

KONDISI PERAIRAN TERUMBU KARANG DENGAN FORAMINIFERA BENTIK SEBAGAI BIOINDIKATOR BERDASARKAN *FORAM Index* DI KEPULAUAN BANGGAI, PROVINSI SULAWESI TENGAH

WATER CONDITIONS OF CORAL REEFS WITH FORAMINIFERA BENTHIC AS BIOINDICATOR BASED FORAM INDEX IN BANGGAI ISLANDS, PROVINCE OF CENTRAL SULAWESI

¹Khairunisa N. Aulia, ¹Hikmat Kasmara, ¹Tatang S. Erawan, ²Suhartati M. Natsir

¹Jurusan Biologi, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjadjaran, Bandung

²Pusat Penelitian Oseanologi-LIPI, Jakarta

Email: khairunisaaulia@yahoo.com

ABSTRACT

Research of water condition of coral reefs with foraminifera benthic as bioindicator based on FORAM Index (FI) in Banggai Islands, Province of Central Sulawesi was conducted by P2O-LIPI, Jakarta team in July 2011. This study was an exploratory research, conducted using survey methods. Sediment sampling was collected by a Van Veen Grab and measurement of other biotic and abiotic parameters was performed in 8 point sampling stations scattered in Banggai islands. Sediment samples were analyzed qualitatively and quantitatively to identify the types of foraminifera, determines FORAM Index, and find out the relationship between FORAM Index with condition of coral reefs views by coral cover. The results showed that foraminifera benthonic as bioindicator were 75 species, which belong to 33 genera. Water conditions of Banggai Islands by FORAM Index (FI) values ranged from 2.99 to 5.54. There was a fairly close relationship between FI with condition of coral reefs views by percentage coral cover in Banggai Islands.

Keywords : coral reefs, FORAM Index, foraminifera benthic, Banggai Islands

ABSTRAK

Penelitian mengenai kondisi perairan terumbu karang dengan foraminifera bentik sebagai bioindikator berdasarkan *FORAM Index* di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah telah dilakukan oleh Tim P2O LIPI Jakarta pada bulan Juli 2011. Penelitian ini bersifat eksploratif, dilakukan dengan menggunakan metode survey. Pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan *Van Veen Grab* dan pengukuran parameter biotik dan abiotik lainnya telah dilakukan di 8 titik stasiun pengambilan sampel yang tersebar di Kepulauan Banggai. Sampel sedimen yang diperoleh, kemudian dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif, yaitu untuk mengidentifikasi jenis foraminifera, menentukan *FORAM Index (FI)*, dan mengetahui hubungan antara *FORAM Index* dengan kondisi terumbu karang dilihat dari penutupan karang. Hasil dari penelitian ini adalah foraminifera bentik bioindikator yang teramati berjumlah 75 jenis, yang termasuk ke dalam 33 genus. Kondisi perairan Kepulauan Banggai berdasarkan *FORAM Index (FI)* nilainya berkisar antara 2,99-5,54. Terdapat hubungan yang cukup erat antara FI dengan kondisi terumbu karang dilihat dari persentase penutupan karangnya di Kepulauan Banggai.

Kata kunci: *FORAM Index*, foraminifera bentik, terumbu karang, Kepulauan Banggai

I. PENDAHULUAN

Sistem lingkungan akuatik terbesar di planet bumi adalah ekosistem lautan, dimana di sekelilingnya terdapat serangkaian komunitas beserta lingkungan fisik dan kimianya. Lautan banyak memberikan kontribusi dalam bidang ilmu pengetahuan terutama mengenai organisme laut (Nybakken, 1988). Wilayah lautan mempunyai kekayaan dan keanekaragaman hayati terbesar di dunia, salah satunya adalah ekosistem terumbu karang.

Ekosistem terumbu karang merupakan bagian dari ekosistem laut karena menjadi sumber kehidupan bagi beraneka ragam biota laut (Dahuri, 1999). Ekosistem ini terdapat di laut dangkal yang hangat dan bersih, dan merupakan perairan paling produktif di perairan laut tropis, serta memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi.

Indonesia terletak di dalam pusat keanekaragaman terumbu karang dunia, yang sering disebut juga dengan *Coral Triangle* atau Segitiga Terumbu Karang. Luas ekosistem terumbu karang Indonesia diperkirakan mencapai 75.000 km² yaitu sekitar 12 sampai 15% dari luas terumbu karang dunia (Anonim, 2012a).

Terumbu karang (*coral reef*) merupakan ekosistem organisme yang hidup di dasar perairan yang berupa bentukan batuan kapur (CaCO₃) yang cukup kuat menahan gaya gelombang laut. Organisme-organisme yang dominan hidup disini adalah binatang-binatang karang yang mempunyai kerangka kapur dan alga yang banyak diantara terumbu karang juga mengandung kapur. Sorokin (1993), membedakan antara binatang karang atau karang (*reef coral*) sebagai organisme individu atau komponen dari ekosistem dan terumbu karang (*coral reefs*) sebagai suatu ekosistem.

Terumbu karang memiliki peran yang sangat besar, karena itu kerusakan

ekosistem terumbu karang dapat mengakibatkan terganggunya seluruh kehidupan di laut dan pantai yang ada di wilayah tersebut. Pencemaran oleh berbagai macam limbah di pantai dapat mengganggu kelangsungan hidup terumbu karang yang memerlukan perairan yang bersih. Aktivitas penambangan batu karang sebagai bahan bangunan dan hiasan, penangkapan ikan dengan menggunakan bahan peledak dan bahan kimia beracun juga merupakan faktor yang mengancam kelestarian terumbu karang. Selain itu, peningkatan suhu bumi juga merupakan ancaman yang cukup berbahaya bagi terumbu karang. Belakangan ini diperkirakan hampir 25% dari kehidupan di ekosistem terumbu karang telah mati, antara lain akibat dari peningkatan suhu yang mencapai sebesar 4°C (Anonim, 2012a).

Di Indonesia sendiri efek dari aktivitas tersebut di atas menyebabkan terumbu karang hanya tersisa 30% dalam kondisi baik, 37% dalam kondisi sedang, dan 33% rusak parah (Anonim, 2012a). Pemantauan kondisi terumbu karang dapat digunakan beberapa metode pendeteksi dini. Metode yang paling sering digunakan adalah metode LIT (*Line Intercept Transect*), yaitu metode yang digunakan untuk menentukan penutupan komunitas bentos yang hidup bersama karang serta penutupan karang itu sendiri (Hill and Wilkinson, 2004). Namun, metode LIT bukan merupakan metode satu-satunya yang dapat digunakan dalam memantau kondisi lingkungan terumbu karang, terdapat pula *Reef Check* dan metode yang dapat menggunakan suatu bioindikator.

Risk (1999) dalam Hallock *et al.*, (2003), mencatat bahwa tim konservasi lingkungan telah memantau kualitas air dan kondisi terumbu selama puluhan tahun, tetapi mereka tidak memiliki bioindikator yang dapat menghubungkan keduanya dalam upaya melestarikan

sumber daya terumbu karang yang tersisa. Tim konservasi lingkungan tersebut sangat membutuhkan bioindikator tentang kondisi biologi dari lingkungan terumbu karang yang dapat menghubungkan data yang diperoleh melalui *remote-sensing*, kualitas air, dan komunitas organisme bentik untuk memantau respon tekanan pada terumbu karang (Hallock *et al.*, 2003).

Metode sederhana yang dapat digunakan untuk memantau kondisi terumbu karang adalah penghitungan indeks keanekaragaman biota yang berasosiasi dengan terumbu karang termasuk foraminifera bentik (Natsir dan Subkhan, 2010). Metode yang digunakan adalah penghitungan *FORAM* (*Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring*) Index atau FI (Hallock *et al.*, 2003). FI didasarkan pada 30 tahun penelitian terhadap sedimen terumbu karang dan lingkungan foraminifera yang tinggal di terumbu karang, serta kumpulan foraminifera yang didapat dari permukaan sedimen. *FORAM Index* dimaksudkan untuk memberikan suatu tindakan pada pemerhati lingkungan, untuk menentukan apakah kualitas air di lingkungan tersebut layak untuk mendukung pertumbuhan terumbu karang. *FORAM Index* menggunakan foraminifera hidup atau diasumsikan hidup (sudah mati dapat disebabkan karena memang sudah mati saat pengambilan sampel dan mati karena prosedur laboratorium) yang belum menjadi fosil.

Foraminifera dapat dikatakan sebagai bioindikator dikarenakan sudah banyak digunakan sebagai indikator lingkungan perairan dan lingkungan paleo. Lingkungan paleo merupakan lingkungan pengendapan karena adanya proses sedimentasi dan dapat dikorelasikan dengan umur batuan (Rifai, 2004). 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 (Hallock *et al.*, 2003).

Foraminifera bentik adalah komponen meiobentik dari komunitas dasar perairan yang memiliki peran sebagai produsen kalsium karbonat (CaCO_3) dalam sedimen di hampir seluruh dasar laut di dunia (Hallock, 1974 dalam Rositasari, 2011). Kalsium karbonat merupakan salah satu elemen pembentuk terumbu karang. Oleh karena itu, foraminifera bentik dapat dijadikan sebagai bioindikator perairan terumbu karang.

Kepulauan Banggai merupakan perairan karang yang terletak di Kabupaten Kepulauan Banggai, Sulawesi Tengah. Kabupaten Kepulauan Banggai memiliki lahan terumbu karang di sepanjang garis pantai dan di beberapa gugus pulau yang terdiri atas 72 pulau, yaitu pulau-pulau besar dan kecil seperti, Pulau Banggai, Pulau Labobo, dan Pulau Bangkulu (Saputro dan Edrus, 2008). Tidak hanya ekosistem terumbu karang saja yang berada di perairan ini, terdapat pula ekosistem mangrove dan lamun. Organisme laut termasuk foraminifera yang hidup pada semua perairan dapat menjadikan ekosistem terumbu karang sebagai habitatnya yang kondusif (Natsir, 2011). Penelitian yang telah dilakukan oleh tim Pusat Penelitian Oseanografi (P2O) LIPI Jakarta pada tahun 2011 mengenai kondisi terumbu karang di Perairan Kepulauan Banggai mendapatkan hasil bahwa kondisi terumbu karang tersebut masuk ke dalam kategori baik sampai rusak. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai FI serta mengetahui hubungan antara nilai indeks tersebut dengan kondisi terumbu karang dilihat dari penutupan karang di Kepulauan Banggai, Provinsi Sulawesi Tengah.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di 8 titik stasiun yang tersebar di Kepulauan Banggai pada tahun 2011. Stasiun penelitiannya terletak diantara Pulau Kokudan, Pulau Melilis, Pulau Taulan, Pulau Bandang, Pulau Banggai, dan Pulau Bangkulu (Gambar 1). Pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan *Van Veen Grab*. Sampel sedimen yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label. Preparasi sampel dilakukan berdasarkan metode Kennedy and Ziedler (1976) dalam Natsir (2010), yaitu terdiri dari tahapan pencucian sampel, pemisahan foraminifera dari sedimen, deskripsi dan identifikasi serta penempelan dan dokumentasi. Pencucian sampel dilakukan dengan air mengalir di atas saringan hingga bersih dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 30°C selama 2 jam. Sampel yang telah kering dimasukkan ke dalam kantong plastik yang telah diberi label untuk analisis lebih lanjut. Tahap selanjutnya adalah pemisahan foraminifera dari sedimen yaitu menyebarkan sampel yang telah dicuci pada *extraction tray* di bawah mikroskop binokuler secara merata. Foraminifera yang terdapat dalam sampel tersebut diambil dan disimpan pada *foraminiferal slide*.

2.2. Analisis Data

Kemudian dilakukan proses deskripsi dan identifikasi terhadap individu yang didapatkan berdasarkan morfologinya dengan menggunakan buku-buku identifikasi foraminifera bentik Graham and Militante (1959), Barker (1960), dan Albani (1979). Tahap selanjutnya merupakan analisis kuantitatif untuk mendapatkan kelimpahan genus atau spesies, mengetahui hubungan antara *FORAM Index* dengan kondisi terumbu

karang dilihat dari penutupan karang dengan rumus korelasi Pearson, dan nilai indeks dengan menggunakan rumus *FORAM Index* menurut Hallock *et al.* (2003) dengan formula sebagai berikut:

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

Keterangan:

FI = *FORAM Index*

Ps = Ns/ T

Ns = Jumlah individu yang mewakili foraminifera yang berasosiasi dengan terumbu karang: *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Alveolinella*, *Borelis*, *Sorites*, *Amphisorus*, *Marginophora*.

Po = No/T

No = Jumlah individu yang mewakili foraminifera oportunistik: *Ammonia*, *Elphidium*, beberapa marga dari Suku Trochaminidae, Lituolidae, Boliviniidae, Buliminidae.

Ph = Nh/T

Nh = Jumlah 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.

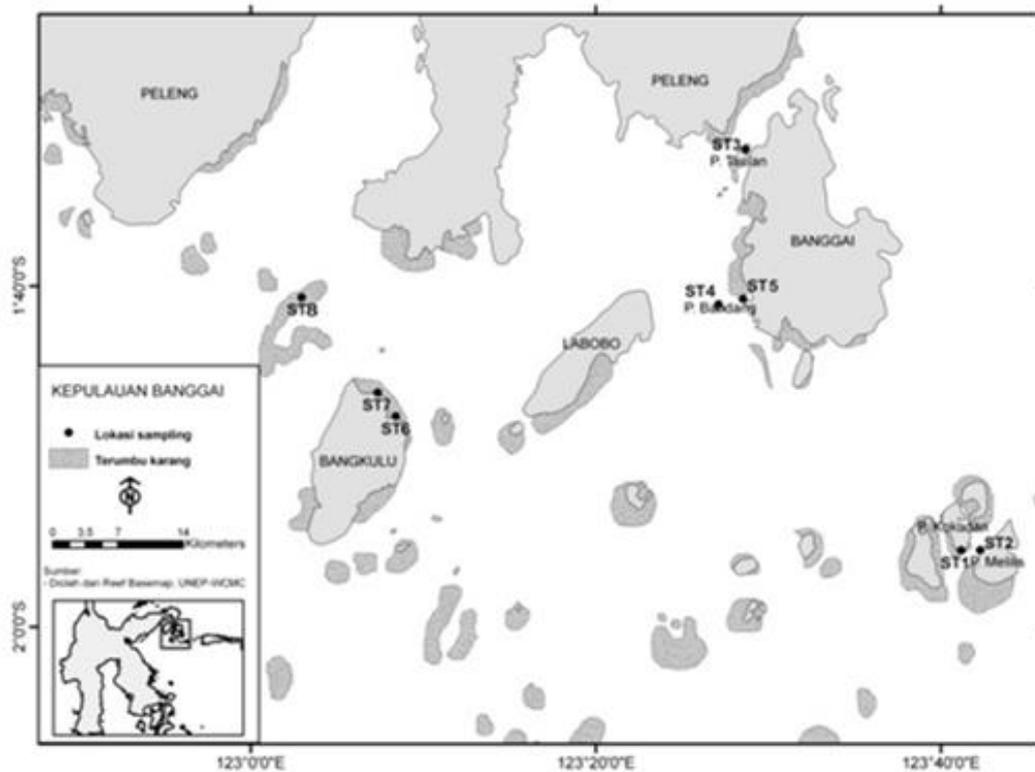
Interpretasi nilai *FORAM Index* berdasarkan HALLOCK *et al.* (2003):

FI > 4 = lingkungan sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang

3 < FI < 5 = lingkungan peralihan

2 < FI < 4 = lingkungan cukup untuk pertumbuhan terumbu karang, namun tidak cukup untuk pemulihan

FI < 2 = lingkungan tidak layak untuk pertumbuhan terumbu karang



Gambar 1. Lokasi pengambilan sampel kepulauan Banggai.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Keanekaragaman Foraminifera

Identifikasi foraminifera benthik yang telah dilakukan di 8 stasiun titik sampel tersebar di Kepulauan Banggai, diperoleh 106.233 spesimen foraminifera benthik. Foraminifera benthik yang melimpah dan sering ditemukan adalah *Amphistegina*, *Glabratella*, dan *Quinqueloculina*. Terdapat 75 spesies (33 genera) foraminifera benthik yang ditemukan pada saat pengamatan.

Stasiun 2 merupakan stasiun pengambilan sampel dengan hasil yang sangat melimpah, yaitu sebanyak 40.483 spesimen, sedangkan stasiun 3 merupakan stasiun dengan hasil yang sedikit, yaitu 3.121 spesimen. Pada stasiun 2, jumlah foraminifera benthik kelompok yang

bersimbion dengan terumbu karang berjumlah 12.204 spesimen, kelompok oportunistik 8.790 spesimen, sedangkan kelompok kecil lain dan heterotrof 19.489 spesimen. Stasiun 3 memiliki foraminifera benthik kelompok yang bersimbion dengan terumbu karang sebanyak 749 spesimen, kelompok oportunistik 726 spesimen, dan kelompok kecil lain dan heterotrof 1.646 spesimen. Hal ini menunjukkan bahwa jenis foraminifera benthik yang paling banyak ditemukan berasal dari kelompok kecil dan heterotrof, sedangkan yang sedikit dijumpai berasal dari kelompok oportunistik.

Kelimpahan foraminifera benthik dilihat berdasarkan kelompok fungsionalnya, maka kelompok fungsional yang bersimbion dengan terumbu karang terdapat 23 spesies yang ditemukan pada saat pengamatan. *Amphistegina quoyii*

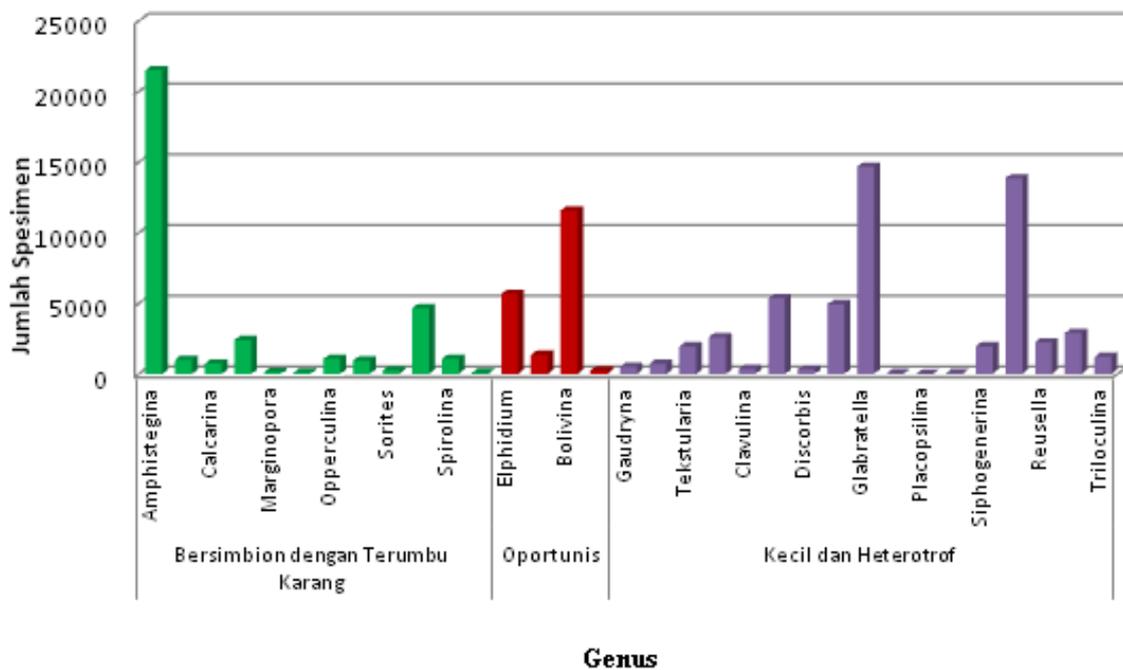
merupakan spesies yang paling melimpah pada kelompok ini, yaitu sebesar 3.258 spesimen. Kelompok oportunist terdapat 10 spesies dan *Bolivina sp.* adalah spesies yang paling melimpah (5.783 spesimen), sedangkan kelompok kecil lain dan heterotrof 42 spesies, dan *Glabratella sp.* adalah spesies yang paling melimpah (7.250 spesimen). Ketiga spesies yang paling melimpah tersebut ditemukan pada stasiun 2.

Bila dirunut berdasarkan genus, maka genus yang paling melimpah adalah *Amphistegina* yaitu sebanyak 21.507 spesimen, *Glabratella* sebanyak 14.659 spesimen, dan *Quinqueloculina* sebanyak 13.855 spesimen. Genus yang paling jarang ditemukan adalah *Placopsilina* dengan jumlah total 3 spesimen, *Neoconorbina* 41 spesimen, dan *Sphaerogypsina* sebanyak 74 spesimen.

Hal ini juga dapat dilihat secara jelas pada Gambar 2 berikut ini.

Pada Gambar 2 dapat diketahui bahwa genus yang mendominasi pada kelompok fungsional simbiosis dengan terumbu karang adalah *Amphistegina*, *Heterostegina*, dan *Tynoporus*. Genus yang mendominasi kelompok oportunist adalah *Elphidium* dan *Bolivina*, sedangkan untuk kelompok kecil dan heterotrof adalah *Glabratella* dan *Quinqueloculina*.

Persentase jumlah foraminifera bentik Kepulauan Banggai dilihat secara umum, sebanyak 50% foraminifera bentik kecil dan heterotrof menghuni Kepulauan Banggai, sedangkan foraminifera bentik yang bersimbiosis dengan terumbu karang hanya mencapai 32% dari jumlah keseluruhan, dan 18% foraminifera penghuni Kepulauan Banggai adalah kelompok oportunist.



Gambar 2. Diagram kelimpahan foraminifera bentik kepulauan Banggai berdasarkan genus.

Kelimpahan relatif digunakan untuk mengetahui proporsi tiap jenis foraminifera benthik bioindikator perairan terumbu karang yang dilihat melalui presentasi kelimpahan relatifnya (Odum, 1993). *Amphistegina* masuk ke dalam kelompok simbiosis terumbu karang memiliki jumlah kelimpahan relatif tertinggi dan paling melimpah di stasiun 8, yaitu sebesar 36,47%. Spesies *Amphistegina* yang paling sering ditemukan ada tiga, yaitu *Amphistegina gibbosa* (D'Orbigny), *A. lessonii* (D'Orbigny), dan *A. quoyii* (D'Orbigny). Hal ini terjadi dikarenakan pada stasiun 8 terumbu karang masih dijumpai sampai dengan kedalaman 25m, perairannya cukup tenang, dengan suhu berkisar antara 7-28°C, salinitas 33-34 ppt, dan tingkat kecerahan mencapai 72-75%. Kondisi ini yang menjadikan terumbu karang sangat baik pertumbuhannya (Kordi, 2010), sehingga foraminifera benthik yang hidup di terumbu karang terpenuhi kebutuhannya. *Amphistegina* mendiami habitat dengan intensitas cahaya yang tinggi, serta memiliki substrat keras seperti pecahan karang dengan energi perairan yang sedang sampai tinggi di wilayah oligotrofik (wilayah yang memiliki produktivitas primer rendah karena kandungan bahan organik dan mineral lainnya rendah), terletak pada dataran sampai lereng karang dimana kelimpahan tertinggi ditemukan di lereng karang (Toruan, 2011).

Menurut Natsir (2010b), kelimpahan *Amphistegina* yang tinggi merupakan indikasi perairan yang memiliki kondisi terumbu karang yang baik. *Amphistegina* memberikan respon negatif terhadap adanya pencemaran perairan. Pada ekosistem terumbu karang yang baik, maka kelompok *Amphistegina* akan melimpah dan mendominasi foraminifera lainnya, sedangkan kualitas perairan yang menurun menyebabkan

kelimpahan *Amphistegina* berkurang (Toruan, 2011).

Bolivina yang merupakan kelompok oportunistik paling melimpah, tidak banyak ditemukan di stasiun 8, begitu pula dengan *Glabratella* ataupun *Quinqueloculina* yang masuk ke dalam kelompok kecil dan heterotrof. Kedua kelompok ini kehadirannya melimpah pada stasiun 2, 3, dan 5. Stasiun-stasiun ini merupakan vegetasi mangrove, dimana lokasinya dekat dengan pemukiman, dan diduga lokasi ini bekas pemboman. Terumbu karang relatif baik, namun di lereng terumbu terumbu karang mulai rusak, tempat ini didominasi oleh pecahan karang. Suhu berkisar antara 6-27°C, dengan salinitas 33-34 ppt, dan tingkat kecerahan mencapai 72-73%. Walaupun kondisi fisik lokasi ini baik dan sesuai untuk pertumbuhan terumbu karang, namun karena lokasi ini bekas pemboman, maka foraminifera yang bersimbiosis dengan terumbu karang juga masih belum terlalu banyak ditemukan karena banyaknya pecahan karang yang ditemukan di lokasi ini, tetapi berbeda dengan foraminifera kelompok oportunistik serta kelompok kecil lain dan heterotrof yang jumlahnya melimpah di lokasi ini.

Diketahui bahwa sebanyak 53% foraminifera benthik kelompok oportunistik ditemukan saat penelitian, sedangkan foraminifera benthik kelompok yang bersimbiosis dengan terumbu karang hanya ditemukan sebanyak 31%, dan kelompok kecil dan heterotrof hanya 16%. Foraminifera yang didapat dari penelitian ini tidak hanya berasal dari jenis foraminifera benthik saja, tetapi terdapat foraminifera planktonik yang teramati. Terdapat 2 spesies dari foraminifera planktonik, yaitu *Globigerina sp.* dan *Hastigerina aequilateralis*. Foraminifera planktonik ini dapat teridentifikasi dikarenakan saat populasi foraminifera planktonik meningkat, planktonik dapat menekan kelompok fungsional yang

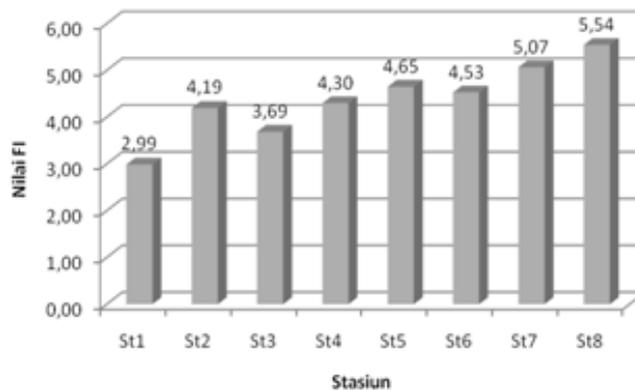
bersimbion dengan terumbu karang serta foraminifera bentik lainnya (Schueth and Frank, 2008).

3.2. FORAM Index Kepulauan Banggai

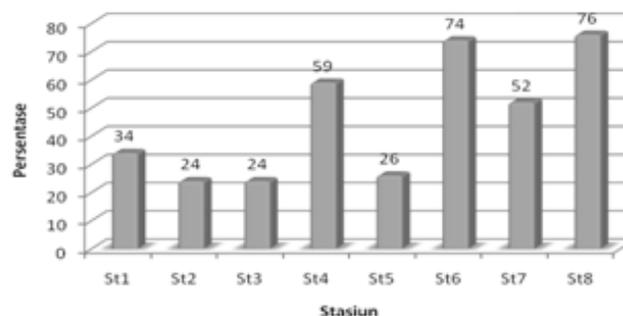
FORAM (Foraminifera in Reef Assessment and Monitoring) Index merupakan indeks yang dihitung berdasarkan kepada foraminifera yang diidentifikasi sampai tingkat genus yang kemudian diklasifikasikan berdasarkan kelompok fungsionalnya. Kelompok fungsional tersebut terbagi menjadi tiga, yaitu kelompok yang bersimbion dengan terumbu karang, kelompok oportunistis, dan kelompok kecil dan heterotrof lainnya (Hallock *et al.*, 2003). Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk menghitung berapa besar *FORAM Index* (FI) di stasiun pengambilan sampel Kepulauan Banggai.

Hasil perhitungan FI dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan hasil perhitungan, nilai FI berkisar antara 2,99-5,54. Nilai FI tertinggi adalah 5,54, yaitu pada stasiun 8, sedangkan nilai FI terendah adalah 2,99 yaitu pada stasiun 1. Stasiun 8 dengan FI yang bernilai sebesar 5,54 mengindikasikan bahwa kondisi perairan ini sangat kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang (Hallock *et al.*, 2003). Hal ini menunjukkan bahwa perairan tersebut sangat terbatas untuk pertumbuhan karang dan tidak cocok dengan lingkungan pemulihan terumbu karang (Hallock *et al.*, 2003). Nilai FI sangat dipengaruhi dari nilai tutupan terumbu karangnya. Adapun nilai tutupan terumbu karang dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram *FORAM Index* Kepulauan Banggai.



Gambar 4. Diagram persentase tutupan terumbu karang kepulauan Banggai (P2O LIPI, 2011).

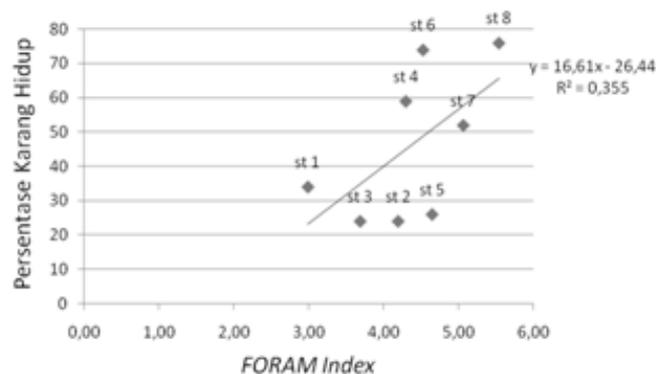
Berdasarkan Gambar 4 tersebut dapat dilihat bahwa nilai tutupan karang Kepulauan Banggai berkisar antara 24-76%. Nilai persentase tutupan karang tertinggi adalah 76% pada stasiun 8, sedangkan yang terendah adalah 24% pada stasiun 2 dan 3. Nilai FI yang tinggi juga dimiliki oleh stasiun 6, yaitu sebesar 74% dan stasiun 5 memiliki nilai tutupan terumbu karang yang juga kecil yaitu 26%. Nilai FI yang rendah ini disebabkan oleh melimpahnya kelompok kecil lain dan heterotrof serta rendahnya spesies yang masuk ke dalam kelompok simbiosis terumbu karang. *Quinqueloculina* dan *Glabratella* sangat mendominasi stasiun-stasiun yang memperoleh nilai FI rendah, sementara itu kedua spesies tersebut tidak mendominasi pada stasiun-stasiun yang nilai FI nya tinggi, seperti pada stasiun 6 dan 8. *Amphistegina* dan *Tynoporus* yang masuk ke dalam kelompok yang bersimbiosis dengan terumbu karang jumlahnya melimpah pada stasiun 6 dan 8, sedangkan pada stasiun yang nilai FI nya rendah jumlahnya rendah, walaupun pada stasiun 2 dapat dilihat pada tabel 4.1 jumlah *Amphistegina* melimpah, namun jumlah tersebut tertutupi oleh jumlah spesies *Quinqueloculina* yang sangat melimpah pada stasiun tersebut.

Rendahnya nilai FI menunjukkan lokasi yang kaya akan mikroalga atau

bahan organik lain, akibatnya foraminifera bentuk kelompok kecil lain dan heterotrof serta kelompok oportunistis akan berkembang pesat jumlah dan jenisnya karena kebutuhan makanan pada kelompok ini terpenuhi dan tidak terjadi kompetisi sumber daya makanan. Sebaliknya nilai FI tinggi menandakan kondisi lingkungan perairan yang oligotrofik, sehingga membatasi perkembangan foraminifera bentuk kelompok kecil lain dan heterotrof dan kelompok oportunistis, namun mendukung perkembangan foraminifera bentuk besar yaitu foraminifera yang masuk ke dalam kelompok yang bersimbiosis dengan terumbu karang (Toruan, 2011). Secara umum, pada lingkungan yang tidak tertekan secara ekologi, keragaman foraminifera akan meningkat (Martins et al., 2010 dalam Toruan, 2011).

3.3. Korelasi FI dengan Tutupan Terumbu Karang

Nilai FI dengan nilai persentase tutupan terumbu karang dapat dikorelasikan agar diketahui kaitan antara FI dengan tutupan terumbu karang itu sendiri. Korelasi antara FI dengan persentase tutupan terumbu karang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram korelasi antara *FORAM Index* dengan persentase tutupan terumbu karang kepulauan Banggai.

Dengan menggunakan koefisien determinasi dari grafik, maka dapat diketahui berapa nilai korelasinya (r), yaitu 0,60. Menurut Guilford (1956), bila angka korelasi menunjukkan angka 0,60 itu berarti ada diantara 0,40-0,70 yang berarti angka ini menunjukkan hubungan yang cukup erat antara kedua variabel, yaitu FI dengan persentase tutupan terumbu karang.

Nilai korelasi yang positif mengasumsikan respon yang sama akan kebutuhan kualitas perairan antara foraminifera bentik dan terumbu karang, tetapi akibat kecepatan dalam merespon perubahan kualitas perairan yang berbeda, menyebabkan pada suatu lokasi nilai FI bisa lebih tinggi saat persentase penutupan karang rendah dan sebaliknya (Toruan, 2011). Hal ini terjadi pada stasiun 2 dan 5, dimana nilai FI pada kedua stasiun tersebut tinggi, masing-masing yaitu 4,19 dan 4,65, sedangkan nilai persentase tutupan terumbu karangnya rendah, masing-masing yaitu 24% dan 26%.

Terumbu karang menyediakan beragam habitat bagi organisme yang berasosiasi dengannya, sehingga sejumlah besar spesies dapat hidup di ekosistem ini dengan kelimpahan yang bervariasi. Rusaknya ekosistem ini secara fisik, seperti meningkatnya pecahan karang dan sedimentasi akan memperkecil tempat hidup bagi banyak spesies. Peningkatan nutrisi berperan dalam menambah tekanan terhadap eksistensi terumbu karang sehingga dapat mengurangi tutupan karang hidup dan makin mengurangi keragaman habitat yang berujung pada berkurangnya jumlah spesies dan individu yang berasosiasi. Pada saat itu, umumnya organisme generalis (foraminifera kecil lain dan heterotrof) akan mendominasi ekosistem yang sudah rusak (Renema (2008) dalam Toruan, 2011) karena kemampuan mereka dalam memanfaatkan berbagai pakan yang

tersedia dalam kondisi ekosistem yang tertekan (Toruan, 2011).

Terumbu karang maupun foraminifera bentik selalu mengalami perubahan sebagai respon terhadap perubahan lingkungan, baik secara alamiah ataupun antropogenik, namun foraminifera spesies tertentu menunjukkan waktu pulih yang lebih cepat serta dapat bertahan dalam lingkungan yang tertekan dan didukung dengan bentuk tubuhnya yang kecil yang menyebabkan kumpulan foraminifera tersebut segera pulih dan mencapai akhir suksesi. Sebaliknya, organisme ini juga segera merespon perubahan parameter perairan bahkan meskipun tingkatan degradasi perairan masih rendah. Hal kontras terjadi pada terumbu karang, dimana organisme ini membutuhkan waktu lama untuk membentuk koloni yang padat dengan keragaman tinggi dan juga membutuhkan waktu yang lebih panjang dibandingkan dengan foraminifera dalam merespon perubahan kualitas perairan. Perbedaan kecepatan foraminifera dibandingkan karang dalam merespon kualitas perairan menunjukkan sensitifitas foraminifera yang dapat dijadikan sebagai indikator awal degradasi dan perbaikan kualitas perairan (Motjahid *et.al.*, 2008 dalam Toruan, 2011).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan *FORAM Index*, kondisi perairan Kepulauan Banggai cukup kondusif hingga kondusif untuk pertumbuhan terumbu karang. Foraminifera bentik bioindikator perairan terumbu karang di Kepulauan Banggai yang teramati berjumlah 75 jenis (33 genera). Kelompok yang bersimbiosis dengan terumbu karang yang ditemukan diantaranya adalah *Amphistegina*, *Baculogypsina*, *Calcarina*, *Hetrostegina*, *Tynoporus*. Kelompok oportunistis adalah *Elphidium*, *Planorbulina*, *Bolivina*, dan

Loxostomum. Kelompok kecil lain dan heterotrof diantaranya adalah *Tekstularia*, *Cymbaloporeta*, *Quinqueloculina*, *Spiroloculina*, dan *Triloculina*. Terdapat hubungan yang cukup erat antara *FORAM Index* dengan kondisi terumbu karang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada P2O LIPI Jakarta atas seluruh bantuan selama penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2012a. Program rehabilitasi dan pengelolaan terumbu karang. <http://coremap.or.id> Diakses tanggal 7 Mei 2012.
- Dahuri, R. 1999. Kebijakan dan strategi pengelolaan terumbu karang. Lokakarya pengelolaan dan IPTEK terumbu karang Indonesia. Jakarta.
- 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 and Assessment*, 81:221-238.
- Hill, J. and C. Wilkinson. 2004. Methods for ecological monitoring of coral reefs. Australian Institute of Marine Science. Australia.
- Kordi, M.G.H.K. 2010. Ekosistem terumbu karang. Rineka Cipta. Jakarta. Hlm.:81-83.
- Natsir, S. M. 2010b. Foraminifera bentik sebagai indikator kondisi lingkungan terumbu karang perairan pulau Kotok Besar dan pulau Nirwana, kepulauan Seribu. *Pusat Penelitian Oseanografi-LIPI*, 36(2):181-192.
- Natsir S.M. dan M. Subkhan. 2010. Foraminifera bentik sebagai bioindikator kualitas perairan ekosistem terumbu karang di pulau Bidadari dan Ringit, Kepulauan Seribu. *J. Lingkungan Tropis*, 5(1):1-10.
- Natsir, S.M., M. Subkhan, Rubiman, dan S.P.A. Wibowo. 2011. Komunitas foraminifera bentik di perairan kepulauan Natuna. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(2):21-31.
- Rifai, M.A. 2004. Kamus biologi. Balai Pustaka. Jakarta.
- Rositasari, R. 2011. Karakteristik komunitas foraminifera di perairan Teluk Jakarta. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 3(2):100-111.
- Saputro, G.B. dan I.N. Edrus. 2008. Sumber daya ikan karang perairan kabupaten Banggai, Sulawesi Tengah. *J. Lit. Perikan. Indonesia*, 14(1):73-113.
- Toruan, L.N.L. 2011. Pendugaan kualitas ekosistem terumbu karang di kepulauan Seribu dengan menggunakan proporsi foraminifera bentik sebagai bioindikator. IPB.