

Struktur Komunitas Moluska Bentik di Perairan Sekitar PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur

Community Structures of Benthic Molluscs around PLTU Grati Waters, Pasuruan, East Java

Ucu Yanu Arbi

UPT Loka Konservasi Biota Laut Bitung, Sulawesi Utara
Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
E-mail: uyanua@yahoo.co.id

Abstract

Observation on marine benthic molluscs around PLTU Grati waters in Pasuruan was conducted on May and December 2004. The aim of this study was to determine condition and community structure of benthic molluscs living in those areas. Samples were collected using Eckmann grab and sieved through 0.5 mm mesh-sized. The number of molluscs species is 28 species, consisting of 16 species class of gastropoda and 12 species class of pelecypoda. A diversity index (H) ranged 0.845 to 1.158, an evenness index (J) was 0.856 to 1 and a richness index (D) was 19.562 to 31.949. *Littorina undulata* (Littorinidae) was a dominant species and was relatively widely distributed. In general, this result showed that around PLTU Grati waters had a relatively low benthic molluscs diversity.

Key words: Benthic of molluscs, diversity, PLTU Grati waters, Pasuruan, East Java

Abstrak

Penelitian moluska bentik di sekitar perairan PLTU Grati, Pasuruan dilakukan pada bulan Mei dan Desember 2004. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi dan struktur komunitas moluska bentik yang hidup di daerah tersebut. Sampel dikumpulkan dengan menggunakan pengeruk Eckmann dan disaring dengan saringan berukuran 0,5 mm. Jumlah jenis moluska yang didapat 28 jenis, terdiri dari 16 jenis dari kelas gastropoda dan 12 jenis dari kelas pelecypoda. Indeks keanekaragaman jenis (H) berkisar antara 0,845–1,158, indeks pemerataan jenis (J) berkisar antara 0,856–1 dan indeks kekayaan (D) berkisar antara 19,562–31,949. *Littorina undulata* (Littorinidae) adalah jenis jenis yang mendominasi dan memiliki sebaran yang relatif luas. Pada umumnya, Hasil ini menunjukkan bahwa moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati memiliki keanekaragaman yang relatif rendah.

Kata kunci: Moluska bentik, keanekaragaman, Perairan PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur

Diterima: 30 November 2009, disetujui: 24 Juni 2010

Pendahuluan

Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Grati terletak di pesisir utara Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Kabupaten Pasuruan merupakan salah satu kabupaten yang terletak di perairan Selat Madura, yang memiliki arus relatif tenang, dengan substrat didominasi oleh lumpur berpasir dan perairan berwarna cokelat keruh. Tingkat pencemaran yang terjadi di kawasan ini relatif tinggi sebagai dampak dari tingginya aktivitas

yang berlangsung di sepanjang pesisir Selat Madura, terutama di daerah antara Kabupaten Gresik dan Kabupaten Probolinggo (Thayib *et al.*, 1987). Mulai dari kegiatan industri, transportasi, perikanan, hingga pemukiman penduduk yang tumbuh dengan pesat. Jenis-jenis kegiatan tersebut, baik secara langsung maupun tidak langsung memengaruhi ekosistem perairan Selat Madura. Kondisi ini memungkinkan terjadinya penurunan daya dukung lingkungan terhadap keanekaragaman hayati laut (Retnaningdyah, 1997). Kondisi tersebut

berpotensi menyebabkan jenis biota laut akan menghilang dari kawasan ini (Kastoro, 1994).

Pembangunan pusat tenaga listrik, termasuk PLTU, mempunyai produk sampingan yang berupa limbah air yang bersuhu relatif panas. Air panas yang berasal dari air bekas pendingin dari kondensator tersebut menyebabkan pencemaran panas (*thermal pollution*) (Burhanuddin dan Birowo, 1981; Burhanuddin, 1993). Semakin besar kapasitas PLTU, maka semakin besar pula kebutuhan air pendingin yang diperlukan. Suhu adalah salah satu faktor fisika yang sangat berpengaruh terhadap daur hidup dan tingkah laku biota laut, termasuk jenis-jenis yang bersifat bentik. Moluska merupakan salah satu jenis fauna bentik yang paling rentan terhadap perubahan lingkungan. Hal ini merujuk pada sifat dari moluska yang cenderung menetap pada suatu ekosistem. Semakin tinggi tekanan ekologis yang terjadi pada suatu perairan semakin tinggi pula tekanan yang diterima oleh moluska, dan akhirnya juga terhadap biota lain karena adanya rantai makanan. Padahal, banyak atau sedikitnya cadangan ikan yang memiliki nilai ekonomis ditentukan oleh makrobenthos (Pramudji, 2002).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komunitas moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberi tambahan informasi kepada pihak-pihak yang berkepentingan tentang keberadaan moluska bentik di ekosistem tersebut.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei dan Desember 2004 di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan, Jawa Timur pada posisi antara 7°39'06,57" S dan 113°00'32,79" E sampai 7°39'01,05 S dan 113°02'21,91" E. Penelitian dilakukan pada empat lokasi dan di setiap lokasi dilakukan tiga kali pengulangan. Pengambilan contoh moluska dilakukan dengan menggunakan pengeruk sedimen *Eckmann grab* dengan cakupan pengerukan 0,05 m² (De Almeida dan Ruta, 2000). Contoh moluska yang diambil adalah yang terdapat pada pengeruk sedimen. Sedimen disaring menggunakan saringan dengan ukuran mesh 0,5 mm. Contoh moluska

diawetkan dengan formalin 10% yang dicampur dengan pewarna rose Bengal, sedangkan untuk penyimpanan dalam waktu lebih dari 2 hari, diawetkan dalam alkohol 70% (Pohle dan Thomas, 2001).

Pengukuran suhu, pH dan salinitas dilakukan pada permukaan air pada tiap-tiap muara sungai. Pengukuran suhu perairan dilakukan menggunakan termometer alkohol tipe GMK-910T 4-wire Pt100 Platinum RTD dengan tingkat akurasi 0,5°C. Pengukuran pH dilakukan menggunakan kertas indikator pH. Pengukuran salinitas dilakukan menggunakan refraktometer tipe ATAGO S/Mill-E.

Sedimen diukur butirannya dengan cara dikeringkan dahulu menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam dan disaring dengan menggunakan saringan bertingkat no. 1 (ukuran diameter 25,4 mm), no. 3/8 (ukuran diameter 9,5 mm), no. 4 (ukuran diameter 4,75 mm), no. 10 (ukuran diameter 2 mm) dan no. 50 (ukuran diameter 0,5 mm). Ukuran butiran substrat dinyatakan dalam satuan mengikuti aturan skala Wentworth (English *et al.*, 2000).

Identifikasi moluska yang ditemukan merujuk pada Abbott dan Dance (1990), Dance (1976; 1992), Dharma (1988; 1992), Roberts *et al.*, (1982) serta Wilson (1993; 1994). Jumlah individu dan jenis yang didapat pada tiap-tiap stasiun dihitung untuk kemudian dianalisis.

Beberapa indeks struktur komunitas dihitung menggunakan program BioDiversity Professional version 2 Copyright PJD Lamshead, GLJ Paterson dan JD Gage, 1997. Beberapa indeks struktur komunitas tersebut adalah indeks keanekaragaman jenis atau indeks Shannon (H), indeks pemerataan jenis atau indeks Pielou (J) dan indeks kekayaan jenis atau indeks Margalef (D) dihitung menurut Odum (1971). Kemiripan kuantitatif komunitas moluska antarlokasi dihitung dengan indeks kemiripan Sorensen (Brower dan Zar, 1977).

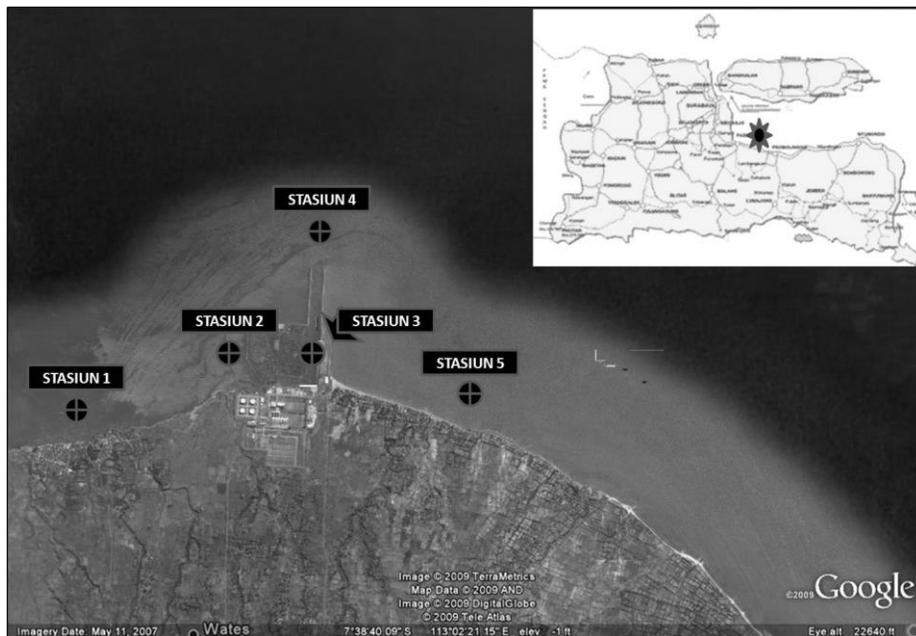
Hasil dan Pembahasan

Karakteristik Habitat Perairan

Ekosistem perairan sekitar PLTU Grati, merupakan wilayah Kabupaten Pasuruan yang termasuk dalam kawasan Selat Madura. Suhu perairan berkisar antara 27–37°C dengan kadar

keasaman (pH) berkisar antara 7–9,5 dan kadar garam (salinitas) berkisar antara 25–36‰. Sedimen di perairan ini umumnya didominasi oleh lumpur yang berwarna abu-abu kehitaman. Kedalaman perairan berkisar antara 2–20 meter dengan perairan yang cenderung keruh dan berwarna coklat. Beberapa parameter lingkungan disajikan dalam Tabel 1. Kondisi terumbu karang bisa dikatakan sangat buruk karena kondisi lingkungan yang tidak mendukung perkembangan karang. Demikian halnya dengan vegetasi lamun, yang sulit untuk ditemukan. Ekosistem hutan mangrove masih bisa ditemukan dengan kondisi masih cukup baik, tetapi selalu mendapat ancaman dari aktivitas di pesisir Selat Madura untuk berbagai kepentingan, mulai dari skala kecil sampai pembabatan total.

Dari pengukuran suhu, pH dan salinitas diketahui bahwa beberapa parameter tersebut masih berada pada kisaran normal untuk perairan laut menurut keputusan Kementrian Negara Lingkungan Hidup tahun 1981 (Susana dan Genisa, 1993; Burhanuddin *et al.*, 1994). Terlihat adanya perbedaan suhu yang cukup mencolok antara Stasiun 2 dengan keempat stasiun lainnya. Hal ini disebabkan Stasiun 2 merupakan saluran pembuangan air panas yang berasal dari hasil proses pemanasan yang terjadi di dalam sistem ketel PLTU. Proses pembuangan air panas tersebut tidak berlangsung secara kontinyu, tetapi hanya pada saat-saat tertentu saja. Namun, kondisi tersebut tetap memberikan pengaruh terhadap komposisi moluska bentik (Huboyo dan Zaman, 2007; Ratterman, 2003).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian moluska bentik di sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

Tabel 1. Parameter lingkungan pada masing-masing stasiun di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

No	Parameter					
	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)	Kedalaman (m)	Perairan	Substrat
1.	29,1	9,3	29,2	2,3	Agak keruh	Abu-abu
2.	37	7	25	20	Jernih	Cokelat
3.	28,6	9,2	29,9	8,2	Agak keruh	Abu-abu kehitaman
4.	27	9,5	36	3,9	Agak keruh	Abu-abu kehitaman
5.	38,4	8,9	33,6	2	Agak keruh	Abu-abu

Berdasarkan hasil pengukuran sedimen, substrat didominasi pasir medium sampai campuran antara pasir sangat halus – lumpur (Tabel 2). Tipe substrat ini mampu menahan beberapa macam bahan pencemar karena ukuran butiran substratnya kecil dengan ruang interstisial kecil. Bahan pencemar akan semakin terakumulasi dan proses dekomposisinya mengakibatkan kadar oksigen terlarut (DO) menjadi rendah. Akibatnya adalah menimbulkan kematian beberapa jenis biota yang berasosiasi di dalamnya, bahkan dalam waktu yang lama akan menyebabkan kepunahan (Haryono, 2004).

Komposisi Jenis

Dari hasil identifikasi moluska benthik yang ditemukan, diperoleh sebanyak 76 individu, terdiri dari 28 jenis yang mewakili dua kelas, yaitu 16 jenis dari kelas Gastropoda dan 12 jenis dari kelas Pelecypoda (Tabel 3). Gastropoda lebih mendominasi terutama pada lokasi-lokasi yang memiliki substrat yang relatif kasar. Jenis Pelecypoda yang hidup di perairan pantai membenamkan diri dalam substrat lumpur berpasir dan bersifat 'filter feeder' serta memperoleh makanannya yang berupa fitoplankton yang terdapat di perairan tersebut (Pramudji, 2002). Nybakken (1988) menambahkan bahwa, pemakan suspensi biasanya terdapat dalam jumlah yang melimpah pada substrat lumpur berpasir.

Jika dibandingkan dengan penelitian di tempat lain, hasil yang didapatkan dalam penelitian ini relatif lebih baik. Misalnya penelitian di perairan Kenjeran, Surabaya hanya didapat 18 jenis (Rustiningrum, 2004). Adapun Cappenberg (2008) di muara sungai Cisadane, Tangerang hanya mendapatkan 19 jenis. Penelitian di perairan Muara Kamal, Jakarta hanya didapatkan 4 jenis (Maria, 1993). Dan penelitian di lima muara sungai di Teluk Lamong, Surabaya mendapatkan 21 jenis (Arbi, dalam proses publikasi). Perbedaan hasil ini kemungkinan dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain lokasi penelitian, waktu penelitian, luas area penelitian maupun tingkat pencemaran yang terjadi.

Jumlah jenis pada kelima stasiun menunjukkan perbedaan yang cukup mencolok. Stasiun 2 memiliki jumlah jenis yang paling sedikit, yaitu 7 jenis. Stasiun 2 terletak tepat di depan saluran pembuangan air dari proses yang berlangsung di PLTU (*outlet*). Suhu perairan di stasiun ini di atas 35°C. Faktor inilah yang kemungkinan menyebabkan jumlah jenis moluska yang ditemukan sedikit. Perubahan komunitas oleh limbah air panas dapat terjadi di sekitar saluran pembuangan dengan suhu beberapa derajat mendekati batas letal tertinggi (Coles, 1977; Burhanuddin, 1993). Pada Stasiun 3 didapat sebanyak 10 jenis moluska. Stasiun 3 terletak di depan saluran masuk air menuju ke dalam PLTU. Air laut sebelum masuk ke dalam saluran masuk tersebut dialirkan dari laut pada jarak lebih dari 300 meter melalui sebuah saluran kanal. Faktor teknis dari proses penyedotan air laut menuju PLTU kemungkinan besar menjadi penyebab sedikitnya jumlah jenis moluska di stasiun tersebut. Stasiun 4 terletak di ujung saluran kanal menuju ke PLTU, kedalaman perairan sekitar 10 meter dengan substrat kasar, sehingga cukup sulit untuk mendapatkan moluska di stasiun ini. Pada Stasiun 4 didapatkan sebanyak 13 jenis. Pada Stasiun 1 dan Stasiun 5, yang terletak di luar wilayah PLTU, jumlah jenis yang didapat cukup banyak, yaitu 24 jenis pada Stasiun 1 dan 22 jenis pada Stasiun 5. Kondisi lingkungan yang masih cukup alami mampu mendukung kehidupan moluska di kedua stasiun tersebut.

Indeks keanekaragaman (H), kemerataan (J) dan kekayaan jenis (D) dapat menggambarkan struktur komunitas suatu komunitas. Struktur komunitas dapat digunakan untuk menduga atau menilai kualitas lingkungan perairan berdasarkan parameter biologis. Suatu komunitas memiliki keanekaragaman jenis tinggi jika jumlah jenis yang ditemukan banyak dan semua jenis yang ditemukan memiliki kelimpahan yang hampir sama. Jika jumlah jenis yang didapat sedikit, atau jumlah jenis banyak tetapi terdapat beberapa jenis yang mendominasi, keanekaragaman jenis akan menjadi rendah (Langkosono, 2004).

Tabel 2. Persentase substrat pada masing-masing stasiun di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

No.	Jenis Substrat	Persentase Pada Masing-masing Stasiun (%)				
		1	2	3	4	5
1	Kerikil	1,7	2,8	1,8	2,0	3,0
2	Pasir sangat kasar	4,1	5,9	4,9	7,3	4,6
3	Pasir medium	39,7	40,1	42,6	37,8	40,6
4	Pasir sangat halus - lumpur	54,5	51,2	50,7	52,9	51,8
Total		100	100	100	100	100

Tabel 3. Keanekaragaman jenis moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

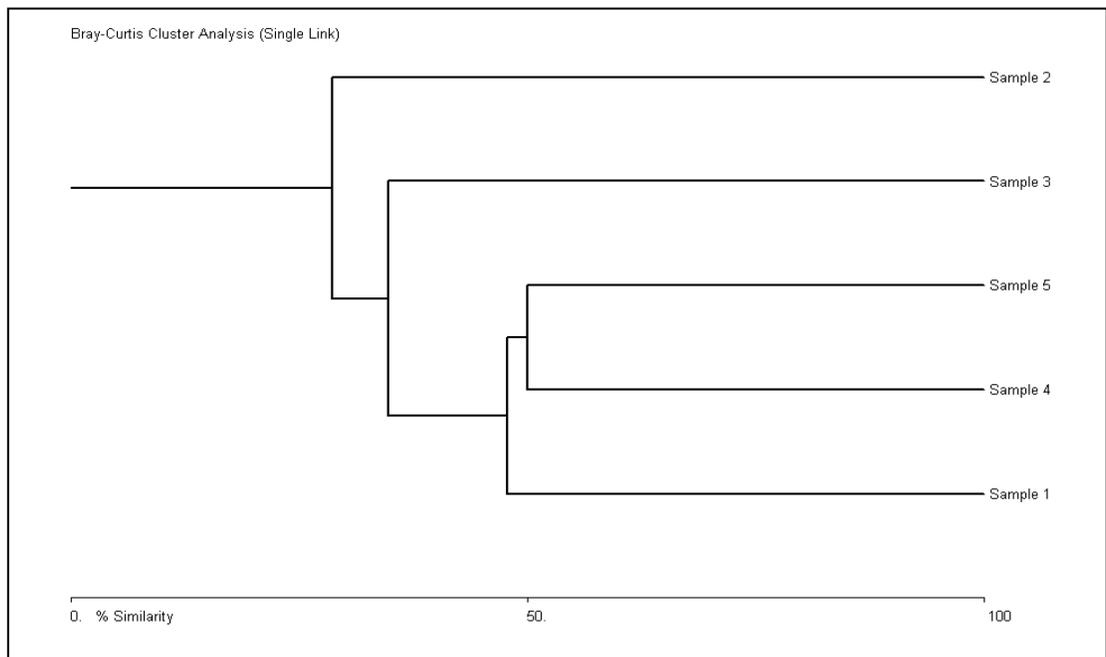
No	Suku	Jenis	Jumlah					Σ
			STA. 1	STA. 2	STA. 3	STA. 4	STA. 5	
GASTROPODA								
1	BUCCINIDAE	<i>Buccinum</i> sp.		1				1
2	BUCCINIDAE	<i>Cantharus undosus</i>	1				1	2
3	BUCCINIDAE	<i>Fusinus</i> sp.					1	1
4	BURSIDAE	<i>Bursa granularis</i>	1					1
5	CERITHIIDAE	<i>Clypeomorus coralium</i>	2		1	2	1	6
6	CYPRAEIDAE	<i>Cypraea annulus</i>	1				3	4
7	LITTORINIDAE	<i>Littorina undulata</i>	8	1	2	1	1	13
8	MURICIDAE	<i>Drupa ricinus</i>	1					1
9	MURICIDAE	<i>Thais oculata</i>				1	1	2
10	NASSARIIDAE	<i>Nassarius pullus</i>					1	1
11	NERITIDAE	<i>Nerita planospira</i>	1		1		1	3
12	POTAMIDIDAE	<i>Cerithidea cingulata</i>		1		1		2
13	POTAMIDIDAE	<i>Cerithidea quadrata</i>				1	1	2
14	PUPINIDAE	<i>Pupina junghuhni</i>		1				1
15	TROCHIDAE	<i>Trochus histrio</i>	1				2	3
16	TURBINIDAE	<i>Astralium calcar</i>	4		1	1	3	9
PELECYPODA								
17	ARCIDAE	<i>Anadara granosa</i>			1		1	2
18	ARCIDAE	<i>Anadara tranversa</i>	1					1
19	CORBICULIDAE	<i>Polymesoda expansa</i>			2	1		3
20	ISOGNOMINIDAE	<i>Isognomon isognomum</i>	1					1
21	MACTRIDAE	<i>Mactra coralina</i>				1	1	2
22	OSTREIDAE	<i>Saccostrea cucullata</i>	1			2	2	5
23	SILICULARIIDAE	<i>Siliqua winteriana</i>		1				1
24	TELLINIDAE	<i>Tellina gargadia</i>			1			1
25	TELLINIDAE	<i>Tellina palatam</i>	1			1	1	3
26	TELLINIDAE	<i>Tellina</i> sp.		1			1	2
27	VENERIDAE	<i>Periglypta reticulata</i>			1			1
28	VENERIDAE	<i>Petricola</i> sp.		1		1		2
Jumlah Individu			24	7	10	13	22	76
Jumlah Jenis			13	7	8	11	16	
Indeks Keanekaragaman Jenis (H)			0,954	0,845	0,887	1,017	1,158	
Indeks Kemerataan Jenis (J)			0,856	1	0,983	0,977	0,961	
Indeks Kekayaan Jenis (D)			19,562	31,949	28,295	23,558	20,113	

Hasil analisis struktur komunitas di perairan sekitar PLTU Grati disajikan dalam Tabel 4. Nilai indeks keanekaragaman jenis (H) berkisar antara 0,845 (Stasiun 2) sampai 1,158 (Stasiun 5). Berpedoman pada Daget (1976), bahwa jika H kurang dari 2,0 maka nilai keanekaragaman jenisnya rendah. Rendahnya nilai H sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan fisik dan kimia, pemangsaan, dan variasi habitat (Dittman, 1990). Prahoro *et al.*, (1992) menyatakan bahwa jika nilai H kurang dari 1, dapat dikatakan bahwa suatu perairan mendapat tekanan yang cukup tinggi.

Nilai indeks pemerataan jenis (J) berkisar antara 0,856 (Stasiun 1) sampai 1 (Stasiun 2). Berpedoman pada Odum (1971), jika nilai J mendekati 1 maka nilai pemerataan jenisnya tinggi. Nilai J tinggi jika tidak terdapat dominasi dari jenis-jenis tertentu dalam komunitas tersebut. Nilai J dapat menggambarkan kestabilan dalam suatu komunitas, yaitu stabil bila mempunyai nilai J mendekati angka 1, dan sebaliknya tidak stabil jika mendekati 0. Semakin kecil nilai J mengindikasikan bahwa penyebaran jenis dalam komunitas tersebut tidak merata, sedangkan semakin besar nilai J maka penyebaran jenis relatif merata. Dapat dikatakan bahwa komunitas moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati tersebut berada dalam kondisi yang cukup stabil.

Nilai indeks kekayaan jenis (D) berkisar antara 19,562 (Stasiun 1) sampai 31,949 (Stasiun 2). Secara umum, kekayaan jenis moluska di perairan sekitar PLTU Grati masuk kategori rendah yang disebabkan oleh banyak hal yang saling berkaitan. Kekayaan jenis moluska sangat dipengaruhi oleh kualitas lingkungan, baik fisik maupun kimia. Kualitas lingkungan sangat dipengaruhi oleh tingkat tekanan terhadap lingkungan yang mengakibatkan turunnya daya dukung lingkungan terhadap keanekaragaman hayati.

Hasil analisis indeks kemiripan jenis disajikan pada Tabel 5. Hasil analisa menunjukkan bahwa Stasiun 4 dan Stasiun 5 memiliki kesamaan yang paling tinggi, yaitu sebesar 50%, sedangkan yang paling rendah pada Stasiun 1 dan Stasiun 2, yaitu sebesar 6,45%. Namun, secara keseluruhan, dari lima stasiun penelitian memiliki nilai kesamaan cukup rendah, di bawah 50% (Tabel 4). Hal ini kemungkinan karena memiliki kondisi lingkungan dan tingkat pencemaran yang cukup tinggi. Hasil analisis cluster berdasar nilai indeks kesamaan jenis pada tiap-tiap stasiun menggunakan program BioDiversity Pro disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Dendrogram berdasarkan kesamaan jenis dari setiap stasiun.

Tabel 4. Hasil analisa struktur komunitas moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

Sampel	S	N	D	J'	H' (loge)
1	13	24	19,562	0,856	0,954
2	7	7	31,949	1	0,845
3	8	9	28,295	0,983	0,887
4	11	14	23,558	0,977	1,017
5	16	22	20,113	0,961	1,158

Tabel 5. Indeks kemiripan jenis moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati, Pasuruan.

Stasiun	1	2	3	4	5
1	*	6,45	24,24	36,84	47,83
2	*	*	12,5	28,57	13,79
3	*	*	*	34,78	32,26
4	*	*	*	*	50
5	*	*	*	*	*

Simpulan dan Saran

Simpulan

Moluska bentik di perairan sekitar PLTU Grati memiliki keanekaragaman jenis rendah. Jenis-jenis moluska bentik yang ditemukan merupakan jenis-jenis moluska yang mampu beradaptasi pada lingkungan dengan kondisi buruk.

Saran

Untuk mendapatkan gambaran lengkap tentang kekayaan jenis moluska dan sebarannya, perlu penelitian secara kontinyu. Di samping itu, perlu dilakukan pengukuran kualitas lingkungan fisik dan kimia sehingga hasilnya dapat digunakan sebagai bahan acuan untuk menganalisis kondisi keanekaragaman jenis moluska bentik pada perairan tersebut.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Tim survey AMDAL Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS Surabaya dan PT Indonesia Power. Ucapan terima kasih juga penulis ucapkan kepada Laboratorium Ekologi Biologi FMIPA ITS – Surabaya untuk segala fasilitas dalam analisis sampel moluska bentik.

Daftar Pustaka

- Abbott, R.T. dan Dance, P. 1990. *Compendium of Seashell*. Crawford House Press, Australia: 411.
- Brower, J.E. dan Zar, J.H. 1977. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. MWC Brawn Company Publishing, IOWA: 194.
- Burhanuddin. 1993. Toleransi Suhu pada Crustacea dan Mollusca di Perairan PLTU Muara Karang, Jakarta. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 26: 41–54.
- Burhanuddin dan Birowo, S. 1981. Pengaruh Limbah Air Panas PLTU Priok terhadap Komposisi Jenis Ikan di Pelimbanannya. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 14: 19–30.
- Burhanuddin, Djamali, A. dan Genisa, A.S. 1994. Pengaruh Suhu pada Komunitas Ikan di Perairan PLTU Muara Karang, Teluk Jakarta. *Seminar Pemantauan Pencemaran Laut, Jakarta*. 68–72.
- Cappenberg, H.A.W. 2008. Moluska Bentik di Perairan Muara Sungai Cisadane, Tangerang, Banten. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 34 (1): 13–23.
- Coles, S.L. 1977. Marine Management and Siting of Electrical Generating Stations on Tropical Shorelines Area. *Marine Research in Indonesia*, 19: 57–72.
- Daget, J. 1976. Les Modeles Mathematiques en Ecologie. Masson, *Coll. Ecoll.* 8, Paris: 172.
- Dance, S.P. 1976. *The Collector's Encyclopedia of Shells*, second edition. Mc.Graw – Hill Book Company, Great Britain: 288.
- Dance, S.P. 1992. *Eyewitness Handbook Shells*. Dorling Kindersley Ltd. London: 268.

- De Almeida, T.C.M. dan Ruta, C. 2000. Effects a Subtidal Macroalgae Bed on Soft Botton Polychaeta Assemblages in Arraial Do Cabo, Rio De Jeneiro, Brazil, *Bull. Marine Science*, 67 (1): 199–207.
- Dharma, B. 1988. *Siput dan Kerang Indonesia I (Indonesian Shells)*. PT Sarana Graha, Jakarta: 111.
- Dharma, B. 1992. *Siput dan Kerang Indonesia (Indonesian Shells II)*. Verlag Christa Hemmen, Germany: 135.
- Dittman, S. 1990. Mussel Beds-amensalism or amelioration for intertidal fauna. *Helgolander Meeresunters* 44: 335–352.
- English, S., Wilkinson, C. dan Bakri. 2000. *Survey Manual for Tropical Marine Resources, V editions*. ASEAN–AUSTRALIA Marine Science Project, Living Coastal Resources. Australian Institute of Marine Science, Australia.
- Haryono. 2004. Komunitas Ikan di Perairan Danau Wilayah Sulawesi Utara dan Gorontalo. *Biota*, IX (1): 54–62.
- Huboyo, H.S. dan Zaman, B. 2007. Analisis Sebaran temperatur dan Salinitas Air Limbah PLTU-PLTGU Berdasarkan Sistem Pemetaan Spasial (Studi Kasus: PLTU-PLGU tambak Lorok, Semarang). *J. Presipitasi*, 3 (2): 40–45.
- Kastoro, W. 1994. Status of Soft-Bottom Benthic Communities of Indonesian Waters. *Third ASEAN-AUSTRALIAN Symposium on Living Coastal Resources*, Chulalongkorn University, Bangkok. 1–14.
- Kastoro, W., Aswandy, I., Alhakim, I., Aziz, A. dan Sudobjo, A.B. 1999. Struktur Komunitas Makrobenthos di Perairan Teluk Bayur dan Teluk Bungus, Sumatera Barat. In: Praseno, D.P., Atmadja, W.S., Arinardi, O.H., Ruyitno dan Supangat, I. (Eds.) *Pesisir dan Pantai Indonesia II*. P3O–LIPI, Jakarta: 47–65.
- Kastoro, W., Aswandy, I., Alhakim, I., Wilde, P.A.W.J. de dan Everaarts, J.M. 1989. Soft-Bottom Benthic Community in the Estuarine Waters of East java. *Netherlands J. of Sea Research*, 463–472.
- Langkosono. 2004. Komposisi Jenis Ikan di Perairan Pantai Teluk Saleh, Nusa Tenggara Barat (NTB) dan Tanimbar Utara, Maluku Tenggara. *Biota*, IX (2): 92–99.
- Maria, M.W. 1993. Kelimpahan Makro Zoobentos di Perairan Muara Kamal, Teluk Jakarta. *J. Pen. Perikanan Laut*, 27: 97–106.
- Nybaken, J.W. 1988. *Biologi Laut: suatu pendekatan ekologi*. Gramedia, Jakarta: 459.
- Odum, E.P. 1971. *Fundamental of Ecology*. W.E. Saunders, Philadelphia: 574.
- Pohle, G.W. dan Thomas, M.L.H. 2001. *Monitoring Protocol for Marine Benthos: Intertidal and Subtidal Macrofauna*, <http://attentionnature.ca/English/monitoring/protocols/marine/benthics/benthos.html>. 12/22/2008.
- Prahor, P., Wahyono, M.M. dan Santoso, W. 1992. Sumberdaya Moluska di Perairan Teluk Pemenang, Lombok Barat, Nusa Tenggara Barat. *J. Pen. Perikanan Laut*, 71: 39–49.
- Pramudji. 2002. Sumber Daya Hayati Di Kawasan Pesisir Santong, Teluk Saleh, Sumbawa, Nusa Tenggara Barat. *Biota*, VII (2): 61–66.
- Ratterman dan Gretchen. 2003. *The Thermal Pollution of Water*. <http://outreach.ecology.uga.edu/watershed/thermal/html>. 10/07/2010.
- Retnaningdyah, C. 1997. Kepekaan Makro Invertebrata Benthos terhadap Tingkat Pencemaran Deterjen di Kali Mas Surabaya. *Lingk. dan Pembangunan*, 17 (2): 96–108.
- Roberts, D., Soemodihardjo, S. dan Kastoro, W. 1982. *Shallow Water Marine Molluscs of North-West Java*. Lembaga Oseanologi Nasional LIPI. Jakarta: 143.
- Rustiningrum, N. 2004. Pendugaan Kualitas Perairan yang Tercemar Lindi (Leachate) Berdasarkan Struktur Komunitas Makrobentos di Pantai Ria Kenjeran. *Skripsi*. Prodi Biologi FMIPA ITS, Surabaya: 48.
- Susana, T. dan Genisa, A.S. 1993. Telaah Suhu, Hidrokarbon dan Fauna Ikan di Perairan PLTU Suralaya. *Prosiding Seminar Nasional Biologi XI, PBI, Ujungpandang*: 1–11.
- Thayib, S.S., Ruyitno, D.H., Kunarso dan Razak, H. 1987. Water Quality Indicator Bacteria in Bengawan Solo and Porong Rivers and theirs Estuaries. *Marine Research in Indonesia*, 27: 1–27.
- Wilson, B. 1993. *Australian Marine Shells 1*. Odyssey Publishing, Australia: 408.
- Wilson, B. 1994. *Australian Marine Shells 2*. Odyssey Publishing, Australia: 370.