan Troelstra, 2001). Hasil penelitian menunjukkan kelimpahan *C. defranci* menurun bahkan tidak ada pada lokasi ekosistem terumbu karang yang makin tercemar, sementara kelimpahan *N. calcar* dan *C. spengleri* meningkat.

3.1.3. *Amphistegina*

Tiga spesies *Amphistegina* yang ditemukan berdasarkan jumlah terbanyak secara berturut-turut yaitu *A. lessonii*, *A. radiata*, dan *A. lobifera*. *A. lessonii* dan *A. radiata* banyak ditemukan pada daerah lereng terumbu, sedangkan *A. lobifera* jarang ditemukan. Hal ini terjadi karena habitat *A. lobifera* berada di bagian atas lereng terumbu pada perairan lebih dangkal dengan intensitas cahaya yang cukup tinggi. Kondisi ini sesuai dengan yang diperoleh Renema (2008) di Kepulauan Seribu dan Troelstra *et al.* (1996) di wilayah Spermonde. Pada kedua lokasi oligotrofik tersebut, *A. lessonii* mendiami habitat dengan intensitas cahaya yang tinggi dan memiliki substrat keras seperti pecahan karang dengan energi perairan yang sedang sampai tinggi. Selain itu, jenis tersebut terletak pada dataran sampai lereng karang dimana

kelimpahan tertinggi ditemukan di lereng karang (Renema dan Troelstra, 2001). *A. radiata* umumnya berada pada ekosistem terumbu karang yang didominasi substrat pecahan karang, beberapa muncul di wilayah berpasir bercampur dengan pecahan karang.

Hasil penelitian Natsir (2010) menunjukkan kelimpahan *Amphistegina* yang tinggi merupakan indikasi perairan yang memiliki kondisi terumbu karang yang baik. Tomascik *et al.* (1997) menuliskan bahwa *A. lessonii* berada pada habitat rata-rata dan lereng karang di Pulau Pari. Hal ini sesuai dengan kondisi Pulau Karang Bongkok dan Pulau Pramuka yang merupakan wilayah terumbu karang, sehingga kelimpahan *A. lessonii* cukup tinggi

Amphistegina memberikan respon negatif terhadap pencemaran perairan. Jenis ini melimpah di Pulau Karang Bongkok, namun kelimpahannya menurun di Pulau Pramuka, dan kelimpahan terendah tercatat di Pulau Onrust. Kelompok dari famili Amphisteginidae ini memiliki pola sebaran yang lebih jelas dibandingkan famili Calcarinidae dalam merespon kualitas perairan dan kondisi terumbu karang. Pada ekosistem terumbu karang yang baik, kelompok dari famili Amphisteginidae akan melimpah dan bersama dengan kelompok dari famili Calcarinidae akan mendominasi foraminifera lainnya, sedangkan kualitas perairan yang menurun menyebabkan kelimpahan kelompok ini menjadi berkurang (Hallock *et al.*, 2003; Renema, 2010).

3.1.4. *Peneroplis*

Peneroplis sangat jarang ditemukan pada perairan yang memiliki tingkat kekeruhan tinggi pada substrat berlumpur dan liat. Hal ini dibuktikan dengan sangat rendahnya kelimpahan *Peneroplis* di Pulau Onrust. Tiga spesies yang ditemukan dari kelimpahan yang tertinggi

berturut-turut adalah *P. pertusus*, *P. antillarum*, dan *P. planatus*. Pada ekosistem terumbu karang di Spermonde, *Peneroplis* berada pada zona rata-rata, lereng, sampai dasar karang dengan intensitas cahaya yang tinggi sampai rendah, substrat yang keras maupun berpasir, energi perairan yang sedang sampai rendah, dan kondisi perairan yang oligotrofik (Troelstra *et al.*, 1996). Meskipun *Peneroplis* mendiami habitat yang bersubstrat pasir, namun jenis ini, khususnya *P. planatus* menghindari substrat yang lembut (Renema dan Troelstra, 2001) seperti lumpur dan liat. Pulau Onrust memiliki kelimpahan *Peneroplis* yang sangat rendah dengan kelimpahan relatif tertinggi sebesar dua individu di Stasiun Onrust Selatan yang tidak terdapat *P. planatus*. Selain itu, *P. planatus* cenderung memilih lokasi yang terlindung dengan substrat yang keras seperti pecahan karang dan karang mati seperti di Stasiun Karang Bongkok Selatan dan Stasiun Pramuka Barat, meski jenis ini juga ditemukan di lokasi lain dengan kelimpahan yang lebih rendah. Kondisi ini serupa dengan temuan Renema *et al.* (2001) di Spermonde.

3.2. Kelompok Oportunis.

3.2.1. *Elphidium*

Elphidium ditemukan di zona perairan dengan kandungan konsentrasi nutrisi dan kekeruhan yang tinggi seperti Pulau Onrust. Meski demikian, organisme ini dapat hidup di seluruh tipe perairan ekosistem terumbu karang dengan kelimpahan yang rendah pada daerah oligotrofik dan tingkat kekeruhan perairan yang rendah. *Elphidium* mendominasi perairan Teluk Jakarta yang tercemar melebihi daerah Kepulauan Seribu yang kondisinya lebih baik (Renema, 2008). *Elphidium* juga akan mendominasi perairan yang berdekatan dengan perairan tercemar lainnya dengan tingkat

kecerahan yang rendah seperti di Pulau Nirwana (Natsir, 2010).

Tidak seperti *Calcarina*, *Amphistegina*, dan *Neorotalia* yang bersimbiosis dengan alga di area oligotrofik, *Elphidium* yang mendominasi zona mesotrofik sampai eutrofik tidak bersimbiosis dengan alga. Bila pada tipe simbiosis alga, alga tersebut tinggal dalam foraminifera, maka pada tipe heterotrofik seperti *Elphidium*, alga yang berada di luar sistem tubuhnya akan dicerna terus menerus. Kloroplas pada alga yang telah dicerna disimpan oleh *Elphidium* dan memberikan energi untuk kehidupannya. Oleh karena itu, jenis ini menunjukkan adanya kloroplas yang merupakan bagian dari alga dalam tubuhnya (Renema *et al.*, 2001).

3.2.2. *Ammonia*

Ammonia dapat ditemukan di semua substrat yang berasosiasi dengan ekosistem karang maupun ekosistem pesisir lainnya di perairan dangkal (Javaux dan Scott, 2003). Kelimpahan tertinggi diperoleh pada perairan eutrofik dengan kandungan bahan organik yang tinggi seperti di Pulau Onrust. Selain itu, perairan terlindung merupakan habitat yang sesuai bagi kehidupan organisme infauna ini (Alve, 1999) seperti di Stasiun Pramuka Barat dan Stasiun Onrust Selatan. Kelimpahan *A. beccari* yang tinggi pada Pulau Onrust dapat menjadi indikator perairan yang bersalinitas rendah (Suharti *et al.*, 1994; Rositasari, 2005) dengan kondisi yang eutrofik.

Rendahnya total kelimpahan *Ammonia* dibandingkan *Cymbaloporeta* karena delapan stasiun (pada Pulau Karang Bongkok dan Pulau Pramuka) merupakan wilayah oligotrofik, sedangkan tiga stasiun sisanya (pada Pulau Onrust) merupakan wilayah eutrofik. Meski demikian, bila dilihat dari kelimpahan tiap stasiun, maka *Ammonia* menunjukkan kelimpahan tertinggi pada wilayah

eutrofik, terutama pada area dengan kandungan bahan organik yang tinggi. Organisme oportunistik ini merupakan indikator polusi perairan laut karena dapat mentoleransi kondisi perairan yang tercemar (Koukousioura *et al.*, 2011). Natsir (2010) menemukan genus ini mendominasi perairan di Pulau Nirwana yang memiliki pH dan tingkat kecerahan yang rendah. pH yang rendah dengan tingkat kecerahan yang juga rendah mengindikasikan perairan yang kaya akan bahan organik. Sedimen yang lembut pada perairan eutrofik yang tenang mengandung banyak bahan organik sebagai makanannya, sehingga sangat sesuai dengan habitat *Ammonia* (Debenay *et al.*, 2002; Rositasari, 2005).

3.3. Kelompok Heterotrofik

3.3.1. *Quinqueloculina*

Quinqueloculina umumnya ditemukan di wilayah perairan yang terlindung di perairan estuari, laguna, sampai zona intertidal (Yassini dan Jones, 1995). Stasiun Onrust Selatan merupakan wilayah semi tertutup yang berhadapan langsung dengan Teluk Jakarta pada bagian selatan. Pada Stasiun Onrust Selatan, kelimpahan *Quinqueloculina* lebih tinggi dibandingkan stasiun lainnya di Pulau Onrust. Pada lokasi yang terlindung seperti Stasiun Pramuka Barat yang berhadapan dengan Pulau Panggang, Pulau Karya, dan Gosong Pramuka, jenis ini juga memiliki kelimpahan yang lebih tinggi dibandingkan stasiun lain di Pulau Pramuka. Pada Pulau Karang Bongkok, kelimpahan *Quinqueloculina* cukup seimbang di keempat stasiun karena posisi pulau ini cukup jauh dari pulau besar lainnya sehingga keberadaan Pulau Karang Bongkok cukup terbuka.

Selain kelimpahan *Ammonia* yang tinggi, dominasi *Quinqueloculina* mengindikasikan perairan yang tertekan secara ekologi. Hal tersebut diindikasikan dengan tingginya kandungan bahan

organik (Barbosa *et al.*, 2009; Wilson dan Wilson, 2011) dan rendahnya tingkat kecerahan (Natsir, 2010). Meski demikian, konsentrasi bahan organik bukan satu-satunya penyebab utama tingginya kelimpahan *Quinqueloculina*. Kondisi fisik seperti substrat dan lokasi stasiun yang terbuka atau terlindung berperan dalam mempengaruhi distribusi organisme ini. Keberadaan jenis ini di semua stasiun menunjukkan bahwa *Quinqueloculina* merupakan organisme kosmopolitan.

3.3.2. *Cymbaloporeta*

Cymbaloporeta merupakan kelompok heterotrofik yang ditemukan dengan jumlah yang cukup seimbang di seluruh stasiun yang bersifat oligotrofik seperti di Pulau Karang Bongkok dan Pulau Pramuka atau tempat yang terlindung seperti di Stasiun Pramuka Barat dan Stasiun Onrust Selatan. Organisme yang memiliki sifat menetap ini mendominasi tempat yang terlindung karena menyediakan habitat yang stabil, baik dari sisi makanan maupun substrat. Habitat ini merupakan tempat yang sesuai dengan organisme yang memiliki sifat menetap. Rendahnya kelimpahan organisme ini di hampir seluruh stasiun sesuai dengan yang diperoleh oleh Narrayan dan Pandolfi (2010) di Teluk Moreton, Queensland Tenggara, Australia.

3.3.3. *Miliolinella*

Miliolinella ditemukan di seluruh stasiun dengan kelimpahan yang rendah. Javaux dan Scott (2003) menyatakan bahwa organisme heterotrofik ini ditemukan di ekosistem terumbu karang, terutama di area laguna. Horton *et al.* (2003) melaporkan bahwa *Miliolinella* mendominasi substrat lumpur yang tidak memiliki vegetasi. Kehadiran *Miliolinella* mengindikasikan kondisi perairan yang mirip dengan estuari alami (Carnahan *et al.*, 2009). Menurut Uthicke *et al.* (2010),

di wilayah Whitsunday, Great Barrier Reef Australia, organisme ini berasosiasi dengan sedimen yang lembut disertai kandungan organik yang tinggi. Kondisi yang ditemukan pada penelitian ini lebih sesuai dengan sebagian pendapat Horton *et al.* (2003), meskipun belum menunjukkan pola yang jelas antar stasiun. Pada seluruh stasiun, *Miliolinella* yang ditemukan berada pada substrat yang tidak didominasi oleh vegetasi. Kandungan hara dan organik sedimen diduga menjadi faktor utama preferensi habitat pada kelompok epifauna ini di Kepulauan Seribu.

3.3.4. *Textularia*

Textularia ditemukan di seluruh stasiun penelitian tanpa menunjukkan pola preferensi yang jelas terhadap habitat yang spesifik. Murray (2006) menuliskan habitat epifauna ini di sedimen dan substrat yang keras karena sifatnya yang bergerak bebas atau melekat. Organisme heterotrofik ini ditemukan di sedimen dengan kelimpahan yang rendah, hal ini sesuai dengan pendapat Schueth dan Frank (2008). Meskipun kelimpahannya rendah (total 2% dari seluruh stasiun), namun masih lebih tinggi dibandingkan temuan Scoffin *et al.* (1985) di wilayah pusat Great Barrier Reef, Australia yaitu kurang dari 1%.

3.3.5. *Eponides*

Eponides termasuk kelompok heterotrofik yang kelimpahannya rendah. Hewan ini ditemukan di seluruh stasiun yang mengindikasikan kisaran lingkungan yang cukup luas untuk mendukung kehidupannya, baik di sedimen maupun substrat yang keras (Murray, 2006). Meski ditemukan dengan kelimpahan yang rendah (Narrayan dan Pandolfi, 2010), namun epifauna ini cukup umum ditemukan di ekosistem terumbu karang, laguna semi tertutup, dan

wilayah laguna yang jauh dari pantai (*offshore*) (Javaux and Scott, 2003).

3.3.6. *Spiroloculina*

Spiroloculina ditemukan di seluruh stasiun dengan jumlah individu yang rendah dibandingkan sebelas genus yang telah dibahas sebelumnya. Rendahnya kelimpahan organisme ini sesuai dengan hasil kajian Schueth dan Frank (2008) di Low Isles, bagian utara Great Barrier Reef-Australia. Meskipun kelimpahannya rendah, namun pada Stasiun Karang Bongkok Selatan, Stasiun Pramuka Barat, Stasiun Pramuka Selatan, dan Stasiun Onrust Selatan menunjukkan habitat organisme ini berada pada wilayah yang semi tertutup, karena pada keempat stasiun tersebut kelimpahannya cukup tinggi bila dibandingkan dengan stasiun lainnya pada pulau yang sama. Diduga faktor terumbu karang bukan merupakan penyebab utama tingginya kelimpahan grup ini. Menurut Yassini dan Jones (1995), *Spiroloculina* ditemukan di wilayah perairan yang terlindung dari perairan estuari, laguna, sampai zona intertidal.

3.3.7. *Rosalina*

Rosalina ditemukan di ketiga pulau dengan kelimpahan yang paling rendah dari 13 genera dominan. Keberadaannya di seluruh pulau kajian mengindikasikan distribusinya yang menyebar luas di wilayah pesisir dari ekosistem mangrove, laguna, sampai terumbu karang (Javaux and Scott, 2003). Kelimpahan tertinggi epifauna *sessile* ini (Murray, 2006) ada di Pulau Onrust, khususnya Stasiun Onrust Selatan. Kandungan organik yang tinggi dan lokasi yang cukup terlindung karena berada pada area yang semi tertutup dan berhadapan dengan Teluk Jakarta diduga menyebabkan kelimpahan *Rosalina* menjadi tinggi di Stasiun Onrust Selatan.

Bergamin *et al.* (2009) berpendapat bahwa *R. bradyi* berada pada lingkungan epifit dan juga mendiami pasir yang didominasi oleh detritus. Murray (2006) menuliskan bahwa komposisi *Rosalina* spp. pada kumpulan lamun dan makroalga mencapai 25-85%, sedangkan pada zona mikrohabitat hanya 10-45%. *R. bradyi* yang hidup di substrat yang keras seperti karang dan spons atau menempel pada lamun di pesisir Prancis, Texas, dan Karibia atau pada pantai berbatu seperti di Northland (Selandia Baru) dapat muncul pada sedimen halus (*fine sediment*) di Laut Adriatik. *Rosalina* spp. di Honshu, pesisir laut Jepang di Pasifik Barat muncul di habitat dengan sedimen halus sampai kasar pada kedalaman 5-50 m. Natsir (2010) menyatakan bahwa pada lokasi yang lebih terlindung di Pulau Nirwana bagian barat, selatan, dan timur menunjukkan kelimpahan *Rosalina* yang lebih tinggi dibandingkan di bagian utara. Kesimpulan umum yang dapat ditarik dari uraian tersebut menunjukkan bahwa *Rosalina* merupakan epifauna yang melekat pada substrat yang lembut sampai kasar dengan kandungan organik tinggi di lokasi semi tertutup. Kesimpulan dari habitat *Rosalina* secara umum ini sesuai dengan hasil yang ditemukan pada daerah penelitian, terutama bila dikaitkan dengan tingginya *Rosalina* di Stasiun OS yang cukup terlindung dibanding Stasiun Onrust Utara dan Stasiun Onrust Selatan, namun lebih rendah dibandingkan stasiun pada Pulau Karang Bongkok dan Pulau Pramuka.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan pada ekosistem terumbu karang di Pulau Karang Bongkok dan Pramuka yang oligotrofik, cenderung memiliki komposisi simbiosis alga dan heterotrofik yang tinggi. Wilayah Pulau Onrust didominasi oleh kelompok oportunistik

yang dapat hidup pada daerah tercemar. Jenis-jenis foraminifera bentik dominan yang terdistribusi di wilayah terumbu karang adalah *Calcarina*, *Neorotalia*, *Amphistegina*, *Peneroplis*. *Calcarina* dan *Amphistegina* merupakan indikator kondisi terumbu karang yang baik. Tipe oportunistik, khususnya *Ammonia* mendominasi ekosistem terumbu karang yang sudah rusak dan kaya akan bahan organik, seperti di Pulau Onrust yang berhadapan langsung dengan Teluk Jakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisaputra, M.K., M. Hendrizon, dan A. Kholiq. 2010. Katalog foraminifera perairan Indonesia. Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral. Badan Litbang Energi dan Sumberdaya Mineral. Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan. Bandung. 198hlm.
- Alve, E. 1999. Colonization of new habitats by benthic foraminifera: a review. *Earth Science Reviews*, 46:167-185.
- Barbosa, C.F., M.F. Prazeres, B.P. Ferreira, and J.C.S. Seoane. 2009. Foraminiferal assemblage and reef check census in coral reef health monitoring of East Brazilian Margin. *Marine Micropaleontology*, 73:62-69.
- Barker, R.W. 1960. Taxonomic notes on the species figured by H. B. Brady in his report on the foraminifera dredge by H.M.S. challenger during the years 1873-1876. Special publication No. 9. Tulsa, USA: Society of Economic Paleontologists and Mineralogists. 240p.

- Bergamin, L., E. Romano, M.G. Finoia, F. Venti, J. Bianchi, A. Colasanti, and A. Ausili. 2009. Benthic foraminifera from the coastal zone of Baia (Naples, Italy): Assemblage distribution and modification as tools for environmental characterisation. *Marine Pollution Bulletin*, 59:234-244.
- Carnahan, E.A., A.M. Hoare, P. Hallock, B.H. Lidz, and C.D. Reich. 2009. Foraminiferal assemblages in Biscayne Bay, Florida, USA: Responses to urban and agricultural influence in a subtropical estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 59:221-233.
- Cleary, D.F.R., L.E. Becking, N.J. de Voogd, W. Renema, M. de Beer, R.W.M. van Soest, and B.W. Hoeksema. 2005. Variation in the diversity and composition of benthic taxa as a function of distance offshore, depth and exposure in the Spermonde Archipelago, Indonesia. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 65:557-570.
- Day, J.W., C.A.S. Hall, W.M. Kemp, and A. Yanez-arancibia. 1989. *Estuarine Ecology*. John Wiley and Sons. New York. 558p.
- Debenay, J.P., D. Guiral, and M. Parra. 2002. Ecological factors acting on the microfauna in mangrove swamps. The case of foraminiferal assemblages in French Guiana. *Estuarine, Coastal, and Shelf Science*, 55:509-533.
- Dewi, K.T., S.M. Natsir, dan Y. Siswantoro. 2010. Mikrofauna (Foraminifera) terumbu karang sebagai indikator perairan sekitar pulau-pulau kecil. *Ilmu Kelautan*, 1(Edisi Khusus):1-9.
- Estradivari, Idris, dan M. Syahrir. 2009. Kajian struktur komunitas karang keras kepulauan Seribu tahun 2005 & 2007. *Dalam*: Estradivari, E., Setyawan, dan S. Yusri (eds.). Terumbu karang Jakarta: pengamatan jangka panjang terumbu karang kepulauan Seribu (2003-2007). Jakarta. Yayasan Terangi. Hlm.:29-39.
- Fadila, Idris. 2009. Perbandingan dua tahunan persentase penutupan karang di kepulauan Seribu (2003, 2005, dan 2007). *Dalam*: Estradivari, E., Setyawan, dan S. Yusri (eds.). Terumbu karang Jakarta: Pengamatan jangka panjang terumbu karang kepulauan Seribu (2003-2007). Jakarta. Yayasan Terangi. Hlm.:23-28.
- Hallock, P., B.H. Lidz, E.M. Cockey-Burkhard, and K.B. Donnelly. 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: The FORAM Index. *Environmental Monitoring & Assessment J.*, 81:221-238.
- Hammer, Ø. and D.A.T. Harper. 2006. *Paleontological Data Analysis*. Blackwell publishing. USA. 351p.
- Helfinalis dan R. Rositasari. 1988. Foraminifera di lingkungan terumbu karang Pulau Pari. *Dalam*: Moosa, M.K., D.P. Praseno, dan Sukarno (eds.). Teluk Jakarta. Puslitbang Oseanologi-LIPI, Jakarta. Hlm.:119-124.
- Hohenegger, J., E. Yordanova, Y. Nakano, and F. Tatzreiter. 1999. Habitats of larger foraminifera on the upper reef slope of Sesoko Island, Okinawa, Japan. *Marine Micropaleontology*, 36:109-168.

- Horton, B.P., P. Larcombe, S.A. Woodroffe, J.E. Whittaker, M.R. Wright, and C. Wynn. 2003. Contemporary foraminiferal distributions of a mangrove environment, Great Barrier Reef coastline, Australia: implications for sea-level reconstructions. *Marine Geology*, 198:225-243.
- Javaux, E.J., and D.B. Scott. 2003. Illustration of modern benthic foraminifera from Bermuda and remarks on distribution in other subtropical/tropical areas. *Palaentologia Electronica*, 6(4):29.
- Koukousioura, O., M.D. Dimiza, M.V. Triantaphyllou, and P. Hallock. 2011. Living benthic foraminifera as an environmental proxy in coastal ecosystems: A case study from the Aegean Sea (Greece, NE. Mediterranean). *J. of Marine Systems*. doi: 10.1016/j.jmarsys. 2011.06.004.
- Loeblich Jr. A.R. and H. Tappan. 1988. Foraminiferal genera and their classifications. New York. Van Nostrand Reinhold. 2105p.
- Murray, J.W. 2006. Ecology and applications of benthic foraminifera. Cambridge University Press. Cambridge. 426p.
- Natsir, S.M. dan M. Subkhan. 2010. Kelimpahan foraminifera benthik resen di Pulau Peteloran Timur, Kepulauan Seribu. *Dalam: Nababan et al.* (eds.). Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan VII ISOI 2010, Hotel Santika dan Hotel Merkuri, Pangkal Pinang, 6-7 Oktober 2010. Hlm.:143-152.
- Natsir, S.M., dan M. Subkhan. 2011. Foraminifera benthik sebagai indikator kualitas perairan ekosistem terumbu karang di Pulau Bidadari dan Ringgit, Kepulauan Seribu. *Lingkungan Tropis*, 5(1):1-10.
- Natsir, S.M. 1994. Benthic foraminifera in the seagrass beds of Pari Island-Seribu islands, Jakarta. *In: Sudara, S., C.R. Wilkinson, and L.M. Choc* (eds.). Proceedings, Third ASEAN-Australia Symposium on Living Coastal Resources. Vol. 2: Research Papers. Bangkok, Chulalongkorn University. Thailand. 323-329pp.
- Natsir, S.M. 2010. Foraminifera benthik sebagai indikator kondisi lingkungan terumbu karang Perairan Pulau Kotok Besar dan Pulau Nirwana, Kepulauan Seribu. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 36(2):181-192.
- Nobes K., and S. Uthicke. 2008. Benthic foraminifera of the great barrier reef: A guide to species potentially useful as water quality indicators. Report to the marine and tropical sciences research facility. Reef and Rainforest Research Centre Limited. Cairns. 44p.
- Nybakken J.W. and M.D. Bertness. 2006. Marine biology: An ecological approach. 6th ed. San Fransisco: Pearson education. Inc. 579p.
- Renema, W., B.W. Hoeksema, and J.E. van Hinte. 2001. Larger benthic foraminifera and their distribution patterns on the Spermonde shelf, South Sulawesi. *Special volume Dr Jacob van der Land. Zoologische Verhandelingen Leiden*, 334:115-149.
- Renema, W. dan S.R. Troelstra. 2001. Larger foraminifera distribution on a mesotrophic carbonate shelf in SW Sulawesi (Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 175:125-146p.

- Renema, W. 2006. Habitat variables determining the occurrence of large benthic foraminifera in the Berau area (East Kalimantan, Indonesia). *Coral Reefs*, 25:351-359.
- Renema, W. 2008. Habitat selective factors influencing the distribution of larger benthic foraminiferal assemblages over the Kepulauan Seribu. *Marine Micropaleontology*, 68:286-298.
- Rositasari, R. 1997. Habitat makro dan mikro pada foraminifera. *Oseana*, 22(4):31-42.
- Rositasari, R. 2005. Keluarga foraminifera bercangkang pasiran sebagai kelompok oportunistik. *Oseana*, 30(3):9-19.
- Schaffelke, B., A. Thompson, J. Carleton, E. Cripps, J. Davidson, J. Doyle, M. Furnas, K. Gunn, S. Neale, M. Skuza, S. Uthicke, M. Wright, and I. Zagorskis. 2008. Water quality and ecosystem monitoring programme reef water quality protection plan. Final report 2007/08. Australian Institute of Marine Science. Townsville. 154p.
- Schueth, J.D. and T.D. Frank. 2008. Reef foraminifera as bioindicators of coral reef health; Low Isles Reef, Northern Great Barrier Reef, Australia. *J. of Foraminiferal Research*, 38(1):11-22.
- Scoffin, T.P. and A.W. Tudhope. 1985. Sedimentary environments of the central region of the great barrier reef of Australia. *Coral Reefs*, 4:81-93.
- Scott, D.B., C.T. Schafer, and F.S. Medioli. 2004. Monitoring in coastal environments using foraminifera and the camoebian indicators. Cambridge University Press. UK. 177p.
- Sen Gupta, B.K. 2003. Foraminifera in marginal marine environments. *Dalam: Sen Gupta BK, (ed.). Modern foraminifera. Kluwer Academic Publishers. New York. 141-160pp.*
- Suharti, M., R. Rositasari, K.R. Sri, Helfinalis, dan Subardi. 1994. Foraminifera bentonik dan spesifikasinya pada beberapa lingkungan perairan dangkal di Indonesia. Prosiding Volume I, Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia, Pertemuan Ilmiah Tahunan ke 23, 6-8 Desember 1994. Hlm.:591-602.
- Tomascik, T., A.J. Mah, A. Nontji, and M.K. Moosa. 1997. The ecology of the Indonesian Seas. Part 1. Periplus Editions. Singapore. 642p.
- Troelstra, S.R., H.M. Jonkers, and S. de Rijk. 1996. Larger foraminifera from the Spermonde Archipelago (Sulawesi, Indonesia). *Scripta Geologica*, 113:93-120.
- Uthicke, S., and C. Altenrath. 2010. Water column nutrients control growth and C:N ratios of symbiont-bearing benthic foraminifera on The Great Barrier Reef, Australia. *Limnology and Oceanography*, 55(4):1681-1696.
- van der Meij, S.E.T., Suharsono, and B.W. Hoeksema. 2010. Long-term changes in coral assemblages under natural and anthropogenic stress in Jakarta Bay (1920–2005). *Marine Pollution Bulletin*, 60:1442-1454.
- van der Meij, S.E.T., R.G. Moolenbeek, and B.W. Hoeksema. 2009. Decline of the Jakarta Bay molluscan fauna linked to human impact. *Marine Pollution Bulletin*, 59:101-107.
- Wilson, B. and J. Wilson. 2011. Shoreline foraminiferal thanatocoenoses around five eastern Caribbean islands and their

environmental and biogeographic implications. *Continental Shelf Research*, 31:857-866.

Yassini, I. and B.G. Jones. 1995. Recent foraminiferida and ostracoda from estuarine and shelf environments on the southeastern coast of Australia. Northfields Avenue, Wollongong, NSW. The University of Wollongong Press. Australia. 484p.

Diterima : 11 Agustus 2012

Direvisi : 2 Februari 2013

Disetujui : 15 Mei 2013