



## **KAJIAN KEBERADAAN KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS PADA KONDISI EKOSISTEM MANGROVE YANG BERBEDA DI PESISIR SEMARANG**

**Riana Mentarijuita<sup>\*)</sup>, Nirwani Soenardjo, Ita Riniatsih**

*Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698*

Email: Journalmarineresearch@gmail.com

### **A B S T R A K**

Program penanaman mangrove merupakan salah satu upaya yang dilaksanakan untuk rehabilitasi kondisi ekosistem mangrove yang telah mengalami kerusakan. Namun program rehabilitasi dan penanaman mangrove di petakan tambak Kelurahan Karanganyar Pesisir Semarang mengalami kegagalan. Hal ini dikarenakan bibit mangrove tidak dapat tumbuh seperti yang diharapkan. Kondisi ekosistem mangrove yang terganggu ini, dikhawatirkan akan menimbulkan respon individu maupun komunitas biota didalamnya, yakni Makrozoobenthos. Makrozoobenthos ini menetap di dasar perairan dan memiliki pergerakan relatif lambat serta daur hidup relatif lama sehingga memiliki kemampuan merespon tekanan ekologis tersebut. Penelitian dilaksanakan pada bulan November– Desember 2013. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif. Pengambilan sampel makrozoobenthos dilakukan dengan metode kualitatif dan semi-kuantitatif. Hasil penelitian menemukan genera makrozoobenthos sebanyak 56. Keseluruhan genus terdiri dari 3 kelas, Gastropoda (11), Crustacea (14) dan Polychaeta (31). Rata-rata kelimpahan berkisar antara 268 – 670 Ind/m<sup>2</sup>. Dimana kelimpahan tertinggi ditemukan di Lokasi Karanganyar 2, sedangkan terendah adalah di Pantai Maron. Indeks Keanekaragaman (H') termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi (1,55 – 3,71). Indeks Keseragaman (e) termasuk dalam kategori sedang hingga tinggi (0,44 – 0,96). Dominansi (C) berkisar antara (0,04 – 0,56), ada dominansi spesies. Kondisi mangrove yang berbeda tidaklah mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos, melainkan jenis substrat yang lebih mempengaruhinya.

**Kata Kunci :** Pesisir, Mangrove, Makrozoobenthos

### **A B S T R A C T**

The Mangrove re-planting program has been a crucial rehabilitation measures taken for the damaged mangrove ecosystem. Unfortunately, one of the program in Fisheries Pond Karanganyar at Semarang coastal experienced failure. This was because the mangrove seedlings did not grow as expected. This condition generated both individual and community responses of internal biota such as Makrozoobenthos. This creature is settled in the sea floor and characterized with slow movement as well as long life cycle so that it has the ability to respond to a certain ecological pressures. The study was conducted in November–December 2013. The methodology used in this research is a descriptive method. Whereas the Macrozoobenthos sampling was conducted using both qualitative and semi-quantitative. The study has found as many as 56 genera makrozoobenthos within the overall genus which consists of three classes namely Gastropoda (11), Crustacea (14) and Polychaeta (31). The average abundance ranged between 268-670 ind/m<sup>2</sup> and the highest level was found in Karanganyar 2 while the lowest level was found in Maron Beach. The Diversity Index (H') is in the category of moderate to high (1,55 to 3,71). Moreover, the Uniformity Index (e) has registered moderate to high category (0,44 to 0,96) and the Dominance (C) ranged from (0,04-0,56) with the existence of species dominance. Different mangrove conditions do not affect the existence of Macrozoobenthos, but the type of substrate does.

**Keywords :** Coastal, Mangrove, Macrozoobenthos

<sup>\*)</sup> Penulis penanggung jawab



## **PENDAHULUAN**

Wilayah pesisir memiliki beragam kekayaan sumber daya alam yang dapat dimanfaatkan. Namun pemanfaatannya saat ini di wilayah pesisir Semarang semakin meningkat, terutama untuk berbagai tempat industri, pembuangan limbah penduduk dan pabrik serta pertambakan. Rositasari (2001) pun mengatakan bahwa selama kurang lebih 20 tahun areal ekosistem mangrove dipesisir Semarang, mulai dari Kendal hingga Demak hanya tinggal 10% yang tersisa. Kondisi ekosistem mangrove yang terganggu ini, dikhawatirkan akan menimbulkan respon individu maupun komunitas biota didalamnya. Keberadaan komunitas makrozoobenthos menjadi salah satu unsur penting dalam suatu ekosistem mangrove. Makrozoobenthos berperan penting dalam proses dekomposisi serasah dan mineralisasi materi organik dan juga berperan dalam siklus nutrisi di dasar perairan. Sehingga keberadaan dan kelimpahan makrozoobenthos sangat ditentukan oleh adanya vegetasi mangrove.

Belakangan ini telah dilaksanakan kegiatan penanaman mangrove di area pertambakan di Kelurahan Karanganyar, Semarang. Namun penanaman oleh Dinas Kelautan dan Perikanan Tahun 2013 dengan sekitar 6000 bibit (Dinas Kelautan dan Perikanan, 2013) mengalami kegagalan pada salah satu lokasi area pertambakan Karanganyar, karena bibit mangrove yang ditanamkan tidak dapat tumbuh. Berbeda dengan pantai Maron yang merupakan salah satu tempat pariwisata bahari yang terkenal di pesisir Semarang. Ekosistem mangrove di Pantai Maron dapat tumbuh dengan baik.

Dampak ekologis akibat tidak dapat tumbuhnya, kemudian akan mempengaruhi suburnya ekosistem mangrove dan dalam jangka panjang akan

memperlihatkan keseimbangan ekosistem mangrove. Apabila tidak dapat tumbuh dengan baik maka akan mengganggu keseimbangan ekosistem mangrove beserta biota yang berasosiasi didalamnya. Menurut Moka (2003), umumnya benthos yang dijumpai pada suatu perairan adalah dari taksa Crustacea, Molluska, Polychaeta dan sebagainya.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komunitas makrozoobenthos dengan kondisi ekosistem mangrove yang berbeda.

## **MATERI DAN METODE**

Penelitian dilaksanakan pada bulan November -Desember 2013. Pengambilan sampel makrozoobenthos dan kualitas air dilakukan di kawasan daerah ekosistem mangrove baik di Kelurahan Karanganyar maupun Pantai Maron, Pesisir Semarang, Jawa Tengah. Metode dalam penelitian ini adalah metode deskriptif.

Penentuan lokasi penelitian dilakukan dengan metode *purposive sampling method*. Pengambilan sampel dibedakan dengan 3 kondisi ekosistem mangrove, yakni tidak dapat tumbuh, Lokasi Karanganyar 1 (kerapatan 0 ind/ha); sedang, Lokasi Karanganyar 2 (kerapatan 1.050 ind/ha); baik, Lokasi Maron (kerapatan 5.000 ind/ha). Untuk Lokasi Karanganyar 1 dan Karanganyar 2 memiliki masing-masing 3 stasiun, dimana dekat dengan *inlet/outlet* (Stasiun 1), agak jauh dari lokasi saluran *inlet/outlet* (Stasiun 2) dan yang paling jauh dari lokasi saluran *inlet/outlet* (Stasiun 3). Sedangkan untuk Pantai Maron dibagi menjadi 3 stasiun, yang diacak untuk mewakili lokasi. Interval pengambilan sampel tiap dua minggu sekali sebanyak 3 kali (Yusuf dan Gentur, 2004).

Pengambilan Makrozoobenthos dilakukan dengan dua metode, yakni Metoda kualitatif dengan menangkap

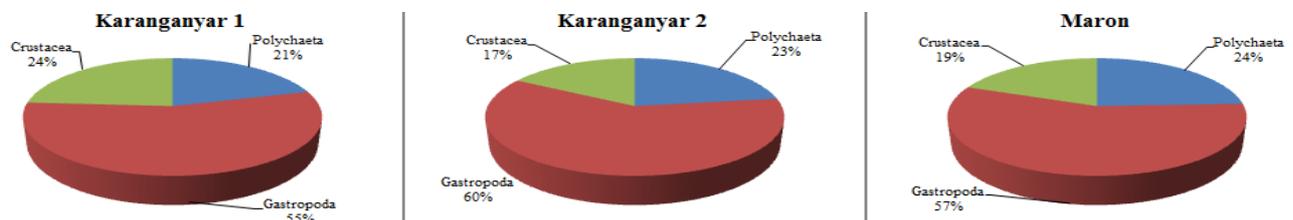
makrozoobenthos yang berada didalam plot sampel 5 x 5 m menggunakan tangan (*hand picking and digging*). Secara semi kuantitatif yaitu dengan mengambil sampel substrat yang berukuran 1 m x 1 m, yaitu diambil dari plot sampel ukuran 5 x 5 m dengan menggunakan sedimen grab (18,5 x 15,5 cm)(Sasekumar, 1974). Kemudian pemisahan antara makrozoobentos dengan substrat dilakukan dengan saringan berukuran 0,5 mm. Sampel benthos selanjutnya diawetkan dengan larutan formalin 4% dan diberi pewarna *rosebengale*. Selanjutnya dilakukan identifikasi di bawah mikroskop binokuler. Kemudian analisa data menggunakan beberapa perhitungan, diantaranya adalah kelimpahan, indeks keanekaragaman, indeks keseragaman dan indeks dominansi.

Parameter lingkungan perairan sebagai data sekunder yang diukur saat dilapangan meliputi kedalaman, kecerahan, suhu, Kekeruhan, Material Padatan Tersuspensi, salinitas, pH, Oksigen Terlarut, BOD, COD, Nitrat, Fosfat, Amonia dan bahan organik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobenthos

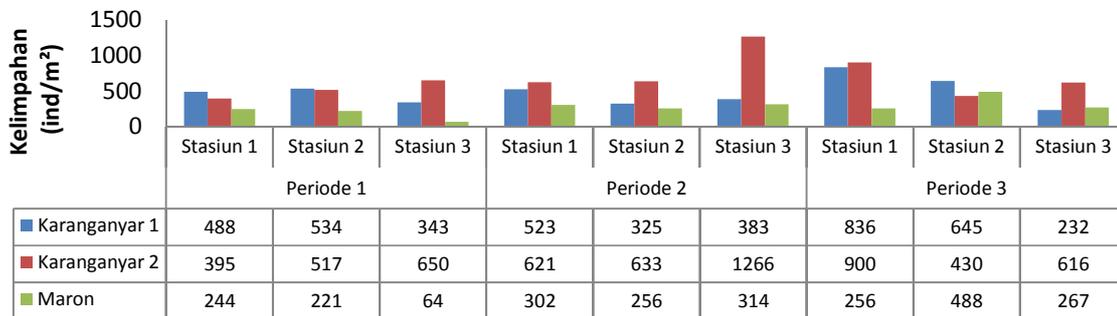
Berdasarkan hasil sampling makrozoobenthos ditemukan sebanyak 56 jenis makrozoobenthos yang tersebar dalam 3 lokasi, baik Lokasi Karanganyar 1 dan 2, serta Lokasi Maron. Terdiri dari 3 kelas, diantaranya adalah 31 jenis dari kelas Polychaeta (filum Annelida), 11 jenis dari kelas Gastropoda (filum Molluska) dan 14 jenis dari kelas Crustacea (filum Arthropoda).



**Gambar 1.** Diagram Kelimpahan Makrozoobenthos Berdasarkan Kelas Selama Penelitian Bulan November – Desember 2013.

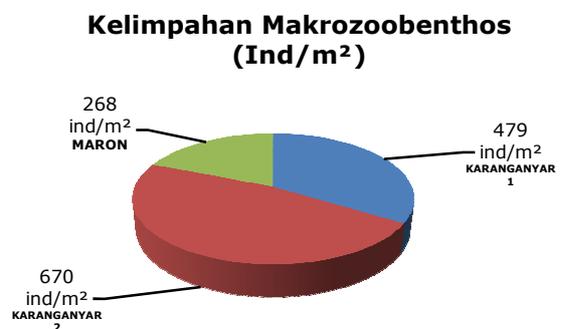
Komposisi jenis makrozoobenthos berdasarkan lokasi terlihat bahwa kelas Polychaeta merupakan komposisi jenis yang terbanyak. Komposisi jenis dapat memberikan informasi mengenai jumlah jenis yang diperoleh setiap stasiun tempat pengambilan sampel dan jenis-jenis apa saja yang diperoleh. Hal ini dapat diduga kelas Polychaeta memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik. Dimana Beesley *et al.* (2000) menjelaskan sebagian besar Polychaeta adalah hewan bentos yang *osmoconformer* (organisme yang cairan

dalam tubuhnya memiliki konsentrasi osmosis yang sama dengan lingkungan luarnya). Sehingga daya adaptasinya sangat luas terhadap perbedaan salinitas yang dinamis. Namun kelompok kelas Gastropoda mendominasi di semua lokasi penelitian. Hal ini pun diduga karena kelas Gastropoda memiliki kemampuan beradaptasi dengan baik, serta distribusi yang luas. Gastropoda memiliki toleransi yang luas terhadap perbedaan kondisi air ataupun cuaca yang dinamis (Sahin, 2012).



**Gambar 2.** Kelimpahan Makrozoobenthos Selama Penelitian Bulan November– Desember 2013.

Lokasi Karanganyar 2 sendiri memiliki jumlah kelimpahan tertinggi pada Stasiun 3 periode kedua. Kelimpahan yang melimpah pada Stasiun 3 pengambilan kedua dapat dikarenakan kondisi lingkungan yang mendukung kehidupan beberapa makrozoobenthos yang bersifat oportunistik (Daeur, 1993). Sedangkan Lokasi Maron mendapatkan kelimpahan terendah adalah pada periode pengambilan pertama di Stasiun 3. Tidak jauh dari stasiun tersebut dijumpai kegiatan reklamasi. Kegiatan reklamasi yang tidak ramah lingkungan ini sekiranya berjarak tidak jauh dari lokasi penelitian, yakni ± 200 m. Semakin buruk kondisi suatu perairan akan menyebabkan keanekaragaman jenis benthos akan semakin kecil, karena akan semakin sedikit spesies yang dapat toleran dan beradaptasi terhadap kondisi perairan yang mengalami tekanan ekologis secara terus menerus. Menurut Tobing (2009) setiap spesies mempunyai rentang atau daya toleransi tersendiri dalam beradaptasi terhadap kualitas perairan.

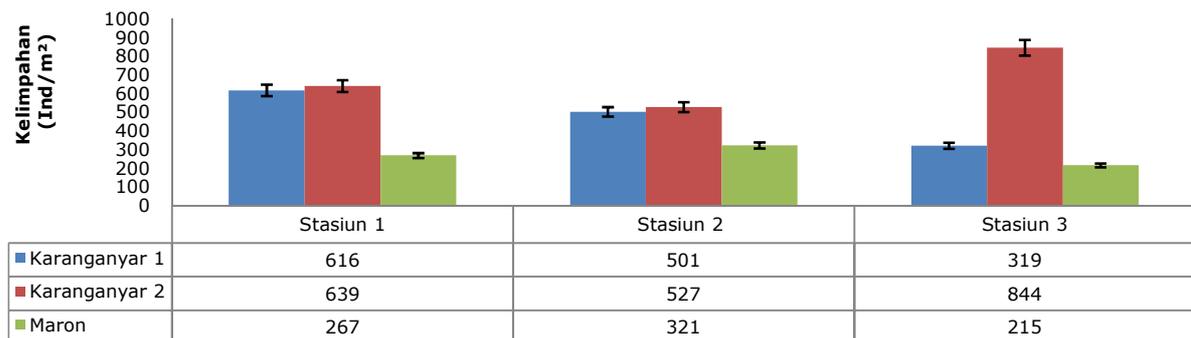


**Gambar 3.** Nilai Rerata Kelimpahan (Ind/m<sup>2</sup>) Makrozoobenthos di Setiap Lokasi Berdasarkan Perbedaan Kondisi Ekosistem Mangrove Selama Penelitian.

Secara keseluruhan rerata kelimpahan tertinggi secara berurutan adalah dari semua jenis makrozoobenthos ditemukan pada Lokasi Karanganyar 2 (670 ind/m<sup>2</sup>) > Lokasi Karanganyar 1 (479 ind/m<sup>2</sup>) > Lokasi Maron (268 ind/m<sup>2</sup>). Rendahnya kelimpahan makrozoobenthos di Maron pun dapat dikarenakan oleh jenis substrat, dimana jenis sedimen dasar di lokasi Maron adalah lebih cenderung lempung berpasir/*sandy loam*. Sedangkan Lokasi Karanganyar 2 adalah lempung berdebu/*silty loam*. Jenis substrat di suatu perairan dapat menjadi faktor pembatas bagi penyebaran makrozoobenthos. Hubungan antara kepadatan makrozoobenthos dan jenis substrat adalah dari zat

organiknya. Substrat berlumpur lebih kaya dengan zat organik dibandingkan dengan yang substrat pasir. Bengen (2004) pun menjelaskan bahwa nutrisi tidak banyak terdapat dalam substrat

berpasir. Sebaliknya pada substrat yang halus, oksigen tidak begitu banyak tetapi biasanya nutrisi tersedia dalam jumlah yang cukup besar.



**Gambar 4.** Nilai Rerata Kelimpahan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) Makrozoobenthos Berdasarkan Stasiun di Setiap Lokasi dengan Perbedaan Kondisi Ekosistem Mangrove.

Nilai rerata kelimpahan ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) makrozoobenthos secara stasiun pengambilan antar lokasi tidak jauh berbeda, dimana kelimpahan tertinggi ditemukan di Lokasi Karanganyar 2 Stasiun 3. Kelimpahan tertinggi di Lokasi Karanganyar 2 Stasiun 3 dapat dikarenakan produksi serasah yang kemudian menjadi bahan organik dan makanan untuk makrozoobenthos. Serasah daun mangrove serta limbah organik yang kaya akan bahan organik saat sudah di dekomposisi oleh dekomposer lambat laun akan mengendap di sedimen. Jenis *silty loam* ini dalam kapasitas menahan nutrisi lebih baik dibandingkan dengan yang berjenis pasir (Miller, 1992 dalam Effendi, 2003).

Sedangkan kelimpahan yang terendah adalah Lokasi Maron Stasiun 3. Lokasi Maron Stasiun 3 yang berdekatan dengan garis pantai akan lebih dipengaruhi oleh kondisi lingkungan sekitar. Zulfiandi *et al.* (2011) memperkuat

bahwa kelimpahan makrozoobenthos paling rendah berada di mulut muara atau yang berhadapan langsung dengan laut. pengaruh baik secara langsung pasang surut air laut, penguapan (evaporasi) dan terjadinya hujan (presipitasi) yang kemudian mengakibatkan terjadinya perubahan, seperti suhu dan salinitas secara fluktuatif maupun dinamis.

**Indeks Keanekaragaman Jenis ( $H'$ ),  
 Indeks Keseragaman Jenis ( $e$ ) dan  
 Indeks Dominansi (C)  
 Makrozoobenthos**

Berdasarkan hasil pengamatan dan penganalisaan didapatkan nilai keanekaragaman jenis ( $H'$ ) di setiap lokasi berkisar diantara 1,55 – 3,71. Nilai indeks keseragaman jenis berkisar antara 0,51 – 0,96. Nilai dominansi (C) tertinggi adalah pada Stasiun 1 Lokasi Karanganyar 1 (pengambilan ketiga) yakni nilai indeks dominansi  $\geq 0,5$  (ada dominansi spesies) dan sebagian yang lain adalah  $< 0,5$  (tidak ada dominansi spesies).



**Tabel 1.** Nilai Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman dan Indeks Dominasi

Waktu Penelitian	Lokasi	Stasiun	Indeks Komunitas		
			H (*)	e (**)	C (***)
2-Nov-13	Karanganyar 1	1	2,22	0,62	0,38
		2	3,58	0,88	0,12
		3	2,86	0,80	0,20
2-Nov-13	Karanganyar 2	1	2,32	0,61	0,39
		2	1,75	0,51	0,49
		3	2,48	0,65	0,35
3-Nov-13	Maron	1	3,54	0,93	0,07
		2	2,90	0,87	0,13
		3	2,23	0,96	0,22
16-Nov-13	Karanganyar 1	1	2,93	0,70	0,04
		2	3,03	0,82	0,18
		3	3,56	0,94	0,06
16-Nov-13	Karanganyar 2	1	1,99	0,55	0,45
		2	2,03	0,53	0,47
		3	2,93	0,54	0,46
17-Nov-13	Maron	1	3,71	0,86	0,14
		2	1,55	0,55	0,45
		3	2,10	0,61	0,39
30-Nov-13	Karanganyar 1	1	1,77	0,44	0,56
		2	2,71	0,66	0,34
		3	3,15	0,91	0,09
30-Nov-13	Karanganyar 2	1	2,93	0,77	0,23
		2	2,05	0,55	0,45
		3	2,61	0,67	0,33
1-Dec-13	Maron	1	3,13	0,85	0,15
		2	2,39	0,65	0,35
		3	2,38	0,69	0,31

Pada Lokasi Karanganyar 1 stasiun 1 yang terdapat dominansi salah satu genera (indeks dominansi melebihi 0,5), yakni *Cerithidea* sp. Hal ini disebabkan oleh, *Cerithidea* sp. merupakan salah satu benthos yang habitatnya di substrat berlumpur seperti substrat pada Lokasi Karanganyar 1. Adanya dominansi karena kondisi lingkungan yang sangat

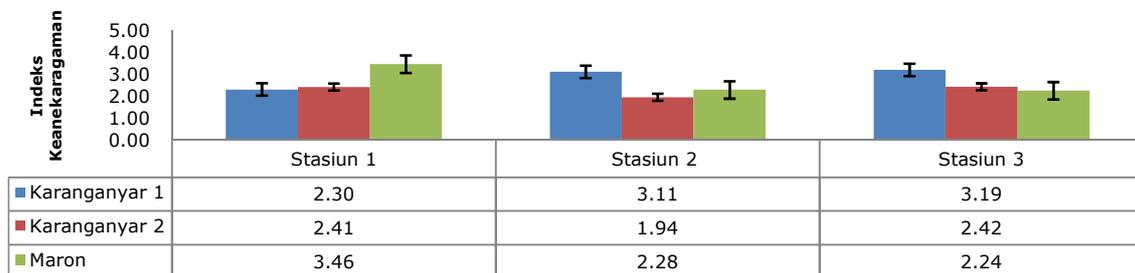
menguntungkan dalam mendukung pertumbuhan spesies tertentu atau persebarannya yang luas. *Cerithiidae* berlimpah di substrat lumpur seperti di ekosistem mangrove. Selain itu, kelompok ini pun berlimpah pada substrat keras subtidal dan pada beberapa substrat berbatu. Sebagian besar spesies

menunjukkan preferensi habitat yang berbeda (Janssen *et al.*, 2011).

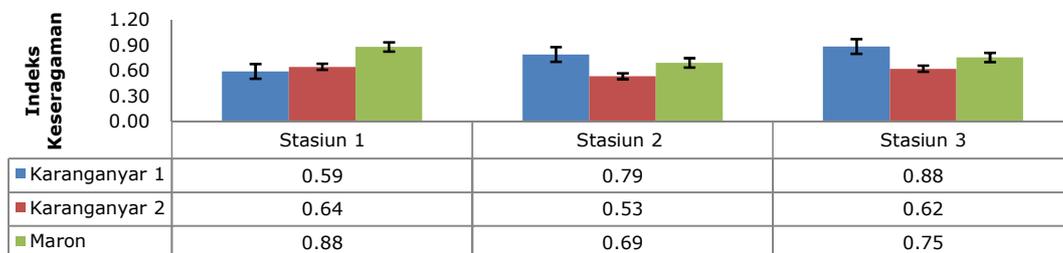
Lokasi Maron Stasiun 1 periode pengambilan kedua yang memiliki kepadatan ekosistem mangrove yang sangat padat, mendapatkan nilai tertinggi baik keanekaragaman dan keseragaman, serta tidak ada dominansi. Faktor abiotik seperti kekeruhan pada Stasiun 1 berkategori kecil, yakni 5,01 NTU. Antara kecerahan, kekeruhan, padatan tersuspensi dan kedalaman memiliki hubungan diantaranya. Kecerahan perairan dipengaruhi langsung oleh partikel yang tersuspensi didalamnya, semakin kurang partikel yang tersuspensi maka kecerahan air akan semakin tinggi. Nilai TSS di Stasiun 1 Lokasi Maron didapatkan kurang

dari 25 NTU, sehingga tidak berpengaruh untuk kepentingan perikanan.

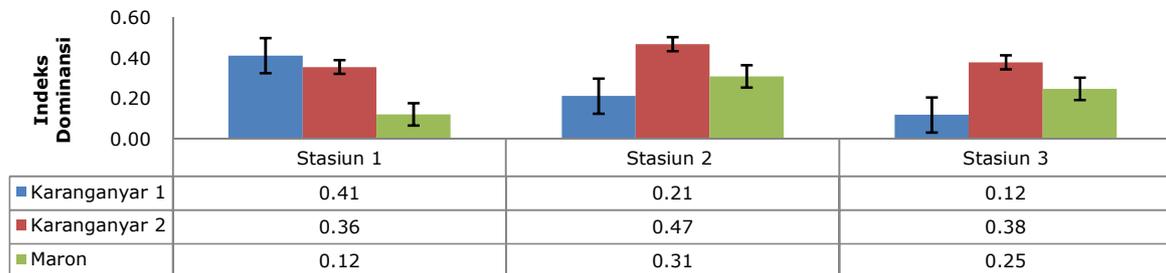
Berdasarkan rerata stasiun disetiap lokasi, didapatkan indeks keanekaragaman tertinggi adalah di Lokasi Maron Stasiun 1 periode pengambilan kedua. Pada pengambilan periode ini didapatkan jumlah genus sebanyak 20 dan tidak terjadi dominansi. Keseragaman tertinggi adalah di Lokasi Maron Stasiun 1 dan Lokasi Karanganyar 1 Stasiun 3. Hal ini dapat diduga karena kandungan oksigen terlarut (DO) di Lokasi Maron adalah 5,29 mg/L dan lebih besar dibandingkan dengan kandungan oksigen pada Lokasi Karanganyar 1 atau 2, yakni <4 mg/L. Ulfa *et al.*, (2011) pun mengatakan bahwa semakin tinggi kadar oksigen maka jumlah bentos semakin besar.



**Gambar 5.** Nilai Rerata Indeks Keanekaragaman Makrozoobenthos Berdasarkan Stasiun di Setiap Lokasi dengan Perbedaan Kondisi Ekosistem Mangrove.



**Gambar 6.** Nilai Rerata Indeks Keseragaman Makrozoobenthos Berdasarkan Stasiun di Setiap Lokasi dengan Perbedaan Kondisi Ekosistem Mangrove.



**Gambar 7.** Nilai Rerata Indeks Dominansi Makrozoobenthos Berdasarkan Stasiun di Setiap Lokasi dengan Perbedaan Kondisi Ekosistem Mangrove.

Indeks keanekaragaman dan indeks keseragaman berkategori sedang, namun nilai indeks dominansi lebih tinggi dibanding lainnya adalah pada Lokasi Karanganyar 2 Stasiun 2. Nilai kecil yang terjadi di lokasi ini dapat dikarenakan nilai DO yang rendah (3,17 mg/L) dan BOD yang tinggi (44 mg/L). Menurut Lee *et al.* (1978), DO yang bernilai 2,0 - 4,4 mg/L adalah berkategori tercemar sedang. Sedangkan untuk nilai BOD yang lebih dari 15 mg/L tergolong dalam tercemar berat. Nilai COD dan nutrisi pun di Lokasi Karanganyar 2 memiliki nilai yang melebihi baku mutu. Keberadaan bahan organik melebihi ambang batas sewajarnya maka kedudukan bahan organik tersebut dianggap sebagai bahan pencemar, yang kemudian akan mempengaruhi keberadaan makrozoobenthos itu sendiri.

Kehadiran Copepoda yang mendominasi dan melimpah di Lokasi Karanganyar 2 dapat dikategorikan bahwa kualitas perairan berada antara tercemar ringan hingga sedang. Copepoda merupakan salah satu bioindikator yang toleran terhadap pencemaran, terutama bahan organik (Kovatch *et al.*, 2000). Dominansi kelas Polychaeta pun terlihat pada Lokasi Karanganyar 2 ini. Menurut Priyono (2004) dalam Onrizal *et al.* (2009) bahwa cacing dari jenis Polychaeta dapat menjadi indikator

terjadinya pencemaran yang representatif di kawasan ekosistem mangrove. Jenis yang ditemukan pada Stasiun 1, diantaranya adalah famili Eunicidae, Capitellidae dan famili Spionidae. Capitellidae memperlihatkan korelasi yang positif signifikan terhadap pengayaan bahan organik ataupun nutrisi dalam lingkungannya (Zhe-Cai *et al.*, 2013). Begitupun dengan Famili Spionidae yang telah banyak digunakan peneliti untuk menjadi bioindikator lingkungan (Al Hakim, 1993). Sedangkan famili Eunicidae merupakan Polychaeta yang dalam mendapatkan makanannya termasuk dalam karnivora. Famili ini memiliki bentuk rahang yang besar, taring yang kuat sehingga memudahkan dalam memangsa mangsanya (Beesley *et al.*, 2000). Faktor biotik seperti persaingan antar individu pun mempengaruhi dominansi suatu biota.

## KESIMPULAN

Keberadaan makrozoobenthos lebih dipengaruhi oleh jenis substrat dibandingkan dengan kondisi ekosistem mangrove.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan jurnal ilmiah.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Al Hakim, L.I. 1991. *Paraprionospio pinnata* (Ehlers, 1901) (Polychaeta:Spionidae), Kemungkinan Pemanfaatannya Sebagai Hewan Bioindikator. *Oseana.*, 16(2):21-34.
- Beesley P.L., Ross, G.J.B. and Glasby, C.J.(eds). 2000. Polychaetes & Allies The Southern Synthesis. Fauna of Australia. Vol. 4A Polychaeta, Myzostomida, Pogonophora, Echiura. CSIRO Publishing, Melbourne xii, 465 p.
- Bengen, D.G. 2004. Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Alam Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolannya. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Laut (PKSPL) IPB, Bogor.
- Daeur, D.M. 1993. Biological Criteria, Environmental Health and Estuarine Macrobenthic Community Structure. *Marine Pollution Bulletin.*, 26(5): 249-257.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah. 2013. Laporan Identifikasi Kerusakan dan Perencanaan Rehabilitasi Pantura Jawa Tengah. Dinas Kelautan dan Perikanan. Semarang. (tidak dipublikasikan).
- Effendi,H. 2003. Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius, Yogyakarta. 258 hlm.
- Janssen, R., Martin Zuschin and Christian Baal. 2011. Gastropods and their habitats from the northern Red Sea (Egypt:Safaga) Part 2: Caenogastropoda: Sorbeoconcha and Littorinimorpha. *Ann.Naturhist.Mus.Wien, Serie A.*,113: 373-509.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/2004.Baku Mutu Air untuk Biota Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 9 hlm.
- Kovatch, C.E., Nikolaos V.S., Thomas C., Bruce C.C., dan Joseph M.Q. 2000. Tolerance and Genetic Relatedness of Three Meiobenthic Copepod Populations Exposed to Sediment-Associated Contaminant Mixtures: Role of Environmental History. *Environmental Toxicology and Chemistry.*, 19(4): 912-919.
- Lee,C.D,D.B. Wang and C.L. Kuo. 1978. Benthic Macroinvertebrates and Fish as Biological Indicators of Water Quality, with References on Water Pollution Control in Developing Countries. Bangkok, Thailand. 233-238 p.
- Moka, W. 2003. Hewan Akuatik Sebagai Indikator Perairan. FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Onrizal, Fernandes SP.S., dan Hesti W. 2009. Keanekaragaman Makrozoobenthos pada Hutan Mangrove yang direhabilitasi di Pantai Timur Sumatera Utara.*Jurnal Natur Indonesia*, 11(2): 94-103.
- Rositasari, R. 2001. Indonesia menuju manajemen wilayah pesisir yang terintegrasi. *Oseana.*, Vol XXVI (2): 25-34.
- Sahin, S.K. 2012.Gastropod Species Distribution and its relation with some Physico-chemical Parameters of the Malatya's Streams (East Anatolia, Turkey).*Acta Zoo. Bulg.*, 64(2): 129-134.
- Sasekumar. 1974. Distribuiton of Macrofauna on a Malayan Mangrove Shore. *J. Anim. Ecol.*, 43:51-69.



- Tobing, I.S. 2009. Kondisi Perairan Pantai Sekitar Merak, Banten Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Jenis Benthos. *VIS VITALIS.*, 2(2): 31-40.
- Ulfa, Y., Widianingsih, dan M. Zainuri. 2011. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Wilayah Morosari Desa Bedono Kecamatan Sayung Demak. *Journal of Marine Research.*, 1(2): 188-196.
- Yusuf, Muh. dan Gentur Handoyo. 2004 Dampak Pencemaran Terhadap Kualitas Perairan dan Strategi Adaptasi Organisme Makrobentos di Perairan Pulau Tirangcawang Semarang. *Ilmu Kelautan.*, 9(1): 12-42.
- Zhe-Cai, L. Jiang-Shiou Hwang, Hans-Uwe Dahms, Su-Jing Fu, Xin-Wei Chen dan Chen Wu. 2013. Does High Organic Matter Content Affect Polychaete Assemblages in A Shenzhen Bay Mudflat, China?. *Journal of Marine Science and Technology.* 21: 274-284.
- Zulfiandi, M. Zainuri, dan Retno H. 2011. Struktur Komunitas Makrozoobenthos di Perairan Pandansari Kecamatan Sayung Kabupaten Demak. *Journal of Marine Research.*, 1(1): 62-66.