

# FORAMINIFERA BENTONIK KAITANNYA DENGAN KUALITAS PERAIRAN DI WILAYAH BARAT DAYA PULAU MOROTAI, MALUKU UTARA

## *BENTHONIC FORAMINIFERA RELATED TO THE WATER QUALITY OFF SOUTHWESTERN PART OF MOROTAI ISLAND, NORTH MOLLUCCA*

Amir Sidiq<sup>1</sup> Suwarno Hadisusanto<sup>1</sup> dan Kresna Tri Dewi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada, Jalan Teknik Selatan, Yogyakarta, email: amir.sidiq@mail.ugm.ac.id

<sup>2</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Jalan Dr. Junjuran 236, Bandung

Diterima : 17-12-2015, Disetujui : 26-04-2016

### ABSTRAK

Pulau Morotai, Maluku Utara merupakan salah satu pulau yang terletak di kawasan segitiga terumbu karang sebagai pusat keanekaragaman biota laut global. Kesehatan ekosistem terumbu karang dapat dipantau dengan menggunakan komposisi foraminifera bentonik. Maksud dan tujuan studi ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas foraminifera bentoni terkait dengan kualitas perairan sebelah barat daya Pulau Morotai. Studi ini menggunakan enam sampel sedimen dasar laut dengan tiga kali perulangan yang diambil pada kedalaman antara 16 dan 36 m. Hasilnya menunjukkan ada 28 spesies foraminifera bentonik, dicirikan oleh kehadiran *Amphistegina* dan *Operculina* dalam jumlah sangat melimpah. *Amphistegina radiata* merupakan spesies dengan densitas tertinggi di stasiun dekat pantai. Nilai indeks keanekaragaman foraminifera antara 1,49 dan 2,31 yang tergolong dalam kondideng tingkat keanekaragaman sedang. Indeks keseragaman umumnya lebih besar dari 0,6 yang menunjukkan lingkungan stabil. Nilai indeks FORAM (FI) berkisar dari 6,32 hingga 9,16 yang memperlihatkan kondisi lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang.

**Kata kunci:** struktur komunitas, foraminifera bentonik, terumbu karang, Morotai

### ABSTRACT

*Morotai Island, North Molucca is one of islands that is located in the Coral triangle region as the global centre of marine biodiversity. The health of this coral ecosystem could be monitored by using benthonic foraminiferal composition. The purpose of this study are re recognized community structure of benthic foraminifera related to water quality off southwest Morotai, Island. This study used six marine sediments samples with three times of replication that collected from 16 -36 m water depth. The result shows that there are 28 spesies of benthonic foraminifera characterized by occurences of Amphistegina and Operculina abundantly. Amphistegina radiata is a highest density species that is found in the near shore station. The diversity index is between 1,49 and 2,31 as moderate diversity; evenness index generally is more than 0,6 that indicates stable environment. FORAM index (FI) is more than 4 (6,32 to 9,16) that shows of condusif environmental condition for reef growth.*

**Keywords:** community structure, benthonic foraminifera, coral reef, Morotai

### PENDAHULUAN

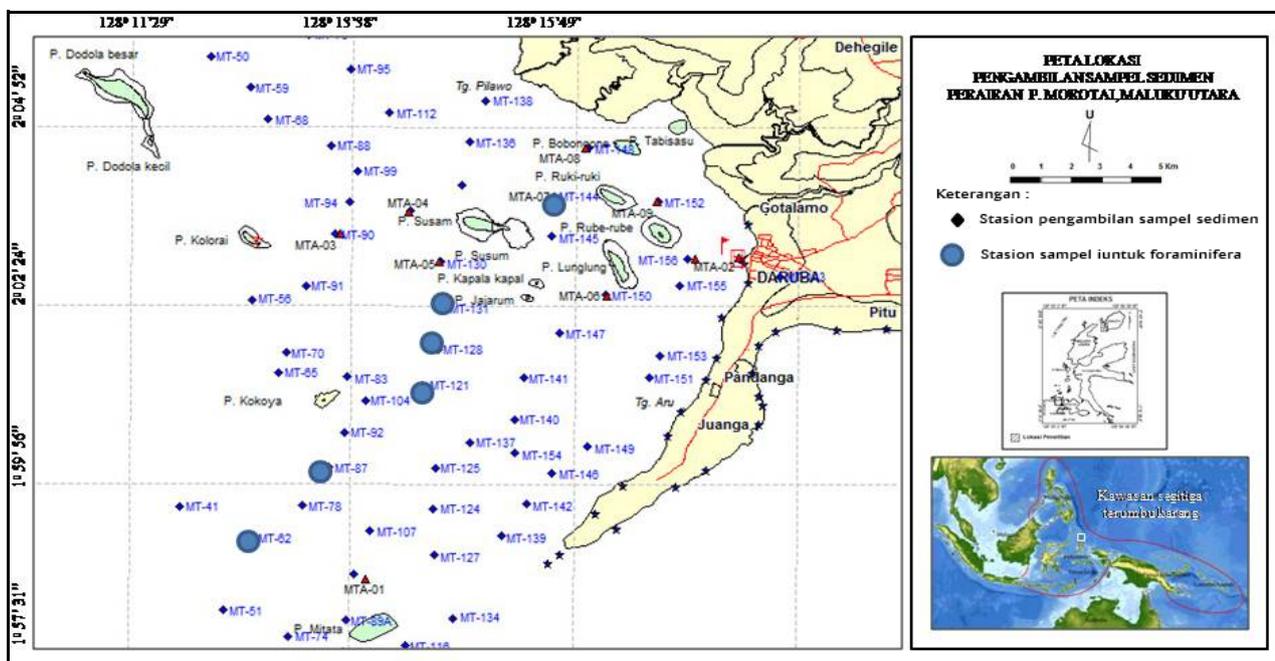
Ekosistem laut khususnya laut dangkal mempunyai keanekaragaman biota yang cukup tinggi, termasuk diantaranya adalah foraminifera. Foraminifera telah banyak digunakan oleh ahli biologi, geologi dan oseanografi berkaitan dengan berbagai variasi perubahan kondisi lingkungan laut (Boltovkoy dan Wright, 1976). Berdasarkan ukurannya, foraminifera dapat dibagi menjadi

foraminifera bentonik kecil berukuran rata-rata 1 mm dan foraminifera bentonik besar yang berukuran lebih dari 1 mm. Foraminifera bentonik besar umumnya hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang dan mempunyai struktur cangkang yang lebih kompleks dibandingkan dengan foraminifera bentonik kecil. Foraminifera bentonik telah terbukti sebagai indikator lingkungan perairan sekitar terumbu

karang semenjak ditemukannya formula dari Hallock dkk., 2003 yang dikenal dengan Indeks FORAM (FI). Mereka menyatakan bahwa beberapa spesies foraminifera memerlukan kesamaan kualitas air dengan berbagai biota pembentuk terumbu karang, dan siklus hidupnya yang cukup singkat dapat menggambarkan perubahan lingkungan yang terjadi dalam waktu cepat. Natsir dkk., (2012) telah menggunakan rumus ini di perairan sekitar Waigeo, Raja Ampat, Papua Barat. Hasilnya menunjukkan bahwa pada umumnya mempunyai nilai FI lebih dari 4 sebagai penunjuk kondisi perairannya kondusif untuk pertumbuhan karang. Dalam rangka menambah data dan informasi foraminifera bentonik di perairan sekitar pulau-pulau kecil, maka maksud dan tujuan tulisan ini adalah untuk mengetahui struktur komunitas foraminifera bentonik yang

## METODA

Penelitian foraminifera ini menggunakan sampel sedimen permukaan dasar laut dari hasil kegiatan Tim Geologi Lingkungan Wilayah Pantai dan Laut, Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Badan Litbang ESDM, KESDM oleh Darlan, dkk. (2013). Hasil preparasi sampel sedimen berupa sampel sedimen hasil cucian (*washed residu*) yang telah tersedia dan dapat digunakan untuk berbagai analisis, termasuk analisis mikropaleontologi. Untuk studi ini, kami hanya menggunakan 6 (enam) sampel sedimen yang tertampung dalam ayakan berukuran 0.25 mm dan dari bagian baratdaya Pulau Morotai (Gambar 1). Pemilihan lokasi sampel didasarkan pada wilayah yang mendekati pulau utama dan sekitar pulau-pulau kecil, serta wilayah yang menuju ke laut lepas. Kemudian dari setiap



Gambar 1. Lokasi stasiun penelitian (Modifikasi dari Darlan, dkk., 2013)

berkaitan dengan kondisi perairannya di sekitar Pulau Morotai, Maluku Utara. Pulau ini merupakan bagian dari kawasan segitiga karang (*Coral Triangle Region*), dan menjadi pusat keanekaragaman hayati kelautan dunia. Di area ini dapat ditemui 75% spesies terumbu karang yang menyusun 53% dari total jumlah terumbu karang yang ada di dunia dan kurang lebih tercatat ada 3000 spesies ikan. Perairan Morotai sebelah selatan dipengaruhi oleh Samudra Pasifik bagian barat, Laut Sulawesi, dan Laut Halmahera yang merupakan perairan dalam.

stasiun, dilakukan tiga kali perulangan dalam berat sedimen yang sama (1 gram berat kering) sehingga diperoleh 18 sampel yang dianalisis untuk studi foraminifera.

Analisis foraminifera untuk setiap sampel sedimen meliputi penjentikan seluruh individu foraminifera/spesimen dari pertikel sedimen. Identifikasi menggunakan acuan dari Loeblich & Tappan (1994) dan Yassini & Jones (1995) dan penghitungan individu setiap spesies dari setiap sampel dan dilakukan penghitungan rata-rata dari tiga perulangan.

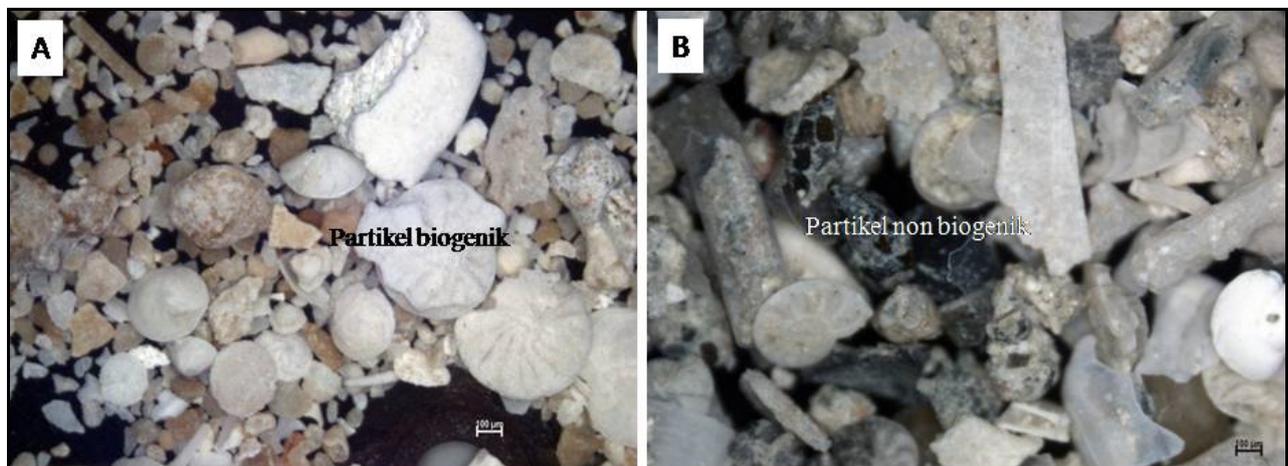
Proses dokumentasi dari spesimen foraminifera terbaik menggunakan mikroskop binokuler Nikon 5MZ1500 yang bersatu dengan kamera Nikon digital SIGHT dan peranti lunak NIS elements AR 2.30. Pengolahan data untuk mendapatkan nilai indeks keanekaragaman ( $H'$ ), indeks keseragaman ( $E$ ) dan indeks dominansi ( $D$ ) menggunakan piranti lunak (PAST) dari Hammer dkk., (2001). Sedangkan indeks FORAM (Foraminifera Index = FI) dari Hallock dkk., (2003) adalah indeks yang dihitung berdasarkan kelompok fungsional foraminifera.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara mikroskopik, sampel sedimen di dasar perairan Pulau Morotai (Gambar 2) terdiri atas partikel sedimen biogenik dengan jumlah hingga 40% dibandingkan dengan komponen sedimen non

ditemukan di Stasiun MT-87 yang terletak di lepas pantai. Stasiun ini dicirikan dengan kehadiran genus *Amphistegina* yang terdiri dari 5 spesies yaitu *A. lessonii*, *A. bicircularata*, *A. lobifera*, *A. papilosa* dan *A. radiata*. Secara keseluruhan terdapat jumlah total 28 foraminifera bentonik yang berhasil diidentifikasi. Kehadiran *Amphistegina* yang cukup beragam juga dijumpai di sekitar Pulau Damar Kepulauan Seribu (Natsir dan Dewi, 2015). Mereka mengidentifikasi empat spesies yaitu *A. gibbosa* dan *A. lessonii*, *A. quoyii* dan *A. radiata*.

- Jumlah individu yang telah diidentifikasi dari semua stasiun sebanyak 2103 individu. Dari setiap stasiun mempunyai jumlah yang bervariasi dari 54 hingga 157 dan jumlah tertinggi ditemukan di Stasiun MT-144 yang



Gambar 2. Contoh sedimen hasil cucian, didominasi oleh partikel biogenik (A) dan partikel non biogenik (B)

biogenik. Komponen sedimen non biogenik umumnya didominasi oleh pasir, gampingan, dan sedikit mineral. Sedangkan komponen biogenik umumnya tersusun atas foraminifera, pecahan koral, ostracoda, pecahan cangkang moluska, bryozoa, dan alga dengan masing-masing memiliki jumlah yang bervariasi. Jika dilihat secara megaskopik, sedimen biogenik dengan butiran-butiran pasir terlihat berwarna putih kecoklatan, dan coklat abu-abu dengan bentuk butir membundar dan menyudut.

### Struktur Komunitas

Struktur komunitas foraminifera bentonik di daerah penelitian disajikan pada Tabel 1 dan diperoleh data sebagai berikut:

- Jumlah taksa di semua stasiun hampir sama (12 – 17 spesies) dan jumlah tertinggi

terletak berdekatan dengan daratan Pulau Morotai.

- Nilai dominansi kurang dari 0,3 yang berarti tidak ada spesies yang mendominasi dalam suatu sampel sedimen yang diamati.
- Nilai indeks keanekaragaman foraminifera antara 1,49 dan 2,31 yang tergolong dalam kondisi lingkungan sedang ( $1 < H' < 3$ )
- Indeks keseragaman umumnya lebih besar dari 0,6 yang menunjukkan lingkungan stabil ( $0,4 < E < 0,6$ ) kecuali pada stasiun MT-144.

Secara keseluruhan, daerah penelitian mempunyai komposisi foraminifera bentonik dengan nilai dominansi relatif rendah, keanekaragaman yang tergolong sedang dan keseragaman spesies foraminifera dengan tingkat sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa

Tabel 1. Struktur komunitas foraminifera bentonik di daerah penelitian

Struktur komunitas foraminifera bentonik	Nomor stasiun (St.)					
	MT 144	MT 131	MT 128	MT 121	MT 87	MT 82
Jumlah taksa	12	12	15	15	17	13
Jumlah individu	157	121	81	123	85	54
Indeks keanekaragaman	0,28	0,18	0,13	0,12	0,15	0,15
Indeks diversitas	1,49	1,99	2,32	2,31	2,23	2,19
Indeks keseragaman	0,37	0,61	0,68	0,67	0,55	0,69

foraminifera bentonik hidup pada perairan yang stabil sesuai persyaratan hidupnya.

### Indeks FORAM (FI)

Indeks foraminifera atau *Foraminiferal Index* (FI) adalah indeks yang dihitung berdasarkan spesies/genus foraminifera yang diklasifikasikan berdasarkan kelompok fungsionalnya. Di daerah penelitian teridentifikasi 28 spesies foraminifera bentonik dan termasuk kedalam tiga kelompok fungsional foraminifera yang disajikan pada Tabel 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

#### A. Kelompok fungsional foraminifera yang bersimbiose dengan terumbu karang.

Kelompok ini terdiri dari 17 spesies dari 10 genera yaitu *Alviolinella*, *Amphistegina*, *Calcarina*, *Heterolepa*, *Baculogypsinoides*, *Heterostegina*, *Operculina*, *Peneroplis*, *Schlumbergerella*, dan *Sorites* dalam jumlah bervariasi. Tiga diantaranya merupakan genera dominan penciri perairan ini.

- *Operculina* merupakan genus yang hampir ditemukan di seluruh stasiun dan digunakan sebagai penciri proksi lingkungan yang berenergi tinggi.

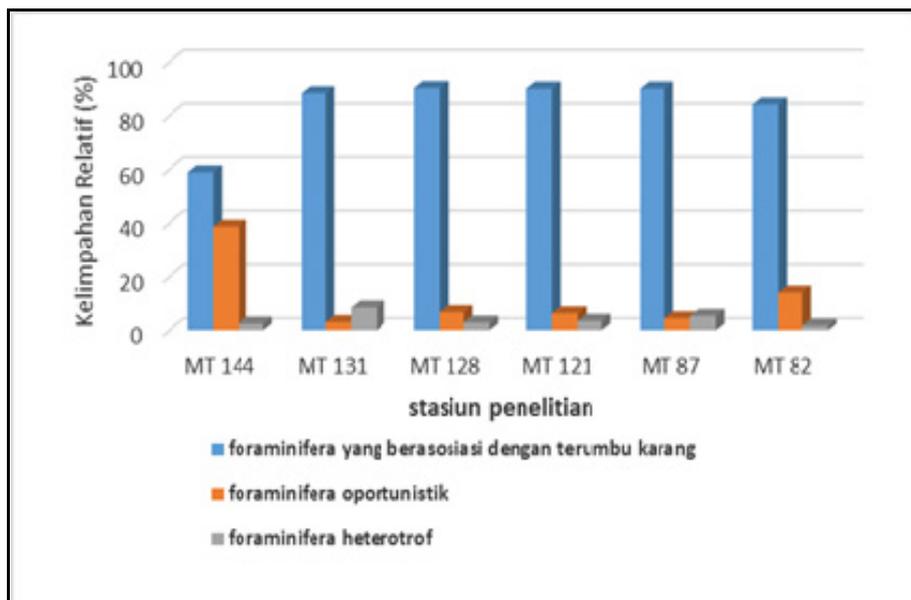
Pada stasiun MT-144, *Operculina discoidalis* ditemukan dalam jumlah cukup tinggi yaitu 45 individu/gram. Sedangkan *Operculina bartschi* di stasiun MT 144 mempunyai densitas 37 individu/gram, 32 individu/gram (stasiun MT-131) dan di stasiun MT-121 sebanyak 24 individu/gram. Ketiga stasiun tersebut memiliki kondisi substrat berupa pasir serta pasir lanauan. Ukuran butir sedimen semakin kasar menunjukkan kondisi lingkungan semakin berenergi tinggi. Dari ketiga stasiun tersebut, MT-121 memiliki sedimen berupa pasir lanauan terdiri dari partikel sedimen berwarna kehitaman (Gambar 2B). Dalam penelitian ini ditemukan sebanyak 3 spesies dari *Operculina* yang teridentifikasi dan mendominasi pada hampir semua stasiun

penelitian dan memiliki indeks nilai penting yang tinggi. Salah satu dari ketiga spesies tersebut adalah *Operculina discoidalis* dengan densitas cukup tinggi.

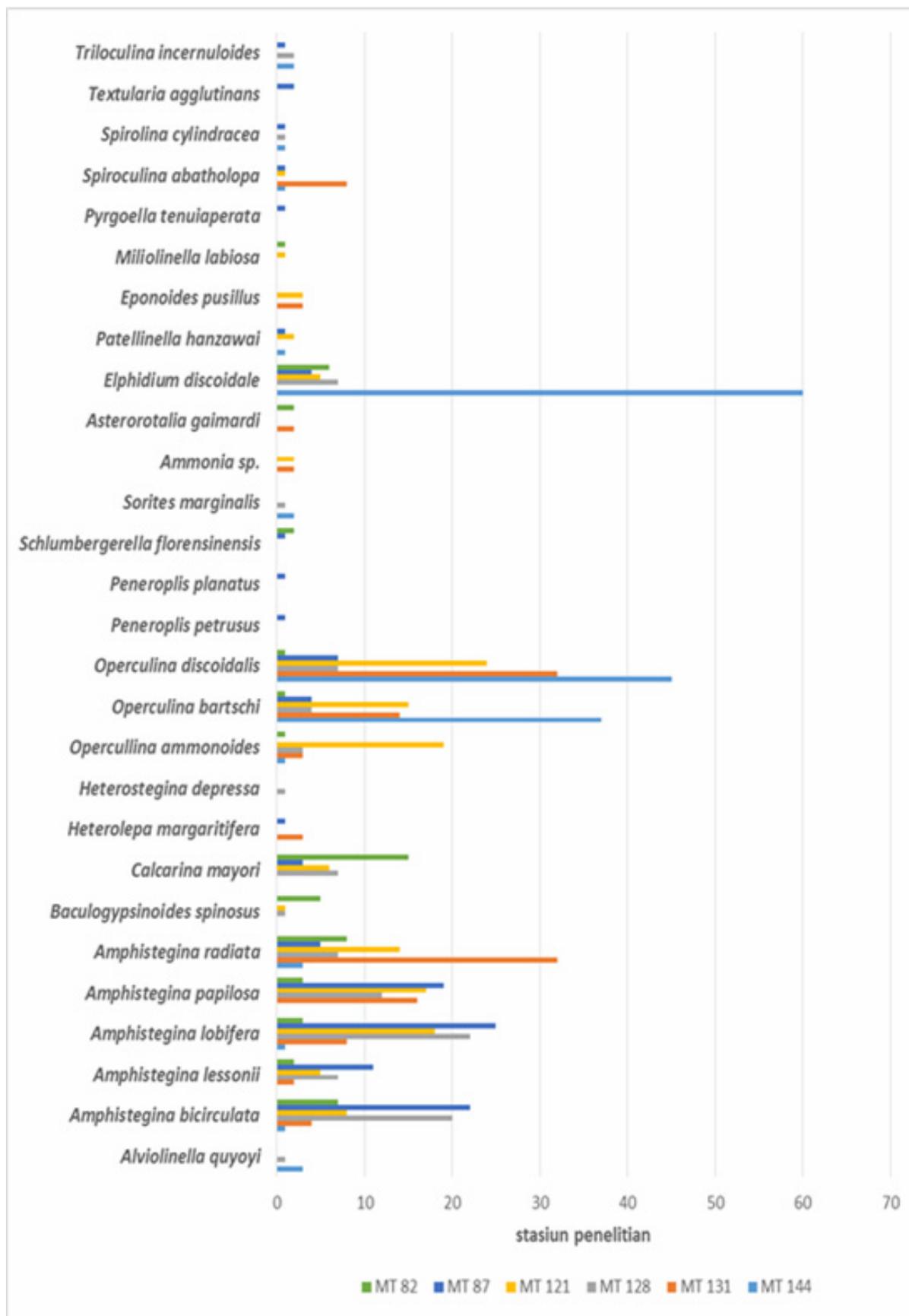
- *Amphistegina* memiliki peran penting sebagai produsen kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dalam sedimen, sehingga kehadirannya di lingkungan terumbu karang sangat baik bagi pemulihan kondisi terumbu karang. Hallock (1999) menyatakan bahwa *A. lobifera* dan *A. lessonii* hidup melimpah di kawasan Indo-Pasifik pada kedalaman kurang dari 30 m dan sebagai kontributor sedimen di sekitar pesisir, hidup, tumbuh dan bereproduksi dengan baik pada perairan dangkal (kurang dari 3 meter) dengan intensitas cahaya yang tinggi. Namun, *Amphistegina lessonii* dapat hidup, tumbuh dan bereproduksi dengan baik pada perairan yang lebih dalam dari perairan tersebut diatas. Umumnya genus *Amphistegina* ditemukan melimpah bersama dengan genus *Operculina* pada kondisi perairan jernih. Genus ini diwakili oleh beberapa spesies yaitu *Amphistegina lobifera* mempunyai densitas tinggi (25 individu/gram) di stasiun MT-87, dan *Amphistegina bicirculata* dengan 22 individu/gram. Stasiun ini mempunyai substrat berupa fragmen terumbu koral. Natsir dkk. (2011) mengungkapkan *Amphistegina lessonii* dan *Amphistegina radiata* merupakan penciri lingkungan pengendapan daerah neritik tengah sampai neritik luar (20-200 m). Hal tersebut sesuai dengan kondisi kedalaman perairan tersebut yang bervariasi dengan kisaran 16-36 m dan kedalaman Stasiun MT-87 adalah 27,4 meter. Namun, pada stasiun MT-144 *Amphistegina* ditemukan dalam jumlah yang sedikit jika dibandingkan dengan kelima stasiun lain, yaitu hanya ditemukan tiga spesies dengan densitas kurang dari 5 individu/gram. Pada

Tabel 2. Tiga kelompok fungsional foraminifera di daerah penelitian

Kelompok fungsional foraminifera bentonik	Nomor stasiun (St.)					
	MT 144	MT 131	MT 128	MT 121	MT 87	MT 82
<b>Bersimbiose dengan terumbu karang</b>						
1 <i>Alviolinella quoyi</i>	3		1			
2 <i>Amphistegina bicirculata</i>	1	4	20	8	22	7
3 <i>Amphistegina lessonii</i>		2	7	5	11	2
4 <i>Amphistegina lobifera</i>	1	8	22	18	25	3
5 <i>Amphistegina papilosa</i>		16	12	17	19	3
6 <i>Amphistegina radiata</i>	3	32	7	14	5	8
7 <i>Baculogypsinoidea spinosus</i>			1	1		5
8 <i>Calcarina mayori</i>			7	6	3	15
9 <i>Heterostegina depressa</i>			1			
10 <i>Heterolepa margaritifera</i>		3			1	
11 <i>Operculina ammonoides</i>	1	3	3	19		1
12 <i>Operculina bartschi</i>	37	14	4	15	4	1
13 <i>Operculina discoidalis</i>	45	32	7	24	7	1
14 <i>Peneroplis petrusus</i>					1	
15 <i>Peneroplis planatus</i>					1	
16 <i>Schlumbergerella florensensis</i>					1	2
17 <i>Sorites marginalis</i>	2		1			
<b>Oportunistik</b>						
18 <i>Ammonia</i> sp.		2		2		
19 <i>Asterorotalia gaimardi</i>		2				2
20 <i>Elphidium discooidale</i>	60		7	5	4	6
21 <i>Patellinella hanzawai</i>	1			2	1	
<b>Heterotrof</b>						
22 <i>Eponoides pusillus</i>		3		3		
23 <i>Miliolinella labiosa</i>				1		1
24 <i>Pyrgoella tenuiperata</i>					1	
25 <i>Spirolina cylindracea</i>	1		1		1	
26 <i>Spiroculina abatholopa</i>	1	8		1	1	
27 <i>Triloculina incernuloides</i>	2		2		1	
28 <i>Textularia agglutinans</i>					2	



Gambar 3. Perbandingan kelimpahan tiga kelompok fungsional foraminifera



Gambar 4. Kelimpahan setiap spesies foraminifera dalam setiap stasiun penelitian

ekosistem terumbu karang yang baik, *Amphistegina* akan melimpah dan mendominasi foraminifera lainnya, sedangkan pada perairan dengan kualitas perairan yang menurun menyebabkan kelimpahan *Amphistegina* berkurang.

- *Calcarina* juga merupakan salah satu genus foraminifera penciri lingkungan terumbu karang. *Calcarina mayori* ditemukan dengan densitas tertinggi (85 individu/gram) pada stasiun MT-82, kedalaman 16,5 m dan jenis sedimen berukuran pasir yang bercampur dengan fragmen koral.

#### B. Kelompok foraminifera oportunistik ditemukan sebanyak 4 spesies dari 4 genera, adalah *Ammonia*, *Asterorotalia*, *Elphidium*, dan *Patelinella*

*Elphidium* merupakan foraminifera yang tergolong dalam kelompok oportunistik. Organisme ini umum dijumpai pada kondisi perairan yang tercemar dengan tingkat visibilitas yang rendah. Perairan yang bersifat eutrofik ditunjukkan dengan ditemukannya *Elphidium discoidale* dengan densitas tinggi yaitu mencapai 60 individu/gram pada stasiun MT-144. *Elphidium discoidale* merupakan foraminifera tipe oportunistik yang mampu bertahan hidup pada kondisi perairan yang tercemar. Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurruhwati dkk (2012), *Elphidium* ditemukan dalam jumlah yang melimpah dan mendominasi perairan Teluk Jakarta. *Elphidium discoidale* ditemukan

dalam jumlah cukup tinggi di stasiun MT-144 yang terletak mendekati pulau Morotai.

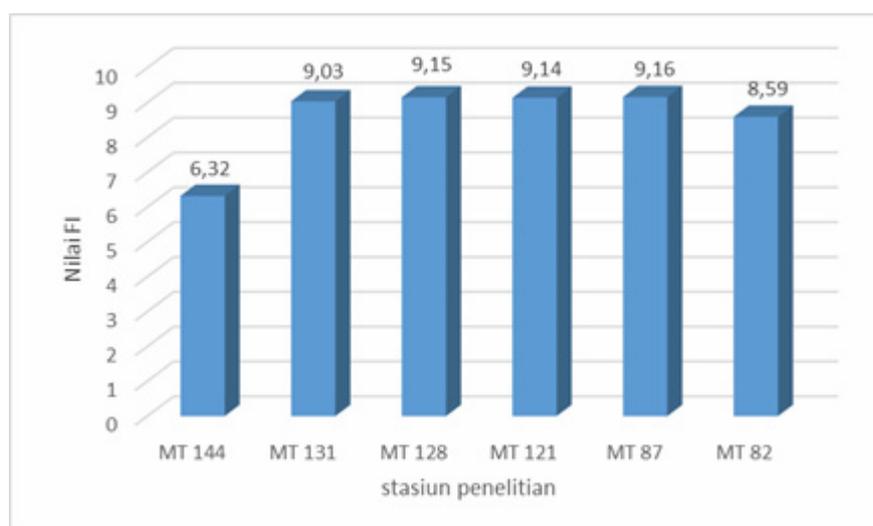
#### C. Kelompok foraminifera bentonik kecil lain yang heterotrofik

Kelompok ini terdiri dari spesies/genus foraminifera bentonik kecil yang tidak termasuk dalam kedua kelompok tersebut di atas dan bersifat heterotrofik. Di daerah penelitian ditemukan 7 spesies dari 7 genera, yaitu *Eponoides*, *Miliolinella*, *Pyrgoella*, *Spiroculina*, *Spirolina*, *Textularia*, dan *Triloculina*.

#### Nilai Indeks FORAM (FI)

Hasil perhitungan nilai indeks FORAM (FI) di wilayah barat daya perairan pulau Morotai, Maluku Utara lebih besar dari empat yaitu berkisar dari 6,32 hingga 9,16 (Gambar 5). Nilai indeks foraminifera (FI) yang sangat tinggi tersebut menunjukkan kondisi lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang atau merupakan tempat yang sesuai bagi pemulihan terumbu karang.

Pada stasiun penelitian MT-144, presentase kelimpahan relatif kelompok fungsional foraminifera bersimbion dengan terumbu karang hanya mencapai 58,8%, sementara presentase kelimpahan relatif kelompok oportunistik mencapai 38,6%. Foraminifera kelompok oportunistik akan berkembang pesat jika kebutuhan makanan pada kelompok ini terpenuhi dan tidak terjadi kompetisi sumber daya makanan (Toruan dkk. 2013). Sebaliknya nilai indeks foraminifera (FI) yang tinggi dapat



Gambar 5. Nilai Indeks FORAM (FI)

mengindikasikan kondisi lingkungan perairan yang oligotrofik, sehingga membatasi perkembangan foraminifera bentonik kelompok oportunistik maupun foraminifera kelompok heterotrof dan foraminifera kecil lain. Kondisi lingkungan perairan yang oligotrofik mendukung untuk perkembangan foraminifera yang termasuk kedalam kelompok bersimbion dengan terumbu karang dan alga.

Secara umum, pada kondisi lingkungan yang tidak tertekan secara ekologi, keragaman foraminifera akan meningkat. Pada stasiun penelitian MT-144 meskipun ditemukan nilai indeks foraminifera (FI) paling rendah akan tetapi masih tergolong dalam perairan yang menunjukkan kondisi lingkungan kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang atau merupakan tempat yang sesuai bagi pemulihan terumbu karang.

Pemantauan perairan di kawasan terumbu karang telah dilakukan di berbagai lokasi dan dibandingkan dengan hasil penelitian ini yang tersaji pada Tabel 3. Rumus ini pertama kali diterapkan oleh Dewi dkk., (2010) di perairan sekitar Kepulauan Seribu (DKI Jakarta), Kepulauan Kangean (Jawa Timur) dan Pulau Kawio (Sulawesi Utara). Hasil uji awal terhadap 10 sampel sedimen dasar laut di sekitar pulau-pulau kecil memberi nilai Indeks FORAM yang berbeda yaitu antara 5,32 dan 9,40 namun tetap dalam kategori lebih besar dari 4. Perbedaan ini dikaitkan pada lokasi pengambilan sampel yang bervariasi antara daerah paparan terumbu, lereng terumbu, bagian luar dari ekosistem terumbu karang dan lain-lain.

Kemudian, Natsir dan Subkhan (2011) melakukan penelitian yang sama di perairan Belitung dan menghasilkan nilai FI mulai dari 2,94 hingga 8,33. Dewi dkk., (2012) mendapatkan nilai

FI antara 1,22 dan 9,81 di perairan sebelah barat Pulau Lombok. Di wilayah tersebut nilai terendah (FI=1,22) dijumpai di perairan dekat pesisir dan sebagai lingkungan yang tidak layak bagi pertumbuhan terumbu karang. Kondisi yang sama juga diperoleh perairan sekitar Kepulauan Banggai (Sulawesi Tengah) yang dihasilkan oleh Aulia dkk. (2012) yaitu nilai FI antara 2,99 dan 5,54. Kondisi tersebut memberi indikasi sebagai gambaran awal perubahan lingkungan.

Selanjutnya, dengan penelitian sejenis, nilai FI cukup bervariasi antara 2,94 dan 8,33 dihasilkan oleh Gitaputri dkk. (2013) di Gugusan Kepulauan Natuna (Riau). Hal ini berbeda dengan hasil studi dari Toruan dkk., (2013) di Kepulauan Seribu, nilai FI 3,89-4,17 diperoleh di perairan sekitar Pulau Karang Bongkok, Pulau Pramuka (FI= 3,64-4,12) dan Pulau Onrust (FI= 1,22-1,81). Nilai terendah di sekitar Pulau Onrust berkaitan dengan tidak dijumpainya tutupan karang keras dan tidak cocok untuk pemulihan terumbu karang.

Dari beberapa data hasil penghitungan nilai indeks FORAM di berbagai wilayah perairan nusantara tersebut, diperoleh bahwa di perairan perairan sebelah baratdaya Pulau Morotai dan Kepulauan Kangean serta Pulau Kawio mempunyai nilai FI lebih dari 4 hingga dari 6. Hal ini memberi indikasi bahwa kualitas perairannya sangat bagus dan kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa secara keseluruhan, wilayah barat daya perairan Pulau Morotai memiliki lingkungan yang baik dan kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang.

Tabel 3. Nilai indeks foraminifera (FI) pada berbagai wilayah penelitian

Lokasi Penelitian	Nilai FI
Baratdaya Pulau Morotai, Maluku Utara	6,32 - 9,16
Kepulauan Seribu (Toruan, dkk., 2013)	1,22 - 5,15
Gugusan Kepulauan Natuna, Riau (Gitaputri dkk., 2013)	2,94 - 8,33
Kepulauan Banggai, Sulawesi Tengah (Aulia dkk., 2012)	2,99 - 5,54
Perairan Barat Pulau Lombok, NTT (Dewi., dkk., 2012)	1,22 - 9,81
Perairan Belitung (Natsir dan Subhan, 2011)	2,60 - 9,46
Pulau-pulau Kecil Indonesia (Dewi., dkk., 2010)	5,32 - 9,40

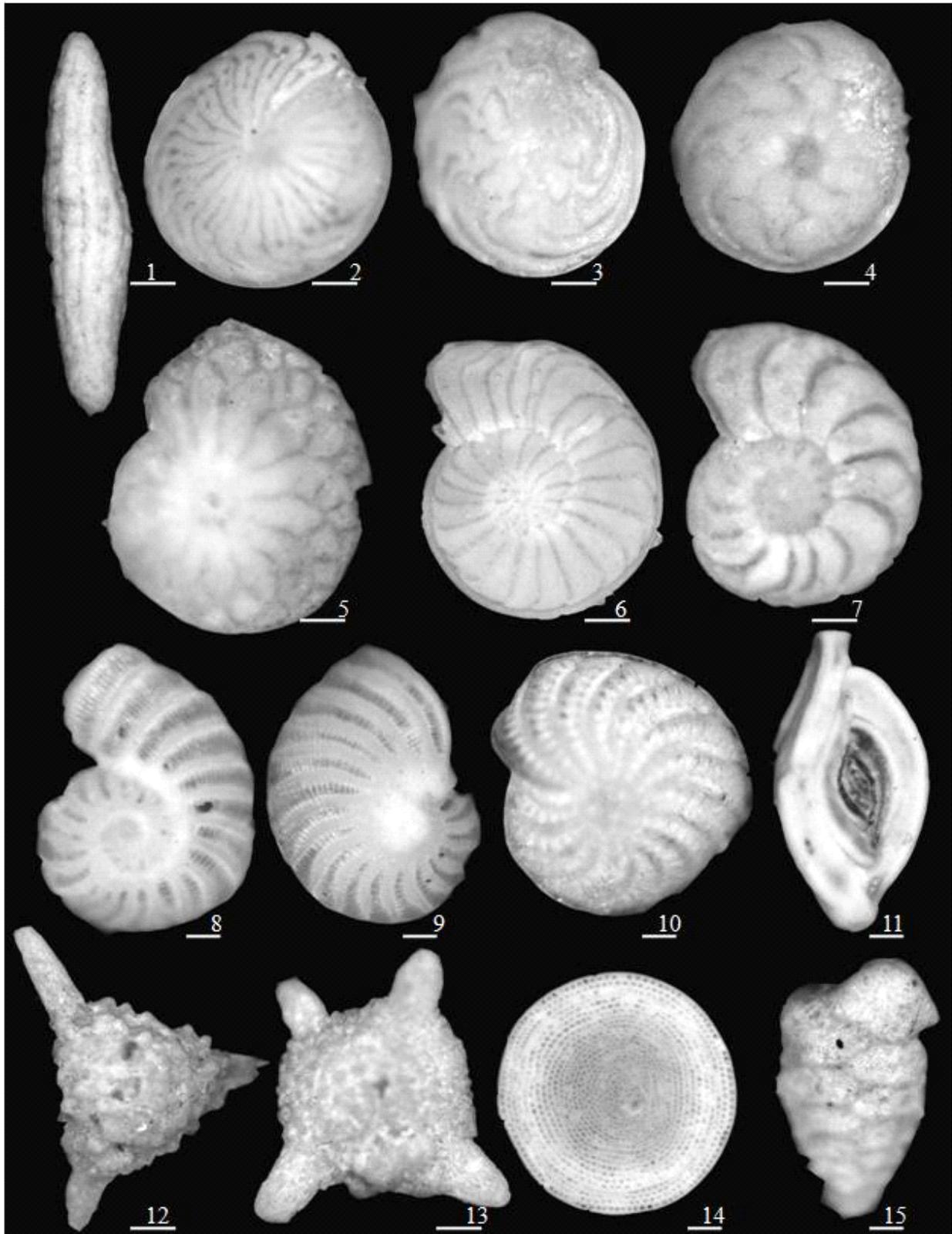


Plate 1. Beberapa genera foraminifera bentonik di daerah penelitian(1. *Alviolinella* ; 2-4. *Amphistegina*; 5.*Heterostegina*; 6-7. *Operculina*; 8-9. *Peneroplis*; 10. *Elphidium*; 11. *Spiroloculina*; 12-13. *Baculogypsinoides*; 14. *Sorites*; dan 15. *Textularia*. Skala bar = 200 um)

## KESIMPULAN

Jumlah spesies foraminifera bentonik di setiap stasiun dari dasar perairan sebelah barat daya Pulau Morotai hampir sama yaitu berkisar antara 12 dan 17. *Amphistegina radiata* ditemukan sangat melimpah (97 individu) di stasiun penelitian yang terletak di sekitar pulau-pulau kecil. Genera *Amphistegina* dan *Operculina* ditemukan sangat melimpah dan merata sebagai penciri daerah penelitian. Nilai dominansi kurang dari 0,3 yang berarti tidak ada spesies yang mendominasi di setiap stasiun penelitian. Nilai indeks keanekaragaman foraminifera antara 1,49 dan 2,31 yang tergolong dalam kondisi lingkungan sedang bagi kehidupan foraminifera. Indeks keseragaman umumnya lebih besar dari 0,6 yang menunjukkan lingkungan stabil kecuali pada stasiun penelitian tidak jauh dari daratan Pulau Morotai. Nilai indeks FORAM (FI) berkisar dari 6,32 hingga 9,16. Nilai ini menunjukkan kondisi lingkungan yang kondusif bagi pertumbuhan terumbu karang termasuk organisme yang hidup berasosiasi dengan ekosistem terumbu karang seperti foraminifera bentonik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi Kelautan, Bandung (P3GL) dan Bapak Ir. Yudi Darlan M.Sc., atas ijin penggunaan sampel sedimen, rekan-rekan di Kelompok Studi Kelautan (KSK Biogama), serta semua pihak atas kritik, diskusi dan saran serta masukan hingga terselesainya karya tulis ilmiah ini.

## DAFTAR ACUAN

- Aulia, K.N., Kasmara, H., Erawan, T.S., dan Natsir, S.M., 2012. Kondisi Perairan Terumbu Karang dengan Foraminifera Bentik Sebagai Bioindikator Berdasarkan Foram Index di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 4 (2), h. 335-345.
- Dewi, K.T., Natsir, S.M., dan Siswanto Y., 2010. Mikrofauna (Foraminifera) Terumbu Karang Sebagai Indikator Perairan Sekitar Pulau-Pulau Kecil. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 1. Edisi khusus, h. 162-170.
- Dewi, K.T., Arifin, L., Yuningsih., dan Perwanawati, Y., 2012. Meiofauna (Foraminifera) dalam Sedimen dan Keterkaitannya dengan Pantai Pasir Putih Senggigi serta Kondisi Perairan Lombok Barat. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 1 (1), h. 47-54.
- Gitaputri, K., Kasmara, H., Erawan, T.S., dan Natsir, S.M., 2013. Foraminifera Bentonik Sebagai Bioindikator Kondisi Perairan Terumbu Karang Berdasarkan Foram Index di Gugusan Kepulauan Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. *Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5 (1), h. 26-35.
- Hallock, P., Lidz, B. H., Cockey-Burkhard, E. M., and Donnelly, K. B., 2003. Foraminifera as bioindicators in coral reef assessment and monitoring: the foram Index. *Environmental Monitoring and Assessment* 3(81), h. 221-238.
- Hallock, P., 1999. Symbiont-bearing Foraminifera. Dalam B.K. Sen Gupta (Ed.). *Modern Foraminifera*. Kluwer Academic Publishers. h.123-140
- Loeblich A.R., and Tappan, H., 1994. *Foraminifera of the Sahul Shelf and Timor Sea*. Cushman Foundation for Foraminiferal Research. Inc. USA.
- Natsir, S.M., dan Subkhan, M., 2011. The Distribution of Benthic Foraminifera in Coral Reefs Community and Seagrass Bad of Belitung Island Based on FORAM Index. *Coastal Development* 15(1), h. 51-58.
- Natsir, S.M., Subkhan, M., Tarigan, M.S., Singgih P.A. Wibowo, dan Dewi, K.T., 2012. Benthic Foraminifera In South Waigeo Waters, Raja Ampat, West Papua. *Bulletin of the Marine Geology* 27(1), h. 1-6.
- Natsir, S.N., dan Dewi, K.T., 2015. Foraminifera bentik terkait dengan kondisi lingkungan perairan sekitar pulau Damar, Kepulauan Seribu. *Jurnal Geologi Kelautan* 13(3), h. 165-170.
- Nurruhwati, I., Kaswadji, R., Bengen, D., dan Isnania, W., 2012. Kelimpahan Foraminifera Bentik Resen pada Sedimen Permukaan di Perairan Teluk Jakarta. *Akuatik*. 3(1), h. 11-18.
- Toruan, L.N.L, Soedharma, D., dan Dewi, K.T., 2013. Komposisi dan distribusi foraminifera bentik di ekosistem terumbu karang pada Kepulauan Seribu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* 5(1), h. 1-16.
- Yassini, I., and Jones, B.G., 1995. *Foraminifera and Ostracoda: From Estuarine and Shelf Environments on the Southeast Coast of Australia*. University of Wollongong Press. Australia.