

FORAMINIFERA BENTIK PADA PADANG LAMUN DI KAWASAN PANTAI SEKITAR PULAU BUNAKEN SULAWESI UTARA

(*Foraminifera Benthic in seagrass beds in the coastal area around of Bunaken Island, North Sulawesi*)

Feby G. B. Kombo^{1*}, Jane M. Mamuaja¹, Royke M. Rampengan¹, Billy Th. Wagey¹, Calvyn F. A. Sondak¹, Henneke Pangkey²

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

*e-mail : gracekom12@gmail.com

Benthic foraminifera lives on the seafloor and some of them are attached to plant stem. This organisms use pseudopodia to move. The study aims to describe the groups of foraminifera that live on leaves and seagrass sediments and provide information on the comparison of the number of benthic foraminifera genera in seagrass beds. The study was performed in Bunaken Island and during the study a number of 4593 specimens of benthic foraminifera has been identified and they are divided into specimen that lives on seagrass leaves (1097 specimens) and specimens that live on sediments (3496 specimens). The specimen was grouped in 16 genera and they were scattered in 2 stations within four sampling points. These genera are: *Amphistegina*, *Calcarina*, *Coscinospira*, *Elphidium*, *Eponides*, *Lachlanella*, *Marginophora*, *Neorotalia*, *Operculina*, *Cleroplis*, *Planorbulina*, *Pseudorotalia*, *Quinqueloculina*, *Sorites*, *Spiroluculina*, and *Triloculina*. Benthic foraminifera in seagrass leaves consist of 16 genera which are characterized by the genus *Marginophora* and *Amphistegina* and those live in substratum consist of 14 genera which was characterized by the genus *Amphistegina*.

Keywords : Benthic Foraminifera, Seagrass beds, Bunaken Island

Foraminifera benthik hidup pada permukaan dasar perairan serta menempel pada permukaan daun. Alat yang digunakan untuk bergerak adalah pseudopodia. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kelompok foraminifera yang hidup pada daun dan sedimen lamun serta memberikan informasi mengenai perbandingan jumlah genus foraminifera benthik pada padang lamun. Pada penelitian di padang lamun Pulau Bunaken telah teridentifikasi foraminifera benthik sebanyak 4593 spesimen yang terbagi atas daun lamun (1097 spesimen) dan sedimen (3496 spesimen). Adapun 16 genus yang didapatkan tersebar pada 2 stasiun dengan masing-masing empat titik sampling. Genus-genus tersebut terdiri dari : *Amphistegina*, *Calcarina*, *Coscinospira*, *Elphidium*, *Eponides*, *Lachlanella*, *Marginophora*, *Neorotalia*, *Operculina*, *Peneroplis*, *Planorbulina*, *Pseudorotalia*, *Quinqueloculina*, *Sorites*, *Spiroluculina*, dan *Triloculina*. Foraminifera benthik pada daun lamun terdiri dari 16 genus foraminifera benthik yang dicirikan oleh genus *Marginophora* dan *Amphistegina*. Pada sedimen terdiri dari 14 genus foraminifera benthik, dicirikan oleh genus *Amphistegina*.

Kata kunci: Foraminifera Benthik, Padang Lamun, Pulau Bunaken.

PENDAHULUAN

Ekosistem wilayah pesisir memberikan peran yang sangat penting dan nilai yang paling tinggi di antara ekosistem di bumi dalam memberikan “jasa lingkungan” berupa keseimbangan lingkungan (Costanza *et al.*, 1997). Komponen penyusun utama wilayah pesisir terbagi 3 yaitu terumbu karang, lamun, dan mangrove. Ketiga ekosistem tersebut menjadikan wilayah pesisir menjadi daerah yang relatif subur dan produktif.

Padang lamun merupakan ekosistem pesisir yang memiliki produktivitas primer yang relatif tinggi, di mana berperan penting sebagai penyumbang nutrisi bagi kesuburan lingkungan perairan pesisir dan laut (Sjafrie *dkk.*, 2018). Lamun di daerah pesisir memiliki fungsi sebagai produsen primer, pendaur zat hara, stabilisator dasar perairan, perangkap sedimen, serta penahan erosi (Adli *dkk.*, 2004 *dalam* Afrisal, 2016). Ekosistem lamun sangat terkait dengan ekosistem di dalam wilayah pesisir seperti mangrove, terumbu karang, estuaria dan ekosistem lainnya dalam menunjang keberadaan biota baik yang berasosiasi maupun mencari makan serta beberapa aspek lain seperti fungsi fisik dan sosial-ekonomi.

Pulau Bunaken yang ditetapkan sebagai kawasan wilayah Taman Nasional pada tahun 1991, meliputi wilayah seluas 890.65 km². Dari luasan itu 97% merupakan habitat laut, sementara 3% sisanya merupakan daratan. Ekosistem yang ada di dalamnya telah dan sementara dimanfaatkan baik untuk kepentingan ekonomi, ekologi, maupun kepentingan penelitian. Lamun sebagai salah satu ekosistem di Pulau Bunaken memberikan kontribusi yang nyata sebagai penyedia nutrisi bagi biota dan sebagai penahan masukan sedimen *biogenous* dari darat maupun dari pecahan cangkang organisme asosiasi yang telah mati seperti foraminifera.

Foraminifera merupakan penghasil CaCO₃ biogenik. Padang lamun merupakan kontributor utama terhadap pembentukan platform karbonat (Brasier 1975 *dalam* Buchan, 2006). Dengan demikian, vegetasi merupakan sumber makanan secara langsung dan tidak langsung dalam membantu produksi kalsium karbonat (Braisier, 1973 *dalam* Buchan, 2006).

Foraminifera yang hidup secara permanen tertempel pada lamun harus berkompetisi dengan waktu hidup subsrat yang ditempelinya. *Planorbulina*, *Sorites* dan *Marginophora* adalah genus foraminifera yang bersimbiosis dengan cara menempel secara permanen pada daun lamun, dengan mengekskresikan suatu substansi yang memiliki fungsi seperti lem untuk mengikatkan diri ke permukaan yang rata seperti pada daun lamun (Langer, 1993 *dalam* Buchan, 2006).

Kemampuan foraminifera telah terbukti sebagai bioindikator perubahan suatu ekosistem (Scoffin, 1977 *dalam* Buchan, 2006). Di mana foraminifera mempunyai sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan lingkungan, memiliki siklus hidup pendek, keanekaragamannya tinggi dan memerlukan persyaratan hidup yang spesifik memudahkan foraminifera untuk hidup berasosiasi dengan lamun sehingga dapat digunakan untuk merekonstruksi lingkungan di masa lalu (Buchan, 2006).

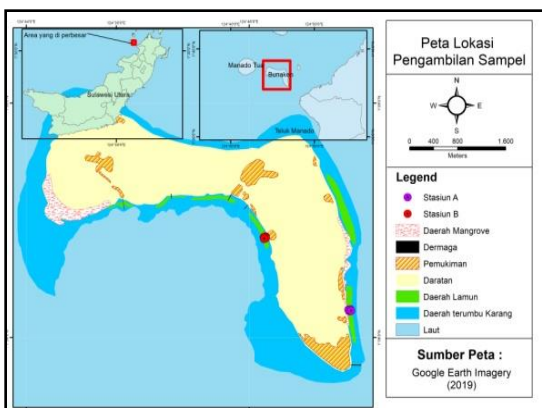
Beberapa penelitian mengenai foraminifera benthik telah dilakukan di Sulawesi Utara antara lain pada Pulau Bunaken oleh Paringgi *dkk.* (2018) mengenai sebaran spasial foraminifera benthik pada terumbu karang Pulau Bunaken, Sulawesi Utara dan pada Pantai Malalayang Dua oleh Billy *dkk.* (2018) mengenai Foraminifera pada Lahan Gisik di Pantai Malalayang Dua. Kajian yang sama belum pernah dilakukan khususnya di padang lamun. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kaitan foraminifera benthik dan belum memadainya data dan informasi mengenai pendeskripsian foraminifera benthik yang ada di lamun, sebagai informasi yang dapat digunakan untuk mengetahui tingkat keragaman foraminifera benthik yang berasosiasi dengan lamun. Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan untuk mendeskripsikan kelompok foraminifera benthik di daun dan sedimen lamun serta memberikan informasi mengenai perbandingan jumlah genus foraminifera benthik pada padang lamun.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada kawasan pantai sekitar Pulau Bunaken, Provinsi Sulawesi Utara, yang merupakan kawasan Taman Nasional Bunaken berdasarkan SK MENHUT NO.730/Kpts-11/1991 (Saragih, 2004).

Kegiatan pengambilan sampel daun lamun dan sedimen di lapangan dilakukan pada 2 stasiun di sekitar Pantai Pulau Bunaken yang masing-masing areanya telah diplot dalam peta, dapat dilihat pada Gambar 3. Sampel diambil dengan bantuan kuadrat sebagai alat bantu untuk menentukan area sampling.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian baik di lapangan saat pengambilan sampel maupun di ruang kerja laboratorium, dapat dilihat pada Tabel 1. sebagai berikut :

Tabel 1. Alat dan Bahan Penelitian

No	Nama Alat dan Bahan	Kegunaan
1	Plastik sampel	Wadah penampung sampel lamun
2	Botol Sampel	Wadah penampung sampel sedimen
3	Sendok Plastik	Mengambil sampel sedimen
4	Alat tulis menulis	Menuliskan lokasi, tanggal dan waktu

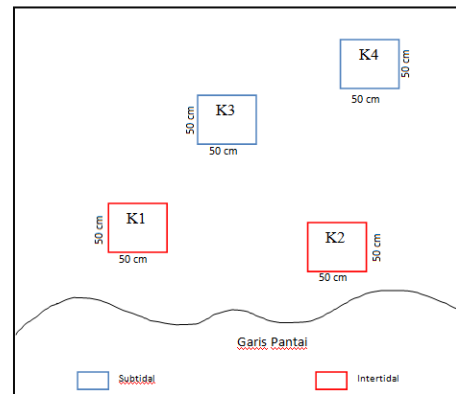
5	Sedimen	pengambilan sampel Sebagai sampel yang akan dianalisis
6	Lamun	Sebagai sampel yang akan dianalisis
7	Air	Membasahi sampel dan mencuci peralatan
8	Tisu	Mengeringkan peralatan
9	Pinset	Untuk mengambil foraminifera yang ada pada sampel
10	Cawan petri	Sebagai wadah sampel yang akan diamati di mikroskop
11	Mikroskop (Olympus SZx 7)	Mengamati sampel untuk proses <i>picking</i>
12	Alkohol 96%	Pelarut bahan pewarna
13	Lemari pendingin (freezer)	Menyimpan sampel lamun agar tidak rusak
14	Kuadrat Rakitan ukuran 50x50 cm	sebagai plot pengambilan sampel daun dan sedimen lamun
15	Pipa paralon dengan diameter 3 inchi	Sebagai patokan untuk mengambil sedimen
16	GPS	Mengetahui posisi geografis pengambilan sampel
17	Rose Bengal	Pewarna sampel

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pada padang lamun dilakukan pada kawasan sekitar Pantai Pulau Bunaken pada dua stasiun yang berbeda. Pengambilan sampel dilakukan pada dua kondisi yang berbeda yaitu pada daerah intertidal dan subtidal. Adapun cara kerja yang dilakukan pada waktu

pengambilan data di lapangan adalah sebagai berikut :

1. Pengambilan sampel ditentukan dengan mengacu pada daftar pasang surut air laut pada stasiun penelitian.
2. Kuadrat 50x50 cm diletakkan secara acak dengan pengulangan sebanyak 4 kali sebagai area sampling pada setiap stasiun penelitian. Penggunaan kuadrat dimaksudkan sebagai acuan untuk estimasi secara visual dengan memperhatikan tutupan lamun (dalam hal ini luas kuadrat), di mana jarak antar kuadrat telah ditentukan (Gambar 2).
3. Kuadrat pertama diletakkan pada lamun di daerah intertidal dengan persentase tutupan tinggi, kuadrat kedua diletakkan pada lamun di daerah intertidal dengan persentase tutupan yang rendah, kuadrat ketiga diletakkan pada daerah subtidal dengan persentase tutupan yang tinggi, dan kuadrat keempat diletakkan pada daerah subtidal dengan persentase tutupan yang rendah.
4. Data posisi geografis pada setiap kuadrat direkam dengan menggunakan GPS Yucom YT TREK 300G.
5. Lamun yang ada pada setiap kuadrat dikoleksi sebanyak 10% dari persentase tutupan lamun di dalam kuadrat, kemudian dimasukkan dalam plastik sampel dengan penambahan air laut agar sampel tidak rusak. Tahap ini dilakukan untuk memudahkan identifikasi jenis lamun dan analisis sampel foraminifera yang berasosiasi dengan lamun.
6. Pengambilan sampel sedimen pada setiap kuadrat dilakukan dengan meletakkan pipa paralon sebagai plot area dengan diameter 3 inchi tepat di dalam kuadrat. Sedimen diambil menggunakan sendok plastik pada bagian permukaan dengan kedalaman 2cm pada subsrat lamun. Sampel sedimen kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel.
7. Setiap sampel lamun dan sedimen yang diambil diberi label dan tanggal pengambilan sampel, sesuai dengan kuadrat dan stasiun pengambilan sampel.



Gambar 2. Tata Letak Pengambilan Sampel Pada Setiap Stasiun

Preparasi sampel

Preparasi sampel dilakukan secara terpisah antara sedimen dan daun lamun. Hal ini dikarenakan sampel lamun cepat rusak sehingga perlu penanganan yang berbeda dibandingkan dengan sedimen.

Sampel Sedimen Padang Lamun

Preparasi sampel dilakukan sebelum proses penjentikan (*picking*) di mana sedimen dalam botol diaduk agar homogen sehingga dapat mewakili keseluruhan sampel dalam botol. Sedimen diambil sebanyak 9,116 cm³ yang merupakan 10% dari total volume sampel dengan catatan jumlah foraminifera ≥ 300 spesimen, jika spesimen foraminifera < 300 maka akan ditambahkan 10% berikutnya.

Proses penjentikan (*picking*) dilakukan dalam keadaan sampel basah, di mana spesimen foraminifera dipisahkan dari berbagai jenis sedimen baik pasir, batuan dan organisme lain yang terdapat pada sampel. Proses ini dilakukan menggunakan bantuan pinset.

Sampel Daun Lamun

Sampel daun lamun langsung pada tahap pemisahan foraminifera dari daun lamun, hal ini dilakukan karena daun lamun cepat rusak. Apabila pada tahap ini belum selesai maka sampel lamun harus disimpan pada lemari pendingin (*freezer*) agar sampel membeku sehingga tekstur daun lamun tidak rusak.

Pemisahan dilakukan dengan cara mengangkat foraminifera yang melekat pada lamun dengan bantuan pinset agar terpisah

dari lamun. Sampel foraminifera yang sudah terlepas dari daun dan ada di dalam kantong plastik saat sampling juga diambil karena dianggap sebagai foraminifera yang ada di lamun.

Teknik Identifikasi / Determinasi

Identifikasi dilakukan dengan memisahkan foraminifera berdasarkan morfologinya yaitu perbedaan bentuk cangkang. Tahap identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan mengacu pada beberapa informasi terkini di antaranya Toruan (2011) dan Paringgi *dkk.* (2018)

Tujuan determinasi adalah menentukan nama genus foraminifera yang diamati, dengan mengobservasi sifat fisik dan kenampakan cangkang tersebut. Beberapa tahapan determinasi yang baik dapat dilakukan berdasarkan uraian berikut ini:

1. Pengamatan. Hal ini sangat penting karena pengamatan merupakan dasar untuk mengambil keputusan tentang penamaan genus yang bersangkutan. Pengamatan yang baik sangat membantu dalam menjelaskan berbagai sifat fisik dari genus tersebut.
2. Penamaan. Penamaan dilakukan dengan membandingkan langsung antara bentuk cangkang yang diamati dengan genus awal yang dimaksud oleh penemunya ataupun dalam penelitian-penelitian sebelumnya.
3. Tahap dokumentasi. Dilakukan dengan memilih salah satu dari masing-masing genus foraminifera yang paling bagus (utuh/tidak pecah) untuk didokumentasikan. Tahap ini dilakukan dengan bantuan mikroskop Olympus SZx 7 yang dilengkapi dengan kamera Olympus DP21 dan layar monitor. Pada tahap ini perlu diperhatikan tingkat kefokusan gambar dan perbesaran yang sesuai dengan sampel agar mendapatkan gambar dengan kualitas yang baik

Analisis

Data yang diperoleh selanjutnya ditampilkan dalam bentuk tabel, grafik dan gambar untuk kepentingan analisis dalam melihat apakah ada hubungan antara jumlah foraminifera dengan jenis lamun maupun sedimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

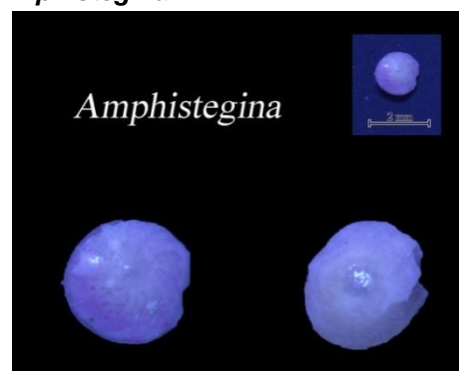
Deskripsi Foraminifera Bentik pada Padang Lamun

Padang lamun perairan pantai sekitar Pulau Bunaken, secara keseluruhan menunjukkan adanya foraminifera bentik dalam setiap sampel yang diperiksa dengan jumlah spesimen bervariasi pada setiap genus yang didapat. Pada sampel daun dan sedimen terkoleksi foraminifera bentik sebanyak 4.593 spesimen terdiri dari 16 genus yang tersebar pada 2 stasiun. Genus-genus yang diperoleh adalah : *Amphistegina*, *Baculogypsina*, *Calcarina*, *Coscinospira*, *Elphidium*, *Eponides*, *Lachlanela*, *Marginopora*, *Neorotalia*, *Peneroplis*, *Planorbulina*, *Quinqueloculina*, *Sorites*, *Spiroloculina*, dan *Triloculina*.

Penentuan pengambilan daun yaitu 10% dari total persentase tutupan lamun, hal ini dianggap mewakili setiap titik sampling pada setiap kuadrat. Sedangkan untuk pengambilan sedimen yaitu menggunakan pipa paralon sebagai media untuk mengambil sedimen dengan kedalaman 2 cm.

Umumnya spesimen foraminifera yang ditemukan pada daun dan sedimen di Stasiun A juga ditemukan pada Stasiun B. Foraminifera dari genus *Planorbulina* dan *Sorites* hanya ditemukan pada daun lamun, tidak ditemukan pada sampel sedimen. Deskripsi setiap genus foraminifera yang ditemukan dalam penelitian ini beserta hasil dokumentasinya sebagai berikut :

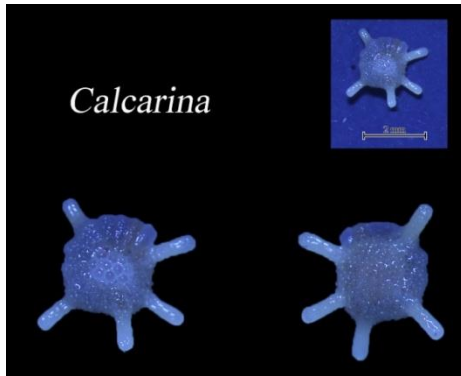
Amphistegina



Amphistegina merupakan genus yang dijumpai di semua kuadrat pada kedua stasiun, baik pada daun dan sedimen lamun

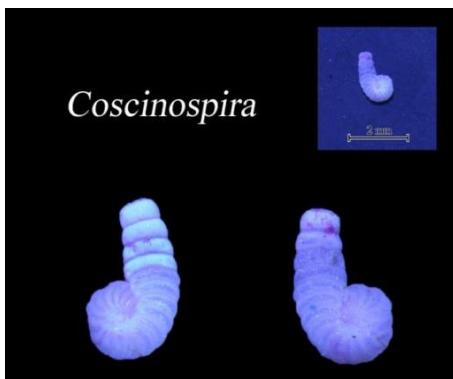
di daerah intertidal maupun subtidal yang memiliki kelimpahan tertinggi

Calcarina



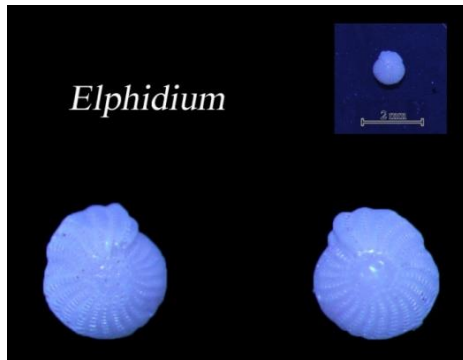
Pada padang lamun *Calcarina* ditemukan dalam setiap kuadrat pada setiap stasiun baik di daun dan di sedimen lamun, namun kebanyakan cangkang yang ditemui banyak yang patah.

Coscinospira



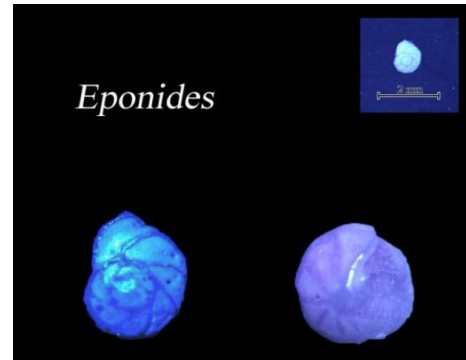
Pada padang lamun genus ini tidak ditemukan pada setiap kuadrat di masing-masing stasiun, individu genus ini banyak ditemukan di sedimen lamun.

Elphidium



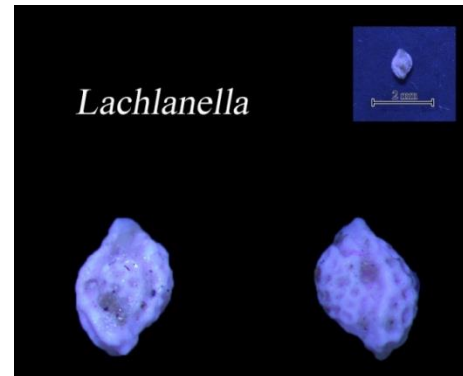
Padang lamun di Pulau Bunaken genus ini ditemukan pada semua kuadrat dan memiliki jumlah spesimen kedua terbanyak setelah genus *Amphistegina*

Eponides



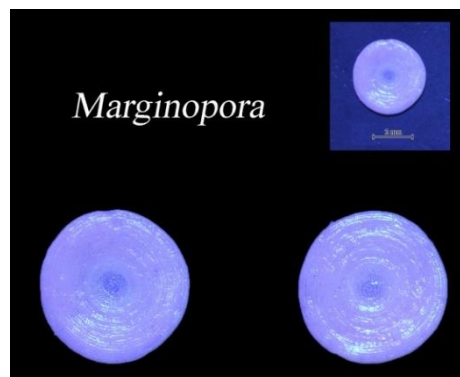
Pada kedua stasiun di padang lamun genus ini memiliki kelimpahan paling rendah dari genus lainnya.

Lachlanella



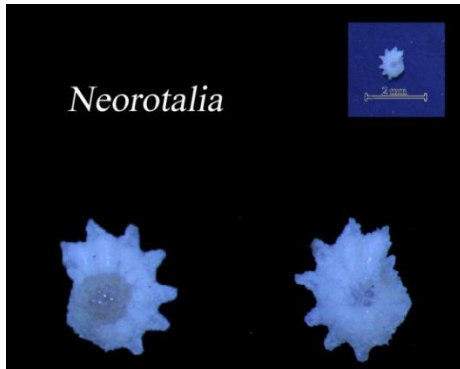
Genus ini pada kedua stasiun padang lamun Pulau Bunaken banyak ditemukan pada sedimen dibandingkan daun lamun.

Marginopora



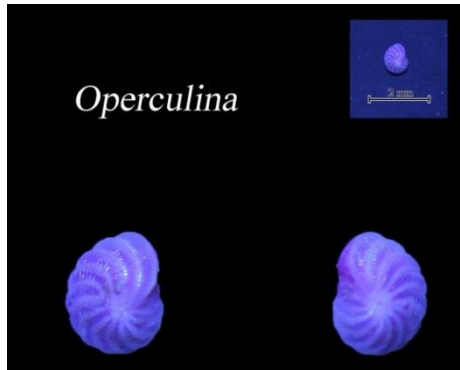
Pada kedua stasiun Padang lamun Pulau Bunaken ditemui pada setiap kuadrat, genus ini merupakan genus dengan jumlah spesimen paling banyak ditemukan pada daun lamun di mana genus ini melekat pada daun lamun.

Neorotalia



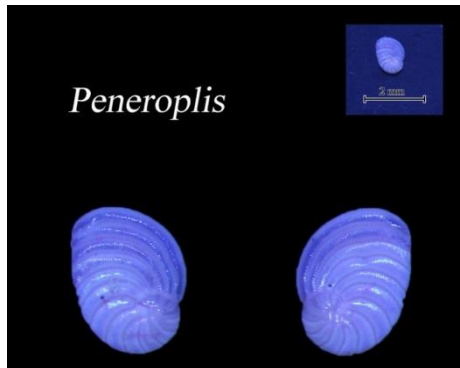
Pada kedua stasiun padang lamun Pulau Bunaken, paling banyak ditemukan pada daun lamun.

Operculina



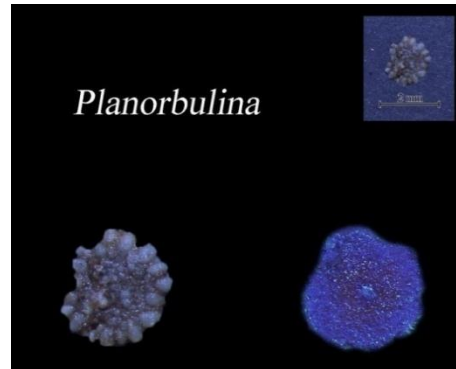
Genus ini paling banyak ditemukan pada sedimen padang lamun.

Peneroplis



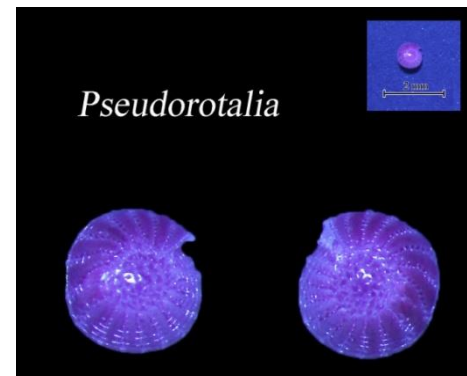
Genus ini ditemukan pada setiap kuadrat di kedua stasiun baik di daun maupun di sedimen padang lamun Pulau Bunaken.

Planorbulina



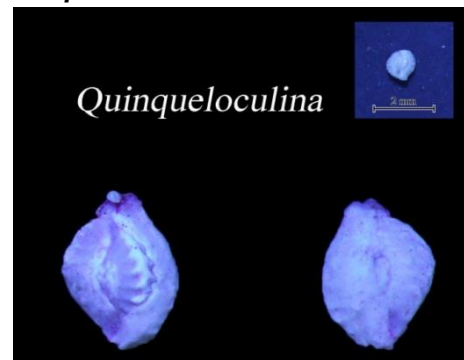
Pada padang lamun di kedua stasiun hanya ditemukan pada daun lamun di kedua stasiun penelitian.

Pseudorotalia



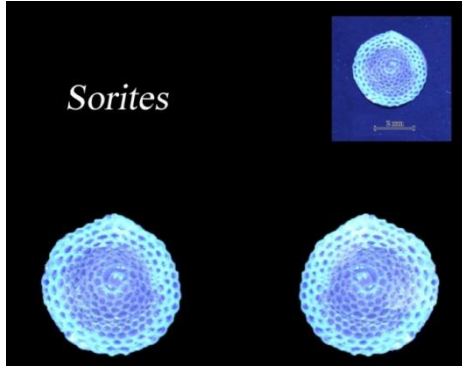
Genus ini ditemui pada kedua stasiun Pulau Bunaken baik daun maupun sedimen lamun, namun tidak semua kuadrat.

Quinqueloculina



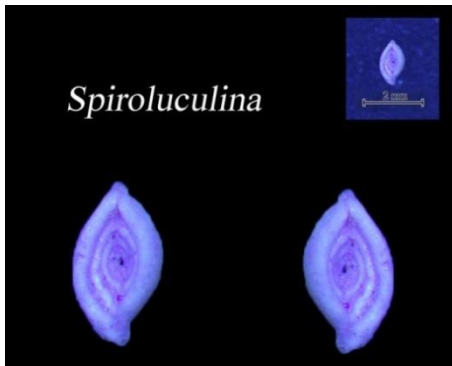
Genus ini ditemukan pada sedimen padang lamun di kedua stasiun.

Sorites



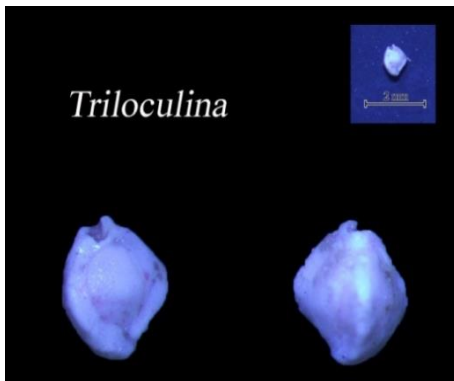
Pada stasiun padang lamun Pulau Bunaken genus ini hanya ditemui melekat pada daun lamun.

Spiroluculina



Genus ini juga merupakan salah satu genus yang memiliki jumlah spesimen yang sedikit pada kedua stasiun padang lamun.

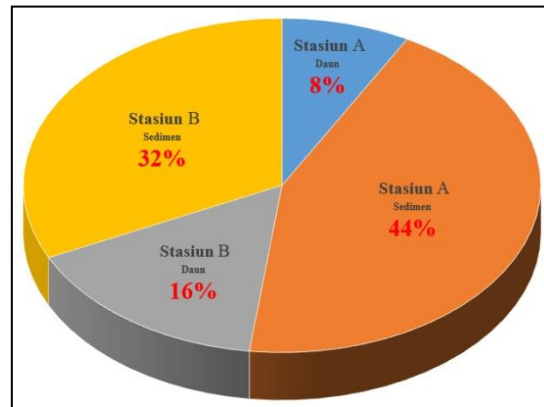
Triloculina



Genus ini ditemukan pada daun dan sedimen padang lamun di kedua stasiun.

Perbandingan Jumlah Spesimen Foraminifera Bentik pada Setiap Stasiun

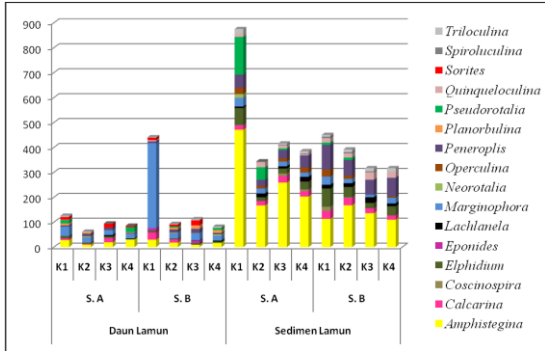
Jumlah spesimen keseluruhan foraminifera yang diperoleh dari 2 stasiun yang adalah sebanyak 4593 individu, di mana jumlah ini diperoleh dari 10% jumlah sampel baik di daun maupun sedimen lamun. Banyaknya spesimen foraminifera yang diperoleh dari Stasiun A memiliki persentase spesimen lebih besar dari Stasiun B, foraminifera yang diperoleh pada sedimen di Stasiun A sebanyak 44 % dari jumlah keseluruhan foraminifera yang diperoleh. Walaupun demikian, jumlah spesimen foraminifera yang diperoleh dari daun lamun pada Stasiun B, memiliki persentase dua kali lebih banyak dibandingkan dengan Stasiun A yaitu 16% dari jumlah keseluruhan foraminifera. Persentase jumlah individu foraminifera yang diperoleh dari masing-masing stasiun pada daun dan sedimen, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Jumlah Individu Foraminifera yang Ditemukan pada Kedua Stasiun di Pantai Pulau Bunaken

Jumlah spesimen foraminifera pada kedua stasiun penelitian memperlihatkan kondisi yang seragam, di mana kuadrat pada kedua stasiun yang memiliki persentase tutupan lamun yang tinggi (K1 dan K3) diperoleh spesimen foraminifera lebih banyak dibandingkan dengan kuadrat dengan tingkat persentase tutupan yang rendah (K2 dan K4). Baik pada zona intertidal maupun pada zona subtidal dan berlaku untuk spesimen

foraminifera di daun maupun di sedimen (Gambar 4).



Ket : K1 = Kuadrat 1; Zona Intertidal Persentase Tutupan Lamun Tumbuhan Lamun tinggi, K2 = Kuadrat 2; Zona Intertidal Persentase Tutupan Lamun Tumbuhan Lamun rendah, K3 = Kuadrat 3; Zona Subtidal Persentase Tutupan Lamun Tumbuhan Lamun tinggi, K4 = Kuadrat 4; Zona Subtidal Persentase Tutupan Lamun Tumbuhan Lamun rendah

Gambar 4. Jumlah Spesimen Foraminifera Menurut Stasiun di Pantai Pulau Bunaken.

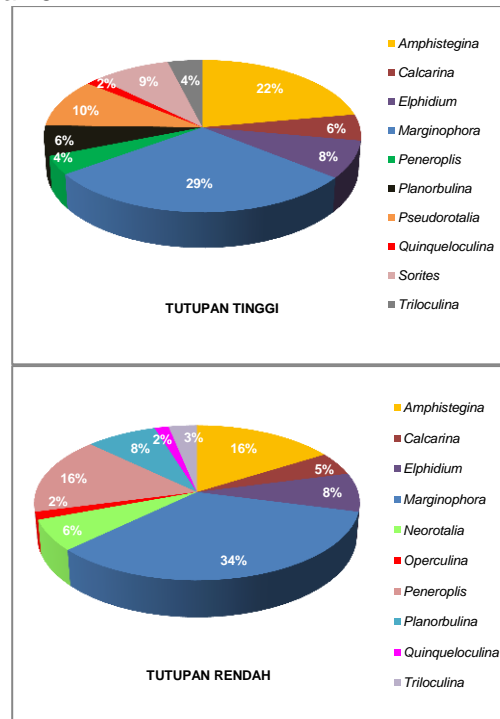
Jumlah spesimen foraminifera yang diperoleh pada kedua Stasiun memiliki persamaan, di mana jumlah spesimen terbanyak diperoleh pada kawasan intertidal dengan persentase tutupan lamun yang tinggi (Gambar 4). Jumlah spesimen foraminifera di daun lamun yang paling banyak juga diperoleh pada daun lamun di kawasan intertidal dengan persentase tutupan lamun yang tinggi pada kedua stasiun. Demikian juga dengan jumlah spesimen foraminifera pada sedimen.

Spesimen foraminifera dalam jumlah yang paling banyak diperoleh pada kawasan intertidal dengan persentase tutupan lamun yang tinggi, di mana ini merupakan konsekuensi dari kondisi lingkungan. Saat air surut zona intertidal terdedah, pada waktu tersebut aktivitas transpor sedimen terhenti. Hal tersebut mengakibatkan sedimen (termasuk foraminifera) terakumulasi di padang lamun. Kondisi ini berbeda dengan yang terjadi pada zona subtidal, di mana aktivitas transpor sedimen terus berlangsung. Lamun yang padat merupakan faktor pendukung berikutnya terhadap banyaknya spesimen foraminifera di tempat tersebut. Semakin padat lamun, arus air akan semakin lambat karena daun lamun menghambat aliran air. Akibatnya, sedimen sekaligus spesimen foraminifera yang ditransportkan

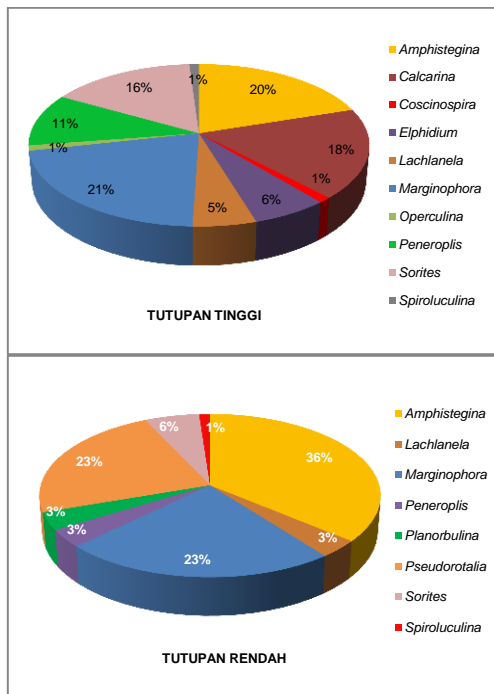
oleh arus memasuki kawasan tersebut akan terperangkap pada kawasan tersebut.

Foraminifera Bentik Pada Daun Lamun

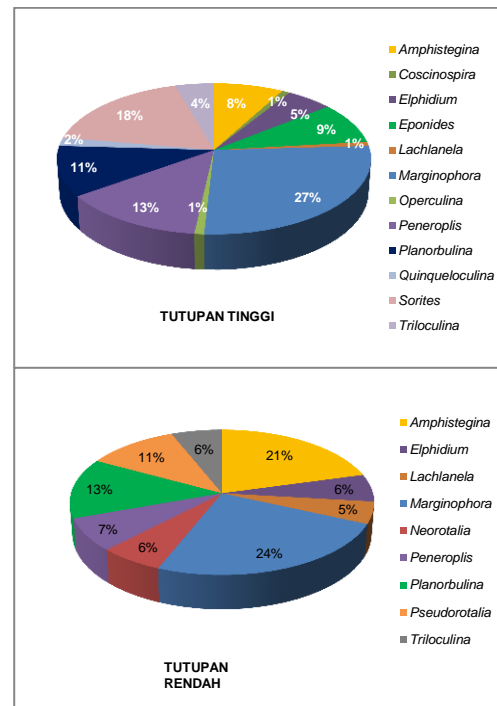
Foraminifera pada daun *Thalassia hemprichii* dan *Enhalus acoroides*, teridentifikasi sebanyak 1.097 spesimen yang terdiri dari 16 genus foraminifera bentik, jumlah ini didapatkan dari 10% daun yang diambil dari setiap kuadrat. Dari analisis sampel dapat dijumpai 1-5 individu foraminifera pada satu helai daun. Sebanyak tujuh genus foraminifera dalam penelitian ini yang telah berasosiasi dalam waktu yang cukup lama dengan lamun, berdasarkan julat waktu geologis, foraminifera tersebut adalah dari genus *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Peneroplis*, *Marginopora*, *Sorites*, *Planorbulina*, dan *Amphistegina*. Persentase jumlah spesimen seluruh genus foraminifera yang ditemukan di daun lamun pada lokasi penelitian ditampilkan pada Gambar 5, 6, 7 dan 8



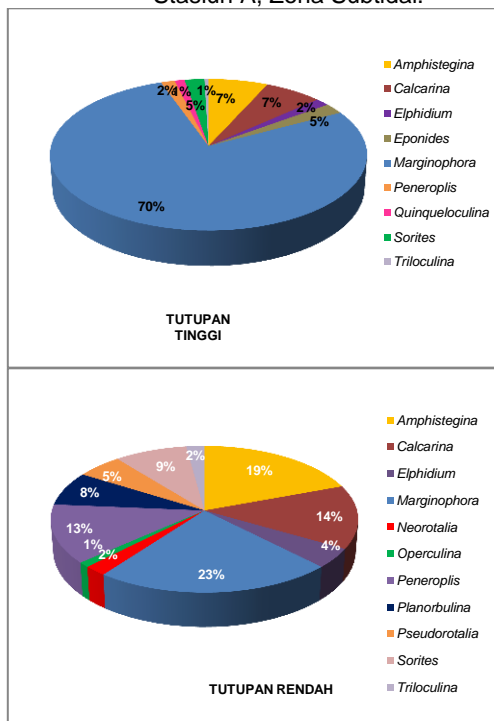
Gambar 5. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera pada Daun Lamun di Stasiun A, Zona Intertidal



Gambar 6. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera pada Daun Lamun di Stasiun A, Zona Subtidal.



Gambar 8. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera pada Daun Lamun di Stasiun B, Zona Subtidal.



Gambar 7. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera pada Daun Lamun di Stasiun B, Zona Intertidal

Spesimen foraminifera yang menempel di daun lamun pada lokasi penelitian, tidak menunjukkan keterkaitan dengan stasiun, zona pasang surut, maupun persentase tutupan lamun. Pada Stasiun A foraminifera yang didapat dari daun di setiap kuadrat adalah 8 dan 10 genus, sedangkan pada Stasiun B, foraminifera yang diperoleh jumlah genusnya bervariasi sebesar 9, 11, dan 12. Dengan demikian maka zona pasang surut juga tidak mengindikasikan adanya keterkaitan antara banyaknya genus foraminifera yang diperoleh dari zona intertidal maupun subtidal. Pada Stasiun A jumlah genus foraminifera yang didapat di zona intertidal dan subtidal terbanyak adalah 10 genus, sedangkan di Stasiun B terbanyak 12 genus.

Apabila dilihat dari kondisi persentase tutupan lamun, tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara lamun yang memiliki persentase tutupan tinggi dan rendah. Pada Stasiun A, zona intertidal jumlah genus foraminifera yang ditemukan pada kuadrat dengan persentase tutupan

lamun yang tinggi adalah 10 genus dan pada kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang rendah adalah 10 genus. Pada zona subtidal di stasiun A ditemukan foraminifera, dengan persentase tutupan lamun yang tinggi adalah 10 genus dan pada kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang rendah adalah 8 genus. Pada Stasiun B, zona intertidal jumlah genus foraminifera yang ditemukan di setiap kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang tinggi adalah 9 genus dan pada kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang rendah adalah 11 genus, sedangkan pada zona subtidal ditemukan pada kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang tinggi yaitu 12 genus dan pada kuadrat dengan persentase tutupan lamun yang rendah adalah 9 genus. Pada kedua stasiun memiliki kesamaan di mana, jumlah genus yang didapat pada zona subtidal diperoleh lebih banyak genus pada kuadrat dengan persentase tutupan yang tinggi.

Genus *Marginopora* merupakan foraminifera yang didapat dalam jumlah terbanyak pada daun lamun di lokasi penelitian, baik di zona intertidal Stasiun A dan B, maupun di zona subtidal Stasiun A dan B. Kondisi ini ditemukan baik pada kuadrat dengan lamun yang persentase tutupannya tinggi maupun persentase tutupan yang rendah. Pada stasiun B zona intertidal, genus *Marginopora* mendominasi dengan persentase jumlah spesimen yang mencapai 70% dan didominasi oleh lamun *Thalassia hemprichii*.

Amphistegina merupakan genus berikutnya yang memiliki persentase jumlah spesimen pada daun lamun cukup besar. Pada setiap kuadrat, foraminifera dari genus *Amphistegina* selalu diperoleh dalam jumlah terbanyak kedua setelah genus *Marginopora*. Bahkan pada Stasiun A zona subtidal dengan persentase tutupan lamun yang rendah, jumlah spesimen dari genus *Amphistegina* memiliki jumlah lebih banyak dari genus *Marginopora*.

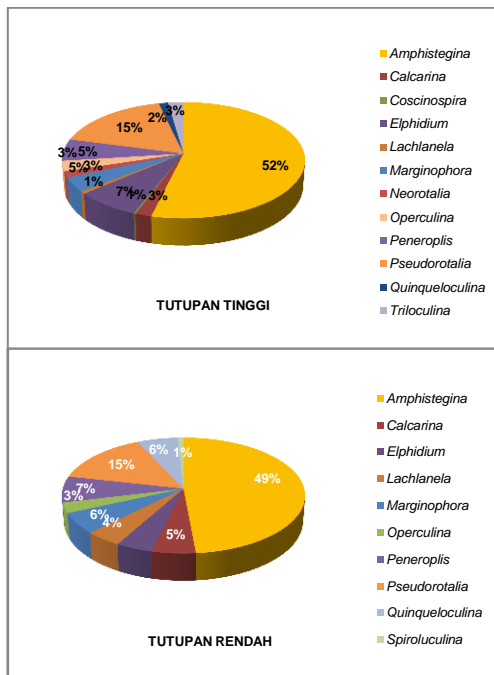
Genus lainnya yang ditemukan di lokasi penelitian hanya dalam jumlah spesimen yang sedikit, ataupun ada dalam jumlah spesimen yang cukup banyak tetapi tidak dijumpai pada semua kuadrat pengambilan sampel daun lamun. Genus *Sorites* memiliki jumlah spesimen yang cukup

banyak pada setiap kuadrat. Hal tersebut dapat dilihat dari persentase jumlah spesimen pada Gambar 5 sampai dengan Gambar 8. Namun, pada Stasiun B zona subtidal pada lamun dengan persentase tutupan rendah, genus ini tidak ditemukan. Genus *Calcarina*, memiliki persentase jumlah spesimen cukup besar pada zona intertidal Stasiun A dengan persentase tutupan lamun yang tinggi (Gambar 5) dan zona subtidal Stasiun A dengan persentase tutupan lamun yang tinggi (Gambar 6), tetapi pada kuadrat di tempat yang lain persentasenya sangat kecil bahkan sama sekali tidak ada.

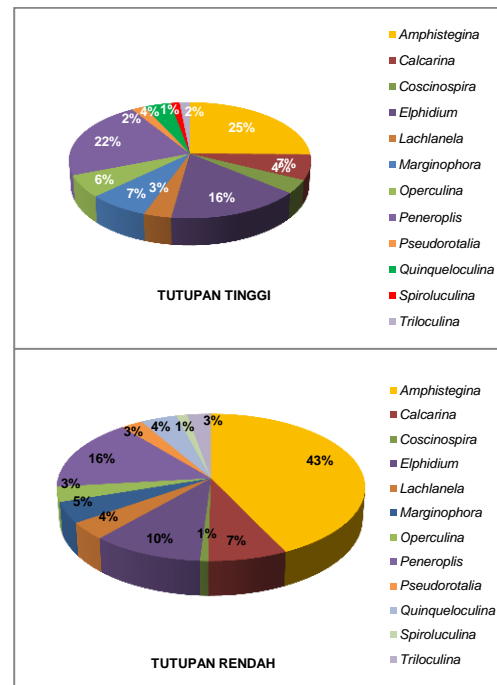
Secara keseluruhan asosiasi foraminifera dengan lamun pada lokasi penelitian dicirikan melalui kehadiran genus *Marginopora* dan *Amphistegina*. Kedua genus ini ditemukan pada setiap kuadrat pengambilan daun lamun dan dalam jumlah spesimen dengan persentase yang cukup besar. Genus lain yang juga dapat dikategorikan sebagai penciri foraminifera di lokasi penelitian adalah dari genus *Peneroplis*, di mana genus ini ditemukan pada setiap kuadrat pengambilan sampel walaupun persentase jumlah spesimennya tidak besar. Kehadiran genus *Peneroplis*, *Marginopora* dan *Amphistegina* yang berasosiasi dengan lamun di seluruh stasiun penelitian, memperkuat bahwa ketiga genus ini hidup berasosiasi dengan lamun.

Foraminifera Bentik Pada Sedimen Lamun

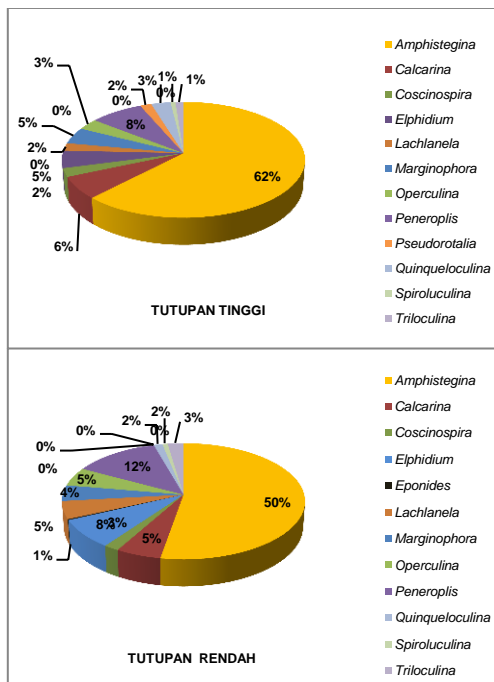
Genus Foraminifera yang diperoleh dari sedimen padang lamun pada lokasi penelitian, hampir memiliki genus yang sama dengan yang diperoleh dari daun lamun. Perbedaannya ialah, pada sedimen memiliki jumlah spesimen yang lebih banyak yaitu 3.496 spesimen yang diperoleh dari 10% dari total volume (91,16 cm³) sampel sedimen, selain itu tidak ditemukannya foraminifera dari genus *Planorbulina* dan *Sorites*. Persentase jumlah spesimen dari setiap genus foraminifera pada sedimen ditampilkan pada Gambar 9, 10, 11, dan 12.



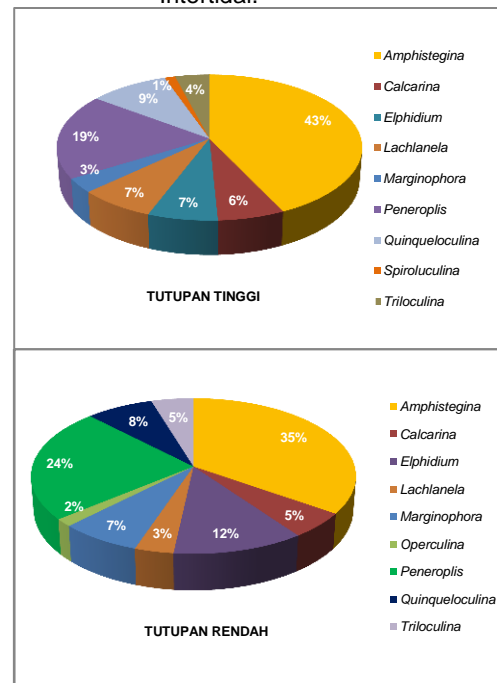
Gambar 9. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera Pada Sedimen Padang Lamun di Stasiun A, Zona Intertidal.



Gambar 11. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera Pada Sedimen Padang Lamun di Stasiun B, Zona Intertidal.



Gambar 10. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera Pada Sedimen Padang Lamun di Stasiun A, Zona Subtidal.



Gambar 12. Persentase Jumlah Spesimen Foraminifera Pada Sedimen Padang Lamun di Stasiun B, Zona Subtidal.

Walaupun genus foraminifera yang ditemukan pada sedimen padang lamun lokasi penelitian tidak begitu berbeda dengan yang ditemukan pada daun lamun, tetapi persentase pada setiap kuadrat memiliki perbedaan. Pada daun lamun hanya ditemukan 3 genus foraminifera yang senantiasa ada pada setiap kuadrat. Pada sedimen ditemukan 7 genus yang ada pada setiap kuadrat pengambilan sampel. Ketujuh genus tersebut adalah *Amphistegina*, *Peneroplis*, *Elphidium*, *Marginopora*, *Calcarina*, *Lachlanela*, dan *Quinqueloculina*.

Foraminifera dari genus *Amphistegina* mendominasi pada sedimen padang lamun. Dapat dilihat pada sedimen padang lamun Stasiun A (Gambar 9 dan 10), di mana persentase jumlah sedimen genus ini hampir seluruhnya di atas 50% (kecuali di Stasiun A zona intertidal pada kawasan lamun dengan persentase tutupan rendah). Pada Stasiun B, persentase jumlah spesimen genus *Amphistegina* menurun sedangkan genus *Peneroplis* dan *Elphidium* adalah genus foraminifera berikutnya yang diperoleh dengan persentase yang cukup besar sesudah genus *Amphistegina*. Genus *Peneroplis* mengalami peningkatan persentase jumlah spesimen pada Stasiun B, baik pada zona intertidal, maupun pada zona subtidal (Gambar 11 dan 12). Genus *Elphidium*, walaupun persentase jumlah spesimennya tidak sebesar *Peneroplis*, tetapi cukup menonjol dalam grafik persentase seperti yang ditampilkan pada Gambar 9 sampai Gambar 12.

Genus *Marginopora*, *Calcarina*, *Lachlanela* dan *Quinqueloculina*, merupakan kelompok genus yang juga ditemukan pada sampel sedimen di setiap kuadrat dengan persentase jumlah spesimen yang kecil. Walaupun demikian, genus-genus ini memperlihatkan eksistensi asosiasi mereka dengan tumbuhan lamun di lokasi penelitian.

Pada Stasiun A zona intertidal, persentase jumlah spesimen foraminifera cukup besar ditunjukkan oleh genus *Pseudorotalia* (Gambar 9). Genus ini bahkan hadir dalam persentase kedua terbesar sesudah genus *Amphistegina*. Persentase jumlah spesimennya jauh melebihi persentase dari keenam genus lain yang ada pada sedimen di setiap kuadrat. Walaupun demikian, pada kuadrat yang lain persentase

dari genus *Pseudorotalia* sangat kecil atau hampir tidak ada. Untuk genus *Pseudorotalia* pada sedimen di Stasiun A zona intertidal ini sesuai dengan persentase jumlah pada daun lamun di Stasiun A zona intertidal dan zona subtidal (Gambar 5 dan 6).

Secara keseluruhan, pada sedimen padang lamun di lokasi penelitian, foraminifera dicirikan oleh genus *Amphistegina*. Genus ini memiliki persentase jumlah sepesimen terbesar pada seluruh stasiun pengambilan sedimen. Beberapa genus lainnya seperti yang telah dibahas sebelumnya, kehadirannya juga ada pada keseluruhan sampel sedimen di setiap kuadrat, tetapi dalam persentase jumlah spesimen yang sangat berfluktuasi. Seperti genus *Peneroplis* dan *Elphidium*, persentase jumlah spesimennya cukup menonjol pada Stasiun B, tetapi sangat kecil persentasenya pada Stasiun A.

Foraminifera pada daun dan sedimen lamun tidak memiliki perbedaan yang berarti pada jumlah genus yang di dapat, namun dari segi jumlah foraminifera pada sedimen lebih banyak dibandingkan dengan yang ada di lamun. Pada sedimen padang lamun di kedua stasiun spesimen foraminifera dicirikan oleh genus *Amphistegina* yang dominan dibandingkan genus lain. Menurut Buchan (2006), distribusi foraminifera tidak terlalu dipengaruhi oleh tipe substrat namun dipengaruhi oleh faktor lingkungan lain (suhu, cahaya, oksigen, dll). Pada daun lamun di kedua stasiun dicirikan oleh genus *Marginopora* dan *Amphistegina*. Menurut Martin (1975) dalam Buchan (2006), habitat utama foraminifera pada lamun adalah di daun yang dicirikan oleh level aksi gelombang dan arus dapat mempengaruhi keanekaragaman dan kekayaan jenis foraminifera.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

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

1. Pada padang lamun Pulau Bunaken teridentifikasi foraminifera bentuk sebanyak 4593 spesimen dari 16 genus yang tersebar pada 2 stasiun dengan masing-masing empat titik

- sampling. Genus-genus tersebut terdiri dari: *Amphistegina*, *Calcarina*, *Coscinospira*, *Elphidium*, *Eponides*, *Lachlanella*, *Marginophora*, *Neorotalia*, *Operculina*, *Peneroplis*, *Planorbulina*, *Pseudorotalia*, *Quinqueloculina*, *Sorites*, *Spiroloculina*, dan *Triloculina*
- Foraminifera pada daun lamun terkoleksi sebanyak 1097 spesimen dengan komposisinya terdiri dari 16 genus foraminifera bentik yang terutama dicirikan oleh genus *Marginophora* dan *Amphistegina*. Pada sedimen terkoleksi sebanyak 3.496 spesimen yang terdiri dari 14 genus foraminifera bentik, dicirikan oleh genus *Amphistegina*.
 - Pada kawasan dengan lamun yang tingkat persentase tutupan yang tinggi diperoleh jumlah spesimen yang lebih banyak, baik pada zona intertidal, maupun zona subtidal. Walaupun demikian, banyaknya genus tidak memperlihatkan adanya keterkaitan dengan persentase tutupan lamun maupun dengan zona pasang surut.

Saran

- Berdasarkan penelitian ini maka hal-hal yang dapat disarankan adalah :
- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keberadaan foraminifera dalam kaitannya dengan persentase tutupan lamun menggunakan sampel dari stasiun relatif lebih banyak.
 - Perlu disertakan pengukuran suhu, salinitas, kadar oksigen, arus, dan gelombang dalam penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrisal, M. 2016. Hubungan Antara Laju Fotosintesis dengan Laju Pertumbuhan Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* Sepanjang Paparan Pulau di Kepulauan Spermonde. Skripsi Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanudin. 49 hal.
- Billy, P., J. M. Mamujaja, R. M. Rampengan, O. Medy, E. T. Opa, dan J. Mudeng. 2018. Foraminifera pada Lahan Gisik di Pantai Malalayang Dua. Jurnal Ilmiah Platax. Volume 6. Edisi 2. Hal 115-123.
- Buchan, O. C. 2006. Relationships Between Large Benthic Foraminifera and Their Seagrass Habitats, San Salvador, Bahamas. Thesis Master of Science Auburn University. 86 hal.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R. V. O'Neill, J. Paruelo, R. G. Raskin, P. Sutton, and M. Belt. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. Nature. Volume 387. Hal 253-260.
- Paringgi, E. P., J. M. Mamujaja, R. M. Rampengan, M. Ompi, K. A. R. Roeroe, dan U. Rembet. 2018. Sebaran Spasial Foraminifera Bentik pada Terumbu Karang Pulau Bunaken Sulawesi Utara. Jurnal Pesisir dan Tropis. Volume 1. Nomor 1. Hal 33-43.
- Saragih, C. E. A. 2004. Studi Morfologi Pantai Pulau Bunaken Bagian Tenggara. Rencana Kerja Penelitian Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado. (tidak dipublikasikan).
- Sjafrie, N. D. M., U. E. Hernawan, B. Prayudha, I. H. Supriyadi, M. Y. Iswari, Rahmat, K. Anggraini, S. Rahmawati, dan Suyarso. 2018. Status Padang Lamun Indonesia 2018 versi 02. Jakarta. Puslit Oseanografi-LIPI. 39 hal.
- Toruan, L. N. L. 2011. Pendugaan Kualitas Ekosistem Terumbu Karang Di Kepulauan Seribu Dengan Menggunakan Proporsi Foraminifera Bentik Sebagai Bioindikator. Tesis Magister Sains Program Studi Ilmu Kelautan IPB Bogor. 134 hal.