

Keragaman Jenis Makrozoobentos Pada Areal Mangrove Rehabilitasi Dan Alami Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor

Octovyanti Magdalena¹, Anton Sinery², Gandi Purba², Yuanike Kaber²

¹Master Program of Environmental Science, Universitas Papua. Jl. Gunung Salju, Manokwari 98314, West Papua, Indonesia

²Postgraduate Program Universty of Papua. Jl. Gunung Salju, Manokwari 98314, West Papua, Indonesia. Tel./fax.: +62-986-211065, email: antonsinery@gmail.com

Abstrak

Kampung Yenusi dan Ruar Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor masing-masing merupakan representasi mangrove rehabilitasi akibat tsunami tahun 1996 oleh Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Biak Numfor pada tahun 2014 dan mangrove alami di wilayah ini. Keberhasilan kegiatan rehabilitasi selain dilihat dari kehadiran jenis mangrove juga melalui biota air. Tujuan penelitian untuk mengetahui keragaman jenis biota makrozoobentos di Kampung Yenusi sebagai representasi mangrove rehabilitasi dan Kampung Ruar sebagai representasi mangrove alami di wilayah Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor. Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa terdapat 43 jenis makrozoobentos dari 4 kelas, 21 famili dengan jumlah individu sebanyak 3.263 individu yang mencakup 34 jenis kelompok siput (Gastropoda), 5 jenis kelompok kerang (Bivalvia), 2 jenis kelompok udang (Crustacea), 2 jenis kelompok cacing laut (Polychaeta) dengan nilai indeks keanekaragaman jenis pada kedua areal mangrove ini 2,61 (kampung Ruar) dan 2,99 (kampung Yenusi) dengan kriteria “sedang. 74,2% individu jenis makrozobentos dijumpai pada areal mangrove kampung Yenusi dan sisanya 25,8% dijumpai pada mangrove kampung Ruar yang menunjukkan adanya adaptasi jenis yang cukup baik mengingat kehadiran jenis dan individu makrozobentos pada areal rehabilitasi mangrove (Kampung Ruar) jauh lebih tinggi dibandingkan habitat alami (Kampung Yenusi).

Kata Kunci : keragaman jenis, makrozoobentos, rehabilitasi, alami

Abstract

Yenusi Village and Ruar, Biak Timur District, Biak Numfor Regency, respectively represent the mangrove rehabilitation caused by the 1996 tsunami by the Environmental Agency of Biak Numfor Regency in 2014 and the natural mangroves in this area. The success of rehabilitation activities can be seen not only from the presence of mangrove species but also through water biota. The aim of the research is to determine the diversity of macrozoobentos biota in Yenusi Village as a representation of rehabilitated mangroves and Ruar Village as a representation of natural mangroves in the East Biak District, Biak Numfor Regency. Based on the results of the analysis, it is known that there are 43 types of macrozoobentos from 4 classes, 21 families with a total of 3,263 individuals which include 34 types of snail groups (Gastropoda), 5 types of shellfish groups (Bivalvia), 2 types of shrimp groups (Crustacea), 2 types of groups of marine worms (Polychaeta) with species diversity index values in these two

mangrove areas of 2.61 (Ruar village) and 2.99 (Yenusi village) with the criteria "medium. 74.2% of macrozobenthic individuals were found in the mangrove area of Yenusi village and the remaining 25.8% were found in the mangroves of Ruar village which shows that there is quite good adaptation of the species considering that the presence of macrozobenthic species and individuals in the mangrove rehabilitation area (Kampung Ruar) is much higher than natural habitat (Yenusi Village).

Keywords: species diversity, macrozoobenthos, rehabilitation, natural

PENDAHULUAN

Berdasarkan Peta Mangrove Nasional (PMN) yang dirilis oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2021, menggambarkan bahwa potensi hutan mangrove Indonesia seluas 3.364.076 ha. Dari luas tersebut 3.121.239 ha (93%) merupakan kategori mangrove lebat, selanjutnya 188.363 ha (5%) kategori mangrove sedang, dan 54.474 (2%) mangrove jarang. Sebaran hutan mangrove untuk kategori lebat tertinggi mencapai 1.084.514 ha tersebar Provinsi Papua. Hutan mangrove Indonesia mempunyai kekayaan (keragaman jenis) yang tinggi di dunia yang dapat dijumpai pada wilayah pesisir Sumatera, Kalimantan dan Papua yang menjadi karakteristik ekosistem ini. Hutan mangrove di Tanah Papua yang mencakup wilayah Provinsi Papua dan Papua Barat dijumpai di sepanjang pesisir wilayah ini termasuk diantaranya wilayah Kabupaten Biak Numfor.

Biak Numfor sebagai salah satu Kabupaten di Provinsi Papua, terbentuk dari Pulau Biak dan Numfor dan pulau lainnya sebagai satu kesatuan wilayah gugusan kepulauan. Kabupaten Biak Numfor memiliki luas daratan 2.602 km² (0,62%) dari luas Provinsi Papua (421.981 km²). Secara geografis terletak pada 0° 55' - 1° 27' Lintang Selatan dan 134° 47' - 136° Bujur Timur. Luas tersebut mencakup daratan Pulau Biak (1.796 km²) dan Pulau Numfor (323 km²) serta gugusan pulau kecil mencapai 483 km². (BPS, 2022).

Ibukota Kabupaten Biak Numfor berada di Kota Biak memiliki 19 Distrik mencakup 17 distrik wilayah pesisir (12 distrik berada di Pulau Biak, 5 distrik berada di Pulau Numfor). Dua distrik lainnya berada di Kepulauan Aimando dan Padaido yang memiliki 4 (empat) gugusan pulau karang berukuran kecil.

Distrik Biak Timur memiliki wilayah seluas 217,68 km², terdapat 17 kampung dan dua diantaranya adalah Kampung Yenusi dan Kampung Ruar. Pada tahun 2014, Pemerintah Kabupaten Biak Numfor melalui Badan Lingkungan Hidup melakukan rehabilitasi ekosistem mangrove di beberapa daerah sepanjang pesisir Biak Timur. Kegiatan ini dilakukan dalam rangka pemulihan kualitas lingkungan di daerah pesisir serta daerah yang terdampak tsunami Tahun 1996, salah satunya yaitu Kampung Yenusi (BLH Biak Numfor, 2015). Sebagai kampung terbesar ketiga di Distrik Biak Timur, Kampung Yenusi memiliki panjang garis pantai 2,75 km dan merupakan lokasi pelaksanaan rehabilitasi mangrove.

Kawasan pesisir timur Pulau Biak lainnya, yakni di Kampung Ruar dapat dijumpai hutan mangrove. Namun demikian, saat ini kondisinya memprihatinkan

sehingga perlu penanganan secara baik. Kerusakan ini tidak lepas dari peristiwa tsunami tahun 1996 yang berdampak terhadap hilangnya vegetasi pelindung pantai, terutama wilayah Distrik Oridek dan Distrik Biak Timur (BLH Biak Numfor, 2015). Kondisi ini diperparah dengan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut untuk pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat. Demikian halnya dengan pemanfaatan sumberdaya pesisir dan laut kedua distrik tersebut dalam kaitannya dengan pemenuhan kebutuhan hidup masyarakat. Menurut (Katiandagho, 2015 dan Warpur, 2016) penebangan dan pemanfaatan mangrove di wilayah pesisir Pulau Biak dilakukan untuk memenuhi kebutuhan bahan bangunan dan pemukiman.

Kampung Ruar merupakan kampung ke empat terbesar di Distrik Biak Timur dengan panjang garis pantai 2,7 km, menjadi representasi mangrove alami. Selanjutnya sesuai hasil analisis citra satelit diketahui bahwa luas mangrove alami Kampung Ruar 40,5 ha dan mangrove rehabilitasi seluas 13,3 ha. Sejauh ini informasi terkait pemulihan ekosistem dalam hubungannya dengan rehabilitasi yang digambarkan melalui kehadiran bioindikator biota laut yang belum terdata sebagaimana makrozoobentos sebagai indikator penentuan kualitas habitat (Onrizal dkk, 2009).

Berdasarkan hasil pengolahan citra satelit, mangrove yang terdapat di wilayah pesisir timur Pulau Biak seluas 144,81 ha, dimana mangrove kerapatan jarang seluas 89,64 ha, kerapatan sedang seluas 26,19 ha dan kerapatan padat 28,98 ha Tablaseray et al (2018). Kondisi mangrove yang rusak ditandai dengan kerapatan mangrove yang jarang, salah satu faktor penyebab tingginya kerusakan mangrove di pesisir timur Pulau Biak adalah terjadinya tsunami pada tahun 1996. Gempa bumi dengan magnitudo Mw 8.2 yang terjadi di 60 km timur laut Pulau Biak, mengakibatkan tsunami dengan tinggi air (run up) mencapai 7,7 meter (Løvholt et al 2012, Yudhicara 2012). Tsunami tersebut telah merusak berbagai infrastruktur dan ekosistem pesisir (termasuk ekosistem mangrove) yang ada di Pulau Biak (Prawiradisastra dan Santoso, 1997). Dampak langsung tsunami terhadap ekosistem mangrove sangat dan pada luasan spasial yang besar bila dibandingkan dampaknya terhadap ekosistem lainnya seperti terumbu karang dan lamun pada luasan spasial yang lebih kecil. Romer (2011)

Selain akibat dampak tsunami 1996, faktor manusia juga sangat berperan dalam perubahan tutupan lahan mangrove. Berbagai aktivitas masyarakat melalui penebangan hutan mangrove, pembangunan pelabuhan/dermaga tambatan kapal di kawasan ekosistem mangrove, pengalihan fungsi untuk pemukiman dan kegiatan budidaya perikanan. Pada Kampung Yenusi Pelaksanaan rehabilitasi mangrove yang dilakukan pada tahun 2014 seluas 5 ha, dan berdasarkan hasil pengamatan upaya rehabilitasi tersebut telah berhasil 70% (BLH Biak Numfor, 2015). Menurut Bengen (2004) kegiatan rehabilitasi melalui penghijauan merupakan bentuk (upaya) pemulihan kondisi ekosistem yang sehat secara ekologis. Tujuan penelitian untuk mengetahui keragaman jenis biota makrozoobentos di Kampung Yenusi sebagai representasi mangrove rehabilitasi dan Kampung Ruar sebagai representasi mangrove alami di wilayah Distrik Biak Timur Kabupaten Biak Numfor.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 2 (dua) bulan yaitu pada bulan Januari sampai dengan Februari 2023 di Kampung Yenusi dan Kampung Ruar Distrik Biak Timur, Kabupaten Biak Numfor Propinsi Papua. Peralatan yang digunakan pada penelitian ini mencakup GPS (Global Positioning system, Rol meter, Tali ukur, dan buku identifikasi makrozoobenthos

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode deskriptif dengan teknik observasi (pengamatan). Sesuai perencanaan penelitian pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan purposive sampling (secara sengaja). Hal tersebut dimaksudkan bahwa pengumpulan data didasarkan dengan tujuan tertentu, dan penelitian ini mewakili berbagai jenis kondisi hutan mangrove (Sugiono, 2009). Demikian halnya dengan penentuan lokasi transek dilakukan secara sengaja dengan mempertimbangkan kondisi hutan mangrove baik alami dan rehabilitasi. Pengumpulan dan identifikasi jenis mangrove dan makrozoobenthos dilakukan melalui jalur pengamatan dengan metode transek garis dan petak contoh (transek line plot) yang secara sistematis ditempatkan pada jarak 30 m tegak lurus ke arah darat. Pada kedua lokasi penelitian dibuat masing-masing tiga jalur, yang ditempatkan secara random petak atau plot contoh berukuran panjang 10m x 10m sebanyak tiga petak. Penelitian dilakukan pada Kampung Yenusi dan Kampung Ruar karena disengaja dengan maksud untuk melihat keragaman makrozoobentos pada ekosistem mangrove rehabilitasi yang berada di Kampung Yenusi dan mangrove alami di Kampung Ruar. Pada Kampung Yenusi terdapat 3 (tiga) jalur, masing-masing Yenusi I (jalur I), Yenusi II (jalur II) dan Yenusi III (jalur III). Ketiga stasiun tersebut tidak jauh dari pemukiman penduduk (berjarak \pm 100 m) dan dapat ditempuh dengan jalan kaki. Mangrove di kampung ini. Pada Kampung Ruar terdapat 3 (tiga) jalur, masing-masing Ruar I (jalur I), Ruar II (jalur II) dan Ruar III (jalur III). Ketiga lokasi tersebut terletak relatif jauh dari daerah pemukiman penduduk dan merupakan representasi ekosistem mangrove alami.

Penelitian ini diawali tahap persiapan yang mencakup peninjauan lokasi (observasi awal), penentuan jalur, dan pelaksanaan penelitian yang mencakup pendataan mangrove makrozoobentos.

Sebelum pelaksanaan penelitian dilakukan persiapan berupa koordinasi dengan masyarakat melalui pengumpulan data dan informasi terkait lokasi penelitian. Demikian pula dilakukan survei lapangan, persiapan peralatan dan bahan penunjang dalam proses pengambilan data termasuk analisis data yang dikumpulkan.

Observasi atau pengamatan awal dilakukan sebelum pelaksanaan penelitian untuk mendapatkan informasi kondisi lokasi penelitian. Dari hasil pengamatan awal ditentukan jalur pengamatan yang didasarkan pada keberadaan hutan mangrove baik yang alami dan mangrove hasil rehabilitasi. Selanjutnya plot pengamatan ditentukan secara sengaja sesuai kondisi mangrove khususnya ketebalan mangrove dan

kerapatannya. Letak jalur pengamatan dan petak contoh didokumentasikan, posisi setiap jalur pengamatan dan petak contoh yang dilakukan dengan pengambilan titik koordinat menggunakan GPS (Global Positioning System).

Pengumpulan data jenis dan jumlah individu makrozoobentos secara khusus kelas Gastropoda mencakup Crustasea, Bivalvia, dan Polychaeta yang terdapat di kawasan hutan mangrove Kampung Ruar dan Kampung Yenusi Distrik Biak Timur. Observasi dilakukan melalui jalur dan petak yang sama pada pengumpulan data mangrove pada saat air surut. Pengumpulan data jenis melalui identifikasi karakter morfologi sesuai panduan pengenalan jenis (Lose, 2015 dan Waran et al., 2020). Data hasil pengamatan selanjutnya dimasukkan dalam tabel isian untuk selanjutnya dianalisis. Pengamatan dan koleksi data dilakukan melalui metode garis berpetak (line transect plot) dengan menarik meteran ke arah darat sejauh 30 meter. Selanjutnya dengan menggunakan tali dibuat petak pengambilan data jenis dengan metode jalur berpetak yang di letakkan secara sengaja (purposive sampling), arah jalur dibuat tegak lurus pantai. Pada setiap jalur dibuat plot dengan ukuran 10 m x 10 m.

a. Kelimpahan Makrozoobentos

Potensi atau kelimpahan individu makrozoobentos dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut Shannon-Wiener (Odum, 1971) :

$$Y = \frac{10.000}{b} \times a$$

b

Keterangan:

Y = Kelimpahan (Ind/m²)

a = Jumlah Makrozoobenthos yang tersaring (ind)

b = Luas transek x jumlah ulangan

104 = Nilai konversi dari m² ke cm²

b. Kelimpahan Relatif

Kelimpahan relatif individu makrozoobentos dihitung menggunakan persamaan (Cox, 1967 dalam Effendy, 1993) :

$$R = (n_i/N) \times 100\%$$

Keterangan:

R = Kelimpahan relative

n_i = jumlah individu setiap spesies (ekor)

N = Jumlah seluruh individu

c. Indeks Keanekaragaman dan Keseragaman

Indeks keanekaragaman jenis makrozoobenthos dihitung dengan menggunakan persamaan Shannon-Wiener (Odum, 1971) :

$$H' = - \sum (n_i/n) \times \ln (n_i/N)$$

Keterangan :

H' = Indeks Keanekaragaman

n_i = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah individu seluruh jenis

Indeks keanekaragaman (H') terdiri dari beberapa kriteria, yaitu :

- $H' > 3,0$ = Menunjukkan keanekaragaman sangat tinggi
- $H' 1,6 - 3,0$ = Menunjukkan keanekaragaman tinggi
- $H' 1,0 - 1,5$ = Menunjukkan keanekaragaman sedang
- $H' < 1$ = Menunjukkan keanekaragaman rendah

Sedangkan untuk menghitung Indeks keseragaman (E) jenis dapat menggunakan persamaan Evennes Indeks dari Shannon Indeks Of Diversity (Odum, 1971) sebagai berikut :

$$E = H' / \ln S$$

Keterangan:

E = Indeks Keseragaman

H' = Indeks Keanekaragaman

S = Jumlah Spesies

Nilai indeks keseragaman dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu :

- $E < 0,4$ = Tingkat keseragaman populasi kecil
- $0,4 < E < 0,6$ = Tingkat keseragaman populasi sedang
- $E > 0,6$ = Tingkat keseragaman populasi besar

d. Indeks Dominansi

Indeks dominansi dihitung menggunakan persamaan Dominance of Simpsons (Odum, 1971), sebagai berikut.

$$C = \sum (ni/N)^2$$

Keterangan:

C = Indeks dominansi

ni = Jumlah individu tiap jenis

N = Jumlah total Individu

Dominansi adalah sifat atau karakteristik komunitas yang memperlihatkan jumlah jenis organisme pada di suatu wilayah (Odum, 1971 dalam Sinery, 2016). Nilai indeks dominansi berkisar antara 0-1. Semakin mendekati 1, berarti meningkat juga taraf dominansi oleh spesies tertentu, sebaliknya apabila nilai mendekati 0 (nol) berarti tidak terdapat jenis tertentu yang mendominasi.

Nilai indeks dominansi dikelompokkan dalam tiga kriteria, yaitu :

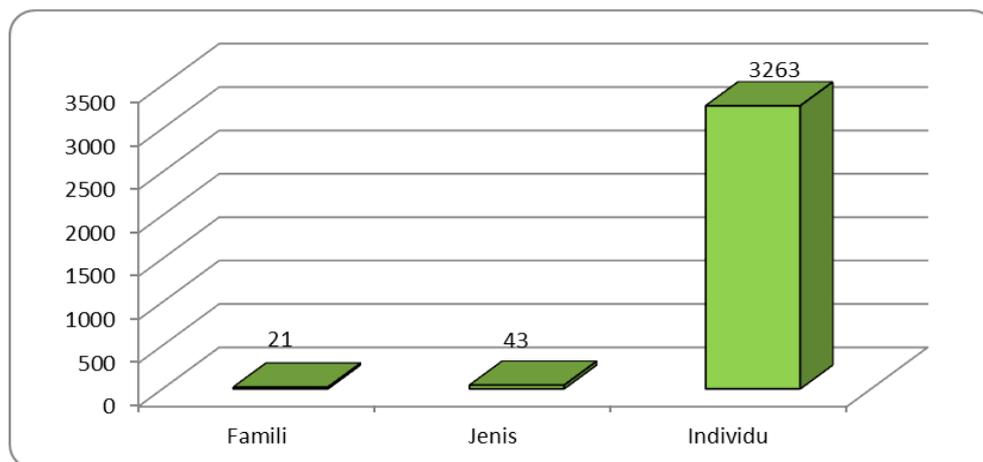
- $0 < C \leq 0,5$ = Dominasi rendah
- $0,5 < C \leq 0,7$ = Dominasi sedang
- $0,7 < C \leq 1$ = Dominasi tinggi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keragaman Jenis Jenis Makrozoobenthos

Komposisi Jenis

Berdasarkan hasil identifikasi karakteristik morfologi tubuh jenis-jenis makrozoobenthos sesuai kunci identifikasi jenis dan hasil-hasil penelitian sebelumnya, diketahui bahwa di areal mangrove Kampung Yenusi dan Kampung Ruar Distrik Biak Timur memiliki potensi makrozobentos yang cukup besar. Potensi tersebut mencakup keberadaan jenis dan individu makrozobentos pada kedua wilayah ini. Pada kedua areal mangrove ini diidentifikasi 43 jenis makrozoobenthos dari 4 kelas, 21 famili dengan jumlah individu sebanyak 3.263 individu.



Gambar 1. Makrozoobenthos pada Kampung Yenusi dan Kampung Ruar

Hasil identifikasi dan analisis menunjukkan bahwa dari 43 jenis Makrozoobenthos yang diidentifikasi 34 jenis tergolong kelompok siput (Gastropoda), 5 jenis kelompok kerang (Bivalvia), 2 jenis kelompok udang (Crustacea), 2 jenis kelompok cacing laut (Polychaeta). Jumlah tersebut berbeda bila dibandingkan hasil-hasil penelitian lainnya yang menunjukkan perbedaan karakteristik habitat, kehadiran jenis dan individu termasuk pula kondisi lingkungan. Menurut Waran et al., (2020) komposisi moluska pada hutan mangrove Waranggui lebih banyak (9 gastropoda dan 4 jenis bivalvia) dibandingkan dengan penelitian Manusawai et al., (2020) yang melaporkan terdapat 10 species moluska di hutan mangrove Kaisu Sarmi. Hasil penelitian ini lebih sedikit dibandingkan dengan hasil penelitian Aji dan Widyastuti., (2015) yang mengidentifikasi 75 gastropoda dan 19 bivalvia di bagian Selatan Biak Papua.

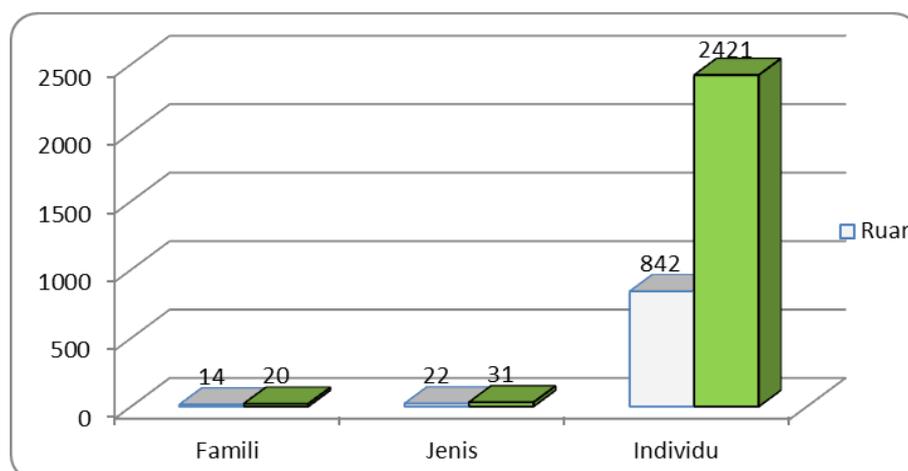
Dari berbagai penelitian di Indonesia tentang jenis moluska dan gastropoda di hutan mangrove mendapatkan informasi jenis-jenis yang beragam. Menurut Wijayanti et al., (2013) kelompok moluska yang umum ditemukan pada areal mangrove sekitar 91 jenis. Umumnya ditemukan pada habitat karang berlumpur seperti yang ditemukan di Seram (Maluku) dengan 33 jenis moluska. Di Halmahera sebanyak 24 jenis dari 40 jenis yang hidup di daerah mangrove, sehingga dapat dikatakan sebagian besar dari jenis-jenis moluska tersebut hidup di daerah mangrove (Budiman, 1988; Giesen & Wulfraat,

1998). Wahyuni et al., (2016) mengidentifikasi 14 jenis gastropoda and 1 jenis bivalvia di hutan mangrove kampung Dedap Tasikputri puyu Kepulauan Meranti Riau. Nurrudin et al., (2015) mengidentifikasi 15 jenis gastropoda di TPI Parit 7 Desa Tungkal I Tanjung Jabung Barat. Ayunda, (2011) mengidentifikasi 33 jenis gastropoda di ekosistem mangrove Gugus pulau Pari Island, 19 jenis gastropoda di ekosistem mangrove Cilacap (Karyanto dan Hadisusanto, 2005), 16 jenis gastropoda di hutan mangrove Teluk Awur Jepara (Silaen et al., 2013) dan selanjutnya diidentifikasi 29 jenis gastropoda di areal hutan mangrove Segara Anakan Cilacap (Pribadi et al., 2009).

Tingginya jenis dan individu kelas gastropoda menjadi indikasi bahwa jenis-jenis dari kelas ini mampu beradaptasi secara baik pada kondisi mangrove di kedua kampung. Pada kelas gastropoda terdapat kulit kedap air yang berfungsi sebagai pembatas, banyak diantaranya yang bernafas melalui udara dan memakan plankton atau bahan organik (Nybakken, 1992).

Dari jumlah tersebut keberadaan jenis dan individu lebih dominan dijumpai pada wilayah Kampung Yenusi yang menunjukkan kemantapan habitat sebagai penunjang kehidupan jenis-jenis makrozobentos dibandingkan dengan areal mangrove kampung Ruar sebagai habitat alami jenis-jenis tersebut. Tidak terbatas saja jenis dan individu tetapi juga pada kategori kelas dan famili menjadi karakteristik perbedaan kehadiran makrozobentos pada kedua areal mangrove ini.

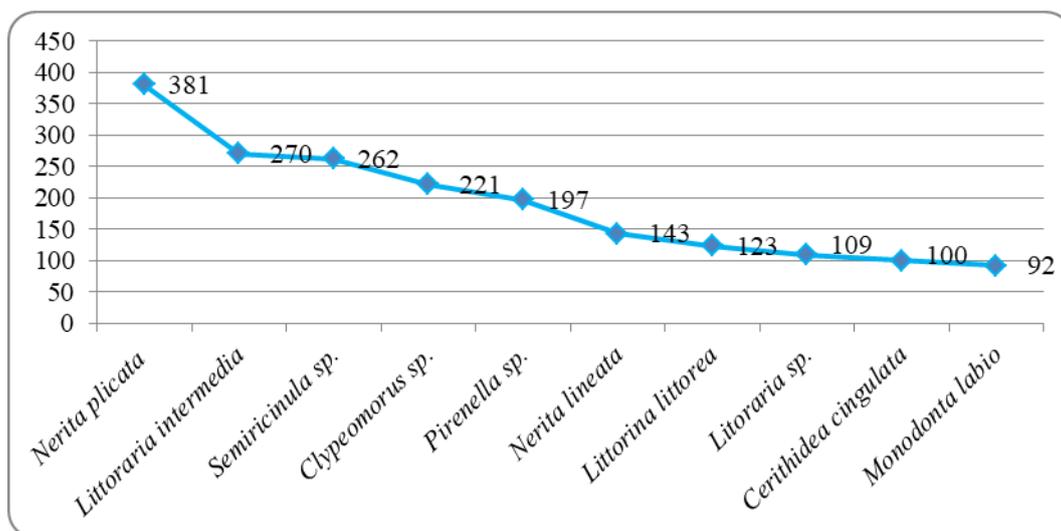
Kedua areal mangrove ini secara geografis terpisah lebih dari 1 km dan memiliki karakteristik yang berbeda. Areal mangrove Kampung Ruar sebagai habitat alami memiliki substrat lumpur yang lebih pekat dengan lebar pantai kurang lebih 150 – 250 m. Berbeda dengan areal mangrove Kampung Ruar, areal mangrove Kampung Yenusi sebagai areal rehabilitasi memiliki substrat berpasir disertai batu yang lebih terang. Dengan lebar pantai 200 - 300 m dan berjarak kurang lebih 300 - 500 meter dari pemukiman. Masyarakat sekitar kedua lokasi ini memiliki ketergantungan terhadap areal mangrove Ruar. Pemanfaatan siput (gastropoda) berukuran kecil sebagai bahan baku kerajinan tangan berupa hiasan (kalung, gelang), cinderamata dan beberapa jenis yang lain untuk konsumsi.



Gambar 2. Makrozoobenthos pada Kampung Yenusi dan Kampung Ruar

Hasil analisis menunjukkan bahwa 74,2% individu jenis makrozobentos dijumpai pada areal mangrove kampung Yenusi dan sisanya 25,8% dijumpai pada mangrove kampung Ruar. Kondisi ini menunjukkan adanya adaptasi jenis yang cukup baik mengingat kehadiran jenis dan individu makrozobentos pada areal rehabilitasi mangrove (Kampung Ruar) jauh lebih tinggi dibandingkan habitat alami (Kampung Yenusi). Secara alamiah tentu kehadiran jenis dan individu sangat berhubungan dengan kemantapan habitat yang terlihat dari keberadaan vegetasi mangrove hasil kegiatan rehabilitasi maupun kondisi lingkungan. Secara alami, dua ekosistem mangrove yang memiliki kondisi lingkungan yang mirip akan memiliki struktur vegetasi mangrove yang tidak jauh berbeda pula (Noor *et al.*, 2012; Alidrus, 2014).

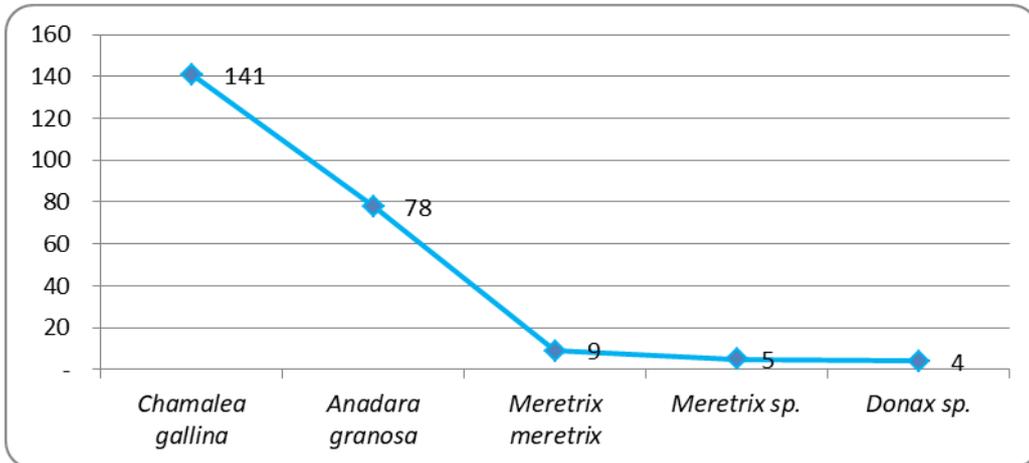
Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa beberapa jenis makrozobentos pada kelas gastropoda memiliki jumlah individu yang dominan dan ditemukan pada salah satu areal saja seperti halnya *Nerita plicata* sebagai jenis dengan jumlah individu terbanyak yang dijumpai pada areal mangrove Kampung Yenusi, namun tidak dijumpai pada areal mangrove alami (Kampung Ruar) atau sebaliknya *Littoraria intermedia* yang dijumpai hanya areal mangrove Kampung Ruar. Demikian selanjutnya beberapa jenis dapat ditemukan pada kedua areal mangrove ini seperti *Semiricinula sp.*, *Clypeomorus sp.*, dan beberapa jenis lainnya yang menunjukkan bahwa adaptasi yang cukup baik dari jenis tersebut. Menurut Waran *et al.*, (2020) habitat lumpur disertai pasir menjadikan beberapa jenis dari kelas kelompok gastropoda dominan dalam hal jumlah individu di areal mangrove Oransbari. Kemudian pada ekosistem mangrove banyak juga ditemukan gastropoda diantaranya adalah jenis *Nerita sp.* yang menempel pada batu – batuan (karang mati) disekitar batang dan akar mangrove (Liline S *et al.*, 2020).



Gambar 3. Jumlah Dari 10 jenis Gastropoda tertinggi di Kampung Yenusi

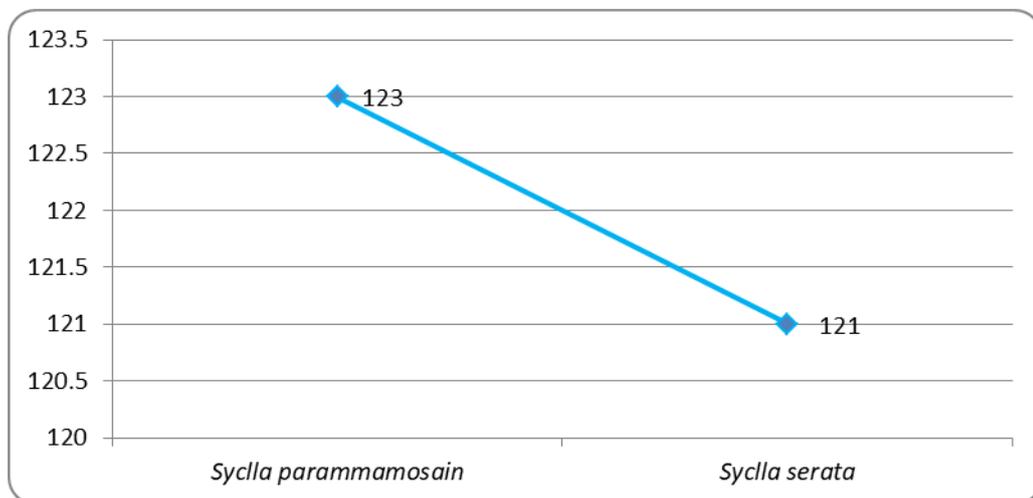
Dominansi individu *Nerita plicata* (14,19%) menunjukkan bahwa jenis ini mampu beradaptasi dengan baik pada areal mangrove. Waran *et al.*, 2020 menyatakan bahwa

Nerita plicata merupakan jenis gastropoda cukup baik beradaptasi pada areal mangrove Waranggui yang terlihat dari 192 individu (15,29%) dibandingkan jenis lainnya. Potensi gastropoda tersebut tidak terbatas saja pada fungsi dalam lingkungan tetapi lebih dari fungsi ekonomi melalui pemanfaatan untuk dikonsumsi maupun juga untuk bahan baku kerajinan tangan (hiasan) oleh masyarakat khususnya di Kampung Ruar.



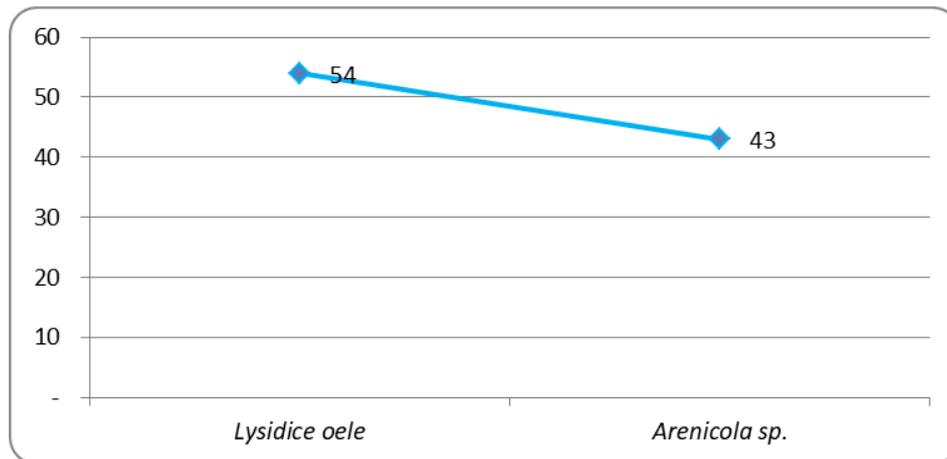
Gambar 4. Jumlah individu Menurut Jenis Pada Bivalvia

Dominansi individu *Chamalea gallina* mencapai 59,49% dan *Anadara granosa* 32,91% menunjukkan bahwa kehadiran kedua jenis ini tidak saja sebagai potensi yang baik dari aspek lingkungan tetapi juga dari aspek ekonomi mengingat kedua ini potensial menunjang ekonomi masyarakat (dikonsumsi).



Gambar 5. Jumlah individu Menurut Jenis Pada Crustacea

Perimbangan pemerataan distribusi individu kedua jenis kepiting ini menjadi suatu kondisi yang sangat baik secara lingkungan maupun secara ekonomi mengingat keduanya jenis ini merupakan penunjang ekonomi masyarakat. Demikian halnya dengan perimbangan pemerataan distribusi individu kedua jenis cacing laut dalam hubungannya dengan kualitas lingkungan.



Gambar 6. Jumlah individu Menurut Jenis Pada Polychaeta

Secara keseluruhan dapat dinilai bahwa areal mangrove rehabilitasi (Kampung Yenusi) memiliki kondisi yang cukup baik sebagai habitat berbagai jenis biota. Kondisi tersebut selain ditunjang oleh keberadaan vegetasi mangrove hasil rehabilitasi walaupun secara kuantitas masih ada perbedaan dengan vegetasi mangrove pada Kampung Ruar. Demikian pula kondisi lingkungan yang tergambar dalam parameter kualitas perairan yang dianalisis dalam penelitian yang saling berinteraksi membentuk suatu ekosistem yang baik bagi keberadaan komponennya. Menurut Sinery, 2013 secara alami populasi akan meningkat dengan tersedianya kebutuhan satwa liar yang dikenal sebagai kesejahteraan satwa (*animal welfare*), namun proses adaptasi terhadap perubahan habitat (dalam hal ini daya dukung rendah) mampu meningkatkan populasi seperti halnya hubungan satwa liar dan hutan sekunder dan kebun masyarakat di Pulau Numfor dan beberapa wilayah lainnya. Hal ini pula yang diduga berkaitan dengan keberadaan jenis makrozobentos pada kedua areal mangrove dalam penelitian ini.

Berdasarkan hasil analisis sebagaimana terlihat pada tabel di atas menunjukkan bahwa dari 34 jenis gastropoda pada kedua areal mangrove ini 8 jenis diantaranya dapat dijumpai pada kedua lokasi ini. *Clypeomorus Clypeomorus*, *Littoraria Intermedia*, *Littoraria Scabra*, *Semiricinula*, *Tylomelania Patriarchalis*, *Pirenella sp.* *Telescopium Telescopium*, dan *Crassispira sp.* Selanjutnya 11 jenis diantaranya dijumpai secara terbatas pada areal mangrove Kampung Ruar dan 15 jenis lainnya pada areal mangrove Kampung Yenusi. Bila digabungkan dengan ke - 8 jenis yang dapat dijumpai pada kedua areal mangrove ini, dapat menggambarkan bahwa terdapat 19 jenis gastropoda areal mangrove Kampung Ruar dan 24 jenis gastropoda areal mangrove Kampung Yenusi yang menunjukkan adanya pemerataan jenis antara kedua areal ini.

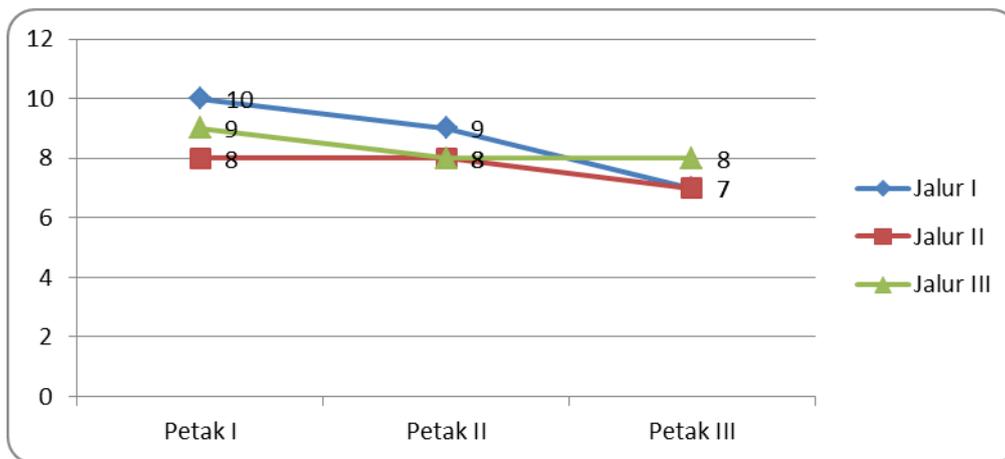
Tabel 1. Sebaran Jenis Makrozoobenthos di Areal Mangrove

Kelas	Famili	Jenis	Rehabilitasi (Yenusi)	Alami (Ruar)	
Gastropoda	Assiminidae	<i>Assimonia sp.</i>	√		
	Batillariidae	<i>Batillaria sp.</i>		√	
	Cerithiidae	<i>Cerithium sp.</i>	√		
		<i>Cerithium tenellum</i>	√		
		<i>Clypeomorus clypeomorus</i>		√	
		<i>Clypeomorus sp.</i>	√	√	
	Cominellidae	<i>Cominella gandiformis</i>	√		
		<i>Cominella quoyana</i>	√		
	Littorinidae	<i>Littoraria sp.</i>	√		
		<i>Littoraria intermedia</i>	√	√	
		<i>Littoraria scabra</i>	√	√	
		<i>Littorina littorea</i>	√		
	Muricidae	<i>Haustum scobina</i>			√
		<i>Mancinella spesiosa</i>			√
		<i>Semiricinula sp.</i>	√	√	
		<i>Semiricinula tissoti</i>	√		
		<i>Tenguella sp.</i>			√
	Nasariidae	<i>Iyanasa obsoleta</i>	√		
		<i>Clithon sp.</i>			√
		<i>Clithon faba</i>			√
	Neritidae	<i>Clithon ovalaniense</i>			√
		<i>Nerita lineata</i>	√		
		<i>Nerita plicata</i>	√		
	Pachychilidae	<i>Tylomelania patriarchalis</i>	√	√	
	Potamididae	<i>Cerithidea cingulate</i>			√
		<i>Pirenella sp.</i>	√	√	
		<i>Telescopium telescopium</i>	√	√	
		<i>Terebralia Sulcata</i>	√		
	Pseudomelatomidae	<i>Crassispira sp.</i>	√	√	
	Rissoidae	<i>Alvania datchaensis</i>	√		
Trochidae	<i>Monodonta labio</i>			√	
	<i>Monodonta sp.</i>	√			
Turbinidae	<i>Turbo cornutus</i>			√	
Turridae	<i>Gemmula gemmulina</i>	√			
Bivalvia	Arcidae	<i>Anadara granosa</i>	√		
		<i>Chamalea gallina</i>	√		
	Veneridae	<i>Meretrix meretrix</i>			√
		<i>Meretrix sp.</i>	√		
Donacidae	<i>Donax sp.</i>	√			
Crustacea	Portunidae	<i>Sylla paramamosain</i>	√		
		<i>Sylla serata</i>	√		
Polychaeta	Eunicidae	<i>Lysidice oele</i>	√	√	
	Arenicoladae	<i>Arenicola sp.</i>	√	√	

Menurut Sani et al., (2018) perbedaan jumlah spesies yang ditemukan dikarenakan luasan area penelitian lebih kecil dan terbatas di kawasan mangrove

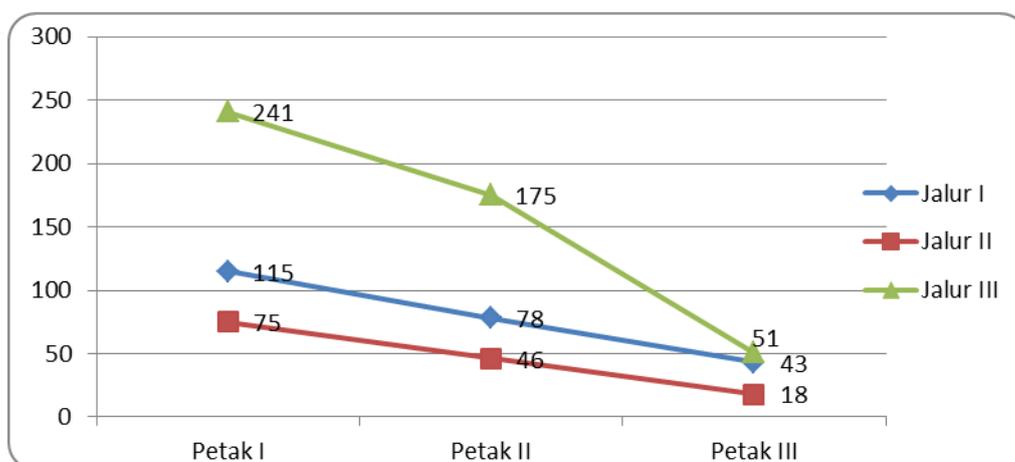
rehabilitasi. Selain itu, mangrove rehabilitasi di ekosistem mangrove Gerupuk hanya menggunakan jenis *Rhizophora* (Anwar dan Mertha, 2017; Ahyadi dan Suana, 2018) sehingga jenis mangrove yang tumbuh, lebih seragam dan keanekaragaman jenisnya rendah.

Sebaran jenis dan individu pada areal mangrove Kampung Yenusi (rehabilitasi) dan Kampung Ruar (alami) dalam penelitian ini cukup bervariasi, namun demikian telah terbentuk suatu pola distribusi yang tetap mengikuti sebaran mangrove. Sebaran tersebut membentuk suatu pola distribusi dari laut ke arah darat dengan membentuk beberapa konsentrasi jenis dan individu terutama pada zona terluar (petak pertama) masing-masing jalur sebagaimana terlihat pada gambar berikut.



Gambar 7. Jenis Makrozoobenthos Menurut Jalur dan Petak Pada Kampung Ruar

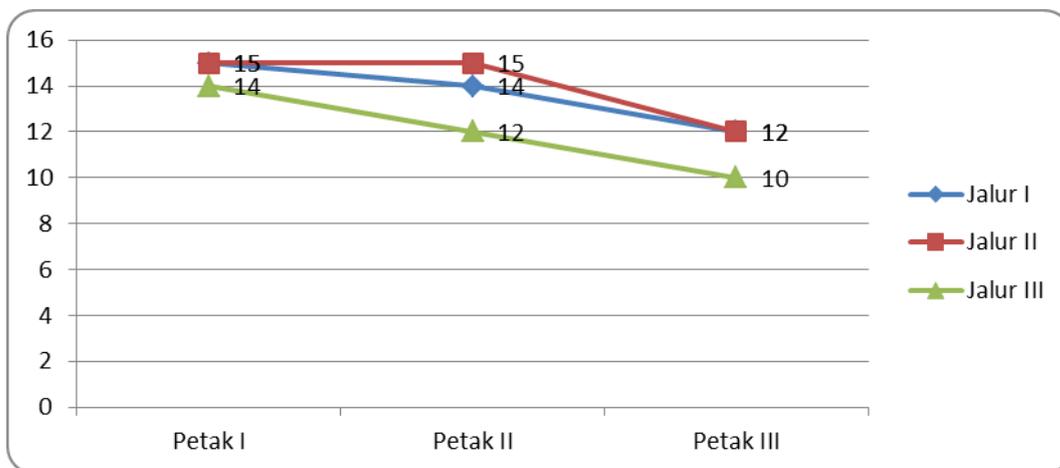
Pada areal mangrove Kampung Ruar sebagai areal mangrove alami diidentifikasi jenis makrozoobenthos di jalur I dari kelas gastropoda sebanyak 8 jenis, bivalvia sebanyak 1 jenis dan polychaeta sebanyak 1 jenis. Pada jalur II dan III tidak dijumpai crustacea. Dari ketiga jalur tersebut terlihat adanya pola sebaran yang semakin sedikit ke arah daratan pada jalur I dan III, sedangkan pada jalur II lebih merata.



Gambar 8. Individu Makrozoobenthos Menurut Jalur dan Petak Pada Kampung Ruar

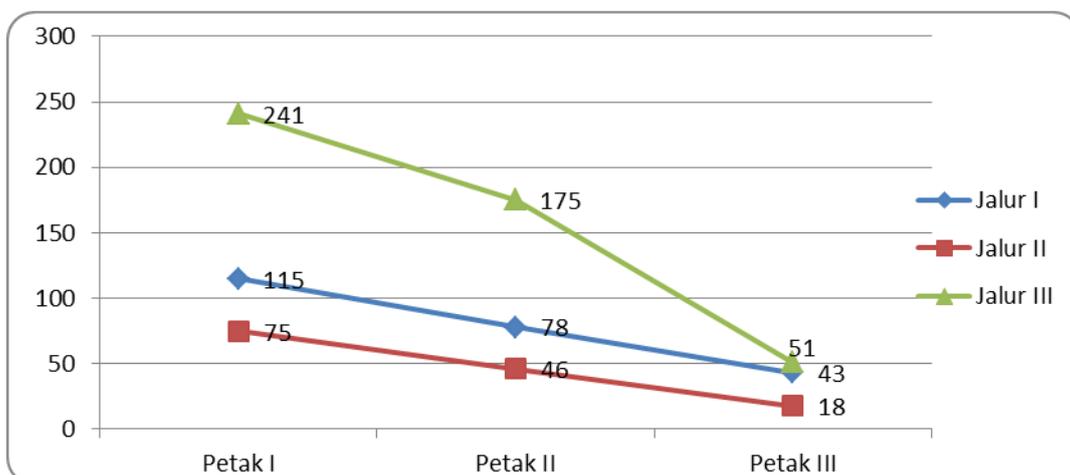
Pada arel mangrove Kampung Ruar ini, diidentifikasi jumlah individu di jalur I sebanyak 115, yaitu gastropoda 110 individu, bivalvia 2 individu dan polychaeta 3 individu. Pada jalur II sebanyak 75, yaitu 65 individu gastropoda, dan 10 individu polychaeta. Sedangkan pada jalur III individu yang diidentifikasi jumlahnya lebih banyak dibandingkan jalur I dan II, yaitu sebanyak 241, yang memiliki 233 individu gastropoda dan 8 individu polychaeta. Dari ketiga jalur tersebut terlihat bahwa jumlah individu terbanyak berada pada sisi daratan (petak 1), semakin ke arah laut maka jumlah individu semakin sedikit (petak 2 dan 3).

Hasil analisis menunjukkan bahwa selain pola sebaran jenis, hal lainnya adalah pola sebaran individu yang identik dengan pola sebaran jenis. Hal ini dimaksudkan bahwa sebaran individu seperti halnya sebaran jenis yang menunjukkan konsentrasi individu pada petak-petak terluar dari 3 jalur pengamatan dan semakin sedikit ke arah daratan.



Gambar 9. Jenis Makrozoobenthos Menurut Jalur dan Petak pada Kampung Yenusi

Pada areal mangrove Kampung Yenusi sebagai areal mangrove rehabilitasi diidentifikasi jenis makrozoobenthos pada jalur 1 kelas gastropoda sebanyak 9 jenis, bivalvia sebanyak 3 jenis, crustacea sebanyak 1 jenis dan polychaeta sebanyak 2 jenis. Pada jalur II diidentifikasi 11 jenis gastropoda, 2 jenis crustacea dan 2 jenis polychaeta. Hal berbeda terlihat pada jalur III yang mana pada jalur ini diidentifikasi 9 jenis gastropoda, 1 jenis bivalvia, 2 jenis crustacea dan 2 jenis polychaeta.



Gambar 10. Individu Makrozoobenthos Menurut Jalur dan Petak di Kampung Yenusi

Distribusi individu pada areal mangrove Kampung Yenusi seperti halnya sebaran jenis makrozoobenthos yaitu menunjukkan pola sebaran lebih sedikit ke arah daratan. Pada areal mangrove ini dijumpai individu makrozoobenthos dengan jumlah individu yang semakin sedikit ke arah daratan baik pada jalur I, II dan III sebagaimana distribusi jenis. Hal ini menunjukkan adanya dinamisasi yang dipengaruhi oleh proses rehabilitasi areal mangrove yang masih terus berlangsung.

3.1.1. Indeks Dominasi Jenis (C), Keanekaragaman Jenis (H) dan Kemerataan Jenis (e) Makrozobentos

Tingkat dominansi jenis, keanekaragaman jenis dan kemerataan jenis makrozobentos sebagai indikator stabilisasi komunitas dalam areal mangrove yang diteliti dilakukan analisis dengan menggunakan indeks dominansi, keanekaragaman jenis dan kemerataan jenis. Hasil analisis indeks dominansi jenis, keanekaragaman jenis dan kemerataan jenis makrozobentos berdasarkan gabungan kedua areal mangrove dan kondisi areal mangrove yang diteliti, dapat dilihat pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Keanekaragaman Jenis (H), Indeks Dominasi Jenis (C) dan indeks Kemerataan Jenis (e) Makrozobentos Berdasarkan Areal Mangrove

Areal	Jenis (S)	Individu (N)	Keanekaragaman (H)	Dominansi (C)	Kemerataan (E)
Mangrove Ruar	22	842	2,61	0,11	0,84
Mangrove Yenusi	31	2,421	2,99	0,07	0,87
Kawasan	43	3,263	3,28	0,05	0,87

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa indeks dominansi jenis makrozoobentos pada kedua areal mangrove yang diteliti jika digabungkan antara kedua areal tersebut maka nilai atau kriteria dominansi yang diperoleh adalah rendah. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis pada kedua areal mangrove ini dan bila digabungkan akan diperoleh kriteria “sedang” pada kedua areal mangrove dan kriteria “tinggi” bila digabungkan. Selanjutnya nilai indeks kemerataan jenis pada kedua areal mangrove ini dan bila digabungkan antara keduanya akan diperoleh kriteria kemerataan jenis “tinggi”.

Tabel 3. Keanekaragaman Jenis (H), Indeks Dominasi Jenis (C) dan indeks Kemerataan Jenis (E) Makrozobentos Berdasarkan Kelompok Makrozobentos

Kelompok Makrozobentos	Jenis (S)	Individu (N)	Keanekaragaman (H)	Dominansi (C)	Kemerataan (E)
Gastropoda	34	2685	3.02	0.07	0.86
Bivalvia	5	237	0.95	0.46	0.59

Crustacea	2	244	0.58	0.50	0.83
Polychaeta	2	97	0.69	0.51	0.99

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa indeks dominasi jenis makrozobentos dari ke empat kelompok biota air ini dengan kriteria dominasi adalah tertinggi pada kelompok Polychaeta selanjutnya Crustacea, Bivalvia dan Gastropoda dengan kriteria rendah. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman jenis tertinggi pada kelompok Gastropoda dengan kriteria “tinggi” sedangkan kelompok lainnya dengan kategori rendah. Selanjutnya nilai indeks kemerataan jenis pada keempat kelompok ini kriteria “tinggi” pada kelompok Gastropoda, Crustacea dan Polychaeta, sedangkan untuk Bivalvia kategori “sedang”. Menurut Krebs, (1978) dalam Odum, (1993) nilai dominan tinggi bila nilai $C = 0,75 < C \leq 1$, sedang $C = 0,5 < C \leq 0,75$ dan dominasi rendah bila $C = 0 < C \leq 0,5$. Selanjutnya menurut Odum, (1971) dalam Sinery, (2015) indeks dominasi berbanding terbalik dengan indeks keanekaragaman, dimana semakin tinggi indeks dominasi maka indeks keanekaragaman jenis akan semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

Secara umum kehadiran jenis semakin tinggi maka semakin besar pengaruh penguasaan jenis tertentu dan menunjukkan lebih terpusatkan pada satu atau beberapa jenis dalam suatu kawasan. Menurut Odum, (1993) jika nilai dominasi mencapai 1, maka hanya satu spesies yang dominan pada suatu komunitas, sedangkan jika hasil = 0, menunjukkan bahwa spesies pada suatu komunitas tidak ada yang dominan. Berdasarkan perhitungan indeks dominansi spesies menunjukkan bahwa jenis - jenis makrozobentos pada areal mangrove yang diteliti ada tidak ada dominan. Hal tersebut tergambar dari nilai C berkisar antara 0,07 – 0,11 pada kedua areal mangrove ini dan tertinggi Polychaeta (0,51).

Berdasarkan hasil analisis diketahui bahwa indeks keanekaragaman jenis tertinggi diperoleh dengan menggabungkan keragaman jenis dari kedua areal mangrove yang diteliti (kriteria tinggi) selanjutnya diikuti areal mangrove rehabilitasi (Kampung Yenusi) dan areal mangrove alami (Kampung Ruar) dengan kriteria masing-masing adalah sedang.

Hasil analisis menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman jenis makrozobentos di areal mangrove Kampung Ruar dan Yenusi berada pada kategori sedang (2,61 -2,99) dan 3 bila digabungkan keragaman jenis pada kedua areal ini. Kriteria indeks keanekaragaman atau derajat keanekaragaman jenis menurut Shanon dan Wiener, (1949) dalam Odum, (1993) adalah bahwa keanekaragaman jenis tinggi bila indeks keanekaragaman jenis lebih dari tiga ($H \geq 3$), sedang bila keanekaragaman jenis berada antara satu sampai tiga ($1 < H < 3$) dan rendah bila keanekaragaman jenis kurang dari satu ($H < 1$). Berdasarkan kriteria tersebut, maka keanekaragaman jenis Makrozobentos pada kawasan hutan mangrove kampung Ruar dan Yenusi adalah sedang.

Odum, (1993) menyatakan bahwa suatu komunitas dinilai mempunyai keanekaragaman jenis yang tinggi jika komunitas tersebut disusun oleh banyak spesies

dengan kelimpahan yang sama atau hampir sama. Sebaliknya jika komunitas tersebut disusun oleh sangat sedikit spesies dan jika hanya sedikit saja jenis yang dominan maka keanekaragaman jenisnya adalah rendah.

Hal ini sesuai dengan pendapat Vutman dan Wiratun, (1984) dalam Sinery dkk, (2012), Odum, (1993) bahwa tingkat keanekaragaman jenis dapat menggambarkan kestabilan suatu ekosistem. Semakin tinggi keanekaragaman jenis di suatu kawasan maka makin stabil ekosistem tersebut sehingga semakin berkembang dan terjadi interaksi jenis yang dapat melibatkan transfer energi, kompetisi dan pembagian ruang yang lebih kompleks.

Perbandingan jenis moluska (gastropoda dan bivalvia) pada hasil penelitian ini tergolong cukup tinggi bila dibandingkan dengan hasil-hasil penelitian lainnya di Indonesia. Wouthuyzen dan Sapulete, (1994) mendapatkan 24 jenis moluska di Teluk Kotania, Seram Barat. Dody, (1996), dalam penelitiannya di Pulau Fair, Maluku Tenggara, mendapatkan 58 jenis moluska. Pelu, (2001) di Pulau Sumbawa, NTB, menemukan 56 jenis. (Cappenberg, 2002a) di perairan Sulawesi Utara menemukan 73 jenis gastropoda. (Cappenberg, 2002b) juga menemukan 42 jenis gastropoda dalam penelitiannya di Teluk Lampung. Penelitian Mudjiono, (2002) di Kepulauan Derawan, Kalimantan Timur, menemukan 76 jenis. (Cappenberg dan Panggabean, 2005) menemukan 23 jenis moluska di Kepulauan Seribu. Penelitian (Cappenberg, Azis, dan Aswandy v2006) di Gilimanuk, Bali, mendapatkan 35 jenis. (Mudjiono, 2006) mendapatkan gastropoda sebanyak 56 jenis di Kepulauan Natuna Besar, sedangkan pada penelitiannya di Bangka Belitung, (Mudjiono, 2007) mendapati moluska sebanyak 70 jenis. (Arbi, 2008b) menemukan 26 jenis pada penelitiannya di Tambak Wedi, Jawa Timur, dan pada penelitian lainnya, (Arbi, 2008a) di Banyuglugur, Jawa Timur, menemukan 39 jenis. (Mudjiono, 2009), pada penelitiannya di Tanjung Merah, Sulawesi Utara, menemukan 31 jenis, sedangkan Islami and (Mudjiono, 2009) menemukan 33 jenis di Teluk Ambon, Maluku. (Arbi, 2009) menemukan 128 jenis di Likupang, Sulawesi Utara, sedangkan di Pulau Moti, (Arbi, 2011b) menemukan 93 jenis, dan penelitiannya di Pulau Talise, Sulawesi Utara, ditemukan 182 jenis moluska, (Arbi, 2011a). (Metungun, Juliana, dan Beruatjaan, 2011) hanya mendapatkan 14 jenis di Teluk Un, Maluku Tenggara. (Islami, 2012) pada penelitiannya di Pulau Nusalaut, Maluku, menemukan 25 jenis moluska. (Arbi, 2012) menemukan 163 jenis di Pantai Wori, Sulawesi Utara. (Ariska, 2012) dalam penelitiannya di Pangandaran, Jawa Barat, hanya menemukan 17 jenis. (Rau, Kusen, dan Paruntu, 2013) menemukan 11 jenis di Kulu, Minahasa Utara. Penelitian (Istiqlal, Yusup, dan Suartini (2013) di Pantai Merta Segara Sanur, Bali, mendapatkan 31 jenis moluska. (Hitalessy, Leksono, dan Herawati, 2015) mendapatkan 7 jenis gastropoda di pesisir Lamongan, Jawa Timur.

Gambaran keanekaragaman jenis yang sedang hingga tinggi juga didapatkan pada beberapa penelitian lain di antaranya (Dibyowati, 2009) di Pandeglang, Banten; (Islami dan Mudjiono, 2009) di Teluk Ambon, Maluku; Metungun, Juliana, and Beruatjaan (2011) di Teluk Un, Maluku Tenggara; Arbi (2012) di Pantai Wori, Sulawesi Utara;

Islami (2012) di Pulau Nusalaut, Maluku; David (2013) di Pantai Goa, India; Istiqlal, Yusup, and Suartini (2013) di Sanur, Denpasar; Rau, Kusen, and Paruntu (2013) di Minahasa Utara; Jumawan et al. (2015) di Padada, Davao del Sur, Filipina. Hasil-hasil penelitian tersebut memiliki nilai keanekaragaman di atas satu hingga lebih dari tiga.

Analisis tingkat pemerataan jenis menunjukkan bahwa indeks pemerataan jenis makrozobentos pada kedua areal mangrove yang diteliti sebesar 0,84 dan 0,87. Maka indeks pemerataan jenis makrozobentos pada kedua areal mangrove ini adalah tinggi. Kisaran nilai pemerataan jenis menurut Krebs, (1989) dalam Soegianto, (1994) yaitu berkisar antara 0 sampai 1. Menurut Santosa, (1995) dalam Sinery dkk, (2012), indeks pemerataan jenis menunjukkan ukuran proporsi individu setiap jenis pada suatu komunitas. Bila setiap jenis memiliki jumlah individu yang sama maka komunitas tersebut memiliki indeks pemerataan jenis maksimum.

Hasil analisis menunjukkan ada 8 jenis makrozobentos yang tersebar pada kedua mangrove Kampung Yenusi dan Kampung Ruar. Persentase pemerataan jenis makrozobentos pada kedua areal mangrove ini sebesar 18% (8 jenis dari 43 jenis) yang dapat dijumpai pada kedua areal ini. Nilai tersebut menggambarkan adanya adaptasi jenis-jenis makrozobentos terhadap kondisi habitat. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh komponen habitat seperti distribusi vegetasi dan substrat. Secara umum dapat dinilai bahwa pemerataan jenis makrozobentos lebih dipengaruhi kehadiran jenis-jenis vegetasi hutan sebagai tempatnya beraktivitas (makan dan aktivitas lainnya) dan perbedaan substrat di daerah tersebut. Selanjutnya kehadiran jenis vegetasi hutan dijelaskan di bagian vegetasi mangrove.

KESIMPULAN

Terdapat 43 jenis makrozoobenthos dari 4 kelas, 21 famili dengan jumlah individu sebanyak 3.263 individu yang mencakup 34 jenis kelompok siput (Gastropoda), 5 jenis kelompok kerang (Bivalvia), 2 jenis kelompok udang (Crustacea), 2 jenis kelompok cacing laut (Polychaeta) dengan nilai indeks keanekaragaman jenis pada kedua areal mangrove ini 2,61 (kampung Ruar) dan 2,99 (kampung Yenusi) dengan kriteria “sedang”.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahyadi, H. & I. W. Suana. (2018). Kajian Biodiversitas Mangrove dan Burung di The Mandalika, Indonesia Tourism Development Corporation (ITDC), Lo
- Badan Lingkungan Hidup, 2016. Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Biak Numfor.
- Bengen, D.G. 2000. Pengenalan dan pengelolaan ekosistem mangrove. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan IPB. 58 hal.
- Badan Pusat Statistik. 2022. Kabupaten Biak Numfor Dalam Angka.
- BPS Kabupaten Biak Numfor, 2021. Kecamatan Biak Timur Dalam Angka.

- Carpenter E. Kent., Niem H. Volker., 1998. Niem The living marine resources of the western central pasific.
- Dahuri, R., J. Rais., S.P. Ginting., M.J. Sitepu. 2008. *Pengelolaan Sumberdaya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Parami.
- Kresnasari D, 2022. *Makrozoobentos dan Ekosistem Mangrove (Komunitas Makrozoobentos di Hutan Mangrove, Segara Anakan, Kabupaten Cilacap)*. Cetakan pertama. Wawasan Ilmu. Banyumas.
- Liline S, Kubangun M, Kurnia T, Nurul W, Heremba M. 2020. *Kepadatan Nerita sp di Perairan Pantai Negeri Suli Teluk Baguala Kabupaten Maluku Tengah. Jurnal Biology Science & Education 2020*. (Volume 9 No. 2) : 110 – 111.
- Dharma Bunjamin., Scrodi Michael., Schwabe Enrico., 2005. Recent Of Fossil Indonesian Shells” oleh Bunjamin Dharma.
- Sianipar H F. 2021. *Buku Ajar Avertebarata Air. Perkumpulan Rumah Cemerlang*. Cetakan Pertama. Perkumpulan Rumah Cemerlang Indonesia. Tasikmalaya.
- Katiandagho Bernhard., 2015. *Analisis dan Status Ekosistem Mangrove Di Perairan Timur Kabupaten Biak Numfor. Jurnal Ilmiah Agribisnis Dan Perikanan*. (Volume 8 Edisi 1) : 10 – 11.
- Markus Waran1, Marlon I. Aipassa, Jacob Manusawai, Anton S. Sinery. Diversity of Mollusacs (Gastropod and Bivalve) In Mangrove Ecosystem of Oransbari District, South Manokwari Regency, West Papua Provinsi Indonesia. *Journal of Environmental Treatment Techniques* Volume 8, Issue 3, Pages: 1220-1224.
- Maya Sri, Nurhidayah. 2020. *Zoologi Invertebrata*. Cetakan pertama. Widina Bhakti Persada. Bandung
- Nontji. A. (2002). *Laut Nusantara*. Djambatan. Jakarta.
- Odum,E.P.,1971, *Fundamental of Ecology*.W.B. Saunders Company, Philadelphia.
- Onrizal., A. Purwoko., & M. Mansor. 2009. Impact of Mangrove Forests Degradation on Fisherman Income and Fish Catch Diversity in Eastern Coastal of North Sumatra, Indonesia. Disajikan dalam International Conference on Natural and Environmental Sciences 2009 (ICONES’09) at the Hermes Palace Hotel Banda Aceh on May 6-8, 2009.
- Rahim, Sukirman, Baderan K, dan Wahyuni D. 2017. *Hutan Mangrove Dan Pemanfaatannya*. Cetakan pertama. Deepublish. Yogyakarta.
- Putra, Spto Purnomo. 2014. *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos Dan Aplikasinya*. Yogyakarta Graha Ilmu. Yogyakarta
- Sidiyasa, K. 2007. Vegetasi dan Keanekaragaman Tumbuhan di Sekitar Areal Tambang Batubara Daeng Setuju dan Tanah Putih Pulau Sebuku Kalimantan Selatan. *Info Hutan*, 4 : 111-1
- Sinery. A.S. 2015. *Strategi Pengelolaan Kuskus di Pulau Numfor*. Deepublish. Yogyakarta.

- Sinery A.S, Farida W.R, Manusawai J, (2016) The population of spotted cuscus (*Spilocuscus maculatus*) and its habitat carrying capacity in Numfor Island, Papua, Indonesia. *Biodiversitas* 17 (1) 315-321. DOI: 10.13057/biodiv/d170143.
- Supriharyono, M.S. 2000. *Pelestarian Dan Pengelolaan Sumber Daya Alam Di Wilayah Pesisir Tropis*. 2000. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Tablaseray V, Pairin M, Faldawer N, Hamuna B. 2018. *Pemetaan Sebaran dan Kerapatan mangrove di Pesisir Timur Pulau Biak, Papua Menggunakan Citra Satelit landsat 8*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* (Volume 8 No. 1) : 35 – 36.
- Walters, BB., P. Ronnback, JM. Kovacs, B. Crona, S.A. Hussain, R.Badola, J.H. Primavera, E. Barbier, dan F.Dahdouh-Guebas, 2008. *Ethnobiology, Socio Economic and Management of Mangrove Forests: a review*. *Aquatic Botany*.
- Warpur Maklon, 2016. *Struktur Vegetasi Hutan Mangrove Dan Pemanfaatannya Di Kampung Ababai Di Distrik Supiori Selatan Kabupaten Supiori*. *Jurnal Biodjati*.