

SEBARAN SPASIAL FORAMINIFERA BENTIK PADA TERUMBU KARANG PULAU BUNAKEN SULAWESI UTARA

(*Spacial Distribution of Benthic Foraminifera in Reefs Flats of Bunaken Island, North Sulawesi*)

Ezra P. Paringgi^{1*}, Jane M. Mamuja¹, Royke M. Rampengan¹, Medy Ompi¹, Kakaskasen A.R. Roeroe¹, Unstain Rembet²

1. Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
2. Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

*e-mail : ezraparinggi@yahoo.com

Foraminifera is classified into the Kingdom Protista, embedded in Protozoa Phylum and defined as a single aquatic organism that lives aquatic (especially in the ocean), has one or more rooms separated from each other by a septa penetrated by many fine holes (foramens). This study aims to describe the benthic foraminifera found on Bunaken Island and presents the spatial distribution of each functional group and benthic foraminifera genus, as well as to analyze the aquatic environment based on the composition of the benthic foraminifera. A number of 37 species of benthic foraminifera from 20 Genus was found scattered at 6 sampling stations. These genera consist of: *Amphistegina*, *Archaias*, *Baculogypsina*, *Calcarina*, *Heterostegina*, *Marginopora*, *Peneroplis*, *Planorbulinella*, *Sorites*, *Eponides*, *Pyrgo*, *Quinqueloculina*, *Rotorbis*, *Textulariina*, *Spiroloculina*, *Triloculina*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Polymorphiniina* and *Neorotalia*. The results of FoRAM Index (FI) calculations in the study area are greater than 4, ranging from 7.75 to 9.06.

Keywords : Benthic foraminifera, Bunaken Island, Coral reef

Foraminifera diklasifikasikan ke dalam Kingdom Protista, masuk dalam Filum Protozoa dan didefinisikan sebagai organisme bersel tunggal yang hidup secara akuatik (terutama di laut), mempunyai satu atau lebih kamar yang terpisah satu sama lain oleh sekat (septum) yang ditembusi oleh banyak lubang halus (foramen). Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan foraminifera bentik yang ditemukan pada Pulau Bunaken dan menyajikan sebaran spasial dari masing-masing kelompok fungsional dan genus foraminifera bentik, serta menganalisis kualitas lingkungan perairan berdasarkan komposisi foraminifera bentik. Teridentifikasi 37 spesies foraminifera bentik dari 20 Genus yang tersebar pada 6 stasiun pengambilan sampel. Genus-genus tersebut terdiri dari : *Amphistegina*, *Archaias*, *Baculogypsina*, *Calcarina*, *Heterostegina*, *Marginopora*, *Peneroplis*, *Planorbulinella*, *Sorites*, *Eponides*, *Pyrgo*, *Quinqueloculina*, *Rotorbis*, *Textulariina*, *Spiroloculina*, *Triloculina*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Polymorphiniina* dan *Neorotalia*. Hasil perhitungan FoRAM Index (FI) pada daerah penelitian lebih besar dari 4 yaitu berkisar dari 7.75 hingga 9.06.

Kata kunci : Foraminifera bentik, Pulau Bunaken, Terumbu karang

.PENDAHULUAN

Sebagai kawasan yang keseluruhan wilayahnya ditetapkan sebagai taman nasional, Pulau Bunaken beserta ekosistem yang ada di dalamnya telah dan sementara dimanfaatkan beragam oleh manusia, baik untuk kepentingan ekonomi

maupun kepentingan penelitian. Hal tersebut dikarenakan hadirnya ekosistem terumbu karang sebagai ciri khas ekosistem pesisir tropis dengan keanekaragaman hayati yang terdapat di pulau tersebut. Selain itu, kehadiran terumbu karang juga memberikan kontribusi nyata terhadap formasi dari sedimen *Biogenous* yang dapat berupa

material yang berasal dari organisme laut, cangkang kerang dan cangkang foraminifera.

Foraminifera merupakan salah satu organisme yang bersimbiosis dan memiliki asosiasi yang erat dengan terumbu karang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hallock *et al.* (2003), foraminifera dipilih sebagai indikator lingkungan karena foraminifera memerlukan kesamaan kualitas air dengan berbagai biota pembentuk terumbu karang, dan siklus hidupnya yang cukup singkat sehingga dapat menggambarkan perubahan lingkungan yang terjadi dalam waktu cepat. Selain itu foraminifera juga merupakan organisme yang berukuran relatif kecil, hanya beberapa jenis yang berukuran lebih besar (> 1 mm), jumlahnya berlimpah dan mudah dikoleksi. Hal penting lainnya adalah pengambilan sampel foraminifera berpengaruh sangat kecil terhadap ekosistem terumbu karang sehingga aman untuk kelestarian terumbu karang tersebut. Oleh karena itu organisme ini sangat meyakinkan dalam penggunaannya untuk menilai kondisi lingkungan perairan (Natsir, 2010).

Hallock *et al.* (2003) telah membuktikan, foraminifera bentik dapat dijadikan indikator pemantauan lingkungan perairan sekitar terumbu karang dengan mengemukakan satu formula yang dikenal dengan sebutan FoRAM Index (FI). Dinyatakan 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.

Sejak dikemukakannya FoRAM Index, foraminifera bentik telah banyak digunakan oleh ahli Biologi, Geologi, dan Oseanografi dalam kajian yang berkaitan dengan berbagai variasi perubahan kondisi lingkungan laut. Salah satunya oleh Natsir *et al.* (2012) yang telah menggunakan formula tersebut di perairan sekitar Waigeo,

Radja Ampat, Papua Barat. Hasilnya menunjukkan, pada umumnya perairan setempat mempunyai nilai FI lebih dari 4 sebagai penunjuk kondisi perairannya kondusif untuk pertumbuhan karang.

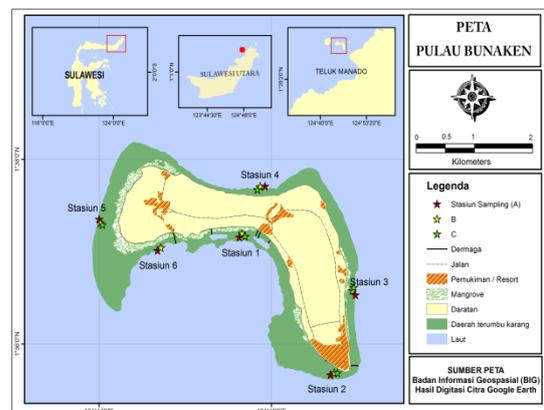
Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan foraminifera bentik yang ditemukan pada Pulau Bunaken dan menyajikan sebaran spasial dari masing-masing kelompok fungsional dan genus foraminifera bentik, serta menganalisis kualitas lingkungan perairan berdasarkan komposisi foraminifera bentik.

METODE PENELITIAN

Secara umum, metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah pengambilan sampel sedimen secara langsung di lapangan, sedangkan observasi dan analisis dilakukan secara mikroskopis di Laboratorium Geomorfologi Pantai FPIK UNSRAT. Pengambilan sampel sedimen menggunakan sekop kecil dengan bantuan peralatan SCUBA.

Lokasi Penelitian

Secara umum lokasi penelitian ini dilakukan di Pulau Bunaken, Provinsi Sulawesi Utara, yang merupakan kawasan Taman Nasional Bunaken berdasarkan SK MENHUT NO.730/Kpts-11/1991 dan diresmikan oleh Presiden RI pada bulan Desember 1992 (Saragih, 2004).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1 Alat dan Bahan

No	Nama Alat dan Bahan	Kegunaan
1	SCUBA	Untuk penyelaman
2	Plastik sampel	Penampung sedimen di lapangan
3	Sekop kecil	Mengambil sampel sedimen
4	Kamera underwater	Mendokumentasikan kegiatan penelitian
5	Alat tulis menulis	Menuliskan sejumlah data saat di lapangan
6	Ayakan sedimen	Sebagai penyaring untuk menghilangkan debris
7	Hand GPS	Menentukan posisi geografis
8	Timbangan analitik	Menimbang sampel sedimen
9	Pingset	Untuk mengambil foraminifera yang ada pada sedimen
10	Cawan petri	Sebagai wadah pengamatan
11	Mikroskop (Olympus SZX 7)	Mengamati sampel untuk proses <i>picking</i> dan identifikasi
12	<i>Microslide</i>	Wadah untuk meletakkan foraminifera yang siap diidentifikasi
13	Perahu	Sarana apung
14	Piranti lunak komputer (MS-Word, MS-Excel, ArcGIS 10.2.2)	Pengolahan kata, data, grafik dan peta

Prosedur Kerja di Lapangan dan Laboratorium

Sampel sedimen pada lingkungan terumbu karang Pulau Bunaken diambil dengan menggunakan sekop kecil pada 17 titik pengambilan sampel yang terdiri dari 6 stasiun pada kedalaman 2-6 m

dengan bantuan peralatan SCUBA. Sedimen yang diperoleh dimasukkan ke dalam plastik sampel yang telah diberi label sesuai nomor sampel atau kode masing-masing titik sampling. Untuk mewakili satu area/stasiun penelitian, maka diambil sebanyak 3 titik sampling pada setiap stasiun, khususnya untuk stasiun 6 hanya bisa terambil 2 titik dikarenakan arus yang cukup kuat pada saat pengambilan sampel di stasiun tersebut.

Preparasi sampel dilakukan berdasarkan metode Kennedy & Ziedler (1976) dalam Natsir (2010) dengan sedikit modifikasi yang terdiri dari: pencucian sampel, pengeringan sampel, penimbangan sampel, penjentikan (*picking*), identifikasi dan dokumentasi, dengan uraian kegiatan seperti berikut ini :

- 1) Sampel dicuci dengan air mengalir di wadah/ayakan sedimen berukuran 2 mm dan 0.063 mm, pencucian bertujuan untuk menghilangkan debris/kotoran dan garam-garam yang melingkupi sedimen. Pemilihan ayakan ukuran 0.063 mm dilakukan dengan asumsi bahwa foraminifera tidak akan terbawa oleh air cucian pada wadah/ayakan tersebut karena memiliki diameter lubang yang sangat halus, sedangkan pada ukuran 2 mm yaitu untuk menyaring partikel-partikel yang besar seperti pecahan karang, patahan kayu, kerikil dan lain-lain.
- 2) Sampel dikeringkan dengan cara dijemur selama 2 hari.
- 3) Sampel ditimbang dengan timbangan analitik merek sartorius. 250 gram adalah patokan berat untuk semua sampel, kemudian diambil 10 % (25 gram) dari masing-masing sampel untuk tahapan selanjutnya, dengan catatan bahwa 10% dari setiap sampel tersebut telah didapatkan minimal 300 spesimen foraminifera.
- 4) Tahapan selanjutnya adalah penjentikan (*picking*), *picking* merupakan proses awal dalam

analisis foraminifera. Pada tahap ini dilakukan pemisahan satu per satu individu foraminifera dari partikel/material sedimen lainnya. Pengambilan foraminifera dilakukan menggunakan pingset, kemudian foraminifera yang diperoleh diletakan pada *microslide* dan begitu seterusnya hingga 10 % sampel tersebut selesai diperiksa.

- 5) Identifikasi foraminifera. Tahap ini dijelaskan secara lebih lengkap pada prosedur kerja berikutnya.
- 6) Dokumentasi, dilakukan dengan memilih salah satu dari masing-masing spesies foraminifera yang paling bagus (utuh/tidak pecah) untuk difoto. Tahap ini dilakukan dengan bantuan mikroskop tipe Olympus SZX 7 yang dilengkapi dengan kamera tipe Olympus DP21 dan layar monitor.

Tahap identifikasi dilakukan dengan memisahkan foraminifera berdasarkan morfologi dari setiap individu yang didapatkan, seperti bentuk cangkang, bentuk kamar, ornamentasi cangkang, dan jumlah kamar. tahap identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dan spesies yang mengacu pada Boltovskoy dan Wright (1976); Loeblich dan Tappan (1988); Nobes dan Uthicke (2008); Holbourn *et al.* (2013); www.foraminifera.eu; *website world register of marine species* (WoRMS) dan penelitian-penelitian foraminifera benthik yang sudah ada.

Model dan Cara Analisis Data

Secara deskriptif, data hasil identifikasi terhadap setiap sampel pada masing-masing titik sampling diolah dan divisualisasikan kedalam bentuk tabel, grafik dan gambar. Data yang diolah dan divisualisasikan tersebut merupakan data yang bersifat kumulatif dari setiap titik sampling pada setiap stasiun penelitian. Pembuatan tabel, grafik dan gambar dilakukan dengan menggunakan bantuan dari

seperangkat alat komputer dengan penggunaan program aplikasi *Ms Excel* dan *arcGIS 10.2.2*. Sedangkan untuk mengetahui kondisi lingkungan perairan, maka dilakukan perhitungan FoRAM Index.

FoRAM Index

FoRAM (*Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring*) Index adalah metode perhitungan sederhana yang dapat digunakan untuk memantau kondisi terumbu karang dengan penghitungan indeks keanekaragaman biota yang berasosiasi dengan terumbu karang termasuk foraminifera benthik (Hallock, *et al.* 2003). FoRAM Index didasarkan pada 30 tahun penelitian terhadap sedimen terumbu karang dan foraminifera yang tinggal di lingkungan terumbu karang, serta kumpulan foraminifera yang didapat dari permukaan sedimen. Untuk mendapatkan nilai FoRAM Index, maka dilakukan perhitungan berdasarkan Hallock *et al.* (2003) dengan formula sebagai berikut :

$$FI = (10 \times Ps) + (Po) + (2 \times Ph)$$

Keterangan :

FI = FoRAM Index

Ps = N_s/T

N = Jumlah individu

s = Individu yang mewakili foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang: *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Alveolinella*, *Borelis*, *Sorites*, *Amphisorus*, *Marginophora*.

Po = N_o/T

o = Individu yang mewakili foraminifera oportunistik: *Ammonia*, *Elphidium*, beberapa marga dari Suku *Trochaminidae*, *Lituolidae*, *Boliviniidae*, *Buliminidae*.

Ph = N_h/T

h = Individu yang mewakili foraminifera kecil lain yang heterotrofik: beberapa marga dari *Miliolida*, *Rotaliida*, *Textulariida* dan lain-lain.

T = Jumlah seluruh individu foraminifera yang didapatkan dari sampel yang diuji.

Tabel 2. Interpretasi nilai FoRAM Index

$F1 > 4$	Lingkungan sangat kondusif untuk mendukung pertumbuhan terumbu karang
$3 < F1 \leq 4$	Lingkungan peralihan (gambaran awal terjadinya perubahan lingkungan)
$2 \leq F1 \leq 3$	Lingkungan cukup kondusif (sedang) untuk pertumbuhan terumbu karang, namun tidak cukup untuk pemulihan
$F1 < 2$	Lingkungan tidak layak untuk pertumbuhan terumbu karang

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pendeskripsian Foraminifera Benthik

Hasil pengamatan terhadap sampel sedimen permukaan yang diambil pada beberapa lokasi rata-rata terumbu perairan Pulau Bunaken secara keseluruhan menunjukkan bahwa foraminifera benthik ditemukan dalam setiap sampel sedimen yang diperiksa dengan jumlah bervariasi dari sangat jarang (1 spesimen) hingga sangat melimpah (>25 spesimen).

Teridentifikasi 37 Spesies foraminifera benthik dari 20 Genus yang tersebar pada 6 stasiun pengambilan sampel. Genus-genus tersebut terdiri dari : *Amphistegina*, *Archaias*, *Baculogypsina*, *Calcarina*, *Heterostegina*, *Marginopora*, *Peneroplis*, *Planorbulinella*, *Sorites*, *Eponides*, *Pyrgo*, *Quinqueloculina*, *Rotorbis*, *Textulariina*, *Spiroloculina*, *Triloculina*, *Elphidium*, *Ammonia*, *Polymorphiniina* dan *Neorotalia*.

Jumlah individu dari masing-masing genus yang diperoleh disajikan pada Tabel 3. Penentuan satuan 100 gram pada Tabel 3 dilakukan dengan maksud untuk menggenapkan angka-angka desimal yang diperoleh dari jumlah rata-rata setiap individu dalam 25 gram sampel yang diperiksa dan diakumulasikan menjadi 75 gram, karena setiap stasiun memiliki 3 titik sampling, terkecuali stasiun 6 diakumulasikan 50 gram karena hanya terdapat 2 titik sampling.

Terdapat 2 genus yang mewakili atau penciri daerah penelitian yaitu *Amphistegina* dan *Calcarina* kedua genus ini terdapat dalam jumlah individu yang sangat melimpah pada daerah penelitian, 3 genus lainnya yaitu *Ammonia*, *Polymorphiniina* dan *Rotorbis* merupakan genus dengan jumlah individu yang sangat sedikit.

Suhartati *et al.* (1994) dalam penelitiannya yang juga berlokasi pada Pulau Bunaken, Sulawesi Utara, menemukan 29 jenis foraminifera benthik yang pada saat itu didominasi oleh *Calcarina* dan *Quinqueloculina*.

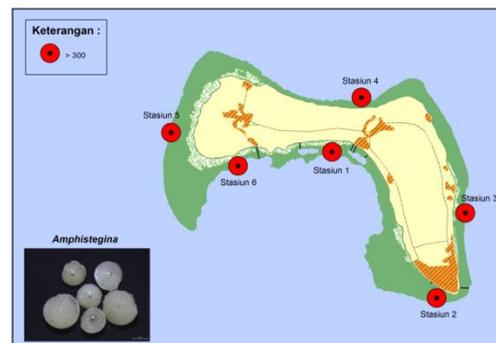
Sebanyak 17 genus terpilih, selanjutnya ditampilkan secara spasial pada masing-masing stasiun sampel, 3 genus tidak ditampilkan secara spasial karena memiliki jumlah individu sangat sedikit. Ketiga genus tersebut adalah *Ammonia*, *Polymorphiniina* dan *Rotorbis*.

Tabel 3. Jumlah individu foraminifera dalam 100 gram sampel dari masing-masing genus pada setiap stasiun penelitian.

Genus Foraminifera	Stasiun Sampel					
	1	2	3	4	5	6
<i>Ammonia</i>	0	0	0	0	11	0
<i>Amphistegina</i>	739	751	835	479	883	668
<i>Archaias</i>	55	25	4	3	120	36
<i>Baculogypsina</i>	0	0	0	41	1	4
<i>Calcarina</i>	497	268	803	1072	127	346
<i>Elphidium</i>	52	79	24	9	225	30
<i>Eponides</i>	5	12	17	9	8	28
<i>Heterostegina</i>	19	0	35	21	40	20
<i>Marginopora</i>	7	8	15	3	0	0
<i>Neorotalia</i>	43	33	1	20	151	8
<i>Peneroplis</i>	33	177	44	44	401	68
<i>Planorbulinella</i>	20	11	19	21	39	36
<i>Polymorphiniina</i>	0	0	0	0	15	0
<i>Pyrgo</i>	0	0	21	27	7	20
<i>Quinqueloculina</i>	261	228	105	60	109	184
<i>Rotorbis</i>	1	0	0	5	0	18
<i>Sorites</i>	17	52	43	131	109	58
<i>Spiroloculina</i>	7	28	68	33	48	38
<i>Textulariina</i>	52	19	91	59	124	82
<i>Triloculina</i>	0	64	8	15	73	32

Sebaran Spasial dari Beberapa Genus Foraminifera Bentik yang Terdapat pada Daerah Penelitian

Sebaran spasial beberapa genus foraminifera bentik disajikan dalam bentuk peta. Penentuan kriteria/keterangan yang menyatakan jumlah individu pada masing-masing peta mengikuti Dewi dan Saputro (2013) dengan sedikit modifikasi yang disajikan pada Gambar 2 sampai Gambar 18.



Gambar 2. Sebaran spasial foraminifera Genus *Amphistegina* pada sedimen permukaan rata-rata terumbu Pulau Bunaken.



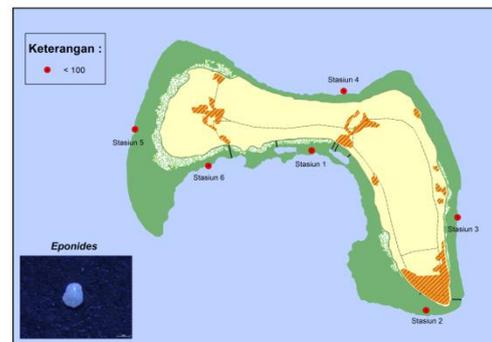
Gambar 3. Sebaran spasial foraminifera Genus *Archais* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



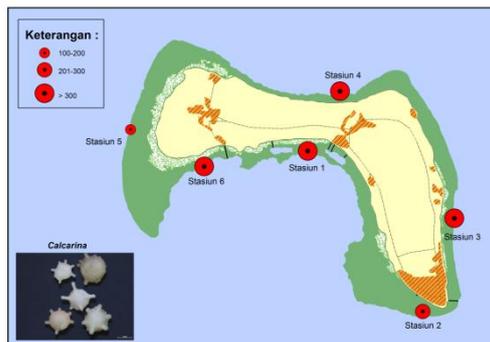
Gambar 6. Sebaran spasial foraminifera Genus *Elphidium* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 4. Sebaran spasial foraminifera Genus *Baculogypsina* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



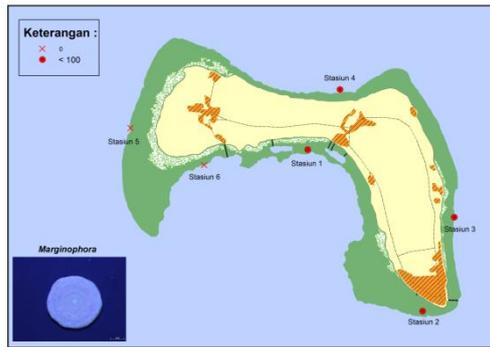
Gambar 7. Sebaran spasial foraminifera Genus *Eponides* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 5. Sebaran spasial foraminifera Genus *Calcarina* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 8. Sebaran spasial foraminifera Genus *Heterostegina* pada sedimen permukaan rataan terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 9. Sebaran spasial foraminifera Genus *Marginophora* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 12. Sebaran spasial foraminifera Genus *Planorbullinella* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 10. Sebaran spasial foraminifera Genus *Neorotalia* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



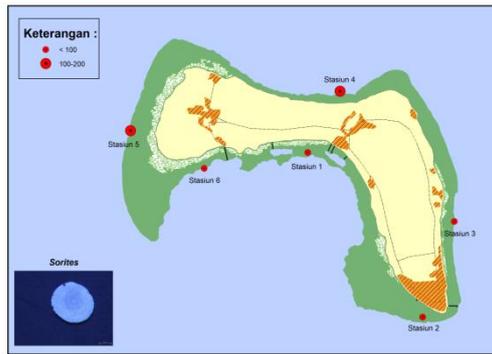
Gambar 13. Sebaran spasial foraminifera Genus *Pyrgo* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 11. Sebaran spasial foraminifera Genus *Peneroplis* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 14. Sebaran spasial foraminifera Genus *Quinqueloculina* pada sedimen permukaan rata-an terumbu Pulau Bunaken.



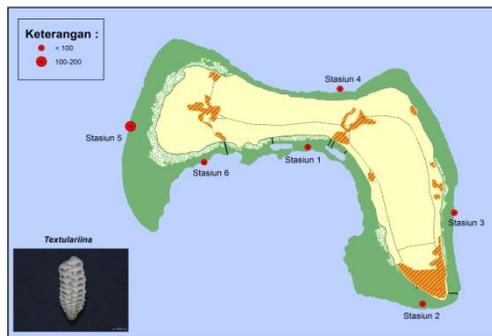
Gambar 15. Sebaran spasial foraminifera Genus *Sorites* pada sedimen permukaan rata-rata terumbu Pulau Bunaken.



Gambar 18. Sebaran spasial foraminifera Genus *Triloculina* pada sedimen permukaan rata-rata terumbu Pulau Bunaken.



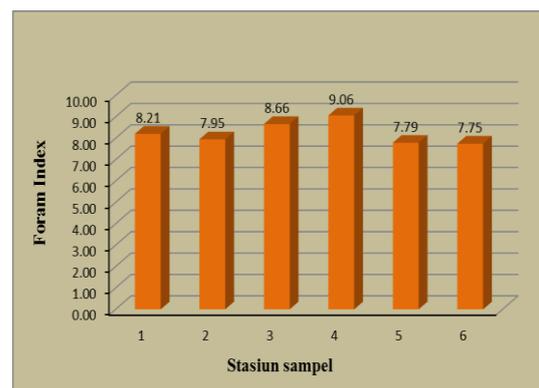
Gambar 16. Sebaran spasial foraminifera Genus *Spiroloculina* pada sedimen permukaan rata-rata terumbu Pulau Bunaken.



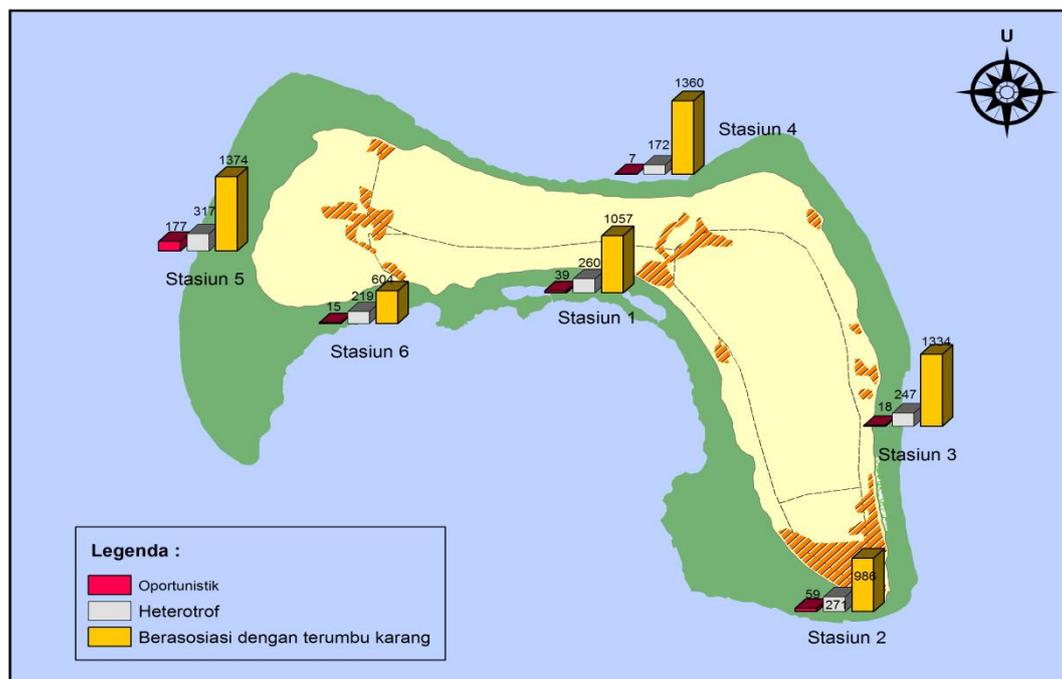
Gambar 17. Sebaran spasial foraminifera Genus *Textulariina* pada sedimen permukaan rata-rata terumbu Pulau Bunaken.

Nilai FoRAM Index

Hasil perhitungan FoRAM Index (FI) pada daerah penelitian lebih besar dari 4 yaitu berkisar dari 7.75 hingga 9.06 (Gambar 19). Pada stasiun penelitian 5 dan 6 meskipun ditemukan nilai FoRAM Index (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. Visualisasi dari fluktuasi banyaknya individu foraminifera bentik yang ditemukan disetiap stasiun menurut kelompok fungsionalnya tersaji pada Gambar 20.



Gambar 19. Nilai FoRAM Index (FI) disetiap stasiun penelitian.



Gambar 20. Perbandingan spasial foraminifera benthic berdasarkan kelompok fungsionalnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh saat ini, maka kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini adalah :

- Pada pulau Bunaken teridentifikasi sebanyak 37 spesies foraminifera benthic dari 20 Genus. Terdapat 2 genus dengan jumlah individu yang sangat tinggi dan merupakan penciri daerah penelitian, genus tersebut adalah *Amphistegina* dan *Calcarina*.
- Penyajian perbandingan spasial foraminifera benthic memperlihatkan bahwa kelompok fungsional foraminifera benthic yang berasosiasi dengan terumbu karang adalah kelompok dengan jumlah individu tertinggi yang diikuti oleh kelompok heterotrof dan oportunistik.
- Hasil perhitungan FoRAM Index (FI) menunjukkan nilai yang berkisar antara 7.75 hingga 9.06, nilai tersebut mengindikasikan bahwa

perairan Pulau Bunaken sangat kondusif untuk pertumbuhan dan pemulihan terumbu karang.

Saran

Berdasarkan penelitian ini maka hal-hal yang dapat disarankan adalah :

- Perlu adanya analisis foraminifera benthic yang hidup, untuk memastikan bahwa foraminifera yang dianalisis adalah organisme *in-situ*.
- Cangkang foraminifera benthic yang dianalisis sebaiknya cangkang yang masih utuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Boltovskoy, E., Wraight, R. 1976. *Recent Foraminifera*. Dr. W. Jung b.v. Publisher The Hague. p 519.
- Dewi, K.T., Saputro, E. 2013. Sebaran Spasial Foraminifera dalam Kaitannya dengan Kedalaman Laut dan Jenis Sedimen Di Teluk Bone, Sulawesi Selatan. *Jurnal Geologi Kelautan*. 11(3):165-174.

- Hallock, P., Lidz, B.H., Burkhhard, E.M.C., Donnelly, K.B. 2003. Foraminifera as Bioindicators in Coral Reef Assessment and Monitoring: *The FoRAM Index Environmental Monitoring and Assessment*. 81:221-238.
- Holbourn, A., Henderson, A.S., MacLeod, N. 2013. *Atlas of benthic foraminifera*. Natural History Museum (the first edition published). John Wiley and Sons Publication. p 651.
- Loeblich Jr. A.R., Tappan, H. 1988. *Foraminiferal Genera and Their Classifications*. New York. Van Nostrand Reinhold. p 2115.
- Natsir, S.M. 2010. Foraminifera Bentik sebagai Indikator Kondisi Lingkungan Terumbu Karang Perairan Pulau Katok Besar dan Pulau Nirwana, Kepulauan Seribu. *Jurnal Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 36(2):181-192.
- Natsir, S.M., Subkhan, M., Tarigan, M.S., Singgih, P.A., Wibowo., Dewi, K.T. 2012. Benthic Foraminifera in South Waigeo Waters, Raja Ampat, West Papua. *Bulletin of the Marine Geology*. 27(1):1-6.
- Nobes, K., Uthicke, S. 2008. *Benthic Foraminifera of The Great Barrier Reef (A Guide To Species Potentially Useful As Water Quality Indicators)*. Marine and Tropical Sciences Research Facility, Australian Institute of Marine Science, Townsville. p 48.
- Saragih, C.E.A. 2004. *Studi Morfologi Pantai Pulau Bunaken Bagian Tenggara*. Rencana Kerja Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNSRAT Manado (tidak dipublikasikan).
- Suhartati, M., Rositasari, R., Kusdi, S.R., Helfinalis., Subardi. 1994. Foraminifera Bentonik dan Spesifikasinya Pada Beberapa Lingkungan Perairan Dangkal di Indonesia. *Prosiding Makalah Ikatan Ahli Geologi Indonesia. Pertemuan Ilmiah Tahunan Ke 23, 6-8 Desember 1994*. 1:591-602.