

Komunitas Meiofauna Benthik yang Terpengaruh Air Bahang di Perairan PLTU Paiton Probolinggo

Muhammad Ali Sofani dan Farid Kamal Muzaki

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: rm_faridkm@bio.its.ac.id

Abstrak—Pembangkit listrik merupakan salah satu teknologi untuk pemenuhan kebutuhan manusia. Pembangkit listrik tenaga uap mempunyai produk samping berupa limbah air panas hasil pendinginan kondensor yang dialirkan kembali ke perairan di sekitar PLTU. Air pendingin yang bersuhu relatif tinggi, volume besar dan secara terus menerus dialirkan ke perairan akan mempengaruhi kondisi lingkungan dan biota yang ada di dalamnya. Dari sekian banyak komponen biotik penyusun ekosistem pesisir yang menarik untuk dikaji dan diteliti adalah komunitas meiofauna benthik. Meiofauna benthik secara ekologis mampu memberikan respon terhadap perubahan lingkungan sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator kondisi lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh air bahang terhadap struktur komunitas meiofauna benthik di perairan PLTU Paiton. Parameter yang diamati adalah kelimpahan dan keanekaragaman meiofauna benthik. Sedangkan parameter lingkungan meliputi suhu, salinitas, pH, DO, TOM, dan ukuran partikel. Hasil penelitian ini ditemukan 16 taksa meiofauna yang mewakili 8 Famili/Ordo, dan taksa meiofauna yang mendominasi adalah Foraminifera (38%) dan Harpacticoida (21%), sedangkan yang paling rendah adalah Amphipoda 1%. Keanekaragaman komunitas meiofauna benthik termasuk kategori sangat baik dengan nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 2,526 – 2,642.

Kata Kunci— Air bahang, keanekaragaman, kelimpahan, meiofauna, PLTU Paiton.

I. PENDAHULUAN

EKOSISTEM pesisir disusun oleh berbagai komponen biotik dan abiotik yang berkaitan satu dengan yang lain dan saling berinteraksi membentuk suatu unit fungsional. Komponen-komponen penyusun ekosistem pesisir ini tidak dapat dipisahkan satu dengan lainnya, sehingga apabila terjadi perubahan pada salah satu komponen maka akan menyebabkan perubahan pada komponen lainnya. Pembangkit listrik merupakan salah satu teknologi untuk pemenuhan kebutuhan energi manusia. Energi listrik dapat dihasilkan dari berbagai macam sumber energi, salah satunya pembangkit listrik tenaga uap. Salah satu contoh pembangkit listrik tenaga uap di Indonesia adalah PLTU Paiton, Probolinggo, Jawa Timur yang mensuplai kebutuhan listrik se-Jawa Bali. Pada umumnya penggunaan air laut sebagai pendingin kondensor pada beban penuh untuk setiap megawatt diperlukan sebanyak 45 – 55 m³/detik [1]. Air pendingin yang bersuhu relatif lebih tinggi,

volume besar, dan secara terus menerus dialirkan ke perairan lambat laun akan mempengaruhi kondisi lingkungan perairan tersebut [2].

Meiofauna merupakan istilah untuk kelompok hewan yang berukuran 0,063 – 1 mm [3]. Organisme ini hidup dalam ruang interstitial yaitu ruang di antara partikel-partikel sedimen atau di sela-sela butiran sedimen [4]. Meiofauna benthik tersebar luas di substrat perairan, memiliki pertumbuhan dan perkembangan yang cepat, tidak memiliki fase planktonik sehingga seluruh siklus hidupnya berada di dalam substrat perairan, memiliki keanekaragaman tinggi serta mampu memberikan respon terhadap perubahan kondisi lingkungan [5][6]. Respon yang diberikan meiofauna benthik bisa dilihat dari kelimpahan, keanekaragaman dan jumlah jenis [3][4]. Pada kondisi perairan yang baik meiofauna benthik dapat ditemukan dalam jumlah yang melimpah mencapai 10⁶ per meter persegi [7].

Salah satu limbah yang mengkhawatirkan bagi kelangsungan hidup organisme-organisme di laut adalah limbah panas yang berasal dari industri di daerah pesisir. Sampai sejauh ini penyumbang limbah panas terbesar berasal dari pembangkit listrik. Lebih dari 20 juta meter kubik air pendingin dengan suhu 12^oC di atas suhu normal air laut dibuang oleh pembangkit listrik tenaga minyak atau batu bara [8]. Sedangkan pembangkit listrik tenaga nuklir menghasilkan air pendingin dengan suhu 15^oC di atas suhu normal air laut.

Limbah air bahang menyebabkan pengaruh baik fisik, kimia maupun biologi. Secara fisik, berpengaruh terhadap densitas, viskositas, tekanan uap dan kelarutan. Secara kimia berpengaruh terhadap kecepatan reaksi dimana reaksi pada kondisi yang setimbang akan berubah sejalan dengan perubahan temperatur. Kecepatan reaksi akan naik sekitar dua kali untuk setiap kenaikan 10^oC [9]. Sedangkan secara biologi peningkatan temperatur air akan menurunkan kadar oksigen terlarut dan meningkatkan laju respirasi. Akibatnya organisme – organisme yang hidup disekitarnya akan lebih mudah terkena penyakit, parasit dan bahan kimia beracun [10].

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Juni 2015. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali pada lokasi

perairan PLTU Paiton, Probolinggo meliputi Banyuglugur, *Water Discharge* Timur dan *Water Discharge* Barat dan perairan Batu Lawang, Pantai Pasir Putih Situbondo.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian.

B. Pengambilan dan Analisis Sampel

Pengambilan sampel meiofauna dilakukan pada zona subtidal dengan kedalaman 3-4 menggunakan *corer sampler* yang ditancapkan pada sedimen dengan kedalaman 10 cm dengan replikasi sebanyak tiga kali [4][11]. Sampel sedimen beserta meiofauna kemudian dimasukkan ke dalam plastik klip dan diawetkan menggunakan *buffered-formalin* 10% [12].

Setiap sampel disaring menggunakan saringan bertingkat ukuran 0,50 mm dan 0,063 mm. Hasil saringan dengan saringan 0,063 mm kemudian didekantasi untuk memisahkan sampel meiofauna dari sedimen [4]. Sampel meiofauna hasil pemisahan selanjutnya diawetkan menggunakan *buffered-formalin* 10% (Fonseca *et al.*, 2011). Pengukuran parameter suhu, salinitas, kadar oksigen terlarut, dan pH sedimen dilakukan secara langsung di lokasi sampling (*in-situ*). Sedangkan pengukuran parameter TOM dan ukuran partikel sedimen dilakukan di laboratorium.

C. Analisis Data

Tingkat keanekaragaman komunitas meiofauna bentuk digambarkan dengan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H') [13].

$$H' = - [(ni/N) \times \ln (ni/N)]$$

Pengaruh perbedaan lokasi dan waktu pengambilan sampel terhadap komunitas meiofauna yang meliputi kelimpahan dan keanekaragaman dianalisis secara univariate menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dua arah [11,14]. Sedangkan untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh terhadap meiofauna bentuk dilakukan analisis multivariate menggunakan analisa kanonikal.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Umum Perairan

Pengukuran parameter yang dilakukan di keempat lokasi sampling secara umum menunjukkan hasil yang berada pada

kisaran baku mutu perairan laut. Namun beberapa pardameter menunjukkan hasil di luar kisaran baku mutu yaitu suhu dan salinitas.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Parameter	Baku Mutu	Stasiun	P.I	P.II
Suhu (°C)	28-30	BL	29	30
		BG	31	31
		DT	33	32
		DB	33	32
Salinitas (‰)	33-34	BL	31	30
		BG	32	31
		DT	31	31
		DB	31	31
DO (mg/L)	>5	BL	12	12
		BG	10	11
		DT	8	11
		DB	8	11
pH Sedimen	7-8,5	BL	7	7
		BG	7	7
		DT	7	7
		DB	7	7
TOM (%)	1,3 – 2,0	BL	6,00	5,53
		BG	6,93	6,57
		DT	6,98	5,48
		DB	7,17	9,07
Ukuran Partikel Sedimen (% pasir)	>83,66	BL	63,80	67,50
		BG	87,10	90,10
		DT	87,50	85,30
		DB	86,60	87,40

Keterangan (P.I: Periode 1, P.II: Periode 2, BL: Batu Lawang, BG: Banyuglugur, DT: Discharge Timur, DB: Discharge Barat, Baku mutu *: [15]).

Suhu tertinggi pada lokasi sampling tercatat pada *Discharge* Timur dan *Discharge* Barat yang mencapai 32-33°C. Tingginya suhu air pada dua lokasi ini disebabkan adanya masukan air bahang dari sisa pendinginan generator PLTU yang mencapai 35 - 36°C [9][10]. Semakin menjauhi *water discharge canal* suhu air laut semakin rendah yang ditunjukkan pada lokasi Banyuglugur dengan suhu 31°C dan lokasi Batu Lawang dengan jarak paling jauh dan sebagai lokasi pembanding dengan suhu 29 - 30°C dimana merupakan suhu rata-rata air laut.

Hasil pengukuran salinitas pada stasiun sampling Batu Lawang sebesar 31‰, Banyuglugur 32‰, *Discharge* Timur 31‰, dan *Discharge* Barat 31‰. Dari empat lokasi sampling semuanya memiliki nilai salinitas di bawah kisaran baku mutu salinitas air laut menurut Kepmen LH No.51 Tahun 2004. Walaupun demikian, secara umum salinitas pada keempat stasisun sampling tersebut masih tergolong normal untuk perairan laut. Sedangkan pengukuran kadar oksigen terlarut, lokasi *Discharge* Timur dan *Discharge* Barat memiliki kadar oksigen terlarut yang paling rendah yaitu 8-11 mg/L. Walaupun nilai oksigen terlarut pada dua lokasi ini di atas ambang normal namun nilainya masih di bawah Banyuglugur (10-11 mg/L) dan Batu Lawang (12 mg/L). Penurunan kadar oksigen terlarut di lautan bisa disebabkan oleh kenaikan suhu dan salinitas, walaupun penurunannya tidak begitu signifikan

namun dapat mempengaruhi kehidupan biota terutama pada daerah pasang surut [16].

Bahan organik di perairan dapat berupa padatan (*particulated organic matter*) dan terlarut (*dissolved organic matter*). Keberadaan kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen halus, presentase kandungan bahan organik lebih tinggi daripada sedimen kasar [14]. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan. Pada sedimen kasar, kandungan bahan organik lebih rendah karena partikel yang halus tidak mengendap. Akumulasi dan proses pengendapan bahan organik di sedimen berhubungann dengan proses pencampuran (*mixing process*) dari partikel sedimen tersebut pada saat pengendapan.

B. Komposisi dan Kelimpahan Jenis Meiofauna Bentik

Hasil identifikasi sampel pada empat stasiun sampling selama dua kali periode pengambilan di perairan PLTU Paiton dan perairan Batu Lawang tidak ditemukan perbedaan yang signifikan pada variabel kelimpahan dan jumlah jenis. Kondisi substrat yang didominasi oleh pasir sedang (medium) memberikan ruang interstitial yang lebih banyak untuk meiofauna bentik. Selain itu substrat yang kasar memberikan aerasi yang lebih banyak daripada substrat pasir halus atau lumpur [3][4][11]. Secara keseluruhan didapatkan 16 taksa dari 8 Ordo/Kelas yaitu Amphipoda, Bivalvia, Gastropoda, Harpacticoida, Nematoda, Ostracoda, Polychaeta dan Foraminifera.

Pada stasiun sampling Batu Lawang kelimpahan dan jumlah jenis mencapai (72 individu/15 taksa) pada periode I dan (84 individu/14 taksa) pada periode II, stasiun Banyuglugur mencapai (71 individu/16 taksa) pada periode I dan (70 individu/16 taksa) pada periode II, stasiun *Discharge* Timur mencapai (60 individu/14 taksa) pada periode I dan (57 individu/15 taksa) pada periode II, dan stasiun *Discharge* Barat mencapai (66 individu/15 taksa) pada periode I dan (63 individu/15 taksa) pada periode II.

Tabel 2.
Komposisi dan Kelimpahan Total Meiofauna

Genus/Famili	Ordo/Kelas/Filum	BL	BG	DT	DB
Sebidae (f)	Amphipoda (o)	1	4	1	0
Bivalvia	Bivalvia (k)	6	9	8	6
Gastropoda	Gastropoda (k)	8	6	8	7
Tegastidae (f)	Harpacticoida (o)	12	8	8	6
Thalestridae (f)	Harpacticoida (o)	15	5	6	7
Cletodidae (f)	Harpacticoida (o)	15	9	12	11
<i>Cyatholaimus</i> (g)	Nematoda (fi)	11	5	7	9
<i>Cypridina</i> (g)	Ostracoda (k)	17	14	7	5
<i>Candona</i> (g)	Ostracoda (k)	21	18	9	10
Nereididae 1 (f)	Polychaeta (k)	1	8	3	5
Nereididae 2 (f)	Polychaeta (k)	3	5	0	2

<i>Elphidium</i> (g)	Foraminifera (fi)	18	11	18	15
<i>Ammonia</i> (g)	Foraminifera (fi)	12	10	10	16
<i>Haplophragmoides</i> (g)	Foraminifera (fi)	9	6	11	12
<i>Calcarina</i> (g)	Foraminifera (fi)	5	9	4	7
<i>Quinquiloculina</i> (g)	Foraminifera (fi)	2	14	5	11
Total		156	141	117	129

Keterangan (BL: Batu Lawang, BG: Banyuglugur, DT: Discharge Timur, DB: Discharge Barat, f: Famili, g: Genus, fi: Filum, k: Kelas, o: Ordo).

Dari kedelapan Ordo/Kelas yang ditemukan terdapat dua Ordo/Kelas yang ditemukan paling melimpah yaitu Sarcomastigophora (38 %) (*Elphidium*, *Ammonia*, *Haplophragmoides*, *Calcarina* dan *Qinuiloculina*) dan Harpacticoida (21%) (Tegastidae, Thalestridae, Cletodidae).

Nematoda dan Harpacticoida adalah dua taksa meiofauna bentik yang paling banyak mendominasi [17-20]. Namun dalam penelitian ini hal tersebut tidak terlihat, khususnya untuk taksa Nematoda. Kelimpahan Harpacticoida sangat dipengaruhi oleh kadar oksigen terlarut, dimana Harpacticoida akan lebih banyak ditemukan pada kadar oksigen terlarut yang tinggi. Sehingga kelimpahan Harpacticoida akan semakin menurun seiring dengan meningkatnya kedalaman [18] Berbeda dengan Harpacticoida, Nematoda adalah taksa meiofauna yang mampu bertahan pada kondisi kadar oksigen terlarut yang rendah. Namun penyebab rendahnya kelimpahan Nematoda pada penelitian ini masih belum diketahui secara pasti. Berbeda dengan Harpacticoida, Nematoda adalah taksa meiofauna yang mampu bertahan pada kondisi kadar oksigen terlarut yang rendah. Namun Nematoda akan lebih banyak ditemukan pada substrat yang didominasi pasir halus sampai lumpur karena sesuai dengan morfologi tubuhnya. Pada penelitian ini tipe sedimen didominasi oleh pasir medium sampai kerikil, sehingga kelimpahan Nematoda tidak begitu besar.

Keberadaan Foraminifera yang mendominasi di lokasi penelitian (38%) dengan kelimpahan 205 individu diduga disebabkan adanya beberapa faktor yang mendukung. Faktor pendukung tersebut diantaranya mempunyai ukuran dan bentuk tubuh yang beraneka macam sehingga memungkinkan berada pada berbagai bentuk dan struktur ruang. Bentuk tubuhnya bisa berbentuk anyaman, bentuk pita, bentuk cakram, bentuk kantung dan bentuk cangkang siput. Dengan berbagai alternatif dalam hal pemilihan ruang untuk habitat maka Foraminifera akan mudah dijumpai pada berbagai bentuk dan struktur ruang di dalam sedimen [3][4][14].

Ostracoda lebih menyukai hidup secara berkelompok pada sedimen dengan substrat pasir. Ostracoda dapat berenang, meskipun sebagian besar bergerak dengan pelan sekali di sedimen [14]. Pada penelitian ini Ostracoda ditemukan cukup banyak (19%) dengan kelimpahan 101 individu. Ostracoda paling banyak ditemukan pada stasiun sampling Batu Lawang dengan kelimpahan 38 individu, hal ini dikarenakan substrat sedimen pada stasiun Batu Lawang berupa substrat pasir yang cocok sebagai habitat Ostracoda. Ostracoda memiliki kemampuan menghasilkan semacam benang khusus untuk melindungi diri dari substrat. Terkadang mereka menggunakan benang ini untuk menangkap alga sebagai sumber

makanannya. Sebagian besar makanannya didapatkan dengan cara menyaring makanan, memangsa, menghisap atau sebagai predator [14][21].

C. Keanekaragaman Jenis Meiofauna Bnetik

Keanekaragaman menunjukkan sejumlah variasi yang ada pada makhluk hidup baik variasi gen, jenis beserta kelimpahannya pada suatu komunitas. Keanekaragaman pada suatu komunitas dapat diukur menggunakan indeks keanekaragaman. Nilai indeks keanekaragaman akan tinggi apabila pada suatu komunitas terdapat jumlah taksa yang banyak dan tidak ada dominansi kelimpahan dari salah satu taksa tersebut. Sebaliknya nilai indeks keanekaragaman akan semakin rendah apabila pada suatu komunitas terdapat jumlah taksa yang sedikit dan ada dominansi kelimpahan dari salah satu taksa.

Tabel 2. Nilai Indeks Keanekaragaman di Lokasi Penelitian

Lokasi	Periode	Kelimpahan	H'
Batu Lawang	I	72	2,5532
	II	84	2,4798
Banyuglugur	I	71	2,6677
	II	70	2,6776
Discharge Timur	I	60	2,5598
	II	57	2,5353
Discharge Barat	I	66	2,6074
	II	63	2,5762

Hasil perhitungan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H') komunitas meiofauna bentik di keempat stasiun sampling pada dua periode pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 3. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa nilai indeks keanekaragaman meiofauna bentik pada lokasi penelitian berkisar antara 2,526-2,642. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi struktur komunitas meiofauna di lokasi penelitian sangat baik [13].

Nilai rata-rata indeks keanekaragaman selama dua periode pengambilan sampel menunjukkan bahwa stasiun Banyuglugur memiliki nilai indeks keanekaragaman yang lebih tinggi (2,677) dibandingkan stasiun Discharge Timur (2,535). Jika dilihat dari jumlah taksa yang ditemukan memang tidak terlalu berbeda jauh, stasiun Banyuglugur 16 taksa dan stasiun Discharge Timur ditemukan 15 taksa. Namun jika dilihat dari kelimpahan total pada stasiun Banyuglugur berjumlah 141 individu sedangkan pad stasiun Discharge Timur berjumlah 117. Selain itu juga terdapat satu taksa yang hanya terdapat di stasiun Banyuglugur yaitu Nereididae 2 dengan kelimpahan total sebanyak 7 individu.

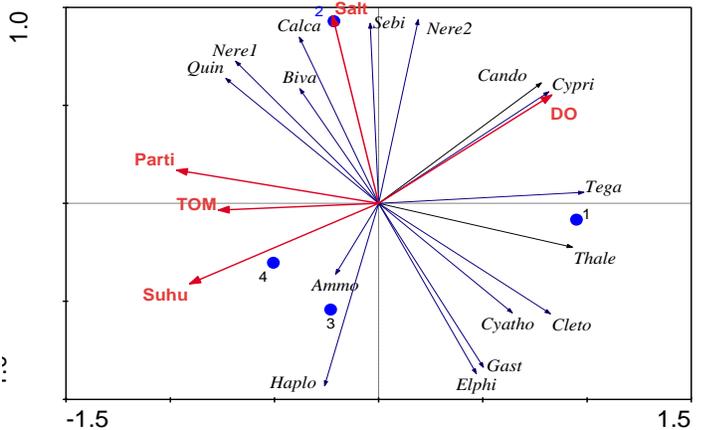
Perbedaan keanekaragaman pada kedua stasiun sampling ini juga diperkirakan karena adanya perbedaan ukuran partikel sedimen. Walaupun tipe sedimen di kedua lokasi didominasi oleh pasir medium, namun presentase lumpur pada stasiun Banyuglugur lebih besar yaitu 4,2%. Selain itu keberadaan meiofauna di stasiun Banyuglugur lebih dipengaruhi oleh salinitas sedangkan pada stasiun Discharge Timur lebih dipengaruhi oleh suhu, bahan organik total, dan kandungan

oksigen terlarut yang rendah.

D. Hubungan Parameter Lingkungan dengan Komunitas Meiofauna Bentik

Hasil ordinasasi menunjukkan bahwa Tegastidae, Thalestridae dan Cletodidae lebih banyak ditemukan pada stasiun 1 (Batu Lawang). Keberadaan Nereididae 1, Nereididae 2, Bivalvia, *Sebidae*, *Quinquiloculina* paling banyak dipengaruhi parameter salinitas dibandingkan parameter yang lainnya. Salinitas di keempat stasiun sampling secara umum tidak berbeda jauh berbeda berkisar antara 30-32‰. Meiofauna dapat hidup pada beberapa tipe salinitas, namun gradien salinitas yang terlalu tajam akan memberikan efek secara langsung terhadap kelimpahan dan keanekaragaman meiofauna bentik. Sedangkan spesies yang mampu bertahan pada kondisi DO yang rendah seperti *Ammonia* sp masih bisa ditemukan pada stasiun Discharge Timur dan Discharge Barat, bahkan kelimpahan *Ammonia* sp pada stasiun Discharge Barat adalah yang paling tinggi dibandingkan stasiun lainnya yaitu sebanyak 16 individu.

Diagram ordinasasi juga menunjukkan bahwa nilai parameter oksigen terlarut (DO) berbanding terbalik dengan parameter suhu dan bahan organik total (TOM). Lokasi 1 yaitu stasiun Batu Lawang yang memiliki nilai kadar oksigen terlarut tertinggi (12 mg/L) sedangkan nilai kandungan bahan organik total (TOM) dan suhunya merupakan yang paling rendah.



Gambar 2. Hubungan Parameter Lingkungan dengan Komunitas Meiofauna Bentik.

Tercatat suhu di stasiun Batu Lawang 29 -30°C dan nilai TOM (5,53-6,00 mg/L). Lokasi 4 yaitu stasiun Discharge Barat memiliki suhu 32 -33°C dan nilai bahan organik terlarut (7,17-9,07 mg/L) yang merupakan nilai tertinggi diantara stasiun sampling lainnya, sedangkan nilai kadar oksigennya (8-11 mg/L) merupakan yang terendah.

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan pengaruh suhu tinggi (air bahang) yang menjadi fokus dalam penelitian tidak menunjukkan hasil yang signifikan terhadap kelimpahan dan keanekaragaman komunitas meiofauna bentik. Namun bukan berarti suhu tinggi pada air bahang tidak memberikan pengaruh sama sekali pada

komunitas meiofauna bentik. Dari total 16 taksa yang ditemukan taksa meiofauna yang mendominasi adalah Foraminifera (30%) dan Harpacticoida (21%). Kelimpahan meiofauna terbesar berada pada stasiun Batu Lawang, serta keanekaragaman meiofauna termasuk kategori sangat baik dengan nilai indeks keanekaragaman berkisar antara 2,526-2,642.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bapak Farid Kamal Muzaki, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing, serta semua pihak yang turut membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA.

- [1] P. Fudlailah, Mukhtasor dan M. Zikra. *Pemodelan Penyebaran Limbah Panas di Wilayah Pesisir (Studi Kasus Outfall PLTU Paiton)*. Publikasi Online Mahasiswa ITS (2012).
- [2] M. Hutomo dan O.H. Arinardi. *Dampak pembangkit Tenaga Listrik (Terutama Limbah Termal) Terhadap Ekosistem Akuatik*. Jurnal Oseana. Volume XVII, No 4: 135-158 (1992).
- [3] O. Giere, *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediment*. Springer-Verlag, Berlin: xv+ 328 hlm (1993).
- [4] R.P. Higgins dan H. Thiel. *Introduction to the study of meiofauna*. Smithsonian Institute Press, Washington DC (1988).
- [5] M. Balsamo, F. Semprucci, F. Frontalini dan R. Coccioni. *Meiofauna as a Tool for Marine Ecosystem Biomonitoring*. Marine Ecosystems, Dr. Antonio Cruzado (Ed.) Department of Earth, Life and Environmental Sciences (DiSTeVA), University of Urbino, Italy (2012).
- [6] W. Kiswara, M.K. Moosa dan M. Hutomo. *Struktur Komunitas Biologi Padang Lamun Di Pantai Selatan Lombok Dan Kondisi Lingkungannya*. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi – LIPI (1994).
- [7] Susetiono. *Meiofauna of seagrass beds in Kuta Bay, Lombok, Indonesia*. Proceeding of Seventh Joint Seminar on Marine Science. Tokyo: JSPS and ORI, University of Tokyo (1996).
- [8] Mukhtasor. *Pencemaran Pesisir dan Laut*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita (2007).
- [9] C. Cahyana. *Model Sebaran Panas Air Kanal Pendingin Instalasi Pembangkit Listrik Ke badan Air Laut*. Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah IX. Universitas Sultan Ageng Tirtayasa (2010).
- [10] S. Cahyaningsih, D. Rahayuningwulan dan E.S. Pujilestari. *Sebaran air limbah bahang akibat kegiatan sistem pembangkit tenaga uap*. Penelitian Masalah Lingkungan di Indonesia. 333-341 (2013).
- [11] F.K. Muzaki. *Pengaruh Negatif Kegiatan Wisata Terhadap Komunitas Meiofauna Bentik Di Pantai Berpasir*. Tesis. Program Studi Magister (S2) Biologi, Jurusan Biologi, Universitas Airlangga (2011).
- [12] G. Fonseca, P. Hutchings dan F. Galluci. *Meiobenthic communities of seagrass bed (Zostera capricorni) and unvegetated sediments along the coast of New South Wales, Australia*. Estuarine, Coastal and Shelf Science. 91: 69-77 (2011).
- [13] M.S. Wibisono. *Pengantar Ilmu Kelautan*. PT. Gramedia Widiasarana Indonesia, Jakarta (2005).
- [14] Zulkifli. *Dinamika komunitas Meiofauna Interstitial Di Perairan Selat Dompok Kepulauan Riau*. Tesis. Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (2008).
- [15] *Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut*.
- [16] M.H. Azkab dan M. Muchtar. *Seberapa Jauh Peranan Oksigen di Laut?* Jurnal Oseana. Volume XXIII No. 1: 9-18 (1998).
- [17] S.M. Long dan O.B.H. Ross. *Vertical distribution of nematodes (nematoda) and harpacticoid copepods (copepoda: harpacticoida) in muddy and sandy bottom of intertidal zone at Lok Kawi, Sabah, Malaysia*. The Raffles Bulletin of Zoology. 47(2): 349-363 (1999).
- [18] L. Kotwicki. *Benthic harpacticoida (crustacea, copepoda) from the Svalbard archipelago*. Polish Polar Research. Vol.23 No.1: 185-191 (2002).
- [19] R. Jayabarathi, G. Padmavati dan I. Anandavelu. *Abundance and Species Composition of Harpacticoid Copepods from a Sea Grass Patch of South Andaman, India*. Current Research Journal of Biological Sciences. Vol 4(6): 717-724 (2012).
- [20] F. Semprucci. *Marine Nematodes from the Shallow Subtidal Coast of the Adriatic Sea: Species List and Distribution*. International Journal of Biodiversity. Hndawi Publishing Corporation. 187659 (2013).
- [21] N.L. Arroyo, M. Maldonado, R. Perez-Portela dan J. Benito. *Distribution pattern of meiofauna associated with a sublittoral Laminaria bed in the Cantabrian Sea (north-eastern Atlantic)*. Marine Biology. 144: 231-242 (2004).