

## Analisis Granulometri dan Bioindeks Makrobenthos di Perairan Pantai Malayang

(Granulometric and Bioindex Analysis of Macrozoobenthos in Malayang Coastal Waters)

Firmansyah C. Windarto<sup>1</sup>, Royke M. Rampengan<sup>1</sup>, Agung B. Windarto<sup>1</sup>, Rignolda Djamiluddin<sup>1</sup>, Hermanto W.K. Manengkey<sup>1</sup>, Gaspar D. Manu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado-Sulawesi Utara, Indonesia.

<sup>2</sup> Staf Pengajar Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi Manado Indonesia 95115

\*Corresponding author: [cwcw3010@gmail.com](mailto:cwcw3010@gmail.com)

### Abstract

The purpose of this study was (1) to describe macrozoobenthos and calculate and analyze bio-indexes including density, diversity, domination, and proprietary macrozoobenthos genus found on the beach of Malayang. (2) inform the condition of habitat sediment granulometry and related to various macrozoobenthos bio-indexes found on the Malayang Beach. The results of the identification of macrozoobenthos types obtained from the entire research station have obtained macrozoobenthos taxa covering 3 classes, namely: Gastropoda classes include 5 genera, namely *Melanella*, *Margarites*, *Frigidoalvania*, *Oenopot*, and *Cylichna*, Crustacean class (2 genera: *Pagurus* and *Hemigrapsus*) and Polychaeta classes (1 genus: *Nais*). Macrozoobenthos density at Station 1 and Station 3. Overall, station 1 has the highest average density of 29.33 ind./m<sup>2</sup>; Furthermore, Station 3 has an average density of 23 ind. /m<sup>2</sup>; And finally Station 2 with a density of 17.67 Ind. /m<sup>2</sup>. Based on the results of the test, it was concluded that none of the values of the macrozoobenthos diversity index at the research site showed that the H1 acceptance or can be said that the results of the t-test stated that all the recatient research tests were not significantly different meaning the diversity of the entire station tested had the same diversity. The dominance index also obtains values that indicate the condition of the lack of dominance from certain macrozoobenthos genera at the research location.

The volume index is obtained that the community is in a stable condition only found at Station 3, namely the rear graduation area in the Malayang River estuary. Communities that are in depressed conditions are found in the graduation land of station 1 and station 3, as well as the rearstal land of station 2. Other areas obtained by the community are in unstable conditions. The sediment composition that looks for files to stations at the research site displays diverse conditions. In general, through the graph of the sediment composition produced, at station 1 can be said to have decreased grain size towards land. Physical at Station 2, on the contrary, experienced an increase in a more rough (gravel) sediment on the middle and rear land, and at station 3, the center of the center looks composed of sediments that have a rough size.

Keywords: intertidal; macrozoobenthos; sediment

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah (1) Mendeskripsikan makrozoobenthos serta menghitung dan menganalisis bioindeks meliputi kepadatan, keanekaragaman, dominasi, dan pemerataan genus makrozoobenthos yang terdapat di Pantai Malayang. (2) Menginformasikan kondisi granulometri sedimen habitat dan kaitannya dengan berbagai bioindeks makrozoobenthos yang terdapat di pantai Malayang. Hasil identifikasi jenis-jenis makrozoobenthos yang diperoleh dari keseluruhan stasiun penelitian telah diperoleh taksa makrozoobenthos meliputi 3 kelas yaitu: Kelas Gastropoda meliputi 5 Genera yakni *Melanella*, *Margarites*, *Frigidoalvania*, *Oenopotadan* *Cylichna*, Kelas Crustacea (2 Genus: *Pagurus* dan *Hemigrapsus*) dan Kelas Polychaeta (1 Genus: *Nais*).

Kepadatan makrozoobenthos pada Stasiun 1 dan Stasiun 3, Secara keseluruhan, Stasiun 1 memiliki rata-rata kepadatan tertinggi yaitu sebesar 29,33 ind./m<sup>2</sup>; selanjutnya Stasiun 3 memiliki kepadatan rata-rata 23 ind./m<sup>2</sup>; dan terakhir Stasiun 2 dengan kepadatan 17,67 ind./m<sup>2</sup>.

Berdasarkan hasil uji-t diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada satupun dari nilai indeks keanekaragaman makrozoobenthos pada lokasi penelitian menunjukkan terima  $H_1$  atau dapat dikatakan hasil uji-t menyatakan bahwa semua satupun penelitian yang di uji tidak berbeda nyata artinya keanekaragaman seluruh stasiun yang diuji mempunyai keanekaragaman sama. Indeks Dominansi juga memperoleh nilai-nilai yang menunjukkan kondisi tidak adanya dominasi dari genus makrozoobenthos tertentu pada lokasi penelitian.

Indeks pemerataan diperoleh bahwa komunitas berada dalam kondisi stabil hanya terdapat pada Stasiun 3, yaitu area lahan gisik bagian belakang di muara Sungai Malalayang. Komunitas yang berada dalam kondisi tertekan, terdapat pada lahan gisik bagian depan Stasiun 1 dan Stasiun 3, serta lahan gisik bagian belakang Stasiun 2. Area lainnya diperoleh komunitas berada dalam kondisi yang labil

Komposisi sedimen yang menghampari gisik pada stasiun-stasiun di lokasi penelitian menampilkan kondisi yang beragam. Secara umum, melalui grafik komposisi sedimen yang dihasilkan, pada Stasiun 1 dapat dikatakan terjadi penurunan ukuran butir ke arah darat. Gisik pada Stasiun 2, sebaliknya mengalami peningkatan sedimen berukuran lebih kasar (kerikil) pada lahan bagian tengah dan belakang, dan pada Stasiun 3, gisik bagian tengah tampak tersusun oleh sedimen yang memiliki ukuran kasar.

Kata Kunci: intertidal; macrobenthos; sedimen

## PENDAHULUAN

Status Indonesia sebagai negara kepulauan telah ditetapkan sejak Deklarasi Djuanda pada tahun 1957 dan diperkuat dengan Konvensi Hukum Laut. Indonesia memiliki sekitar 17.500 pulau, bergaris pantai sepanjang 81.000 km. Sekitar 62% luas wilayah Indonesia adalah laut dan perairan, hal ini dikonfirmasi dari data KKP, luas wilayah daratan sebesar 1,91 juta km<sup>2</sup> sedangkan luas wilayah perairan mencapai 6,32 juta km<sup>2</sup> (Anonymous, 2020). Dijelaskan oleh Pratama (2020) bahwa Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia. Terbangun dari Sabang hingga Merauke dan memiliki 17.499 pulau dengan luas total wilayah mencapai 7,81 juta km<sup>2</sup>. Dari total luas wilayah tersebut, 3,25 juta km<sup>2</sup> adalah lautan dan 2,55 juta km<sup>2</sup> adalah Zona Ekonomi Eksklusif. Hanya sekitar 2,01 juta km<sup>2</sup> yang berupa daratan. Dengan luasnya wilayah laut yang ada, Indonesia memiliki potensi kelautan dan perikanan yang sangat besar.

Pantai Malalayang merupakan zona intertidal yang dihuni berbagai jenis sumberdaya laut yang dapat dimanfaatkan secara terus menerus diantaranya taman laut yang masih alami dan juga berbagai jenis organisme biota laut seperti karang, ikan karang dan organisme benthik lain dalam hal ini makrozoobenthos. Karakteristik wilayah ini, umumnya memiliki substrat datar hingga kemiringan yang

landai kecuali beberapa wilayah yang memiliki kondisi agak curam hingga curam serta memiliki substrat berbatu, substrat berpasir dan substrat berlumpur. Penelitian ini mempunyai arah untuk mengetahui komposisi granulometri sedimen, jenis-jenis dan bio indeks makrozoobenthos yakni kepadatan, keanekaragaman, dominasi, dan keseragaman.

Zona intertidal merupakan daerah pasang surut dan daerah yang sangat terbatas. Zona ini paling banyak dikenal dan dipelajari karena sangat mudah dijangkau manusia sehingga penelitian terhadap organisme perairan dapat dilakukan secara langsung selama periode air surut tanpa penggunaan peralatan khusus (Nybakken, 1992).

Makrozoobenthos (makrofauna) menurut Mann (1982) menyebutkan bahwa makrozoobenthos merupakan zoobenthos berukuran lebih dari 1 mm dan menurut Cummins (1975), makrozoobenthos dapat mencapai ukuran tubuh sekurang-kurangnya 3-5 mm saat pertumbuhannya maksimum. Menurut Pennak (1989), berbagai jenis zoobenthos ada yang berperan sebagai konsumen primer dan ada pula yang berperan sebagai konsumen sekunder atau konsumen yang menempati *tropic level* yang lebih tinggi. Pada umumnya, makrozoobenthos merupakan makanan alami bagi ikan-ikan pemakan di dasar perairan. Makrozoobenthos pada umumnya bersifat epifauna dan infauna.

Epifauna mengartikan bahwa makrobentos ini hidup di permukaan substrat seperti, makrobentos pemakan deposit (*deposit feeder*) dan makrobentos pemakan materi organik terlarut (*suspension feeder*). Makrobentos yang hidup di dalam substrat mengindikasikan bahwa makrobentos tersebut bersifat infauna seperti, makrobentos yang hidupnya di dalam lumpur dengan cara membenamkan diri (*subsurface deposit feeder*) dan makrobentos yang hidup di dalam substrat dengan cara menggali lubang (*burrowers*) (Putro, 2014). Pada prinsipnya tanpa makrozoobenthos tidak akan ada ikan yang bisa tumbuh sebesar yang ditangkap seperti pada saat ini (Bec Crew, 2017).

### Tujuan Penelitian

Kegiatan penelitian ini diarahkan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan makrozoobenthos serta menghitung dan menganalisis bioindeks meliputi kepadatan, keanekaragaman, dominasi, dan pemerataan genus makrozoobenthos yang terdapat di Pantai Malalayang.
2. Menginformasikan kondisi granulometri sedimen habitat dan kaitannya dengan berbagai bioindeks makrozoobenthos yang terdapat di pantai Malalayang

### METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel sedimen dilaksanakan bulan Mei 2021 yang berlokasi di Teluk Manado tepatnya pada Perairan Pantai Malalayang, Kecamatan Malalayang Kotamadya Manado, Provinsi Sulawesi Utara (Gambar 1). Identifikasi sampel makrobenthos dilakukan di Laboratorium Biologi Molekuler dan Farmasitika laut, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. Identifikasi makrozoobenthos mengacu pada beberapa buku identifikasi antara lain Western Central Pacific FAO (1998) dan WoRMS (*World Register of Marine Species*). Klasifikasi dan analisis distribusi granulometri sedimen di Laboratorium Geomorfologi Pantai, FPIK Unsrat.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.

Penentuan lokasi sampling (Gambar 1) ditentukan dengan menggunakan metode *purposive sampling* yang didasarkan atas pertimbangan topografi dan kondisi area sampling. Lokasi sampling difokuskan di gisik pada lahan litoral Teluk Manado di pesisir perairan pantai Malalayang dengan menetapkan 3 stasiun

penelitian yakni pertama di sekitar Groin Malalayang (sedikit pengaruh aktivitas manusia), kedua di Poltekes Manado (dipengaruhi aktivitas penduduk, dan ketiga di muara Sungai Malalayang (dipengaruhi aktivitas pasar).

Prosedur sampling dilakukan pada saat air laut dalam kondisi surut terendah

dengan tujuan untuk mempermudah dalam pengambilan sampel dan tidak terkendala dengan arus dan gelombang. Adapun langkah-langkah yang ditempuh adalah seperti berikut:

1. Pada setiap stasiun di lokasi penelitian ditempatkan 3 titik sampling (depan, tengah, dan belakang) pada transek (sub stasiun atau ulangan yang dianggap dapat mewakili keadaan lokasi sampling tersebut) menggunakan kuadrat 1 x 1 m (Gambar 2).
2. Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan dua tahap yakni: (1) mengambil seluruh makrozoobenthos yang terlihat dengan mata telanjang yang terdapat di dalam area seluruh kuadrat dengan pinset dan (2) dengan menggunakan sekop kecil, sedimen diambil sedalam sekitar 2 cm bertujuan untuk mengambil makrozoobenthos yang hidup di dalam sedimen.
3. Selanjutnya sampel sedimen disaring dengan ayakan bertingkat dengan ukuran mata saringan 2 mm, 1 mm dan 0,5 mm untuk memperoleh sampel makrozoobenthos.
4. Masing masing sedimen yang tersaring dibersihkan dengan cara membilas dengan air bersih.
5. Setelah bersih ditempatkan pada wadah plastik dan diberikan alkohol 70% atau formalin 4% 1 liter yang diberi rose Bengal 1 gram.
6. Selanjutnya ditempatkan dalam keranjang atau cool box untuk dianalisis di Laboratorium Biologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unsrat dengan menggunakan bantuan mikroskop dan kaca pembesar untuk mengetahui jumlah dan taksanya dengan menggunakan buku identifikasi.
7. Pengambilan sedimen untuk keperluan penentuan komposisi dan analisis distribusi granulometri sedimen, dilakukan menggunakan sekop kecil dengan kedalaman sekitar 2 cm. Sampel sedimen yang diperoleh selanjutnya dibawa ke Laboratorium Geomorfologi Pantai Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan untuk keperluan pengolahan komposisi dan analisis distribusi granulometrinya.

Sampel yang didapat dari lokasi penelitian kemudian diamati di laboratorium Biologi Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. Sampel dikeluarkan dari larutan formalin 4% yang sudah diberi pewarna rose Bengal 1 gram dan diamati dibawah mikroskop dan direkam gambarnya kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi *Western Central Pacific* (FAO, 1998) dan *Seashells and the Seashore* (Hook, 2008) juga menggunakan WoRMS (*WorldRegistes of Marine Species*) dan *Marine Species Identification Portal* (2020).

### Analisis Data

#### Kepadatan

Makrozoobenthos yang didapatkan dikelompokkan menurut jenis dan dihitung kepadatannya dengan menggunakan Odum (1971) sebagai berikut:

$$Dm = \frac{n_i}{A}$$

Keterangan :

Dm = Density atau Kepadatan (m<sup>2</sup>)  
 ni =Jumlah taxamakrozoobenthos ke-i  
 A = luas area kuadrat 1x1m = 1m<sup>2</sup>  
 i = sampel ke-i

#### Keanekaragaman

Keanekaragaman digunakan untuk menganalisis komunitas makrozoobenthos dengan menggunakan indeks keanekaragaman dari Shannon-Wiener (Legendre & Legendre, (2012) dan Krebs (1989) sebagai berikut:

$$H' = -\sum_{i=1}^s P_i * \ln P_i \text{ dimana } P_i = \frac{n_i}{N}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener  
 Pi = Proporsi individu taksa (species) makrozoobenthos ke-i (ni/N)  
 ni = Jumlah individu taxa (species) makrozoobenthos ke-i atau jenis ke-i  
 N = Jumlah total taxa(species) makrozoobenthos dalam komunitas (∑ ni)  
 i = sampel ke-1,2,3, ....., hingga ke-s  
 s = Banyaknya taksa (species) makrozoobenthos yang di peroleh

Berdasarkan formula keanekaragaman, indeks

keanekaragaman Shannon-Wiener dikategorikan sebagai berikut (Brower dan Zar, 1977) pada Tabel 1.



Gambar 2. Denah Penempatan Kuadrat di Sepanjang Tali Transek Pada Setiap Stasiun.  
Keterangan:  : Kuadrat 1 x 1 m;  : Tali Transek

Tabel 1. Klasifikasi Derajat Keanekaragaman.

$H'$	<	2,3026	: Keanekaragaman populasi kecil
2,3026	<	$H'$	< 6,9078 : Keanekaragaman populasi sedang
$H'$	>	6,9078	: Keanekaragaman populasi tinggi

Untuk membedakan keanekaragaman spesies (jenis) makrozoobenthos antar stasiun penelitian dipakai uji T menurut model Gardener (2017), Hutchison (Poole, 1974), Magurran (1988) sebagai berikut:

Hipotesis:  $H_0$ = Tidak ada perbedaan keanekaragaman antar stasiun yang dibandingkan;  $H_1$ = Terdapat perbedaan antar stasiun yang dibandingkan.

T hitung diperoleh dengan menggunakan formula:

$$t_{hit} = \frac{H'_1 - H'_2}{\sqrt{(\text{var. } H'_1 + \text{var. } H'_2)}}$$

Varians atau ragam diperoleh dengan menggunakan formula:

$$\text{var. } H'_n = \frac{\sum Pi (\ln Pi)^2 - (\sum Pi \ln Pi)^2}{N} + \frac{s-1}{2N^2}$$

Degree of freedom atau Derajat bebas diperoleh dengan menggunakan formula:

$$db = \frac{(\text{var. } H'_1 + \text{var. } H'_2)^2}{\left\{ \left[ (\text{var. } H'_1)^2 / N_1 \right] + \left[ (\text{var. } H'_2)^2 / N_2 \right] \right\}}$$

Kriteria pengambilan keputusan adalah sebagai berikut:

$$t_{hit} \begin{cases} \leq t_{0.05/2;(db)}, H'_1 = H'_2 \\ > t_{0.05/2;(db)}, H'_1 \neq H'_2 \end{cases}$$

**Dominasi**

Untuk menghitung dominasi jenis makrozoobenthos digunakan Indeks Simpson (Krebs, 1989) yang dihitung dengan persamaan berikut :

$$D = \sum_{i=1}^s (Pi)^2$$

Keterangan : D = Indeks Dominasi

Nilai D berkisar antara 0 – 1 (Odum, 1971) artinya :

- Jika nilai D mendekati 0, berarti hampir tidak ada individu yang mendominasi,
- Jika nilai D mendekati 1, berarti ada salah satu genus atau spesies yang mendominasi.

### Kemerataan (Evenness)

Indeks kemerataan yang diwujudkan dalam indeks regularitas (*equitability evenness index*) adalah suatu penggambaran mengenai sebaran individu setiap spesies dalam komunitas. Indeks kemerataan (E) makrozoobenthos dihitung berdasarkan persamaan Krebs (1989) berikut :

$$E = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

dimana :

$$H'_{\max} = \ln S$$

E = Indeks kemerataan

H' = Indeks keanekaragaman

S = Banyaknya taksa (spesies) makrozoobenthos yang diperoleh

Berdasarkan perbandingan ini diperoleh suatu nilai kemerataan yang besarnya antara 0 dan 1 (Odum, 1971), artinya:

- Semakin kecil nilai indeks kemerataan (E) semakin kecil nilai kemerataan populasi, artinya penyebaran jumlah individu setiap spesies mendominasi populasi tersebut.
- Semakin besar nilai indeks kemerataan (E) maka populasi menunjukkan semakin merata (seragam), sehingga dapat dikatakan bahwa jumlah individu setiap spesies dapat dikatakan sama atau tidak jauh berbeda. Odum (1971) menyatakan nilai kemerataan suatu komunitas seperti pada Tabel 2.

### Klasifikasi dan Analisis Granulometri Sedimen

Pekerjaan ini diawali dengan penanganan dan penyaringan sampel sedimen untuk memperoleh data berat sedimen berdasarkan ukuran mata ayakan yang dipergunakan. Hasil penimbangan berat sedimen pada setiap saringan yang dipergunakan, selanjutnya dimasukkan dalam lembaran hasil pengukuran sedimen seperti ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Klasifikasi Derajat Kemerataan

Kemerataan (E)	Keterangan
0,00 < E ≤ 0,50	Komunitas kondisi tertekan
0,50 < E ≤ 0,75	Komunitas kondisi labil
0,75 < E ≤ 1,00	Komunitas kondisi stabil

Tabel 3. Lembaran Hasil Pengukuran Sedimen Berdasarkan Ayakan

Diameter Ayakan (mm)	Skala Wentworth	Berat Kumulatif (gram)	Persentase Kumulatif (%)
31,700	-4,986	...	...
15,800	-3,982	...	...
8,000	-3,000	...	...
4,000	-2,000	...	...
2,000	-1,000	...	...
1,000	0,000	...	...
0,500	1,000	...	...
0,250	2,000	...	...
0,125	3,000	...	...
0,063	4,000	...	...

Berdasarkan hasil penimbangan berat sedimen menurut mata ayakan, dilakukan pengelompokan sedimen menggunakan skala Wentworth untuk memperoleh komposisi sedimen. Komposisi sedimen yang diperoleh pada setiap stasiun divisualisasikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Analisis granulometri sedimen diawali dengan penggambaran grafik distribusi granulometri sedimen. Penggambaran grafik dilakukan dengan cara membuat plot antara data ukuran butir sedimen dengan persentase kumulatif pada isian Tabel 7. Grafik untuk keperluan analisis distribusi granulometri sedimen ditampilkan pada Gambar 3.

Pada grafik distribusi granulometri sedimen diperoleh sejumlah nilai phi untuk keperluan perhitungan sejumlah peubah granulometri sedimen. Adapun formula untuk menghitung sejumlah peubah tersebut mengikuti Folk dan Ward (1957) yang bentuk formulanya tetap dipergunakan hingga saat ini, antara lain oleh Rampengan (2010); Sapsuha, dkk., (2019); dan Simboh dkk. (2021), sebagai berikut :

- a. Rataan Empirik ( $M_z$ )

$$M_z = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{50} + \varphi_{84}}{3}$$

- b. Penyortiran ( $\sigma_1$ )

$$\sigma_1 = \frac{\varphi_{84} - \varphi_{16}}{4} + \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{6,6}$$

Kriteria :  $0,00 < \sigma_1 \leq 0,35$  Tersortir sangat baik

$0,35 < \sigma_1 \leq 0,50$  Tersortir baik

$0,50 < \sigma_1 \leq 1,00$  Tersortir sedang

$1,00 < \sigma_1 \leq 2,00$  Tersortir buru

$2,00 < \sigma_1 \leq 4,00$  Tersortir sangat buruk

$\sigma_1 > 4,00$  Tersortir buruk sekali

- c. Kemencengan ( $Sk_1$ )

$$Sk_1 = \frac{\varphi_{16} + \varphi_{84} - 2(\varphi_{50})}{2(\varphi_{84} - \varphi_{16})} + \frac{\varphi_5 + \varphi_{95} - 2(\varphi_{50})}{2(\varphi_{95} - \varphi_5)}$$

Kriteria :  $-1,00 < Sk_1 \leq -0,30$  Asimetris kuat ke

ukuran besar

$-3,00 < Sk_1 \leq -0,10$  Asimetris ke ukuran besar

$-0,10 < Sk_1 \leq +0,10$  Simetris granulometri

$+0,10 < Sk_1 \leq +0,30$  Asimetris ke ukuran kecil

$+0,30 < Sk_1 \leq +1,00$  Asimetris kuat ke ukuran

kecil

- d. Peruncingan ( $K_G$ )

$$K_G = \frac{\varphi_{95} - \varphi_5}{2,44(\varphi_{75} - \varphi_{25})}$$

Kriteria :  $K_G \leq 0,67$  Sangat platikurtik

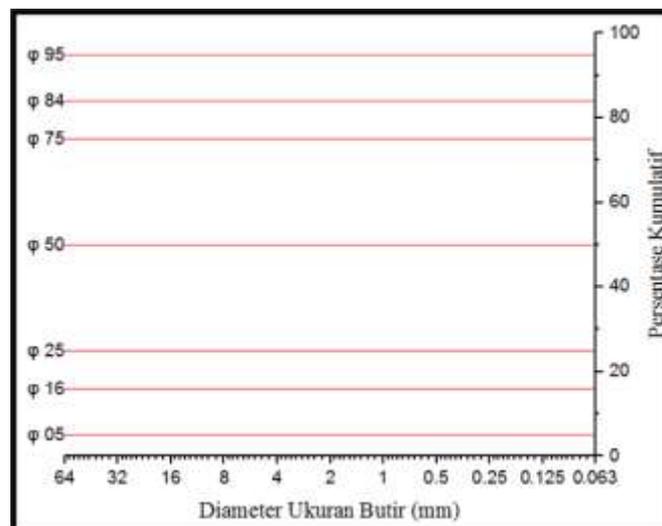
$0,67 < K_G \leq 0,90$  Platikurtik

$0,90 < K_G \leq 1,11$  Mesokurtik

$1,11 < K_G \leq 1,50$  Leptokurtik

$1,50 < K_G \leq 3,00$  Sangat leptokurtik

$K_G > 3,00$  Leptokurtik sekali



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Identifikasi Makrozoobenthos.

Hasil identifikasi jenis-jenis makrozoobenthos yang diperoleh dari

keseluruhan stasiun penelitian yang mengacu pada WORMS diperoleh taksa makrozoobenthos meliputi 3 kelas ditampilkan pada Gambar 4, yaitu :

a. Kelas Gastropoda meliputi 5 Genera yakni *Melanella*, *Margarites*, *Frigidoalvania*, *Oenopota* dan *Cylichna*,

b. Kelas Crustacea (2 Genus: *Pagurus* dan *Hemigrapsus*) dan  
c. Kelas Polychaeta (1 Genus: *Nais*).



*Melanella*



*Melanella scarifata* Gofas & Rueda, 2014



*Margarites*



*Margarites groenlandicus*



*Frigidoalvania*



*Frigidoalvania janmayeni*



*Oenopota*



*Oenopota declivis*



Cylichna



*Cylichna alba*



Pagurus



*Pagurus acadianus*- Acadian hermit crab



Hemigrapsus



*Hemigrapsus takanoi*



Nais



*Nais elinguis*

Gambar 4. Hasil Identifikasi Genera Makrozoobenthos.  
<http://www.marinespecies.org/photogallery.php?album> )

**Potensi Makrozoobenthos di Lokasi Penelitian.**

Potensi taxa makrozoobenthos yang ditemukan di Pantai Manado pada ketiga

stasiun penelitian terdiri dari 8 Genus. Kedelapan genus tersebut ditemukan pada semua stasiun pada lokasi penelitian, baik di Stasiun 1 (Pantai Groin Malalayang), di

Stasiun 2 (Pantai Poltekes), dan Stasiun 3 (Muara Sungai Bahu).

Banyaknya individu menurut genus makrozoobenthos yang ditemukan, tidak sama pada setiap stasiun. Walaupun demikian, secara umum jumlah individu genus *Melanella* diperoleh dalam jumlah terbanyak pada keseluruhan stasiun. Komposisi menurut jumlah individu tiap genus pada stasiun penelitian, ditampilkan selengkapnya pada Lampiran 1 dan visualisasinya ditunjukkan melalui Gambar 5.

Kepadatan individu untuk setiap genus yang diperoleh hampir pada umumnya terbanyak berada pada Stasiun 1 yang bertempat di pantai dengan adanya penempatan struktur groin. Berdasarkan tampilan pada Gambar 5, kepadatan individu yang ditemukan pada lokasi penelitian, sedikit kondisi yang berbeda diperlihatkan oleh genus *Margarites* dan *Hemigrapsus* di mana kedua genus ini terbanyak ditemukan pada Stasiun 3 yang lokasinya berada di sekitar muara Sungai Malalayang.

#### **Kepadatan.**

Kepadatan individu makrozoobenthos berdasarkan genus menurut spasial (depan, tengah, dan belakang pada lahan gisik) di setiap stasiun tidak persis sama. Sekalipun kedelapan genus yang teridentifikasi secara umum terdapat di ketiga stasiun, namun kehadirannya menurut spasial menampilkan perbedaan. Kehadiran individu makrozoobenthos setiap genus menurut spasial pada setiap stasiun, secara rinci ditunjukkan pada Lampiran 1 dan divisualisasikan dengan grafik yang ditunjukkan melalui Gambar 6, 7, dan 8.

Kepadatan makrozoobenthos pada setiap stasiun di lokasi penelitian menampilkan kondisi yang berbeda. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, pada Stasiun 1 dan Stasiun 3, kepadatan tertinggi terdapat pada lahan gisik bagian depan, yaitu pada posisi lahan dekat surut terendah. Selanjutnya. Semakin ke arah daratan terjadi penurunan kepadatan makrozoobenthos. Kondisi yang berbeda terdapat pada Stasiun 2, di mana kepadatan makrozoobenthos yang

ditemukan sama besar baik pada area dekat surut terendah maupun daerah sekitar pasang tertinggi. Nilai kepadatan sedikit lebih rendah terjadi pada area gisik bagian tengah. Secara keseluruhan, Stasiun 1 memiliki rata-rata kepadatan tertinggi yaitu sebesar 29,33 ind./m<sup>2</sup>; selanjutnya Stasiun 3 memiliki kepadatan rata-rata 23 ind./m<sup>2</sup>; dan terakhir Stasiun 2 dengan kepadatan 17,67 ind./m<sup>2</sup>.

Kepadatan makrozoobenthos pada setiap stasiun di lokasi penelitian menampilkan kondisi yang berbeda. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9, pada Stasiun 1 dan Stasiun 3, kepadatan tertinggi terdapat pada lahan gisik bagian depan, yaitu pada posisi lahan dekat surut terendah. Selanjutnya. Semakin ke arah daratan terjadi penurunan kepadatan makrozoobenthos. Kondisi yang berbeda terdapat pada Stasiun 2, di mana kepadatan makrozoobenthos yang ditemukan sama besar baik pada area dekat surut terendah maupun daerah sekitar pasang tertinggi. Nilai kepadatan sedikit lebih rendah terjadi pada area gisik bagian tengah. Secara keseluruhan, Stasiun 1 memiliki rata-rata kepadatan tertinggi yaitu sebesar 29,33 ind./m<sup>2</sup>; selanjutnya Stasiun 3 memiliki kepadatan rata-rata 23 ind./m<sup>2</sup>; dan terakhir Stasiun 2 dengan kepadatan 17,67 ind./m<sup>2</sup>.

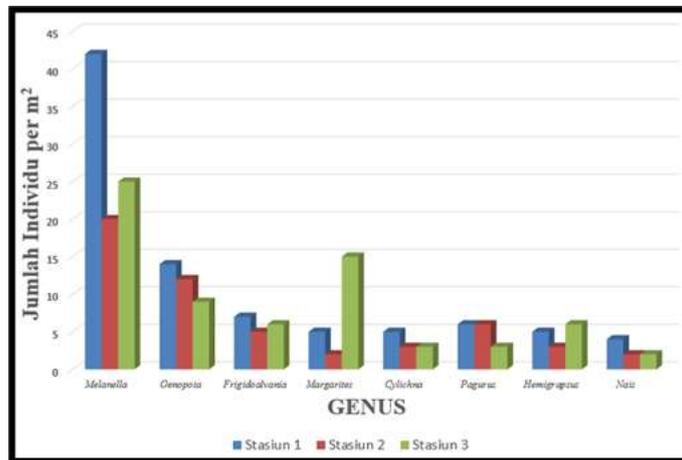
#### **Indeks Keanekaragaman, Dominasi dan Kemerataan.**

Keanekaragaman merupakan hal yang penting bagi kehidupan organisme. Keanekaragaman hayati berperan sebagai indikator dari sistem ekologi dan sarana untuk mengetahui adanya perubahan jenis. Keanekaragaman hayati juga mencakup kekayaan spesies dan kompleksitas ekosistem sehingga dapat mempengaruhi komunitas organisme, perkembangan dan stabilitas ekosistem (Rahayu dkk., 2016).

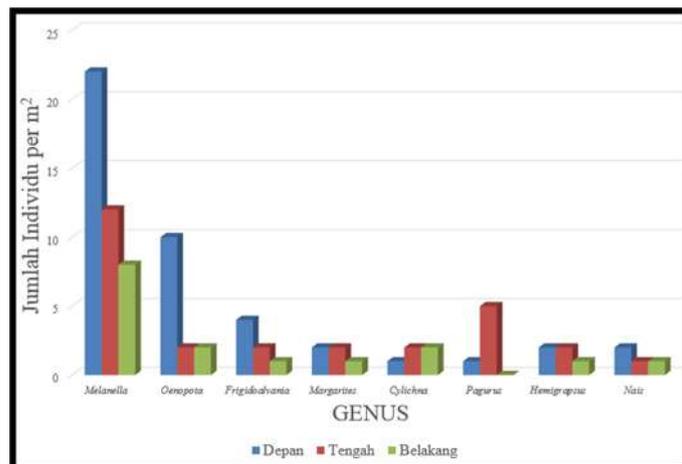
Indeks keanekaragaman yang diperoleh pada stasiun-stasiun yang diamati, baik pada lahan gisik bagian depan, tengah, maupun belakang berada pada nilai yang terkategori memiliki keanekaragaman populasi kecil berdasarkan tabel derajat keanekaragaman. Seperti yang dapat

dilihat pada Lampiran 1 dan divisualisasikan melalui Gambar 10, indeks keanekaragaman yang diperoleh, semuanya berada di bawah nilai 2. Hal tersebut didukung dengan hasil uji statistik (uji-T) yang dilakukan terhadap nilai indeks

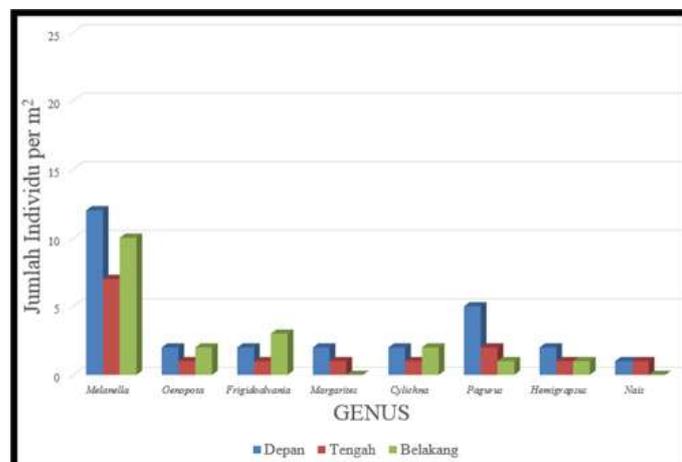
keanekaragaman makrozoobenthos pada area penelitian. Berdasarkan hasil uji-T diperoleh kesimpulan bahwa tidak ada satupun dari nilai indeks keanekaragaman makrozoobenthos pada lokasi penelitian menunjukkan perbedaan yang nyata.



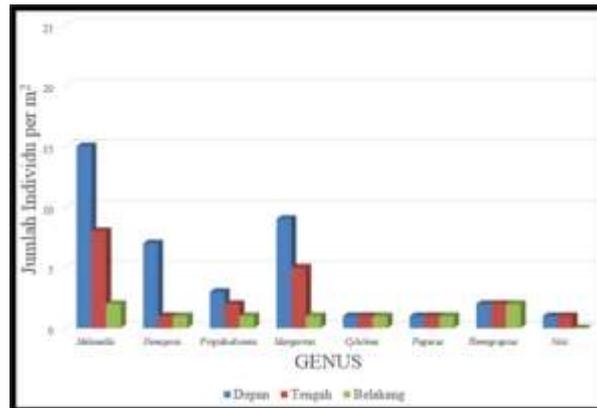
Gambar 5. Kepadatan Tiap Genus Menurut Stasiun Penelitian.



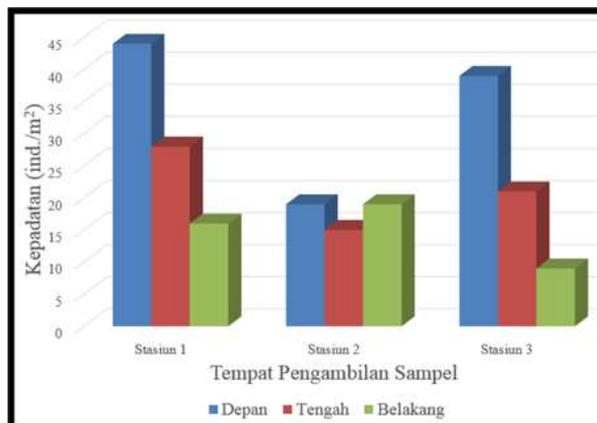
Gambar 6. Kepadatan Individu Tiap Genus Pada Lahan Gisik di Groin Malayang



Gambar 7. Kepadatan Individu Tiap Genus Pada Lahan Gisik Poltekes.



Gambar 8. Kepadatan Individu Tiap Genus Pada Lahan Gisik Muara Sungai Malalayang.



Gambar 9. Kepadatan Makrozoobenthos Secara Spasial di Setiap Stasiun.

Melalui hasil kajian terhadap indeks keanekaragaman yang diperoleh pada penelitian ini dapat dikatakan bahwa pantai Malalayang secara umum sudah berada dalam kondisi sedikit genus makrozoobenthos. Perbedaan nilai indeks keanekaragaman berdasarkan keberadaan genus makrozoobenthos pada area-area di kawasan ini dapat dilakukan dengan suatu kondisi dasar yang umum adalah kawasan pantai berkeanekaragaman populasi kecil.

Pengamatan mendetail terhadap grafik pada Gambar 10, tampak bahwa pada area gisik bagian depan pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 berada pada kondisi yang sama, yaitu memiliki nilai keanekaragaman terkecil untuk masing-masing stasiun tersebut. Walaupun demikian, untuk nilai keanekaragaman tertinggi menurut stasiun, kondisi yang sama ditunjukkan oleh Stasiun 1 dan Stasiun 2, di mana keanekaragaman tertinggi terdapat pada area gisik bagian tengah.

Selanjutnya, dengan memperhatikan simbol pewarnaan pada Gambar 10,

tampak bahwa keanekaragaman pada Stasiun 3 berada pada kisaran nilai relatif lebih tinggi dibanding Stasiun 1 dan Stasiun 2. Berdasarkan gambar tersebut, juga dapat dilihat hubungan terbalik antara nilai indeks keanekaragaman dan indeks dominasi.

Hasil perhitungan indeks Dominasi juga memperoleh nilai-nilai yang menunjukkan kondisi tidak adanya dominasi dari genus makrozoobenthos tertentu pada lokasi penelitian. Sekalipun berdasarkan data yang diperoleh, organisme dari genus *Melanella* hampir selalu memiliki jumlah terbesar, tetapi belum sampai pada kondisi mendominasi keberadaan makrozoobenthos pada lokasi penelitian. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 10, nilai indeks dominasi yang diperoleh umumnya berada pada nilai yang kecil. Meskipun nilai dominasi berbeda namun berdasarkan nilai kriteria (Odum, 1971) karena nilai yang diperoleh berada jauh dari angka 1 maka dapat diartikan bahwa hampir tidak terjadi adanya dominasi

genus baik pada Stasiun 1, Stasiun 2, maupun Stasiun 3.

Hasil perhitungan indeks pemerataan pada data-data di lokasi penelitian memperoleh hasil yang berbeda-beda menurut spasial habitat makrozoobenthos. Seperti yang ditampilkan pada Gambar 11, hasil perhitungan indeks pemerataan menghasilkan nilai-nilai yang menunjukkan kondisi makrozoobenthos pada lokasi penelitian ada yang terkriteria sebagai komunitas kondisi stabil, kondisi labil, maupun kondisi tertekan menurut klasifikasi yang dikemukakan oleh Odum (1971).

Berdasarkan hasil perhitungan indeks pemerataan diperoleh bahwa komunitas berada dalam kondisi stabil hanya terdapat pada Stasiun 3, yaitu area lahan gisik bagian belakang di muara Sungai Malalayang. Komunitas yang berada dalam kondisi tertekan, terdapat pada lahan gisik bagian depan Stasiun 1 dan Stasiun 3, serta lahan gisik bagian belakang Stasiun 2. Area lainnya diperoleh komunitas berada dalam kondisi yang labil (Gambar 11).

Mencermati kaitan antara indeks keanekaragaman dengan indeks pemerataan, relatif dapat dilihat bahwa komunitas dengan keanekaragaman yang lebih tinggi cenderung akan lebih stabil dibanding komunitas dengan indeks keanekaragaman yang rendah. Hal tersebut ditunjukkan oleh komunitas makrozoobenthos yang terdapat pada gisik bagian belakang Stasiun 3. Komunitas pada area ini memiliki keanekaragaman paling tinggi dibanding kawasan lain pada lokasi penelitian, dan hanya di tempat ini komunitas makrozoobenthos tergolong pada kriteria stabil.

Walaupun tampaknya nilai indeks keanekaragaman memiliki kaitan dengan indeks pemerataan, tetapi untuk komunitas-komunitas dengan perbedaan nilai indeks keanekaragaman yang relatif kecil, kaitan tersebut tidak tampak. Hal tersebut bisa dilihat melalui hasil yang diperoleh pada penelitian ini. Komunitas makrozoobenthos yang terdapat pada area gisik Stasiun 3 bagian depan, memiliki nilai indeks keanekaragaman yang sedikit lebih besar dibanding komunitas makrozoobenthos pada gisik bagian belakang Stasiun 1 dan gisik

bagian depan Stasiun 2. Walaupun demikian, gisik bagian belakang Stasiun 1 dan gisik bagian depan Stasiun 2, komunitas makrozoobenthosnya terkriteria pada kondisi labil, sedangkan komunitas yang berada pada area gisik bagian depan Stasiun 3 berada pada kriteria tertekan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh keberadaan nilai indeks pemerataan tidak hanya dipengaruhi oleh nilai indeks keanekaragaman saja, tetapi juga oleh tingkat keanekaragaman maksimal yang dapat dicapai oleh komunitas tertentu.

Demikian juga kaitan antara indeks dominasi dengan indeks pemerataan, tampak bahwa komunitas dengan nilai indeks dominasi semakin kecil, cenderung akan berada pada kondisi yang lebih stabil. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik yang ditampilkan pada Gambar 12. Walaupun demikian, untuk komunitas dengan perbedaan nilai indeks dominasi yang kecil, kaitan tersebut relatif sulit untuk dilihat.

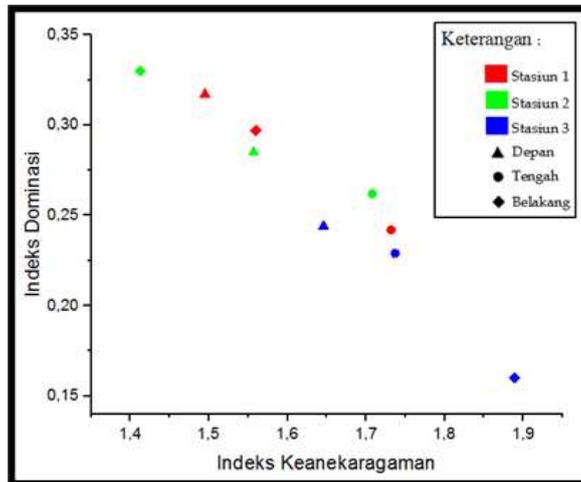
### **Komposisi dan Analisis Granulometri Sedimen.**

Untuk memperoleh informasi menyangkut komposisi sedimen yang menghampari lahan gisik tempat ditentukannya stasiun-stasiun penelitian, dilakukan pemilahan ukuran butir sedimen menggunakan ayakan. Hasil pemilahan ditampilkan pada Lampiran 3 dan klasifikasi ditampilkan pada Lampiran 4. Visualisasi komposisi sedimen yang menghampari stasiun-stasiun penelitian divisualisasikan pada Gambar 13, 14, dan 15.

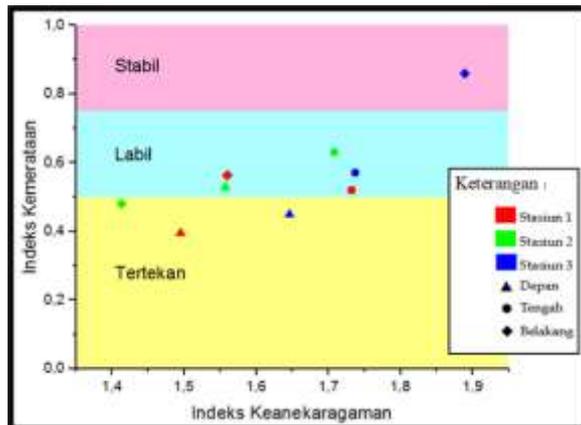
Komposisi sedimen yang menghampari gisik pada stasiun-stasiun di lokasi penelitian menampilkan kondisi yang beragam. Secara umum, melalui grafik komposisi sedimen yang dihasilkan (Gambar 13, 14, dan 15), pada Stasiun 1 dapat dikatakan terjadi penurunan ukuran butir ke arah darat. Gisik bagian depan terutama dihampari sedimen berukuran pasir sangat kasar diikuti oleh ukuran pasir kasar dan granul. Semakin ke arah daratan (gisik bagian tengah dan belakang), sedimen berukuran kasar semakin berkurang tergantikan oleh hamparan sedimen berukuran pasir sedang. Gisik pada Stasiun 2, sebaliknya mengalami

peningkatan sedimen berukuran lebih kasar (kerikil) pada lahan bagian tengah dan belakang. Sekalipun jika diperhatikan lebih cermat, gisik bagian tengah tersusun oleh sedimen yang berstruktur lebih kasar. Demikian juga pada gisik Stasiun 3, gisik bagian tengah tampak tersusun oleh

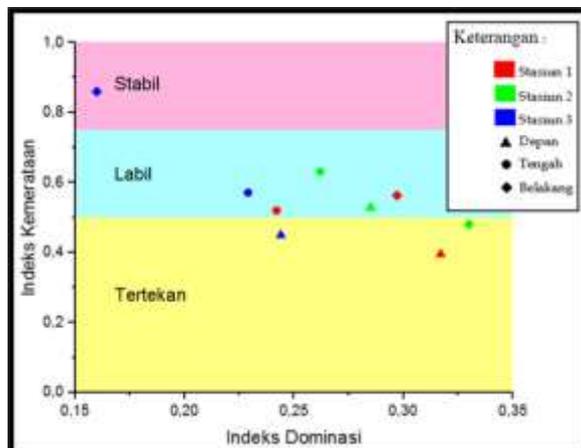
sedimen yang memiliki ukuran kasar. Pada Stasiun 3 gisik bagian belakang, tampak terjadi sedikit peningkatan material dengan ukuran pasir halus dan debu. Hal tersebut dapat terjadi karena lahan gisik tersebut berada pada kawasan muara sungai.



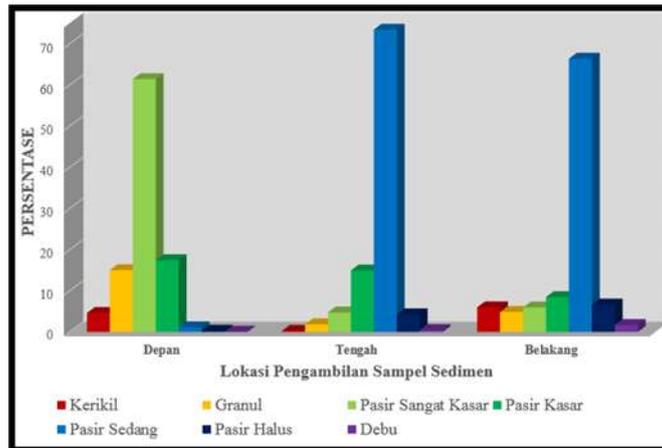
Gambar 10. Indeks Keanekaragaman dan Dominasi Pada Lokasi Penelitian.



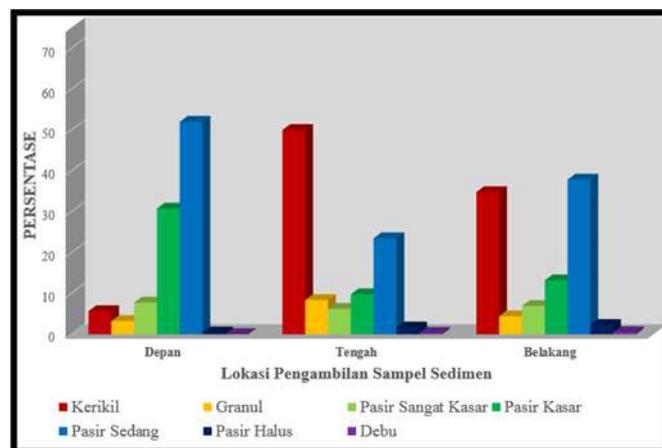
Gambar 11. Indeks Keanekaragaman dan Kemerataan Pada Lokasi Penelitian.



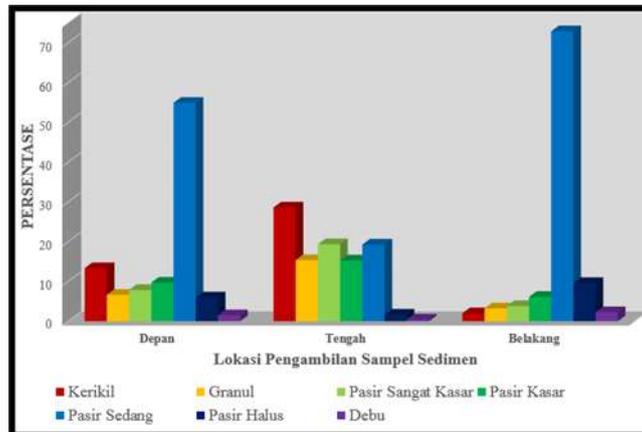
Gambar 12. Indeks Dominasi dan Indeks Kemerataan Pada Lokasi Penelitian.



Gambar 13. Komposisi Sedimen Yang Menghampari Lahan Gisik Stasiun 1.



Gambar 14. Komposisi Sedimen Yang Menghampari Lahan Gisik Stasiun 2



Gambar 15. Komposisi Sedimen Yang Menghampari Lahan Gisik Stasiun 3.

Dalam kaitannya dengan membangun pemahaman menyangkut karakteristik sedimen pada lokasi penelitian, dilakukan analisis peubah distribusi granulometri sedimen. Kegiatan ini diawali dengan penggambaran grafik sedimen yang ditampilkan pada Lampiran 5. Berdasarkan grafik tersebut, diperoleh sejumlah nilai phi yang menjadi dasar perhitungan untuk

memperoleh beberapa peubah distribusi granulometri sedimen yang hasilnya ditampilkan pada Lampiran 6. Visualisasi data hasil pengolahan peubah granulometri sedimen, ditampilkan lewat grafik pada Gambar 16, 17, dan 18.

Tingkat kekasaran ukuran butir sedimen pada stasiun-stasiun penelitian menampilkan ciri yang berbeda menurut

stasiun berdasarkan rincian nilai rata-rata empirik. Hal tersebut dapat dilihat jelas pada Gambar 16, 17, dan 18. Di Stasiun 1, gisik bagian depan memiliki ukuran butir paling kasar, sedangkan gisik bagian tengah dan belakang relatif sebanding. Pada Stasiun 2, gisik bagian tengah memiliki ukuran butir paling kasar, diikuti gisik bagian belakang dan gisik bagian depan. Stasiun 3 juga gisik bagian tengah memiliki ukuran butir paling kasar, selanjutnya gisik bagian depan dan yang paling halus gisik bagian belakang.

Sedimen yang menghampari gisik pada stasiun-stasiun penelitian umumnya terdiri dari ukuran yang beragam. Hal tersebut dapat jelas terlihat dari peubah penyortiran yang ditampilkan pada Gambar 16. Hampir seluruh area gisik di setiap stasiun memiliki pemilahan yang terkriteria buruk sampai sangat buruk. Hanya gisik bagian depan pada Stasiun 1 yang memiliki nilai peubah granulometri sedimen lebih kecil dari kawasan gisik lainnya, itupun dalam kriteria tersortir sedang.

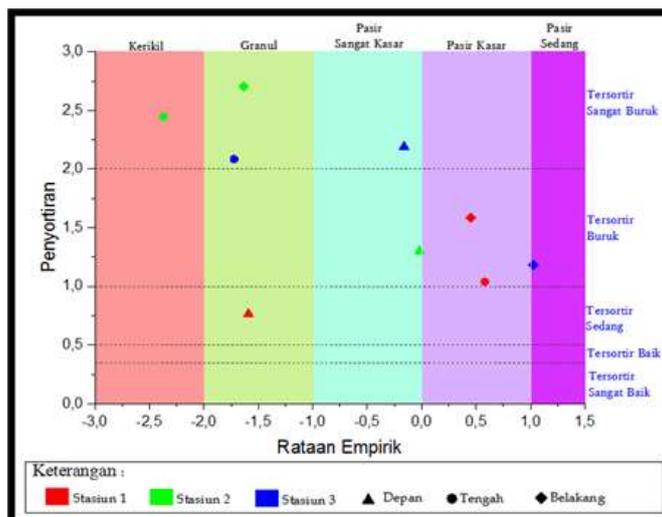
Ukuran butir sedimen pada kawasan gisik lokasi penelitian, melalui analisis statistika sedimen yang dilakukan, secara umum menampilkan indikasi dihampari oleh sedimen berukuran kasar. Hal tersebut tampak jelas pada hasil pengolahan peubah kriteria kemencengan granulometri sedimen yang visualisasinya diperlihatkan pada Gambar 17. Area-area gisik yang memiliki rata-rata empirik dalam kelas pasir (pasir sedang sampai dengan pasir kasar) memiliki kemencengan asimetris ke ukuran besar sampai asimetris kuat ke ukuran besar. Peubah kemencengan dalam kriteria asimetris kuat ke ukuran kecil, hanya dimiliki oleh gisik bagian tengah pada Stasiun 2 yang memang telah memiliki rata-rata empirik terklasifikasi pada butiran kasar, yaitu kerikil. Bahkan gisik belakang Stasiun 2, dengan rata-rata empirik granul, memiliki kemencengan asimetris kuat ke ukuran besar.

Peubah peruncingan granulometri sedimen memberi informasi menyangkut keadaan grafik distribusi sedimen dibandingkan dengan grafik distribusi normal. Menurut Folk and Ward (1957),

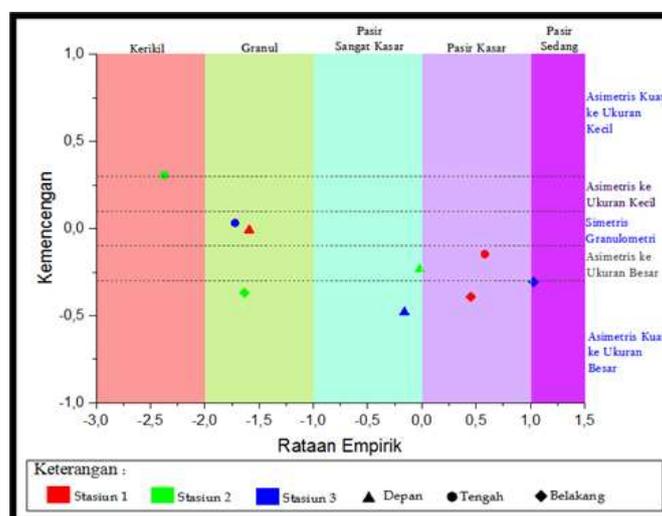
kurtosis (peruncingan) mengukur rasio pemilahan di ujung distribusi, sementara penyortiran mengukur pada bagian tengah distribusi. Dijelaskan lebih lanjut bahwa kurtosis merupakan uji sensitif dan berharga untuk normalitas distribusi, banyak kurva yang ditetapkan menyebar normal oleh ukuran kemencengan, ternyata tidak normal ketika kurtosis dihitung. Puncak grafik lebih tinggi dari distribusi normal jika nilai kurtosisnya terkriteria leptokurtik, sebaliknya puncak grafik lebih rendah dari distribusi normal jika nilai kurtosisnya terkriteria platikurtik. Dengan kata lain, dari sudut pandang analisis statistika sedimen, kriteria leptokurtik menyatakan terjadinya pengumpulan ukuran butir dalam selang sempit sekitar nilai rata-rata empirik granulometri sedimen, sedangkan platikurtik keadaan sebaliknya.

Hasil penelitian terhadap ukuran butir sedimen pada lokasi penelitian, peubah peruncingan distribusi granulometri sedimen, terklasifikasi dalam kriteria yang relatif beragam. Berdasarkan grafik pada Gambar 18, peubah peruncingan juga menunjukkan gambaran kekasaran ukuran butir yang menghampari lahan gisik habitat makrozoobenthos di pantai Malalayang.

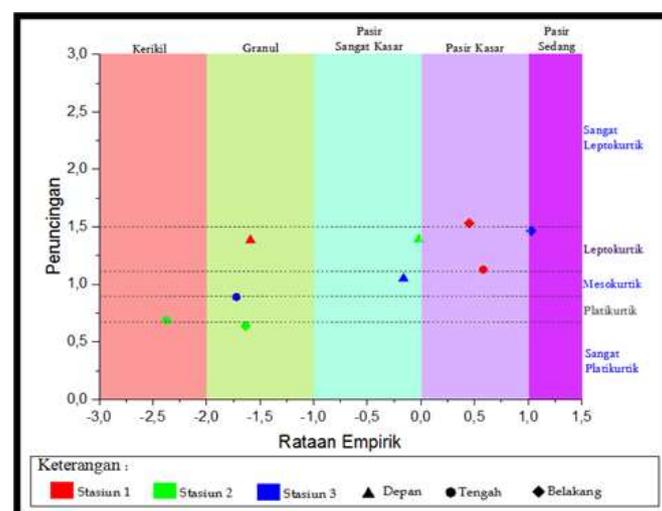
Material sedimen gisik yang peruncingannya terkriteria leptokurtik, memiliki rata-rata empirik berupa pasir kasar dan material yang lebih kasar dari itu. Dengan demikian, pengumpulan material berukuran di sekitar nilai rata-rata empirik terjadi pada kelas ukuran yang kasar. Sebaliknya beberapa area gisik memiliki peubah peruncingan yang terkriteria platikurtik. Namun gisik dengan sedimen yang peubah peruncingan distribusi granulometrinya berupa platikurtik, terjadi pada gisik yang kriteria rata-rata empiriknya berupa granul dan kerikil. Kondisi yang relatif berbeda terdapat pada gisik bagian belakang Stasiun 3. Rata-rata empirik yang terkriteria pasir sedang dan peruncingan yang terkriteria leptokurtik menunjukkan gambaran bahwa material sedimen di tempat tersebut relatif berukuran lebih halus dibanding kawasan lainnya pada lokasi penelitian.



Gambar 16. Karakteristik Peubah Penyortiran Sedimen Pada Lokasi Penelitian Untuk Masing-Masing Nilai Peubah Rataan Empirik.



Gambar 17. Karakteristik Peubah Kemencengan Sedimen Pada Lokasi Penelitian Untuk Masing-Masing Nilai Peubah Rataan Empirik.



Gambar 18. Karakteristik Peubah Peruncingan Sedimen Pada Lokasi Penelitian Untuk Masing-Masing Nilai Peubah Rataan Empirik.

### Pembahasan.

Melalui kajian yang telah dilakukan, makrozoobenthos yang terdapat di lahan gisik pantai malalayang, terutama berupa gastropoda. Hal tersebut kemungkinan memiliki kaitan yang erat dengan keberadaan material sedimen gisik di kawasan ini yang umumnya dapat dikatakan berukuran kasar. Ukuran material yang kasar memberikan gambaran mengenai kekuatan faktor alam, dalam hal ini kondisi oseanografi yang bekerja pada suatu kawasan. Hal ini yang mungkin menjadi penyebab pada lahan gisik di pantai Malalayang, makrozoobenthos yang mampu hidup lebih banyak berupa organisme yang memiliki organ pelekat. Di sisi lain, ukuran sedimen yang kasar merupakan media tempat melekat yang baik untuk organisme-organisme tersebut.

Keberadaan genus makrozoobenthos yang hidup pada kawasan gisik di pantai Malalayang pada ketiga stasiun penelitian yang ditetapkan tidak memperlihatkan perbedaan. Kedelapan genus makrozoobenthos yang ditemukan pada penelitian ini, semuanya terdapat pada masing-masing stasiun. Fakta ini kemungkinan disebabkan oleh kondisi habitat yang hampir seragam, terutama menyangkut granulometri sedimen gisik tempat mereka hidup. Dengan demikian, keberadaan genus makrozoobenthos pada lahan gisik pantai Malalayang yang diperoleh lewat penelitian ini kemungkinan dapat dijadikan informasi awal menyangkut makrozoobenthos di kawasan ini.

Kepadatan tertinggi makrozoobenthos pada lokasi penelitian terdapat pada lahan gisik Stasiun 1. Pada kawasan ini, terdapat struktur bangunan berupa groin yang ditempatkan untuk mereduksi aktivitas arus susur pantai mengerosi garis pantai. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa makrozoobenthos yang ditemukan pada gisik pantai Malalayang umumnya berupa Gastropoda. Keberadaan struktur pantai ini merupakan media yang baik untuk pelekatan organisme yang hidup dengan cara melekat pada substrat. Hal inilah yang kemungkinan mengakibatkan kepadatan

tertinggi makrozoobenthos ditemukan pada lahan gisik sekitar groin di pantai Malalayang, karena posisi lahan gisik tersebut yang berada di antara struktur pantai tersebut. Fakta ini juga didukung dengan terjadinya sedikit peningkatan terhadap jumlah individu dari genus *Pagurus*, terutama pada gisik bagian tengah. Sebagaimana diketahui bahwa makrozoobenthos dari genus ini hidup dengan cara memanfaatkan cangkang Gastropoda yang telah kosong.

Kepadatan makrozoobenthos di pantai Malalayang terutama besar pada gisik bagian depan di kawasan groin dan muara Sungai Malalayang. Nilai kepadatan menurun pada gisik bagian tengah dan semakin kecil pada gisik bagian belakang. Pasang surut merupakan salah satu faktor yang menentukan keberadaan makrozoobenthos yang hidup di lahan gisik. Kawasan gisik bagian depan yang berada dekat dengan surut terendah, terdedah hanya dalam waktu yang singkat, dibanding gisik bagian tengah dan belakang. Secara logis dapat dipahami apabila suhu, salinitas, dan kekeringan yang antara lain akan sangat berfluktuasi setiap harinya pada kawasan gisik bagian tengah, terlebih lagi gisik bagian belakang. Dengan demikian dapat dipahami terjadinya kondisi di mana kepadatan tertinggi terjadi pada gisik bagian depan.

Kepadatan makrozoobenthos pada Stasiun 2 yang berlokasi pada kawasan gisik di belakang Poltekes, agak berbeda dengan di kawasan groin dan muara Sungai Malalayang. Pada kawasan gisik ini, kepadatan makrozoobenthos di gisik bagian depan dan belakang besarnya sama, sementara bagian tengah sedikit lebih kecil. Dapat dikatakan bahwa kepadatan makrozoobenthos pada seluruh kawasan gisik di stasiun ini (gisik depan, tengah, belakang) adalah sama atau hampir sama, jika dibandingkan dengan perbedaan kepadatan makrozoobenthos di gisik depan, tengah, dan belakang di kedua stasiun lainnya. Kerja faktor oseanografi kemungkinan menjadi faktor yang sangat berpengaruh terhadap keberadaan makrozoobenthos di kawasan ini. Berdasarkan kajian granulometri sedimen,

dapat dilihat bahwa gisik pada kawasan ini dihampari oleh sedimen lebih kasar dibanding dua stasiun lainnya. Tingkat kekasaran ukuran butir sedimen menjadi indikasi terhadap kekuatan kerja faktor oseanografi. Erosi yang relatif berlangsung cukup intensif di kawasan gisik pada stasiun ini kemungkinan mengakibatkan berbedanya struktur jumlah individu pada gisik bagian depan, tengah, dan belakang dibanding dengan pada kedua stasiun lainnya.

Bioindeks lainnya, seperti indeks keanekaragaman, dominasi, dan pemerataan makrozoobenthos di gisik pantai Malalayang, tampaknya berkaitan dengan kondisi habitat terutama menyangkut granulometri sedimen. Kemiripan struktur sedimen yang umumnya berupa material sedimen berukuran kasar, mengakibatkan keanekaragaman makrozoobenthos berada pada derajat keanekaragaman populasi kecil. Sekalipun demikian, ditinjau dari hasil perhitungan indeks dominasi, maka dapat dikatakan bahwa nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh pada lokasi penelitian cukup besar. Perhitungan nilai indeks dominasi pada semua stasiun sampling diperoleh kenyataan bahwa tidak ada dominasi dari genus makrozoobenthos tertentu pada lokasi penelitian. Seperti diketahui, dalam analisis bioindeks, indeks keanekaragaman memiliki hubungan terbalik dengan indeks dominasi. Fakta ini memberikan gambaran bahwa untuk sebuah kawasan yang tergolong berderajat keanekaragaman populasi kecil, nilai indeks keanekaragaman yang diperoleh pada stasiun-stasiun penelitian di pantai Malalayang adalah cukup besar. Walaupun demikian, bertolak dari hasil perhitungan indeks pemerataan, hampir pada semua area stasiun penelitian menunjukkan keberadaan makrozoobenthos berada pada kondisi yang labil atau tertekan. Kondisi stabil hanya terdapat pada area gisik bagian belakang di muara Sungai Malalayang. Keadaan ini kemungkinan terkait dengan granulometri sedimen gisik pada tempat itu yang sedikit menampilkan perbedaan

dibanding area-area sampling lainnya di stasiun-stasiun penelitian yang ditetapkan.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Makrozoobenthos yang diperoleh pada lokasi penelitian terdiri dari 5 genus Gastropoda, yaitu *Melanella*, *Margarites*, *Frigidoalvania*, *Oenopota*, dan *Cylichna*; 2 genus Crustacea, yaitu *Pagurus* dan *Hemigrapsus*; serta 1 genus Polychaeta, yaitu *Nais*. Kepadatan rata-rata makrozoobenthos, tertinggi pada gisik di sekitar groin Malalayang sebesar 29,33 ind./m<sup>2</sup>, gisik muara Sungai Malalayang sebesar 23 ind./m<sup>2</sup>, dan terendah pada gisik pantai di belakang Poltekes sebesar 17,67 ind./m<sup>2</sup>. Kenaekaragaman makrozoobenthos pada semua stasiun penelitian termasuk dalam kategori keanekaragaman populasi kecil dan tidak ditemukan adanya dominasi dari genus tertentu. Indeks pemerataan menunjukkan bahwa populasi makrozoobenthos pada lokasi penelitian hampir seluruhnya berada pada kondisi labil, bahkan pada area-area tertentu berada dalam kondisi tertekan. Kondisi stabil hanya terdapat pada area gisik belakang di muara Sungai Malalayang.

Granulometri sedimen gisik yang menjadi habitat makrozoobenthos di pantai Malalayang, umumnya terdiri dari partikel sedimen berukuran kasar dengan rataan empirik berupa pasir kasar, pasir sangat kasar, granul, dan kerikil. Gisik yang memiliki komposisi material paling halus adalah pada gisik belakang di muara Sungai Malalayang dengan rataan empirik terklasifikasi sebagai pasir sedang.

### DAFTAR PUSTAKA

- Brower J. E., Zar J. H., 1977 Field and laboratory method for general ecology. William C. Brown Company, Dubuque, Iowa, 273 pp.
- Cummins K.W., 1975. Chapter VIII. Macroinvertebrates. dalam Whitton B. A. (ed.). River Ecology. Studies in Ecology. Vol. II. Blackwell Scient. Puhl. Oxford.
- FAO, 1998. Species Identification Guide for Fisheries Purpose. The Living Marine

- Resources of The Western Central Pacific. Volume 2. Cephalopods, Crustaceans, Holothurians and Sharks. Edited by Kent E. Carpenter. Department of Biological Sciences Old Dominion University Norfolk, Virginia, USA and Volker H. Niem. Marine Resources Service Species Identification and Data Programme FAO Fisheries Department. Rome,
- Folk, R.L. and W.C. Ward, 1957. Brazos River Bar : A Study in The Significance of Grain Size Parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*. (1) : 3 – 26.
- Gardener, M. Statistics for Ecologist Using R and Excel. Data Collection, Exploration, Analysis and Presentation. Second Editon. [www.dataanalysis.org.uk/Publication/S4E2e%20Support/exercise/Comparing%20shannon%20diversity.htm](http://www.dataanalysis.org.uk/Publication/S4E2e%20Support/exercise/Comparing%20shannon%20diversity.htm). Diunduh 25 Maret 2019. Jam 20:30 WITA
- Krebs, C. J., 1989. *Ecological Methodology*. An imprint of Addison Wesley Longman, Inc. Menlo Park, California; Reading, Massachusetts; New York; Harlow, England;
- Legendre, P. and L. Legendre, 2012. *Numerical Ecology*. Third Edition. Elsevier B.V. All rights reserved. Radarweg 29, PO Box 211, 1000 AE Amsterdam. The Netherlands. 990 hal.
- Mann, K. H. 1982. *Ecology of Coastal Water : System Approach*. London : Blackwell Scientific Publisher.
- Magurran, A.E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University. Mew Jersey. 93 hal.
- Nybakken, J.W., 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan (Terjemahan)* PT. Gramedia. Jakarta. 459 p.
- Odum, E.P., 1971. *Fundamentals of Ecology*. W.B. Saunders Company, Philadelphia, USA.
- Pennak R.W., 1989. *Fresh-Water Invertebrates of the United States. Protozoa to Mollusca*. Third Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Poole, R.W., 1974. *An Introduction to Quantitative Ecology*. McGraw-Hill Book Company, INC. New York, pp. 375 -397.
- Putro, S.P., 2014. *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos Dan Aplikasinya*. Yogyakarta. Graha Ilmu, 2014.
- Rahayu, G., A., Damayanti, B., Dadan, H., dan Akhmat, R. (2016). Keanekaragaman dan Peranan Fungsional Serangga pada Area Reklamasi Pasca Tambang Batubara di Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 14(2), 97-106
- Rampengan, R.M., 2010. Komposisi Ukuran Butir Sedimen Gisik di Sekitar Muata Sungai Malalayang, Manado. *Pacific Journal*. Januari 2010. Vol. 3(4): 690 – 692. ISSN 1907 – 9672
- Sapsuha, I., R.M. Rampengan, E.T. Opa, H.W.K. Manengkey, W.E. Pelle, dan F.F. Tilaar, 2019. Kemiringan Lereng dan Granulometri Sedimen Gisik Tanjung Merah, Bitung Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 7(2) : 90 – 97.
- Simboh, R., R.M. Rampengan, H.W.K. Manengkey, R. Djamaluddin, E.T. Opa, dan H.J. Sinyal, 2021. Granulometri Sedimen Gisik Sekitar Groin Kalasey. *Jurnal Ilmiah Platax*. 9(2): 234 – 246.
- Bec Crew, 2017. Explainer: What are marine macrofauna?. 28 November 2017. <https://www.utas.edu.au/news/2017/11/28/467-explainer-what-are-marine-macrofauna/>. University of Tasmania. Diunduh Senin 24 Februari 2021 jam 9:00 WITA.
- WoRMS (World Registres of Marine Species), 2019. *Marine Species*. <http://www.marinespecies.org/>.