

Komunitas Makrozoobentos pada Substrat Dasar Lunak di Muara Sungai Wulan, Demak

Narendra Prasidya Wishnu*, Retno Hartati, Jusup Suprijanto, Nirwani Soenardjo,
Gunawan Widi Santosa

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof.H.Soedarto S.H, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Email: narepw@gmail.com

Abstrak

Muara Sungai Wulan yang terletak di Pantai Demak, Jawa Tengah, merupakan habitat yang baik bagi komunitas makrozoobentos. Habitat tersebut dicirikan dengan sedimen pasir, lanau dan lempung, karena pada beberapa tempat merupakan substrat dasar lunak yang didominasi oleh sedimen lanau. Identifikasi jenis makrozoobentos dan analisis keanekaragamannya penting untuk menentukan kondisi ekosistem substrat lunak tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan mengetahui struktur komunitas makrozoobentos pada substrat lunak di perairan Delta Wulan, Demak. Metode survei eksploratif diaplikasikan pada penelitian ini dan purposive random sampling dilakukan pada saat mengambil sample sedimen pada 12 titik penelitian dengan menggunakan van veen grab sampler. Analisa makrozoobentos dan ukuran butir dilakukan terhadap sampel sedimen. Penelitian menemukan 24 spesies makrozoobentos yang termasuk dalam 4 filum, yaitu Arthropoda, Cnidaria, Echinodermata dan Moluska. Titik 5 adalah titik dengan nilai kelimpahan dan keanekaragaman tertinggi adalah *Anadara*. Terdapat dominansi 4 species yang berbeda disemua titik pengambilan sampel, yaitu *Anadara* sp., *Paphia* sp., *Cominella* sp. dan *Gemmula* sp. Sedimen pada daerah penelitian termasuk klasifikasi lanau komposisi pasir 2,5-22,14%, lanau 67,82-94,79% dan lempung 0-22,86% serta kandungan bahan organik total yang dikategorikan rendah-sedang dengan nilai berkisar 3,0-14,83%. Adanya dominansi jenis tersebut, maka substrat lunak merupakan habitat yang baik untuk moluska, khususnya bivalvia, sehingga daerah tersebut menjadi tempat penangkapan kerang.

Kata kunci : *Anadara* sp., substrat lunak, bivalvia

Abstract

Macrozoobenthos Community Structure of Soft-Bottom Substrate in Wulan estuary of Demak

Wulan estuary, located in Demak regency, Central Java, is a suitable habitat for the macrozoobenthos community. The habitat is characterized by sand, silt, and clay sediments, which in some places are soft substrates dominated by silt sediments. Identification of macrozoobenthos types and diversity analysis is important to determine the condition of the soft substrate ecosystem. The purpose of this study was to identify species and determine the structure of the macrozoobenthos community on soft substrates in the waters of Delta Wulan, Demak. Explorative survey method was applied in this study while purposive random sampling was carried out to collect the sediment samples at 12 research stations using a Van Veen grab sampler. Macrozoobenthos and grain size analyzes were performed used the sediment samples obtained. The study found 24 species of macrozoobenthos, which included 4 phyla, namely Arthropods, Cnidaria, Echinoderms and Molluscs. Station 5 has the highest value of abundance and diversity *Anadara*. Four different genera are dominant at all sampling points, namely *Anadara* sp., *Paphia* sp., *Cominella* sp., and *Gemmula* sp. Sediments in the study area included silt classification in which the composition of sand 2,5-22,14%, the silt of 67,82-94,79%, and loam of 0-22,86% and total organic matter content which was categorized as low-moderate with values ranging from 3,0-14,83%. The dominance evidence in this estuary concluded that soft substrate is a suitable habitat for mollusks, primarily bivalves; therefore this was the capture area of bivalve.

Keywords : *Anadara* sp., Soft-Bottom, Bivalve

PENDAHULUAN

Makrozoobentos adalah hewan yang hidup di dasar perairan (substrat) baik yang sesil, merayap maupun menggali lubang yang berukuran lebih dari 1 mm. Mereka memiliki peran yang penting dalam ekosistem perairan (Irmawan *et al.*, 2010), yaitu berperan dalam transfer energi melalui rantai makanan (Roy dan Gupta, 2010), sebagai penyeimbang nutrisi dalam lingkungan perairan (Minggawati, 2013), serta berkontribusi sangat besar terhadap fungsi ekosistem perairan (Vyas dan Bhawsar, 2013) dan siklus nutrient di muara sungai (Politi *et al.*, 2019). Komposisi makrozoobentos dapat merespon terhadap perubahan variasi karakteristik fisika-kimia air di atasnya (Stamenkovic dan Smiljkov, 2010).

Muara merupakan ekosistem yang sangat produktif, menyediakan jasa ekologis yang penting. Perairan muara Sungai Wulan merupakan kawasan bermangrove yang mengalami perkembangan dari waktu ke waktu karena aktivitas pasang surut. Sungai Wulan terbagi menjadi dua, yaitu muara lama dan muara baru. Tiap bagian muara menerima transfer sedimen yang berasal dari hulu. Penumpukan sedimen di muara sungai tersebut juga terjadi karena aktivitas tambak yang banyak terdapat di sekitar perairan tersebut (Atmojo *et al.*, 2015).

Sedimentasi tidak hanya akan sangat berpengaruh secara fisik terhadap komunitas zoobentos, namun juga melalui perubahan komposisi sedimen, input bahan organik dan nutrien. Penelitian Chou *et al.* (2004) menunjukkan terdapat hubungan yang erat antara perubahan komunitas organisme benthik dengan faksi lempung/lanau di sedimen. Foulquier *et al.* (2020) juga menyimpulkan bahwa tipe sedimen sangat berpengaruh terhadap struktur komunitas hewan benthos. Organisme yang dapat terpengaruh dengan adanya perubahan pada ekosistem tersebut adalah makrozoobentos, baik yang infauna maupun epifauna dikarenakan sifatnya yang menetap (Ario dan Handoyo, 2002; Kendra *et al.*, 2013). Menurut Foulquier *et al.* (2020), pada meiofauna yang hidup di substrat dasar lunak dipengaruhi oleh faktor kimia-fisika sedimen dan adanya struktur biogeo kimia, walaupun bersifat species-spesifik terhadap jenis biota tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan identifikasi komposisi dan struktur dari komunitas makrozoobentos serta menganalisis sedimen dan bahan organik di substrat dasar lunak muara Sungai Wulan, Demak.

MATERI DAN METODE

Materi yang diteliti adalah biota makrozoobentos dan sedimen pada substrat lunak di 12 stasiun di perairan muara Sungai Wulan, Demak (Gambar 1). Pengukuran suhu air, kecerahan, pH, salinitas dan oksigen terlarut dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel sedimen. Sampling makrozoobentos dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan dengan Van Veen Grab berukuran 0,035m². Sampel disaring dengan saringan benthos bermata saring 1mm, hasilnya di masukkan dalam plastik sampel dan diawetkan dengan larutan formalin 10% dengan pewarnaan *rose bengal* (Caulle *et al.*, 2015). Organisme makrozoobentos dalam plastik sampel disortir dan dimasukkan dalam botol sampel yang diberi larutan pengawet alkohol 70% untuk selanjutnya diidentifikasi dengan menggunakan referensi Clark dan Rowe *et al.* (1971), Vaught (1989), Colin dan Arneson (1995), Carpenter dan Niem (1998). Hasil identifikasi sampel kemudian dihitung nilai kelimpahannya serta dianalisa struktur komunitasnya dengan menggunakan Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (e) dan Dominansi (C).

Makrozoobentos yang telah diidentifikasi dihitung kelimpahannya dengan rumus Shannon-Weaver (Krebs, 1989). Keanekaragaman makrozoobentos dapat dihitung dengan menggunakan indeks keanekaragaman Shannon-Weaver (Krebs, 1989). Dan terdapat 3 kategori indeks keanekaragaman, $H' < 1$: Keanekaragaman rendah; $1 < H' < 3$: Keanekaragaman sedang; $H' > 3$: Keanekaragaman tinggi

Keseragaman dikatakan sebagai keseimbangan, yaitu komposisi individu tiap spesies yang terdapat dalam komunitas. Indeks keseragaman organisme makrozoobentos dihitung menggunakan rumus indeks Evenness (Krebs, 1989).

Krebs (1989), mengatakan besarnya indeks keseragaman jenis berkisar $0 < E < 0.4$: Keseragaman rendah; $0.4 < E < 0.6$ = Keseragaman sedang; $E > 0.6$ = Keseragaman tinggi.

Indeks dominansi digunakan untuk menunjukkan ada tidaknya organisme makrozoobentos yang mendominasi suatu lingkungan perairan. Indeks dominansi organisme makrozoobentos dihitung menggunakan rumus Krebs (1989), dengan kriteria sebagai berikut: $0 < C < 0,5$ = tak ada jenis yang mendominasi; $0,5 < C < 1$ = terdapat jenis yang mendominasi.

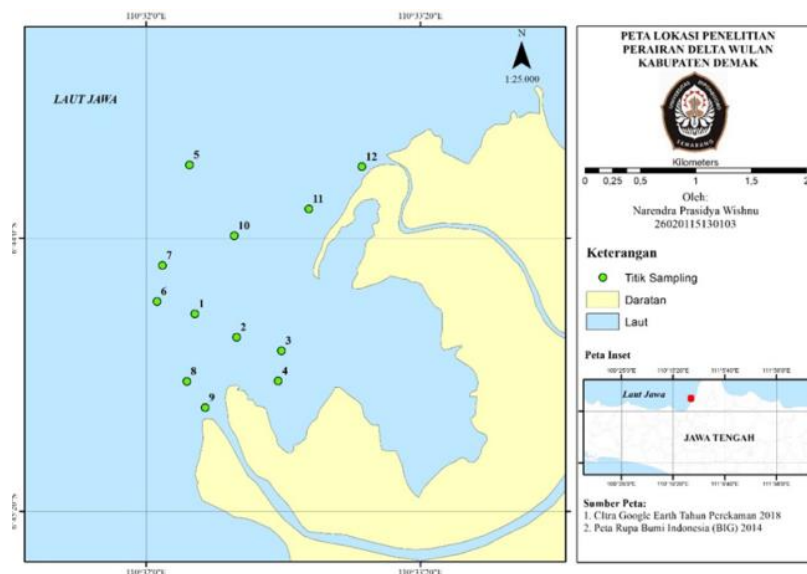
Substrat dasar dianalisa ukuran butirnya untuk mengetahui jenis sedimen dengan menggunakan metode penyaringan kering yang mengacu pada Lopez (2017), untuk mengklasifikasikan substrat berdasarkan skala Wentworth. Kadar bahan organik total substrat dianalisis dengan metode pembakaran dengan suhu tinggi berdasarkan Wang *et al.* (2011).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan ukuran tubuhnya bentos dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu makrobentos (lebih dari 1,0 mm), mesobentos (0,1-1,0 mm), dan mikrobentos. (kurang dari 0,1 mm) (Bett, 2013). Substrat dasar di muara Sungai Wulan yang menjadi penelitian ini dikategorikan sebagai sedimen lanau dengan kadar lanau berkisar 67,82 % di Stasiun 3 sampai 94,79% di Stasiun 9 dengan campuran sedikit pasir dan ada/tidak ada lempung (Gambar 2).

Hasil identifikasi makrozoobentos pada sedimen dasar lunak di muara Sungai Wulan ditemukan 24 genus yang termasuk dalam filum Arthropoda (Malacostraca), Cnidaria (Scyphozoa, Anthozoa), Echinodermata (Asteroidea, Holothuroidea) dan Moluska (Cephalopoda, Bivalvia; Gastropoda). Jumlah genus yang ditemukan bervariasi, dari 4 (Stasiun 11 dan 12) sampai 12 genus (di Stasiun 2 dan 5) (Gambar 3). Gastropoda *Notocochlis* sp. merupakan biota yang paling sering ditemukan, sedangkan Schipozoa (*Rhizostoma* sp.), Anthozoa (*Macroactyla* sp.) dan Asteroidea (*Astropecten* sp.) masing-masing hanya ditemukan di satu stasiun. Makrozoobentos yang ditemukan pada

lokasi penelitian di dominasi oleh filum Moluska (15 genera) diduga dipengaruhi oleh kondisi ekosistem muara yang terdapat aliran sungai yang membawa sedimen ke lokasi penelitian dan menyebabkan substrat berlumpur yang merupakan habitat moluska terutama pada kelas bivalvia (kerang) dan gastropoda yang menyukai daerah berlumpur. Menurut Chou *et al.* (2004) pada habitat yang relative tidak terganggu, bentos seperti krustasea dan moluska akan lebih banyak. Komunitas makrozoobentos substrat dasar lunak terdiri atas kelompok berupa Moluska, Polychaeta, Krustasea dan Echinodermata (Foulquier *et al.*, 2020). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok yang mendominasi lokasi penelitian adalah Moluska (15 jenis) dan Malacostraca (5 jenis). Terdapat juga kelompok Echinodermata yang diwakili oleh 2 jenis yaitu *Acaudina* sp. dan *Astropecten* sp. Ketiadaan dari kelompok Polychaeta menandakan bahwa lokasi penelitian tersebut memiliki kualitas perairan yang rendah. Pernyataan tersebut dikuatkan oleh Chang *et al.*, (1992) yang menyatakan bahwa komunitas makrozoobentos substrat dasar lunak dipengaruhi oleh polusi industri dan domestik, dimana terdapat kawasan penduduk yang terletak pada jalur sungai yang menuju muara Sungai Wulan (Atmojoet *al.*, 2015). Kelompok moluska (bivalvia dan gastropoda) merupakan organisme ciri khas dari komunitas bentik estuari, dikarenakan kemampuan adaptasi organisme tersebut sangat baik terhadap perairan estuari yang fluktuatif. Kelompok tersebut memiliki cangkang yang keras yang lebih memungkinkan untuk bertahan hidup



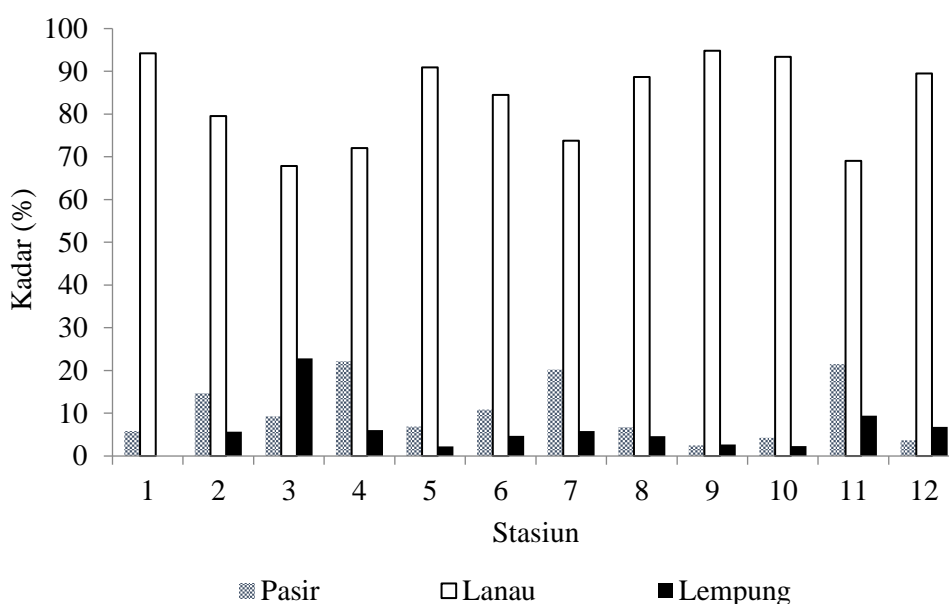
Gambar 1. Peta lokasi dan stasiun penelitian di Perairan Muara Sungai Wulan, Demak

dibandingkan dengan Malacostraca. Sedikitnya jumlah individu yang ditemukan dapat disebabkan oleh substrat yang lanau yang pada umumnya sedikit mengandung oksigen, sehingga menghambat pertumbuhan makrozoobentos (Hartati dan Awaluddin, 2007).

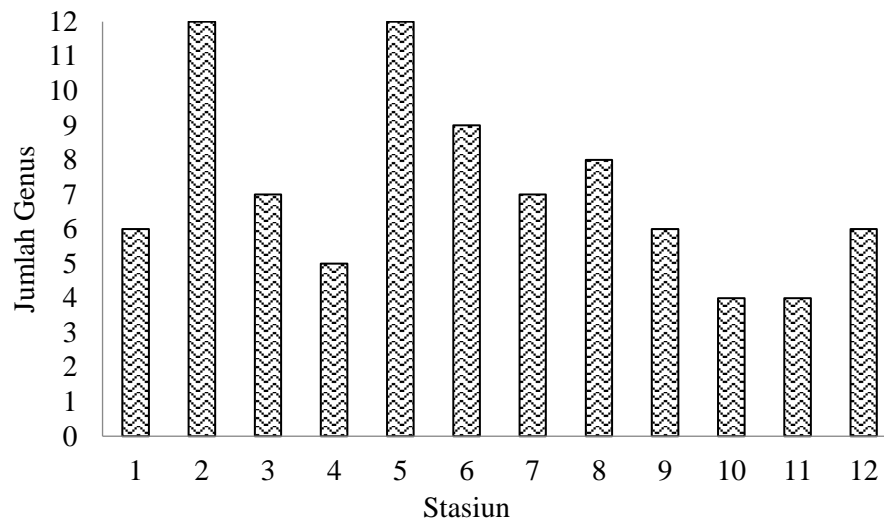
Kelimpahan makrozoobentos di substrat dasar lunak muara Sungai Wulan bervariasi antar stasiun, yaitu berkisar 170-564 ind/m (Gambar 4). Hasil tertinggi terdapat pada Stasiun 5 sebanyak 564 ind/m². Tingginya kelimpahan tersebut disebabkan oleh adanya kelimpahan dari suatu kelompok yaitu bivalvia seperti *Anadara* sp., *Meretrix* sp. dan *Paphia* sp. Kelompok bivalvia memiliki daya adaptasi tinggi terhadap faktor fisik (substrat, suhu dan salinitas) sehingga menyebabkan kelompok bivalvia untuk memiliki sebaran yang luas. Bivalvia memiliki daya adaptasi tinggi terutama pada suhu tinggi dan kekeringan, serta ditemukan pada semua jenis substrat dengan relung makanan yang luas (Nepkin *et al.*, 2014). Berdasarkan data diketahui bahwa, yaitu sebanyak 100-128 ind/m, dimana pada stasiun yang berlokasi di dekat mulut sungai tersebut memiliki karakteristik substrat lanau dengan kadar bahan organik sebesar 3,0-7,67% yang dikategorikan rendah-sedang. Hasil tersebut menandakan bahwa kelimpahan dari *Anadara* sp. dipengaruhi oleh jenis substrat dan kadar bahan organik suatu lokasi. Pernyataan tersebut didukung oleh Lindawaty *et al.* (2016), yang menyatakan bahwa *Anadara* sp. umumnya ditemukan di substrat halus di daerah intertidal

yang berbatasan dengan mangrovedan pertumbuhannya lebih baik pada substrat lanau dibandingkan dengan substrat pasir yang berkadar bahan organik rendah sehingga menyebabkan kelimpahan *Anadara* sp. Menjadi tinggi. Chou *et al.*, (2004), menyatakan bahwa distribusi dari makrozoobentos substrat dasar lunak dapat dikorelasikan dengan jenis sedimen. Kelimpahan terendah terdapat pada Stasiun 10 dengan nilai 170 ind/m. Hal ini diduga karena lokasi tersebut yang memiliki nilai oksigen terlarut di perairan yang relatif rendah sehingga mempengaruhi kelimpahan pada titik tersebut. Stasiun 10 merupakan lokasi yang terletak dekat dengan pertambakan, yang dapat menghasilkan limbah sehingga mempengaruhi kelimpahan pada stasiun tersebut. Jumlah jenis dapat berkurang jika terjadi perubahan lingkungan yang sangat ekstrim yaitu tekanan lingkungan secara fisika, kimia maupun biologi (Nepkin *et al.*, 2014). Kondisi substrat yang sesuai namun tidak didukung oleh kondisi lingkungan yang baik maka akan mengganggu komunitas yang terdapat didalamnya (Zulfiandi *et al.*, 2012). Kandungan bahan organik total bervariasi antara rendah (2,67% di Stasiun 1 dan 5) dan tinggi (14,83%) di Stasiun 3 dan 11. Sedimen dasar lunak terdiri dari pasir, lanau dan lempung dengan kadar lanau yang paling tinggi di semua stasiun (Gambar 2).

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman (H') dan keseragaman (e) makrozoobentos di substrat dasar lunak di muara Sungai Wulan menunjukkan angka yang bervariasi sedangkan



Gambar 2. Hasil analisa butiran substrat dasar tiap stasiun penelitian di muara Sungai Wulan, Demak



Gambar 3. Jumlah genus makrozoobentos yang ditemukan di setiap stasiun di substrat dasar lunak di muara Sungai Wulan

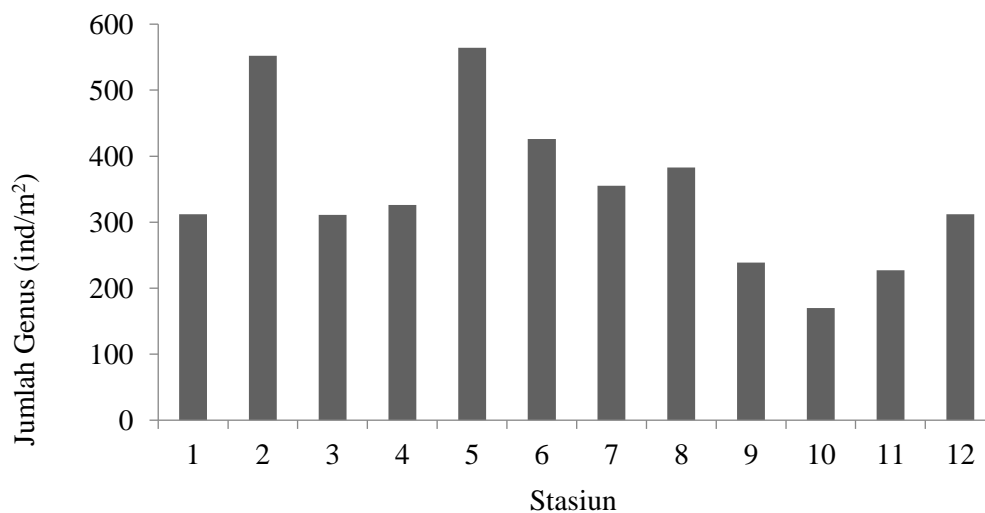
indeks dominansi (C) yang disajikan pada Tabel 1, memperlihatkan adanya dominansi satu jenis makrozoobentos di stasiun tersebut. Indeks keanekaragaman makrozoobentos di perairan muara Sungai Wulan dengan substrat dasar lunak keseluruhan termasuk ke dalam kategori sedang sampai tinggi dengan kisaran nilai 1,78-3,43 (Tabel 1). Suatu komunitas dikatakan memiliki keanekaragaman jenis tinggi, jika kelimpahan masing-masing jenis tinggi dan sebaliknya keanekaragaman jenis bernilai rendah jika hanya ditemukan beberapa jenis yang melimpah (Kendra *et al.*, 2013). Nilai keanekaragaman dipengaruhi oleh banyaknya jenis dan merata atau tidaknya nilai kelimpahan suatu individu tiap jenisnya (Nephtin *et al.*, 2014). Berdasarkan nilai keanekaragaman di lokasi penelitian ditemukan satu stasiun dengan nilai paling rendah yang tergolong dalam kategori sedang yaitu Stasiun 10 dengan nilai 1,78. Diduga hal tersebut dipengaruhi oleh jumlah jenis yang terdapat pada Stasiun 10 (4 jenis) yang lebih sedikit dibandingkan dengan stasiun yang lain. Menurut Ulum *et al.*, (2012), keanekaragaman mengekspresikan variasi jenis yang ada dalam suatu ekosistem, dimana kestabilan ekosistem memiliki indeks keanekaragaman yang tinggi dan sebaliknya, jika suatu ekosistem memiliki indeks keanekaragaman yang rendah maka mengindikasikan ekosistem berada makrozoobentos di substrat dasar lunak muara Sungai Wulan, Demak secara keseluruhan termasuk ke dalam kategori sedang dengan nilai

0,39–0,75 (Tabel 1). Hal ini diduga nilai keseragaman sedang menunjukkan sebaran jumlah individu tiap jenis tidak sama dan cenderung didominasi oleh jenis tertentu (*Anadara sp.*, *Notocochlis sp.*, *Meretrix sp.*), sedangkan untuk keseragaman tinggi memperlihatkan sebaran jumlah individu tiap jenis adalah sama sehingga tidak ada dominansi oleh biota tertentu (Nephtin *et al.*, 2014).

Dominansi dinyatakan sebagai kekayaan jenis suatu komunitas serta keseimbangan jumlah individu setiap jenis. Nilai indeks dominansi yang diperoleh dari penelitian ini adalah 1. Nilai tersebut menunjukkan bahwa adanya dominansi suatu jenis dalam suatu ekosistem (Tabel 1). Keberadaan jenis yang mendominasi menandakan bahwa terdapat perbedaan daya adaptasi tiap jenis terhadap lingkungan. Hal ini diduga pada setiap titik terdapat jenis yang sering ditemukan yang diartikan sebaran jenis makrozoobentos secara individu tidak sama pada tiap titik lokasi penelitian. Nephtin *et al.* (2014), menyatakan bahwa dominansi jenis biota menunjukkan betapa kuatnya jenis yang mendominasi dalam suatu daerah. Menurut Kendra *et al.* (2013), jenis yang mampu beradaptasi dengan lingkungan akan mendominasi daerah tersebut. Pernyataan tersebut diperkuat oleh keberadaan jenis *Anadara sp.* dan *Notocochlis sp.* yang terdapat pada 7 titik lokasi penelitian sehingga menandakan kemampuan adaptasi dari jenis tersebut. Adapun faktor yang mempengaruhi dari nilai dominansi

Tabel 1. Perbandingan Nilai Indeks Keanekaragaman (H'), Keseragaman (e) dan Dominansi (C) makrozoobentos di substrat dasar lunak di muara Sungai Wulan

Titik	Keanekaragaman		Keseragaman		Dominansi	
	H'	Kategori	E	Kategori	C	Kategori
1	2,37	Sedang	0,52	Sedang	1	Ada Dominansi
2	3,34	Tinggi	0,73	Tinggi	1	Ada Dominansi
3	2,63	Sedang	0,57	Sedang	1	Ada Dominansi
4	2,23	Sedang	0,49	Sedang	1	Ada Dominansi
5	3,43	Tinggi	0,75	Tinggi	1	Ada Dominansi
6	2,81	Sedang	0,61	Tinggi	1	Ada Dominansi
7	2,48	Sedang	0,54	Sedang	1	Ada Dominansi
8	2,75	Sedang	0,60	Sedang	1	Ada Dominansi
9	2,38	Sedang	0,52	Sedang	1	Ada Dominansi
10	1,78	Sedang	0,39	Rendah	1	Ada Dominansi
11	1,98	Sedang	0,43	Sedang	1	Ada Dominansi
12	2,18	Sedang	0,48	Sedang	1	Ada Dominansi

**Gambar 4.** Jumlah genus makrozoobentos yang ditemukan di setiap stasiun di substrat dasar lunak di muara Sungai Wulan

adalah faktor curah hujan yang mempengaruhi sebaran dari makrozoobentos yang cenderung bukan sesil. Parameter kualitas air, kadar bahan organik total dan jenis sedimen merupakan faktor yang mempengaruhi struktur komunitas substrat dasarlunak. Hasil pengukuran parameter kualitas air pada semua stasiun bervariasi namun masih berada pada kisaran yang baik untuk hidup makrozoobentos (Foulquier *et al.*, 2020).

KESIMPULAN

Komposisi jenis makrobentos di substrat dasar lunak di muara Sungai Wulan terdiri dari 24 genus dari 4 filum. Nilai kelimpahan tertinggi ditemukan di Stasiun 5 sebanyak 564 ind/m dan terendah pada Stasiun 10 dengan nilai 170 ind/m.

Indeks keanekaragaman termasuk dalam kategori sedang dengan nilai (H') 1,78-3,43 dan indeks keseragaman kategori sedang dengan nilai (e) 0,39-0,75 serta adanya dominansi di setiap titik lokasi penelitian dengan nilai (C) sebesar 1. Dengan adanya dominasi jenis tersebut, maka substrat lunak merupakan habitat yang baik untuk moluska, khususnya bivalvia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ario, R. & Handoyo, G. 2002. Kajian struktur komunitas makrozoobentos sebagai indikator di perairan muara Sungai Ketiwon. *Tegal. Ilmu Kelautan*, 25(7):17-22
- Atmojo, H.T., Wicaksana, H.I., Rizal, A. Cibaj, I., Nugroho, H. & Ralanarko, D. 2015. 3D

- Modelling of Longshore Bar Deposit in Modern Fluvial Dominated Delta, Case Study Wulan Delta, Demak, Central Java Province. Research Report. Diponegoro University, Semarang.
- Bett, B.J. 2013. Characteristic benthic size spectra: potential sampling artefacts. *Marine Ecology Progress Series*. 487:1–6. DOI : 10.3354/meps10441
- Carpenter, K.E. & Niem, V.H. 1998. FAO species identification guide for fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 1. Seaweeds, corals, bivalves and gastropods. FAO, Rome.
- Caulle, C., Mojtahid, M., Gooday, A.J., Jorissen, F.J. & Kitazato, H. 2015. Living (Rose-Bengal-stained) benthic foraminiferal faunas along a strong bottom-water oxygen gradient on the Indian margin (Arabian Sea). *Biogeosciences*, 12:5005–5019. DOI: 10.5194/bg-12-5005-2015
- Chou, L.M., Yu, J.Y. & Loh, T.L.. 2004. Impacts of sedimentation on soft-bottom benthic communities in the southern islands of Singapore. *Hydrobiologia* 515:91–106.
- Clark, A.M. & Rowe, F.W.E. 1971. Monograph of the Shallow-Water Indo-West Pacific Echinoderms. Publication 690, British Museum (Natural History), London. 238pp. + 31pi.
- Colin, P.L. & Arneson, C.. 1995. Tropical Pacific Invertebrates. Coral Reef Press, Beverly Hills, California. vii + 296 p.
- Foulquier, C., Baills, J., Arraud, A., D'Amico, F., Blanchet, H., Rihouey, D., & Bru, N. 2020. Hydrodynamic Conditions Effects on Soft-Bottom Subtidal Nearshore Benthic Community Structure and Distribution. *Journal of Marine Sciences*. Article ID 4674580, 16 pages. DOI : 10.1155/2020/4674580
- Hartati, S.T. & Awaludin. 2007. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Perikanan Indonesia*., 13(2):105–124.
- Irmawan, R.N., Zulkifli, H. & Hendri, M. 2010. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Estuari Kuala Sugihan, Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal*, 53-58
- Kendra, M., Renaud, P.E., Andrade, H., Goszczko, I., & Ambrose Jr., W.G. 2013. Benthic community structure, diversity, and productivity in the shallow Barents Sea bank (Svalbard Bank). *Marine Biology* 160(4): 805–819. DOI : 10.1007/s00227-012-2135-y
- Krebs, C.I. 1989. Ecological Methodology. Harper and Row Publisher, New York. 654 p.
- Lindawaty, I., Dewiyanti, S., & Karina. 2016. Distribusi dan Kepadatan Kerang Dara (*Anadara* sp.) Berdasarkan Tekstur Substrat di Perairan Ulee Lheue Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Kelautan dan Perikanan*, 1(1):114-123.
- Lopez, G. 2017. Grain Size Analysis. Encyclopedia of Earth Science Series. University of Haifa, Israel, pp. 341 – 348.
- Minggawati, I. 2013. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Rawa Banjiran Sungai Rungan, Kota Palangka Raya. *Ilmu Hewani Tropika*, 2(2):64-67.
- Nephin, J., Juniper, S.K., & Archambault, P. 2014. Diversity, Abundance and Community Structure of Benthic Macro- and Megafauna on the Beaufort Shelf and Slope. *PLoS ONE* 9(7): e101556. DOI : 10.1371/journal.pone.0101556
- Politi, T., Zilius, M., Castaldelli, G., Bartoli, M. & Daunys, D. 2019. Estuarine Macrofauna Affects Benthic Biogeochemistry in a Hypertrophic Lagoon. *Water*, 11(1186):1-19. DOI : 10.3390/w11061186
- Roy, S. & Gupta, A. 2010. Molluscan Diversity in River Barak and its Tributaries. India. *Biology and Environmental Science*, 5(1): 109-113.
- Stamenkovic, V.S. & Smiljkov, S. 2010. Structural Characteristic of Benthic Macroinvertebrate in the Mantovo Reservoir. Republic of Macedonia. 8 p
- Ulum, M.M., Widianingsih, & Hartati, R.. 2012. Komposisi dan Kelimpahan Makrozoobentos Krustasea di Kawasan Vegetasi Mangrove Kel. Tugurejo, Kec. Tugu, Kota Semarang. *Journal of Marine Research*. 1(2) : 243-251.
- Vaught, K.C. 1989. A Classification of the Living Mollusca. American Malacologists, Inc., Melbourne, Florida. 189pp.
- Vyas, V. & Bhawsar, A. 2013. Benthic Community Structure in Barna Stream Network of Narmada River Basin. *International Journal of Environmental Biology*, 03(2):57-63.
- Wang, Q., Li, Y., & Wang, Y. 2011. Optimizing the weight loss-on-ignition methodology to quantify organic and carbonate carbon of sediments from diverse sources. *Environmental Monitoring and Assessment*, 174: 241–257

Zulfiandi, Zainuri M., & Hartati R. 2012. Struktur Komunitas Makrozoobentos Di Perairan Pandansari Kecamatan Sayung Kabupaten

Demak. *Journal of Marine Research* 1(1) : 62-66.