

BIONATURE

p-ISSN 1411 - 4720

e-ISSN 2654 - 5160

Abstract. *The research aims to analyze ecological value of meiofauna as bioindicator in Losari Coast, Makassar. The total meiofauna abundance was 66791 indiv/m², consisted of 12 phylum and 91 species/genus. The stations located at the mouth of the Jeneberang River, Tanjung Merdeka, and the Tallo River are research sites with high levels of abundance, due to the presence of organic contaminants produced by surrounding anthropogenic activity that trigger high growth of meiofauna. ostracoda, oligochaeta, tunicata and ciliophora are the phylum with high levels of abundance compared to other meiofauna, as it that phylum has a high adaptability to the entry of pollutant material in the water. Diversity index and evenness indicates the meiofauna in the Losari Coast categorized by a high level of diversity and evenly distributed. While dominance index indicated that no dominant meifauna species, except at research stations located around the Losari Beach reclamation project.*
Keywords: *Abundance, meiofauna, anthropogenic, Coastal Losari Beach, Makassar.*

Muh. Sri Yusal

*STKIP-Pembangunan Indonesia
Makassar
Indonesia*

Muh. Aris Marfai

*Universitas Gadjah Mada
Indonesia*

Suwarno Hadisusanto

*Universitas Gadjah Mada
Indonesia*

Nurul Khakhim

*Universitas Gadjah Mada
Indonesia*

Analisis Ekologis Meiofauna sebagai Bioindikator di Pesisir Pantai Losari Makassar

Muh. Sri Yusal*

Muh. Aris Marfai

Suwarno Hadisusanto

Nurul Khakhim

Abstrak. *Penelitian untuk menganalisis nilai ekologis meiofauna sebagai bioindikator kualitas perairan di Pesisir Pantai Losari, Makassar. Total kelimpahan meiofauna yang ditemukan selama penelitian 66791 indiv/m², terdiri dari 12 phylum dan 91 spesies atau genus. Stasiun yang berada di muara Sungai Jeneberang, Tanjung Merdeka, dan Muara Sungai Tallo merupakan lokasi penelitian dengan tingkat kelimpahan yang tinggi, keadaan ini memungkinkan adanya bahan cemaran organik yang dihasilkan oleh aktivitas antropogenik di sekitarnya yang memicu tingginya pertumbuhan meiofauna di lokasi tersebut. Phylum ostracoda, oligochaeta, tunicata dan ciliophora merupakan phylum dengan tingkat kelimpahan yang tinggi di bandingkan phylum meiofauna lainnya, karena phylum tersebut memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap masuknya bahan polutan yang masuk ke dalam perairan. Kisaran indeks keanekaragaman dan keseragaman menunjukkan bahwa jenis meiofauna di pesisir Pantai Losari dikategorikan dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi dan merata. Sedangkan Indeks dominansi menunjukkan bahwa tidak ditemukan jenis meiofauna yang dominan, kecuali di stasiun penelitian yang berada di sekitar proyek reklamasi Pantai Losari.*

Kata Kunci: *kelimpahan, meiofauna, antropogenik, pesisir pantai losari, makassar.*

Pendahuluan

Jenis polutan yang masuk ke wilayah pesisir secara langsung maupun tidak langsung mengancam kehidupan semua biota, termasuk mengancam sumber daya alam ekosistem pesisir, seperti ancaman degradasi terhadap tumbuhan mangrove, lamun, terumbu karang, maupun hewan dasar perairan. (Hariyati, 2007; Efrizal, 2008; Saeni, 2008; Werorilangi *et al.*, 2013; Assy *et al.*, 2013; Pratomo *et al.*, 2013; Septiani *et al.*, 2013). Biota air yang dapat dijadikan indikator kualitas perairan adalah dari kelompok atau golongan invertebrata. Jenis hewan tersebut hidup dan menetap lama di lingkungan perairan, mudah diidentifikasi karena berukuran mulai mikroskopik sampai makroskopik. Penggunaan hewan bentos dalam pengukuran kualitas air lebih efektif serta efisien dibandingkan pengukuran secara fisika dan kimia (Hariyati, 2007; Efrizal, 2008; Riena *et al.*, 2012; Assy *et al.*, 2013; Pratomo *et al.*, 2013; Septiani *et al.*, 2013; Anwari, 2015).

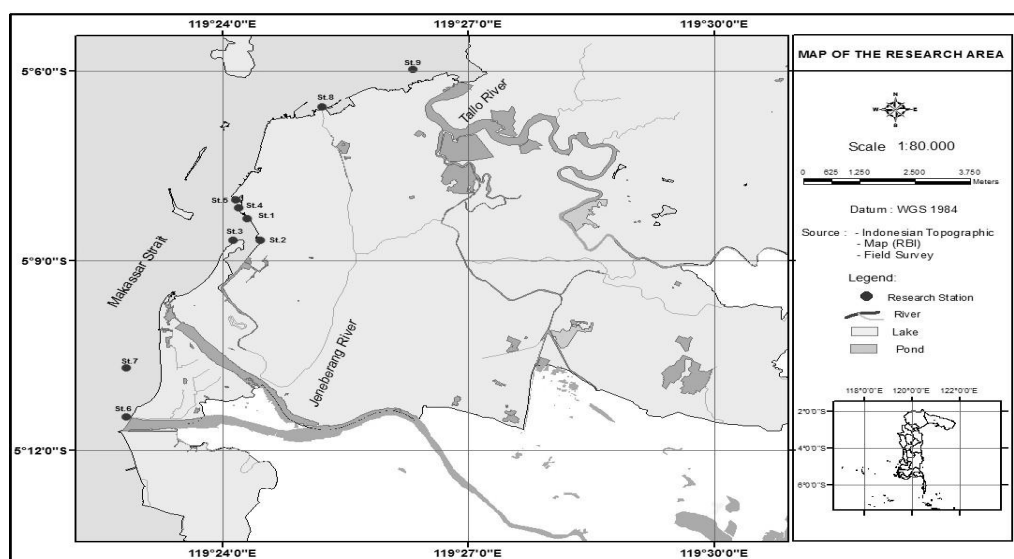
Salah satu jenis hewan bentos yang efektif digunakan sebagai indikator dalam pencemaran perairan adalah meiofauna. Meiofauna diartikan sebagai kumpulan organisme yang lebih besar dari mikrofauna, tetapi lebih kecil dari makrofauna. Organisme ini bisa melewati saringan berukuran 1 mm dengan kisaran ukuran antara 63–1000 µm, tetapi tidak dapat melewati saringan berukuran 45 µm (Montagna *et al.*, 2002; Gwyther and Fairweather, 2005; Metcalfe, 2005; Zulkifli, 2008; Giere, 2009; Yusal, 2011).

Meiofauna interstisial merupakan komponen biologi yang dapat digunakan sebagai indikator terjadinya perubahan kualitas perairan.

Metode Penelitian

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di pesisir Pantai Losari yang terletak di bagian utara sampai selatan Kota Makassar, Sulawesi Selatan. Lokasi penelitian menggambarkan aktivitas pembangunan yang padat di Makassar sebagai ibu kota Provinsi. Titik pengambilan sampel terdiri atas 9 stasiun penelitian dan berada di sekitar industri, pariwisata, proyek reklamasi pantai, budidaya perikanan, perhotelan, hulu sungai lokasi pertanian, rumah sakit, pelabuhan, dan perumahan padat penduduk. lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 1, sebagai berikut



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Analisis Data

Kepadatan meiofauna di pesisir Pantai Losari dianalisis dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{10000 \times a}{b}$$

- K : Kepadatan makrozoobentos (individu/m²)
a : Jumlah Makrozoobentos (individu)
b : luas bukaan *Ekman Grab* (22,5 cm x 22,5 cm)
10.000 : konversi dari cm² menjadi m² (Krabs, 1989)

Pengukuran indeks dominansi menggunakan rumus Simpson *Simpson Index of Dominance*, sebagai berikut (Krebs, 1989):

$$D = \frac{\sum ni(ni - 1)}{N(N - 1)}$$

- Ket: D = indeks dominansi Simpson
ni = jumlah individu tiap jenis
N = jumlah total individu seluruh jenis

Indeks keseragaman dihitung dengan menggunakan rumus *Hilis Eveness Index* (Krebs, 1989):

$$E = \frac{H}{\ln S}$$

Ket: E = indeks keseragaman
H' = indeks keanekaragaman
S = jumlah spesies atau jenis

Nilai keseragaman suatu populasi akan berkisar antara 0 - 1 dengan kriteria:

E > 0,6 keseragaman tinggi;
0,4 < E < 0,6 keseragaman sedang;
E < 0,4 keseragaman rendah

Indeks Keanekaragaman (*Diversity Index*) dalam suatu komunitas dapat dihitung berdasarkan indeks Shannon-Wiener (Odum, 1994), sebagai berikut :

$$H = - \sum_{i=1}^s (p_i \ln p_i)$$

Dimana: H = indeks Keanekaragaman

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Ket: N = jumlah total individu seluruh jenis
N_i = jumlah individu tiap jenis

Indeks keanekaragaman (*Diversity Index*) dapat dijadikan petunjuk seberapa besar tingkat pencemaran suatu perairan atau penentuan kualitas perairan suatu daerah atau wilayah. Dasar penilaian kualitas air berdasarkan nilai indeks keanekaragaman dapat dilihat dalam Tabel 1 sebagai berikut

Tabel 1. Kriteria Kualitas Air Berdasarkan Indeks Keanekaragaman Shannon-Wiener (Odum, 1994)

Nilai	Indeks Kualitas Air
>2,0	Keanekaragaman Tinggi
1.6-2.0	Keanekaragaman Sedang
1.0 - 1.59	Keanekaragaman Rendah
<1,0	Keanekaragaman Sangat Rendah

Analisis Anova untuk menguji perbedaan dalam varians kelimpahan meiofauna pada masing-masing stasiun penelitian (Mirto *et al.*, 2012). Nilai probabilitas signifikansi sebesar ($p < 0,05$) menunjukkan bahwa kelimpahan meiofauna di masing-masing stasiun penelitian berbeda nyata.

Hasil Penelitian

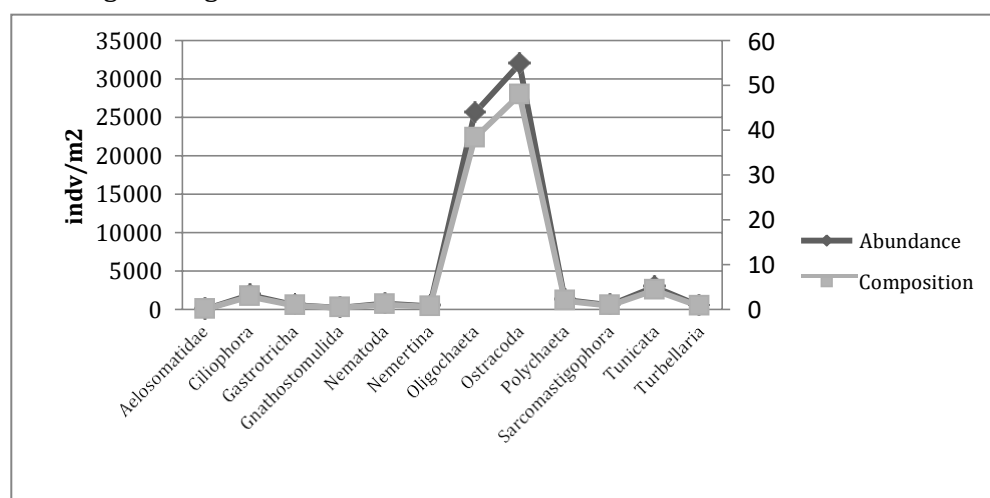
Total kelimpahan meiofauna yang ditemukan selama penelitian 66791 indv/m², terdiri dari 12 phylum serta 91 spesies dan genus. Stasiun I terdiri atas 3209 indv/m², stasiun II terdiri atas 3185 indv/m², stasiun III terdiri atas 4746 indv/m², stasiun IV terdiri atas 5100 indv/m², stasiun V terdiri atas 2415 indv/m², stasiun VI terdiri atas 16239 indv/m², stasiun VII terdiri atas 10909 indv/m², stasiun VIII terdiri atas 10118 indv/m², dan stasiun IX terdiri atas 10870 indv/m² (Tabel 2). Rincian yang didasarkan phylum meiofauna, yaitu phylum aelosomatidae (40 indv/m²), phylum ciliophora (1902 indv/m²), phylum gastrotricha (555 indv/m²), phylum gnathostomulida (258

indv/m²), phylum nematoda (751 indv/m²), phylum nemertina (456 indv/m²), phylum oligochaeta (25562 indv/m²), phylum ostracoda (31945 indv/m²), phylum polychaeta (1286 indv/m²), phylum sarcomastigophora (595 indv/m²), phylum tunicata (2905 indv/m²), dan phylum turbellaria (536 indv/m²). Secara berurutan komposisi kepadatan phylum meiofauna yaitu (Gambar 2): ostracoda (47,828%), oligochaeta (38,272%), tunicata (4,349%), ciliophora (2,848%), polychaeta (1,925%), nematoda (1,124%), sarcomastigophora (0,891%), gastrotricha (0,831%), turbellaria (0,8309%), nemertina (0,683%), gnathostomulida (0,386%), dan aelosomatidae (0,060%).

Tabel 2. Kelimpahan Meiofauna di Pesisir Pantai Losari

No	Phya	Density (ind m ⁻²)									
		ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9	Σ
1.	Aelosomatidae	-	-	40	-	-	-	-	-	-	40
2.	Ciliophora	238	297	159	20	99	119	120	692	158	1902
3.	Gastroicha	159	0	79	0	20	79	40	0	178	555
4.	Gnathostomulida	0	20	119	0	0	0	0	40	79	258
5.	Nematoda	20	0	79	158	178	0	0	0	316	751
6.	Nemertina	20	20	99	0	0	40	79	0	198	456
7.	Oligochaeta	218	1481	1402	1936	772	5747	4523	4583	4900	25562
8.	Ostracoda	1960	1168	1307	1840	970	9977	6007	4585	4131	31945
9.	Polychaeta	40	79	158	99	59	79	20	178	574	1286
10.	Sarcomastigophora	356	20	40	0	0	40	80	0	59	595
11.	Tunicata	0	20	1284	1047	158	79	40	0	277	2905
12.	Turbellaria	198	40	20	0	159	79	0	40	0	536
Σ		3209	3185	4746	5100	2415	16239	10909	10118	10870	66791

Kelimpahan tertinggi terdapat pada stasiun VI, VII, dan IX, sedangkan kelimpahan terendah ditemukan di stasiun V, dan II. Ostracoda dan oligochaeta merupakan phylum yang memiliki nilai kepadatan yang tinggi dibandingkan dengan phylum lainnya, sedangkan aelosomatidae digolongkan ke dalam phylum yang memiliki kepadatan yang rendah. Terdapat perbedaan yang signifikan rata-rata kelimpahan meiofauna di berbagai stasiun penelitian karena nilai $F = 7.584$ dengan probabilitas signifikansi sebesar ($p = 0.00 < 0.05$). Hal tersebut menunjukkan bahwa kelimpahan masing-masing phylum meiofauna di masing-masing stasiun tidak memiliki persamaan yang sangat berbeda nyata, uji Tukey juga menunjukkan bahwa terdapat tiga kelompok meiofauna yang menghuni pesisir Pantai Losari (Tabel 3). Hasil analisis varians juga didukung dengan perbedaan tingkat kepadatan phylum meiofauna di masing-masing stasiun.



Gambar 2. Komposisi Phylum Meiofauna di Pesisir Pantai Losari

Stasiun VI, VII, dan IX merupakan stasiun dengan tingkat kelimpahan yang tinggi dan lokasinya berada di sekitar Sungai Jeneberang dan Tallo yang bermuara langsung ke pesisir Pantai

Losari. Tingginya tingkat kelimpahan di stasiun tersebut disebabkan karena Sungai Jeneberang membawa bahan-bahan pencemar organik dari hilir dan terbawa arus atau air hujan menuju muara sungai, yang memicu tingginya pertumbuhan meiofauna di lokasi tersebut. Stasiun V merupakan stasiun dengan tingkat kelimpahan yang sangat rendah. Lokasi stasiun berada di sekitar pelabuhan Soekarno Hatta Makassar yang merupakan pelabuhan terbesar di kawasan Timur Indonesia. Lokasi stasiun pengamatan dicirikan dengan tingginya aktivitas pembangunan di sekitarnya, padatnya lalu lintas pelabuhan, dan tingginya aktivitas renovasi pelabuhan untuk menyambut program poros tol laut pemerintah Indonesia. Stasiun II juga digolongkan sebagai stasiun yang memiliki tingkat kelimpahan yang rendah.

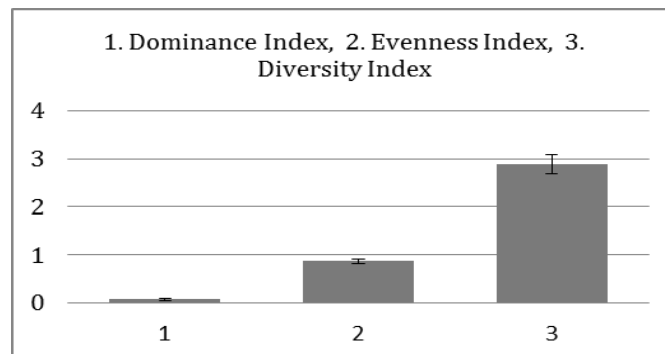
Tabel 3. Hasil Uji Anova Kelimpahan Meiofauna di Pesisir Pantai Losari Makassar

	Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4.630E7	11	4209146.891	7.584	.000
Within Groups	5.328E7	96	555031.012		
Total	9.958E7	107			

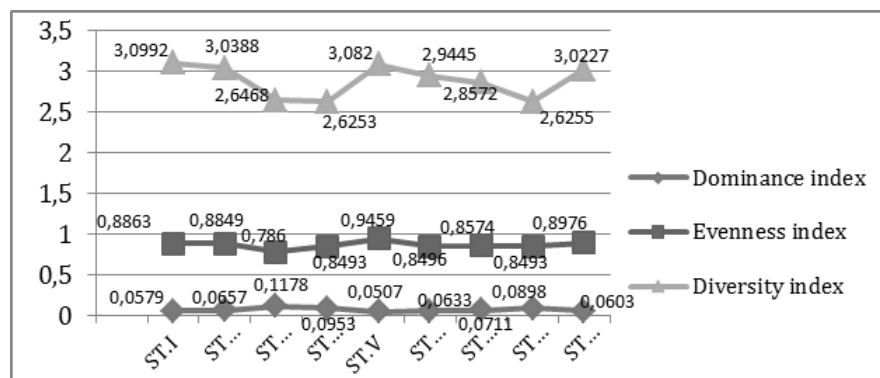
Tabel 4. Hasil Uji Anova Kelimpahan Meiofauna di Pesisir Pantai Losari Makassar

	Phylum	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD ^a	phylum aelosomatidae	9	2.22		
	phylum ganthostumulida	9	11.00		
	Phylum nemertina	9	13.22		
	phylum turbellaria	9	15.56		
	phylum gastrocha	9	19.89		
	phylum sarcomastigophora	9	226.22	226.22	
	phylum nematoda	9	266.33	266.33	
	phylum polychaeta	9	336.67	336.67	
	phylum ciliophora	9	393.56	393.56	
	phylum tunicata	9	700.89	700.89	
	phylum oligochaeta	9		1389.44	1389.44
	phylum ostracoda	9			2223.33
	Sig.		.699	.056	.433

Lokasi stasiun II berada di sekitar, bangunan hotel, restoran, kafe, rumah sakit, industri rumah tangga, industri kerajinan tangan, dan pengrajin emas. Hal ini memungkinkan masuknya limbah anorganik seperti logam berbahaya ke wilayah perairan di sekitarnya, yang berakibat fatal bagi pertumbuhan meiofauna.



Gambar 3. Mean & Standar Deviasi Kelimpahan Meiofauna



Gambar 4. Indeks Ekologi Meiofauna di Pesisir Pantai Losari Makassar

Nilai rata-rata indeks dominansi pada stasiun penelitian, yaitu 0,0746 dengan standar deviasi 0,0217 (Gambar 3). Nilai indeks dominansi meiofauna pada semua stasiun penelitian berkisar antara 0,0507-0,1178 (Gambar 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa terdapat meiofauna yang mendominasi stasiun III, sedangkan stasiun I, II, IV, V, VI, VII, VIII, dan IX tidak ditemukan jenis meiofauna yang mendominasi stasiun penelitian tersebut, karena rata-ratanya masih mendekati 0. Nilai rata-rata indeks keanekaragaman, yaitu 2,8824 dengan standar deviasi 0,2009 (Gambar 3). Nilai indeks keanekaragaman meiofauna pada semua stasiun penelitian berkisar antara 2,2653-3,0992 (Gambar 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa meiofauna yang menghuni semua stasiun penelitian masih dikategorikan dengan keanekaragaman yang tinggi (Odum, 1994). Tingginya nilai keanekaragaman disebabkan karena meiofauna mampu beradaptasi pada lingkungan yang terganggu maupun tercemar, akibat masuknya bahan cemaran dari daratan atau lingkungan sekitarnya (Coull *et al.*, 1992). Nilai rata-rata indeks keseragaman, 0,8673 dengan standar deviasi 0,0439 (Gambar 3). Nilai indeks keseragaman meiofauna pada semua stasiun penelitian berkisar 0,7860-0,9459 (Gambar 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa jenis meiofauna yang menghuni ketujuh stasiun penelitian adalah tidak sama atau merata dan tidak ada meiofauna yang dominan pada beberapa stasiun penelitian tersebut karena kisaran nilainya hampir mencapai 1 (Krebs, 1989). Sedangkan stasiun III memiliki nilai keseragaman yang rendah, karena adanya meiofauna yang dominan di stasiun tersebut.

Kesimpulan

Ostracoda, oligochaeta, tunicata, dan ciliophora merupakan phylum meiofauna yang memiliki tingkat kelimpahan yang tinggi di pesisir Pantai Losari. Phylum tersebut digolongkan sebagai meiofauna sejati dan memiliki daya adaptasi yang tinggi dengan kondisi perairan yang mengandung bahan cemaran organik maupun anorganik akibat aktivitas antropogenik yang berasal dari daratan di sekitarnya.

Lokasi stasiun penelitian yang berada di sekitar Sungai Jeneberang dan Tallo merupakan lokasi penelitian yang memiliki tingkat kelimpahan meiofauna yang tinggi, karena memungkinkan lokasi tersebut mensuplai bahan organik yang terbawa oleh arus dari hilir yang menjadi makanan utama meiofauna yang hidup di lokasi stasiun penelitian tersebut. Sedangkan lokasi stasiun penelitian yang berada di sekitar pelabuhan internasional Soekarno-Hatta, pelabuhan rakyat Paotere, dan stasiun yang berada di sekitar bangunan hotel, rumah sakit, restoran, kafe, maupun pengrajin emas, merupakan lokasi penelitian dengan tingkat kelimpahan meiofauna yang rendah karena adanya gangguan fisik secara langsung pada habitat meiofauna atau masuknya kandungan logam berbahaya ke wilayah perairan akibat beragamnya aktivitas antropogenik di sekitarnya.

Jenis meiofauna yang ada di pesisir Pantai Losari dikategorikan dengan tingkat keanekaragaman yang tinggi, karena indeks keanekaragamannya berada dalam kisaran >2. Nilai indeks keseragaman dengan kisaran hampir mencapai 1, menunjukkan bahwa jenis meiofauna yang ada di pesisir Pantai Losari sangat merata. Sedangkan indeks dominansi menunjukkan bahwa

tidak ditemukan jenis meiofauna yang dominan di lokasi penelitian, kecuali stasiun penelitian yang berada di wilayah reklamasi Pantai Losari.

Referensi

- Albuquerque, E.F., Pinto, A.P.B., Alcantara de Queiroz, P. A., & Veloso, V.M. (2007). Spatial and Temporal Changes In Interstitial Meiofauna on a Sandy Ocean Beach of South America, *Brazilian Journal Of Oceanography*, 55 (2), 121-131.
- Alves, A.S., Adao, H., Ferrero, T.J., Marques, J.C., Costa, M.J., & Patricio, J. (2013). Benthic Meiofauna As Indicator of Ecological Changes In Estuarine Ecosystems: The Use of Nematodes In Ecological Quality Assessment, *Ecological Indicators* 24, 462–475.
- Anwari, M.S. (2015). *Pengaruh Faktor Lingkungan Terhadap Kelestarian Kerang Bakau (Polymesoda erosa Lightfoot 1786) di Kawasan Mangrove Segaranakan*, disertasi: Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta
- Armenteros, M., Creagh, B., & Gonzalez-Sanson, G. (2009). Distribution Patterns of Meiofauna in Coral Reefs from the NW Shelf of Cuba, *Rev. Invest. Mar.*, 30 (1), 37-43.
- Arroyo, N.L., Maldonado, M., Perez-Portela, R., & Benito, J. (2004). Distribution Patterns of Meiofauna Associated with a Sublittoral Laminaria Bed in The Cantabrian Sea (North-Eastern Atlantic), *Mar. Biol.* 144, 231-242
- Barus, B., & Wiradisastira, U.S. (2000). *Sistem Informasi Geografi; Sarana Manajemen Sumberdaya*. Penginderaan Jauh dan Kartografi. Institut Pertanian (IPB) Bogor.
- Elyazar, N., Mahendra, M.S., Wardi, I.N. (2007). Dampak Aktivitas Masyarakat Terhadap Tingkat Pencemaran Air Laut di Pantai Kuta Kabupaten Badung Serta Upaya Pelestarian Lingkungan. *Ecotrophic*. 2 (1), 1-18.
- Giere, O. (2009). *Meiobenthology. The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediment*. 2nd Edition, Berlin: Springer-Verlag.
- Gwyther, J. (2003). Nematode Assemblages from *Avicennia marina* Leaf Litter In A Temperate Mangrove Forest In South-Eastern Australia, *Mar. Bio.* 142, 289–297.
- Hariyati, R. (2007). Distribusi dan Kemelimpahan Meiofauna di Hulu Sungai Code Yogyakarta, *Bioma*. 9(2), 34-37
- Higgins, R.P., & Thiel, H. (1988). *Introduction to the Study of Meiofauna*. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press.
- Krebs, C.J. (1989). *Ecological Methodology*, New York: University of British Columbia Press.
- Mirto, S., Michele, G., Mauro, S., & Giulia, M. (2012). Meiofauna as an Indicator for Assessing The Impact of Fish Farming at an Exposed Marine Site, *Elsevier Jurnal Ecological Indicators*. 468–476.
- Monoarfa, W. (2002). Dampak Pembangunan Bagi Kualitas Air di Kawasan Pesisir Pantai Losari Makassar. *Science dan Technology*, 3 (3), 37-44.

- Moreno, M., Semprucci, F., Vezzulli, L., Balsamo, M., Fabiano, M., & Albertelli, G. (2011). The Use of Nematodes In Assessing Ecological Quality Status in The Mediterranean Coastal Ecosystems. *Ecological Indicators*. 11, 328–336.
- Morse, C. M., D.S., & Korf, T. (2008). The Economic and Environment Impact of Phosphorus Removal from Wastewater in the European Community, *ICES Journal of Marine Science*, 48 (2), 436-448.
- Montagna, P. A., Bauer, J.E., Hardin, D., & Spies, R.B. (2002). Vertical Distribution of Microbial and Meiofaunal Populations in Sediments of Natural Coastal Hydrocarbon Seep. *Journal Of Marine Science*.
- Pratomo, A., Abdillah, D., & Agustinus, Y., (2013). Struktur Komunitas Makrozoobentos sebagai Indikator Kualitas Perairan di Pulau Lenggang Kecamatan Belakang Padang Kota Batam Provinsi Kepulauan Riau. *Jurnal Kelautan Universitas Maritim Raja Ali Haji*.
- Prayitno, H.B. (2011). Kondisi Trofik Perairan Teluk Jakarta dan Potensi Terjadinya Ledakan Populasi Alga Berbahaya. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37 (2), 247-262.
- Rodriguez, J.G., Lopes, J., & Jaramillo, E. (2001). Community Structure of The Intertidal Meiofauna Along Gradient of Morphodynamic Sandy Beach Types in Southern Chile. *Rev. Chil. Hist. Nat.* 74, 1-19.
- Setiawan, H. (2014). Pencemaran Logam Berat Perairan Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya, *Eboni*, 11 (1), 1-13.
- Yusal, M.S., (2011). Analisis Ekologis Meiofauna Interstisial di Sekitar Pulau Pannikiang Kabupaten Barru, *Bionature Jurnal*, (12), 137-143 . Universitas Negeri Makassar.
- Zulkifli, D. (2008). *Dinamika Komunitas Meiofauna Interstisial di Perairan Selat Dompok Kepulauan Riau*, disertasi: Program Studi Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Muh. Sri Yusal	Sekolah Tinggi Keguruan dan Ilmu Pendidikan Pembangunan Indonesia (STKIP-PI) E-mail: yusal.pasca@gmail.com
Muh. Aris Marfai	Sekolah Pascasarjana Lintas Disiplin Universitas Gadjah Mada E-mail: yusal.pasca@gmail.com
Suwarno Hadisusanto	Fakultas Geografi Universitas Gadjah Mada E-mail: yusal.pasca@gmail.com
Nurul Khakhim	Fakultas Biologi Universitas Gadjah Mada E-mail: yusal.pasca@gmail.com