

Kondisi Foraminifera Bentik Sebagai Bioindikator Pada Ekosistem Terumbu Karang Di Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang, Aceh, Indonesia

Maria Ulfah^{1*}, Avifah Zahra^{1,2}, Chitra Ocatvina², Muthia Ramadhaniaty¹, Khairunnisa¹

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Kelautan Dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala
Ocean Diving Club, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Syiah Kuala
Darussalam, Banda Aceh 23111, Indonesia
E-mail: mariaulfah@usk.ac.id

Abstract

The Condition of The Benthic Foraminifera as a Bioindicators in The Coral Reef Ecosystems in The Eastern Coastal Water Conservation Area of The Island of Weh Sabang, Aceh, Indonesia

The East Coast Marine Conservation Area of Pulau Weh, Sabang (KKP PTPW) holds a lot of potential natural wealth. One of them is foraminifera which lives in coral reef sediments. Foraminifera are a group of single-celled organisms that can form shells from their own bodies. This research aims to determine the type, abundance and relationship of benthic foraminifera with coral reefs and determine the condition of the coral reef ecosystem. This research was carried out from July to September 2023 using a purposive sampling method, where benthic foraminifera samples were taken using a corer with five repetitions at one station and coral reef data was collected using the Point Intercept (PIT) method. The results of research on benthic foraminifera found 33 families, 33 genera and 31 species with an average abundance of 1089 ind/m² and average coral reef cover of 56,66% in the high category. Foraminifera have a very close relationship with coral reefs, which is why foraminifera can be used as associates on coral reefs.

Keywords: Foraminifera, Coral Reefs, Abundance

ABSTRAK

Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, (KKP PTPW) Sabang, menyimpan banyak potensi kekayaan alam. Salah satunya Foraminifera yang hidup pada sedimen terumbu karang. Foraminifera merupakan sekelompok organisme bersel tunggal yang dapat membentuk cangkang dari tubuhnya sendiri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis, kelimpahan serta hubungan foraminifera bentik dengan terumbu karang dan mengetahui kondisi ekosistem terumbu karang. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan September 2023 dengan metode *purposive sampling*, dimana pengambilan sampel foraminifera bentik menggunakan corer (Pipa Paralon) dengan lima kali pengulangan dalam satu stasiun dan pengambilan data terumbu karang dengan metode *Point Intercept Transect* (PIT). Hasil penelitian foraminifera bentik ditemukan sebanyak 33 family, 33 genus dan 31 spesies dengan kelimpahan rata-rata 1089 ind/m² dan rata-rata tutupan terumbu karang 56,66% dengan kategori tinggi. Foraminifera mempunyai hubungan sangat dekat pada terumbu karang yang dimana foraminifera bisa dijadikan sebagai asosiasi pada terumbu karang.

Kata Kunci: Foraminifera, Terumbu Karang, Kelimpahan

PENDAHULUAN

Pulau Weh terletak di ujung barat Indonesia yang berhadapan langsung dengan Selat Malaka dan bertetangga secara langsung dengan Malaysia, Thailand dan India (Anhar *et al.*, 2020). Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh (KKP PTPW) berada dibagian Timur Pulau Weh dengan panjang garis pantai ±15,8 km, terbentang dari Pantai Paradiso hingga ke Ujung Seuke. Berdasarkan Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No.57 / KEPMEN – KP/2013, kawasan tersebut sudah ditetapkan menjadi Kawasan Konservasi Perairan sebagai Suaka Alam Perairan dengan luas area 3.207,98 Ha.

Foraminifera sekelompok organisme bersel tunggal yang mampu membentuk cangkang dari zat tubuhnya sendiri. Cangkangnya terbuat dari komponen dan memiliki struktur yang bervariasi (Natsir, 2010). Foraminifera mempunyai kaki semu dan tingkat keanekaragamannya tinggi (Silmiah *et al.*, 2013). Manfaat dari foraminifera adalah sebagai bioindikator yang berpotensi untuk

mengetahui berbagai perubahan lingkungan (Gustiani dan Ilahude, 2012). Foraminifera bentik berperan sebagai produsen CaCO_3 yang merupakan salah satu elemen pembentuk terumbu karang sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator perairan terumbu karang.

Tutupan terumbu karang di KKP PTPW menunjukkan kondisi ekologi yang lebih baik di mana kondisi terumbu karang berada pada kategori baik sedangkan di luar kawasan Konservasi berada pada kategori sedang (Hastuty *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Aldyza *et al.* (2022) pada kawasan Sumur Tiga memiliki persentase tutupan karang sebesar 36,83% tergolong sedang, pada kawasan Reuteuk 22,33% tergolong dalam kategori rusak, kawasan Benteng Anoi Itam 20,67% tergolong rusak, dan stasiun Ujung Seuke berada pada kategori sedang yaitu 25% dan 34%, sedangkan lokasi Ujung Kareung nilai persentasenya 11,5% memiliki kategori rendah dan kawasan Beurawang berada di titik rendah dengan nilai persentase 12,33%.

Akibat nya keberadaan foraminifera Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur sangat sedikit ditemukan. Kualitas perairannya juga sangat menurun dan tidak dapat dijadikan sebagai bioindikator. Sehingga perlu dilakukan pemantau foraminifera di Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian untuk melihat jumlah keberadaan foraminifera terhadap kondisi ekosistem terumbu karang di dalam Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau maupun di luar Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang.

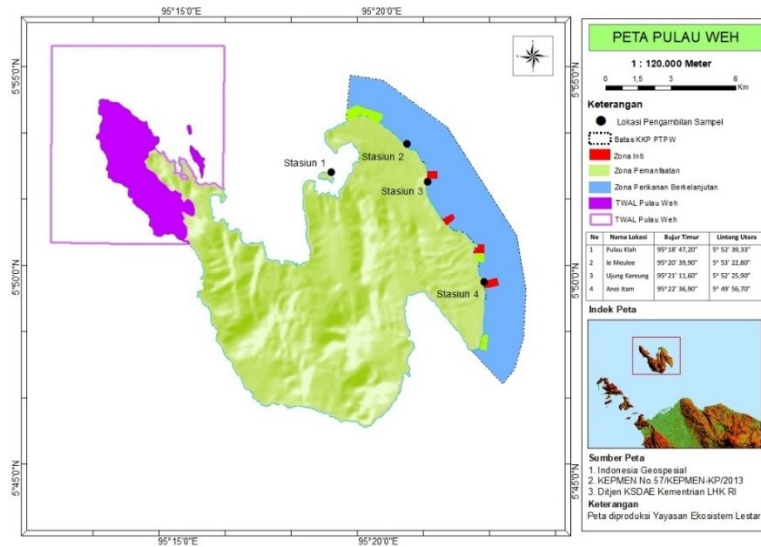
MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan Juli sampai dengan September 2023 bertempat di Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Kota Sabang, Provinsi Aceh. Pengambilan sampel lokasi dibagi menjadi 4 stasiun yaitu satu stasiun di luar Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh di pulau Klah ($95^{\circ}18'47.20''$ BT, dan $5^{\circ}52'39.33''$ LU) dan tiga stasiun di dalam Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh di perairan le Meulee, stasiun kedua di perairan Ujung Kareung dan stasiun keempat di perairan Benteng Anoe Itam (Gambar 1).

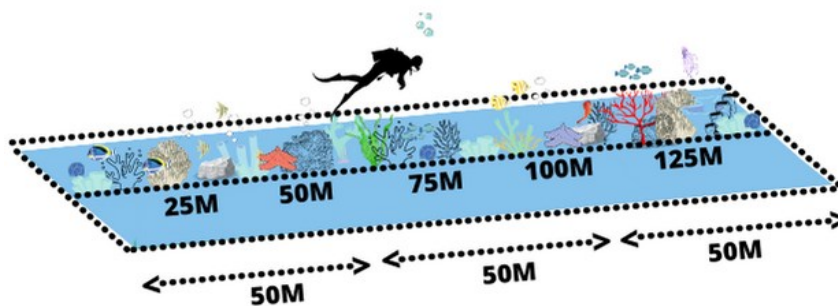
Pengambilan sampel foraminifera bentik dilakukan dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Sampel foraminifera bentik dilakukan dengan pengambilan sedimen permukaan dasar perairan dengan kedalaman dari permukaan sampai 2 cm dibawah permukaan sedimen (Hallock *et al.*, 2003). Sampel foraminifera dilakukan dengan corer berupa pipa paralon berdiameter 10 cm dengan tinggi 5 cm. Penelitian ini melakukan pengulangan pengambilan sampel sebanyak 5 kali untuk setiap stasiun dengan panjang transek 25 m, 50 m, 75 m, 100 m, dan 125 m. Sampel foraminifera bentik yang telah diambil, kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel, diberi kertas label untuk kode pada plastik. Setiap stasiun pengambilan sampel yang telah dilakukan dengan menggunakan metode yang sama (Gambar 2). Preparasi sampel dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu sampel foraminifera yang sudah didapatkan ditimbang 392,7 g selanjutnya dilakukan pencucian dengan air bersih di bawah air mengalir, setelah foraminifera yang sudah dicuci disaring dengan saringan bertingkat dengan ukuran *mesh* 2, 1, 0.5, 0.25, 0.125, 0.063, dan 0.0038 mm setelah itu ukuran *mesh* yang berbeda dipisahkan dan diberi label name dan dikeringkan (Husna *et al.*, 2016).

Pengidentifikasi foraminifera dilakukan dengan sampel foraminifera yang sudah dikeringkan diletakkan dibawah mikroskop binokuler dengan pembesaran lensa 4×0.10 sebanyak 25 g sampel. Kemudian diamati morfologinya seperti bentuk cangkang, bentuk kamar, formasi kamar, jumlah kamar dan sampai tingkat genus menggunakan mikroskop dengan pembesaran 40 kali (Dewi dan Natsir 2010). Literatur identifikasi yang digunakan mengacu pada *Atlas of Benthic Foraminifera* oleh Holbourn (2013) dan Renema (2003). Pengidentifikasi tekstur sedimen dilakukan sedimen yang sudah dikeringkan, diayak dan ditimbang agar mendapatkan persentase berat sampel. Diidentifikasi sampel sedimen untuk mengetahui jenis fraksi sesuai dengan rentang ukuran kerapatan saringan ukuran butir sedimen (Poerbandono dan Djurnasjah 2005). Setelah didapatkan hasil persentase persen berat sedimen, ditentukan golongan jenis sedimen menggunakan segitiga folk (1980).

Pengambilan data persentase tutupan terumbu karang dengan menggunakan metode *Point Intercept Transect* (PIT) bertujuan untuk melihat kondisi karang dan substrat lainnya (Syahril *et al.*, 2013).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang.



Gambar 2. Ilustrasi Pengambilan Sampel Foraminifera dan Data Terumbu Karang yang dimodifikasi dari penelitian Hallock *et al.* (2003).

Pengambilan data dilakukan dengan dibentangkan transek sejajar dengan garis pantai sepanjang 150 m, setiap transek kedalaman nya 3-5 m. setiap transek panjang nya 50 m dengan 3 kali pengulangan dan mempunyai 2 kali interval dengan 5 m. Pengambilan data dilakukan dengan mencatat *lifeform* karang serta mencatat substrat dasar pada transek 0,5 m (Gambar 2). Pengukuran parameter perairan dilakukan secara in situ. Kelimpahan foraminifera menggunakan rumus Odum (1971) dan kelimpahan relative menggunakan rumus Choirudin *et al.* (2014). Tutupan terumbu karang dihitung menurut Wuaten *et al.* (2015). Perhitungan persentase berat sedimen menggunakan rumus. Untuk mengetahui hubungan kelimpahan foraminifera, persentase tutupan terumbu karang hidup, persentase kerikil, persentase pasir, persentase lumpur, nilai parameter kualitas air menggunakan *Principal Component Analysis* (PCA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

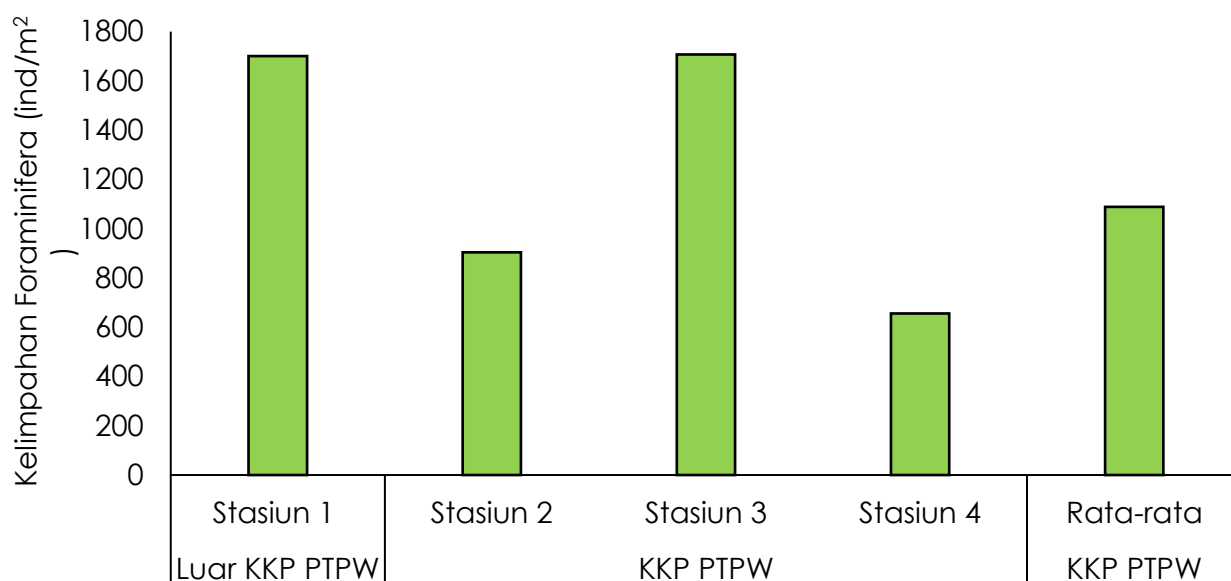
Rata-rata kelimpahan foraminifera KKP PTPW yang ditemukan sebanyak 1089 ind/m². Rata-rata kelimpahan foraminifera yang dijumpai pada luar KKP PTPW sebanyak 1701 ind/m² (Gambar 3). Kelimpahan foraminifera benthik pada ekosistem terumbu karang di KKP PTPW terdapat sebanyak 1089 ind/m². Beda hal nya dengan penelitian Husna *et al.* (2017) di perairan Lamreh terdapat kelimpahan foraminifera benthik pada ekosistem terumbu karang sebanyak 2157,11 ind/m². Menurut penelitian Gitapuri *et al.* (2013) pada Kepulauan Natuna ditemukan nya foraminifera bentonik yang bersimbiosis dengan terumbu karang memiliki kelimpahan sebanyak 80,40%. Kelimpahan foraminifera benthik pada ekosistem terumbu karang di luar KKP PTPW terdapat sebanyak 1701

ind/m². Beda halnya dengan penelitian Oriana *et al.* (2017) di Pulau Tegal kelimpahan foraminifera ditemukan lebih rendah yaitu 655 ind/g. Sedangkan kelimpahan foraminifera bentik tertinggi di Teluk Ambon sebanyak 129 individu (Suhartati dan Natsir, 2010).

Hasil pengidentifikasi foraminifera menggunakan mikroskop dari 20 sampel sedimen pada KKP PTPW dan luar KKP PTPW ditemukannya 33 family dengan genus 33 dan 31 spesies. Pada KKP PTPW ditemukan 28 Family dengan genus 28 dan 26 spesies. Pada kawasan luar KKP PTPW ditemukan sebanyak 19 family dengan 19 genus dan 17 spesies (Tabel 1). Terdapat 5 spesies foraminifera yang sama ditemukan pada KKP PTPW dan luar KKP PTPW. Foraminifera spesies *Amphistegina Radiata*, *Calcarina defrancei*, *Heterotegina depressa*, *Operculina ammonoides* dan *Sorites marginallis* merupakan spesies yang dapat ditemukan pada ke 4 stasiun (Gambar 5).

Tutupan terumbu karang di KKP PTPW sebesar 56,66% dan rata-rata persentase tutupan terumbu karang luar KKP PTPW sebesar 65,68%. 5 spesies ini dapat dijumpai pada tutupan karang yang baik, dimana rata-rata tutupan terumbu karang di KKP PTPW yaitu 56,66 % dengan kategori baik menurut KEPMEN LHK No. 4 Tahun 2001 (Gambar 4). Beberapa peneliti juga mengatakan *Amphistegina Radiata*, *Calcarina defrancei*, *Heterotegina depressa*, *Operculina ammonoides* dan *Sorites marginallis* dapat dijumpai dengan ciri-ciri tutupan terumbu karang yang baik maupun kondisi sedang dan juga dijadikan sebagai asosiasi pada terumbu karang (Gustianti dan Utzman, 2008; Natsir *et al.*, 20011; dan Sidiq *et al.*, 2016). Toruan *et al.* (2011) mengatakan bahwa *Amphistegina sp.* dan *Calcarinidae sp.* jika ditemukan sangat melimpah maka spesies lain juga dapat ditemukan pada ekosistem tersebut. Sedangkan Renema (2008) menyatakan jika kelimpahan dari kedua genus ini menurun dapat disebabkan oleh kualitas perairan yang menurun. Selain itu *Calcarinidae* dapat ditemukan pada kondisi perairan yang memiliki substrat lumpur sampai pencahan karang (Sidiq *et al.*, 2016).

Foraminifera spesies *Abyssamina poagi*, *Ammodiscus grandis*, *Ammonia beccarii*, *Elphidium crispum*, *Nonoides grateloupii*, *Orbina suturalis*, *Quinqueloculina quinquecarinata* *Rotorbis auberi* dan *Nonoides grateloupii* merupakan spesies yang paling sedikit ditemukan. Hal ini serupa dengan Toruan *et al.* (2011) bahwa di temukannya *Ammonia sp.*, *Elphidium* dan *Quinqueloculina sp.* di Pulau



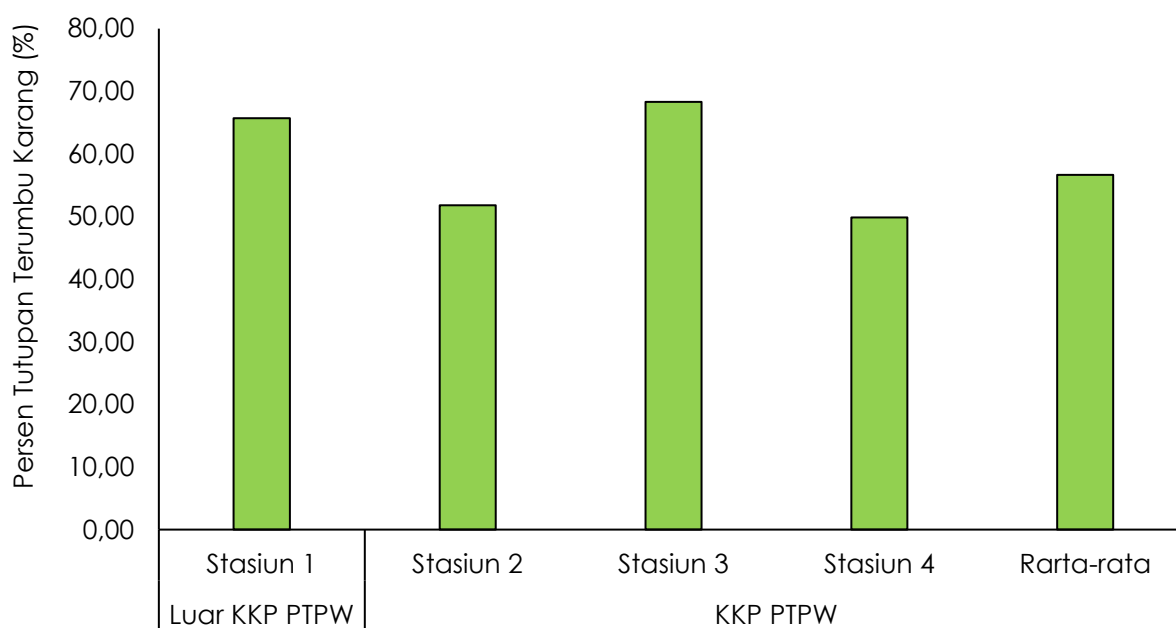
Gambar 3. Kelimpahan Foraminifera pada Kawasan Perairan Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang.

Tabel 1. Keberadaan foraminifera benthik KKP PTPW dan luar KKP PTPW

Family	Genus	Spesies	Luar KKP PTPW	KKP PTPW			
			Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4	
Ammodiscidae	<i>Ammodiscus</i>	<i>Ammodiscus grandis</i>	-	-	-	√	
Ammodiscidae	<i>Ammodiscus</i>	<i>Ammodiscus intermedius</i>	-	√	-	√	
Ammodiscidae	<i>Ammodiscus</i>	<i>Ammodiscus tenuissimus</i>	-	-	-	√	
Ammoniidae	<i>Ammonia</i>	<i>Ammonia beccarii</i>	-	√	-	-	
Ammoniidae	<i>Ammonia</i>	<i>Ammonia parkinsoniana</i>	√	-	√	-	
Ammoniidae	<i>Ammonia</i>	<i>Ammonia tepida</i>	√	-	-	√	
Amphisteginidae	<i>Amphistegina</i>	<i>Amphistegina lobifera</i>	√	√	√	-	
Amphisteginidae	<i>Amphistegina</i>	<i>Amphistegina radiata</i>	√	√	√	√	
Bolivinitidae	<i>Neocassidulina</i>	<i>Neocassidulina abbreviata</i>	√	√	-	-	
Bolivinitoidea	<i>Brizalina</i> sp.	-	√	√	-	√	
Calcarinidae	<i>Calcarina</i>	<i>Calcarina defrancei</i>	√	√	√	√	
Calcarinidae	<i>Calcarina</i>	<i>Calcarina spengleri</i>	√	√	√	-	
Calcarinidae	<i>Neorotalia</i>	<i>Neorotalia calcar</i>	-	√	√	-	
Chilostomellidae	<i>Abyssamina</i>	<i>Abyssamina poagi</i>	√	-	-	-	
Cibicididae	<i>Discorbia</i> sp.	-	√	-	-	√	
Discorbidae	<i>Rotorbis</i>	<i>Rotorbis auberi</i>	√	-	-	-	
Elphidiidae	<i>Elphidium</i>	<i>Elphidium craticulatum</i>	√	√	-	-	
Elphidiidae	<i>Elphidium</i>	<i>Elphidium crispum</i>	-	-	√	-	
Globigerinidae	<i>Globigerina</i>	<i>Globigerina bulloides</i>	-	√	√	-	
Globigerinidae	<i>Orbulina</i>	<i>Orbulina suturalis</i>	-	-	√	-	
Hauerinidae	<i>Quinqueloculina</i>	<i>Quinqueloculina quinquecarinata</i>	√	-	-	-	
Hauerinidae	<i>Quinqueloculina</i>	<i>Quinqueloculina tubilocula</i>	-	√	√	√	
Hauerinidae	<i>Triloculina</i>	<i>Triloculina barnardi</i>	-	√	√	-	
Nonionidae	<i>Nonionides</i>	<i>Nonionides grateloupii</i>	√	-	-	-	
Nummulitidae	<i>Heterostegina</i>	<i>Heterostegina depressa</i>	√	√	√	√	
Nummulitidae	<i>Operculina</i>	<i>Operculina ammonoides</i>	√	√	√	√	
Nummulitidae	<i>Operculina</i>	<i>Operculina complanata</i>	√	√	-	-	
Reussellidae	<i>Reussella</i>	<i>Reussella hayasakai</i>	-	√	√	√	
Rosalinidae	<i>Rosalina</i>	<i>Rosalina globularis</i>	√	√	-	-	
Soritidae	<i>Sorites</i>	<i>Sorites marginallis</i>	√	√	√	√	
Spiroloculinidae	<i>Spiroloculina</i>	<i>Spiroloculina excisa</i>	-	√	√	√	
Spiroloculinidae	<i>Spiroloculina</i>	<i>Spiroloculina subimpresa</i>	-	√	√	√	
Textulariidae	<i>Textularia</i>	<i>Textularia agglutinans</i>	-	√	√	-	

Tabel 2. Hasil Parameter Kualitas Perairan.

Parameter	Satuan	Luar KKP PTPW		KKP PTPW	
		1	2	3	4
Suhu	°C	30	30	32	30
Kecepatan arus	m/s	1,57	0,89	0,95	1,95
Kecerahan	m	4	4	5	4
Salinitas	‰	31	30	31	30
pH	-	8	8	7	7



Gambar 5. Persentase Tutupan Terumbu Karang

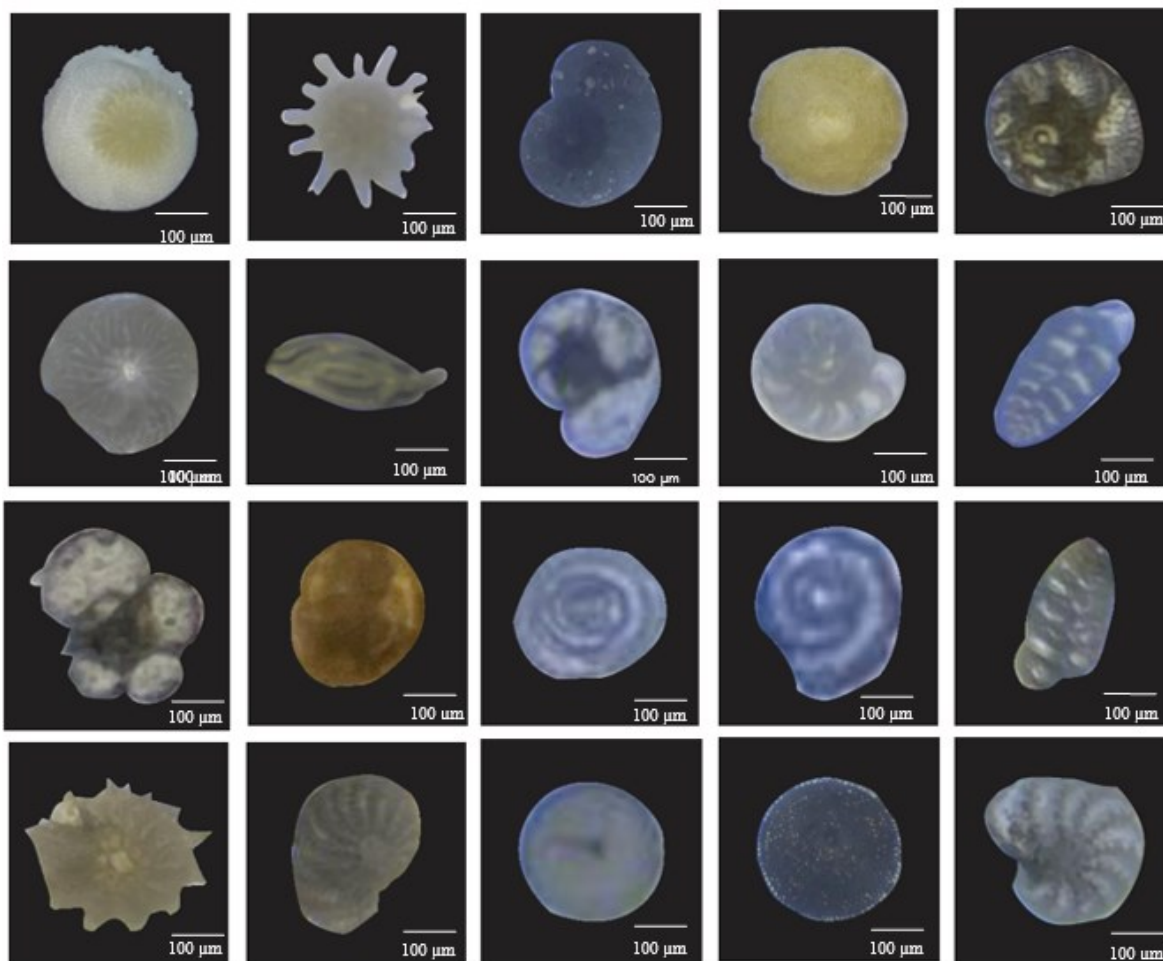
Seribu. Koukousioura *et al.* (2011) juga mengatakan bahwa *Ammonia* sp. dapat hidup pada lokasi perairan yang tercemar. Hal ini berbanding terbalik dengan penelitian Renema 2008 *Quinqueloculina* sp. merupakan genus yang paling mendominasi pada Teluk Jakarta yang merupakan Teluk tercemar. Beda hal nya dengan Oriana *et al.* (2017) *Quinqueloculina* sp. dapat ditemukan pada substrat berpasir dan berkerikil dengan kandungan bahan organik yang rendah. Sedangkan untuk spesies *Orbulina suturalis* dijadikan sebagai ciri-ciri sedimen perairan laut dalam (Dewi dan Hanafi, 2013).

Hasil pengukuran parameter kualitas perairan KKP PTPW dan luar KKP PTPW masih dalam katagori baik untuk biota laut berdasarkan baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004 untuk perairan laut (Tabel 2). Suhu perairan pada kawasan ini rata-rata mencapai 30,5°C. sedangkan Salinitas pada perairan kawasan konservasi pesisir timur Pulau Weh mencapai rata-rata 30,5‰.

Selanjutnya, hasil dari segitiga Folk pada penelitian KKP PTPW dan luar KKP PTPW yang dijumpai rata-rata jenis sedimen pasir berkerikil sedikit berlumpur. KKP PTPW umum nya pasir berkerikil sedikit berlumpur dan luar KKP PTPW jenis sedimen yang ditemui pasir berkerikil sedikit berlumpur seperti dapat dilihat pada (Tabel 3).

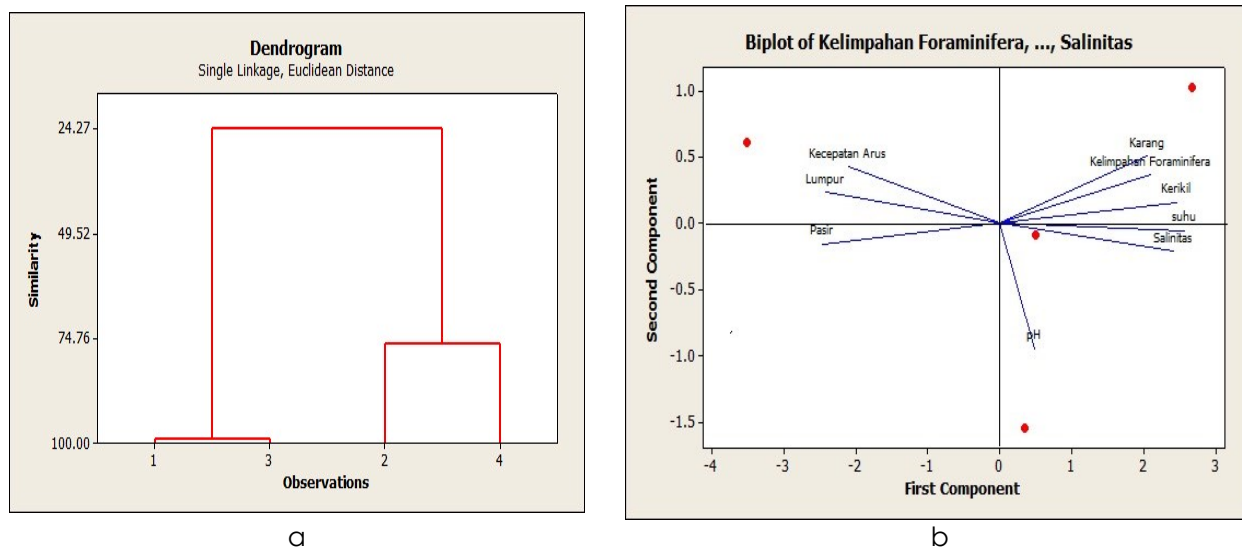
Tabel 3. Jenis Sedimen Luar KKP PTPW dan KKP PTPW

Stasiun	% Kerikil	% Pasir	% Lumpur	Jenis Sedimen
1	6,42	93,44	0,14	Pasir berkerikil sedikit berlumpur
2	7,71	92,19	0,10	Pasir berkerikil sedikit berlumpur
3	12,94	87,00	0,08	Pasir berkerikil sedikit berlumpur
4	2,20	97,69	0,20	Pasir sedikit berkerikil dan sedikit berlumpur
Rata-rata	7,32	92,58	0,13	Pasir berkerikil sedikit berlumpur



Gambar 4. Spesies Foraminifera Yang di Temukan Pada Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang (Ket: *Heterostegina depressa* (1). *Calcarina defrancii* (2). *Operculina ammonoides* (3). *Sorites marginallis* (4). *Discorbia* sp. (5). *Amphistegina radiata* (6). *Spiroculina excisa* (7). *Ammonia Parkinsoniana* (8). *Elphidium craticulatum* (9). *Reusella hayasakai* (10). *Ammonia beccarii* (11). *Abyssamina poagi* (12). *Ammodiscus grandis* (13). *Amodiscus tenuissimus* (14). *Neocassidulina abbreviata* (15). *Neorotalia calcar* (16). *Operculina complanata* (17). *Orbina suturalis* (18). *Sorites orbiculus* (19). *Elphidium Crispum* (20).

Hasil *cluster* pada KKP PTPW maupun luar KKP PTPW memiliki kesamaan yaitu 98% yang berada di titik 1.3 dan pada titik 1.2 menunjukkan bahwa tingkat kesamaan (*similarity*) dengan nilai 24% (Gambar 6A). Analisis *cluster* yang tidak memiliki kesamaan pada stasiun 1 dan 2 dengan nilai 24% dimana kedua titik ini memiliki kelimpahan foraminifera 1701 ind/m² dan stasiun 2 905 ind/m². Pada



Gambar 6. a. Dendrogram Analisis Cluster Foraminifera Dengan Tutupan Terumbu Karang, Jenis Sedimen Dan Parameter air; b. Grafik PCA Hubungan Kelimpahan Foraminifera Dengan Tutupan Terumbu Karang, Parameter Air dan Jenis Sedimen

kedua stasiun ini memiliki tutupan terumbu karang dengan nilai 65,68% dan 51,82%. Apabila ekosistem terumbu karang rusak maka berkurangnya foraminifera (Aulia *et al.*, 2012). Menurut Rahmi *et al.* (2019) Apabila foraminifera berkurang maka proses pertumbuhan dan pemulihan pada terumbu karang sangat lambat. Kelimpahan foraminifera, persentase tutupan terumbu karang hidup, persentase pasir, persentase lumpur, nilai parameter kualitas air (suhu, salinitas, pH kecepatan arus) memiliki pengaruh terhadap luar KKP PTPW dan KKP PTPW (Gambar 6B). Pengaruh yang kuat pada KKP PTPW dengan nilai 1,0 dan pengaruh yang sangat sedikit berada di luar KKP PTPW dengan nilai -1,5.

Berdasarkan *Principal Component Analysis* (PCA) stasiun 3, 1 dan 2 kelimpahan foraminifera memiliki hubungan dekat dengan karang, kerikil, suhu, salinitas, dan pH. Menurut Nooijer *et al.* (2009) foraminifera dipengaruhi oleh pH. Menurut penelitian Natsir dan Dewi (2015) jika foraminifera suatu lingkungan rendah maka salinitas ikut semakin rendah. Berdasarkan penelitian Gustiantini *et al.* (2015) foraminifera juga dipengaruhi oleh suhu yang hangat. Stasiun 4 kelimpahan foraminifera rendah yang dimana memiliki hubungan kuat pada kecepatan arus, lumpur, dan pasir. Menurut pernyataan Zubaida *et al.* (2020) kelimpahan foraminifera rendah disebabkan kecepatan arus yang lebih kencang sehingga foraminifera dapat berpindah tempat. Pada penelitian Natsir (2010) foraminifera bentik dapat ditemukan pada sedimen berpasir sedangkan pada sedimen berlumpur tidak ditemukannya foraminifera.

KESIMPULAN

Kesimpulan pada penelitian yaitu ditemukan foraminifera sebanyak 33 family, 33 Genus dengan 31 spesies pada ekosistem terumbu karang di luar KKP PTPW dan KKP PTPW dengan persentase tutupan terumbu karang termasuk kategori baik. Rata-rata kelimpahan foraminifera bentik luar KKP PTPW 1701 ind/m² dan KKP PTPW sebesar 1089 ind/m². Foraminifera dapat dijadikan sebagai asosiasi pada terumbu karang.

DAFTAR PUSTAKA

Anhar, F.T., Widigdo, B., & Sutrisno, D. (2020). Kesesuaian Budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) Ikan Kerapu Di Perairan Teluk Sabang Pulau Weh Aceh. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan*, 9(2), 2502-6194. doi: 10.13170/depik.9.2.15199

- Barik, S.S., Singh, K.K.R., Tripathy, S., Farooq, S.H., & Prusty. (2022). Bioavailability of Metals In Coastal Lagoon Sediments And Their Influence On Benthic Foraminifera. *Science of The Total Environment*, 825, p.153986. doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.153986
- Folk, R.L. (1980). *Petrology Of sedimentary Rocks*. Hemphill Publishing Company Austin
- Gitapuri, K., Kasmara, H., Erawan, T.S., & Natsir, S.M. (2013). Foraminifera Bentonik Sebagai Bioindikator Kondisi Perairan Terumbu Karang Berdasarkan Forum Index Di Gugusan Kepulauan Natuna, Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 26-35.
- Gustiani, L., & Ilahude, D. (2012). Foraminifera Bentik Dalam Sedimen Sebagai Indikator Kondisi Lingkungan Terumbu Karang Di Perairan Pulau Cemara Besar Dan Cemara Kecil Kepulauan Karimun Jawa Tengah. *Jurnal Geologi Kelautan*, 10(1), 35-38.
- Gustiantini, L., & Usman, E. (2008). Distribusi Foraminifera Bentik Sebagai Indikator Kondisi Lingkungan Di Perairan Sekitar Pulau Batam – Riau Kepulan. *Jurnal Geologi Kelautan*, 6(1), p.230262
- Hallock, P.B.H., Lidz, E.M., Cockery, Burkhard, & Donnelly. (2003). Foraminifera As Bioindicators in Coral Reef Assesment And Monitoring: The ForamIndex *Environmental Monitoring And Assesment*, 81, 221-238. doi: 10.1023/A:1021337310386
- Hastuty, R., Yonvitner., & Adrianto, L. (2014). Tutupan Karang Dan Komposisi Ikan Karang Didalam Dan Luar Kawasan Konservasi Pesisir Timur Pulau Weh, Sabang. *Jurnal Depik*, 3(2), 99-107. doi: 10.13170/depik.3.2.1468
- Holbourn, A., Henderson, A.S., & Macleod, N. (2013). *Atlas of benthic foraminifera*. John Wiley & Sons.
- Husna, A.J., Octavina, C., & Purnawan, S. (2017). Kelimpahan Foraminifera Bentik Pada Sedimen Di Perairan Pantai Lamreh, Aceh Besar *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyiah*, 2(1), 66-73
- Kepmen KP RI. (2013). Nomor 57/KEPMEN-KP/2013 Tentang Kawasan Konservasi Perairan Pesisir Timur Pulau Weh Kota Sabang di Provinsi Aceh.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Kriteria Baku. (2004). Baku Mutu Air Laut. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 tahun 2004
- KMLH Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup. (2001). Kriteria Baku Kerusakan Terumbu Karang. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 4 Tahun 2001
- Natsir, S.M., & Rubiman. (2010). Distribusi Foraminifera Bentik Resen Di Laut Arafura. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2), 74-82
- Natsir, SM., & Subkhan, M. (2011). Foraminifera Bentik Sebagai Indikator Kualitas Perairan Ekosistem Terumbu Karang Di Pulau Bidadari Dan Ringgit, Kepulauan Seribu. *Lingkungan Tropis*, 5(1), 1-10.
- Choirudin, I.R., Supardjo, M.R., & Muskananfolo, M.R. (2018). Studio Hubungan Kandungan Bahan Organik Sedimen Dengan Kelimpahan Makrozoobenthos Di Muara Sungai Wedung Kabupaten Demak. *Journal Maquares*, 7(4), 387-396. doi: 10.14710/marj.v3i3.6708
- Nurdin, N., & Silalahi, R.I. (2013). Distribusi Foraminifera Bentim Di Perairan Aceh. *Jurnal Geologi Kelautan*, 12(1), 25-31.
- Nurruhwati, I., Kaswadi, R., Bengen, G.D., & Isnaniawardhani, V. (2012). Kelimpahan Foraminifera Bentik Resen Pada Sedimen Permukaan Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Akuatika*. 3(1), 11-18
- Odum Ep. (1971). *Fundamental of Ekology*. Wangshiton: Sounder Company.
- Oriana, N., Nurruhwati, I., Riyantini, I., & Yuliadi, L.P.S. (2017). Kelimpahan Foraminifera Bentik Berdasarkan Komposisi Dinding Cangkang Di Perairan Pulau Tegal, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 8(1), 1-8.
- Poerbandono, & E. Djunasjah. (2005). *Survei Hidrografi*. Refika Ekologis, Bandung.
- Renema, W. (2003). Larger Foraminifera on Reefs Around Bali (Indonesia). *Zoology*, 345, 337-366
- Renema, W. (2008). Habitat Selective Factors Influencing The Distribution of Larger Benthic Foraminiferal Assemblages Over The Kepulauan Seribu. *Marine Micropaleontology*, 68, 286-298.
- Sidiq, A., Hadisusanto, S., & Dewi, K.T. (2016). Foraminifera Bentonik Kaitannya Dengan Kualitas Perairan Di Wilayah Barat Daya Pulau Morotai, Maluku Utara. *Jurnal Geologi Kelautan*, 14(1), 13-22
- Silmiah, R., Nurdin, J., & Salmah, S. (2013). Jenis-Jenis Foraminifera Bentik Di Teluk Bayur Padang, Sumatra Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 2(2), 118-123
- Suhartati., & Natsir, M. (2010). Kelimpahan Foraminifera Resen Pada Sedimen Permukaan Di Teluk Ambon. *E-Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(1), 9-18.

- Syahrir, M., A Jayadi, Adnan, M., Yasser, Hanjoko, T. (2013). Condition of Coral Reef At Teluk Pandan Sub-district Eat Kutai District. *Journal of Engineering Science*, 8(1), 60-64. doi: 10.12777/ijse.8.1.60-64
- Toruan, L.N.L., Soedharno, D., & Dewi, T.K. (2013). Komposisi Dan Distribusi Foraminifera Bentik Di Ekosistem Terumbu Karang Pada Kepulauan Seribu *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(1), 1-16
- Ulqodry, Z.T., Bengen, G.D., & Kaswadji, F.R. (2010). Karakteristik Perairan Manggrove Tanjung Api-api Sumatera Selatan Berdasarkan Sebaran Parameter Lingkungan Perairan Dengan Menggunakan Analisis Komponen Utama (PCA). *Maspari*, 1(1), 16-21. doi: 10.1016/j.ejrs.2021.12.003
- Wuaten, J.F., Tamaro, J., & Makawaehe, W. (2015). Pemetaan Luas Tutupan Karang Hidup Di Perairan Kampung Kolongan Akembawi, Rendingan Dan Tawoali Pulau Sangihe Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 1(1), 12-17