

## Komunitas Cacing Laut Dalam (Polychaeta) di Selat Flores, Lamakera dan Alor, Nusa Tenggara Timur

Pitra Widianwari<sup>1\*</sup> dan Widianingsih<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Puslit Oseanografi LIPI, Jln. Pasir Putih I, Ancol Timur, Jakarta 11048 Indonesia  
Telp. 02164713850, Fax. (62 21)64711948, E-mail: pitra98@yahoo.com

<sup>2</sup>Jurusan Ilmu Kelautan, Kampus Ilmu Kelautan Undip, Tembalang Semarang  
Telp./Fax. 0247474698. E-mail: widia2506@yahoo.com

### Abstrak

Struktur dan sebaran spasial komunitas cacing laut (Polychaeta) di selat Flores, Lamakera dan Alor dikaji berdasarkan perolehan sampel hasil penurunan box corer di 13 stasiun cuplik berkedalaman 147-2996 m pada bulan Juli 2011. Secara keseluruhan berhasil diperoleh 68 jenis polychaeta ( $n = 536$ ) yang dapat dikelompokkan kedalam 31 famili dengan kepadatan per stasiun bervariasi antara 9 hingga 95 individu/0.3 m<sup>2</sup>. Sedangkan kekayaan jenis, nilai indeks keragaman Shannon Wiener ( $H'$ ) dan kemerataan Pielou ( $J$ ) masing-masing bervariasi antara 3-24, 1,03-2,93 dan 0,83-0,94. Uji korelasi Spearman mengindikasikan keterkaitan positif antara kepadatan dengan kekayaan jenis ( $S$ ) maupun  $H'$  ( $P < 0,01$ ). Hubungan antara atribut komunitas tersebut dengan parameter lingkungan (kedalaman, % kerikil, % lumpur dan kandungan total bahan organik) tidak dapat terdeteksi secara jelas, kecuali antara kepadatan dengan kandungan pasir ( $r = 0,56$ ;  $P = 0,05$ ).

**Kata kunci:** Polychaeta, cacing laut, laut dalam, Nusa Tenggara Timur

### Abstract

Spatial distribution and community structure of polychaete community has been studied based on data collected from Flores, Lamakera and Alor straits in July 2011. Polychaetes sample have been obtained using a box corer deployed on 13 sampling stations at waters depths between 147 to 2996 m. In all there has been collected 68 species belong to 31 families with the total individuals varies between 9 - 95 ind./0.3 m<sup>2</sup>. The species richness ( $S$ ), Shannon Wiener diversity index ( $H'$ ) and Pielou's evenness index ( $J$ ) consecutively range between 3-24, 1,03-2,93 and 0,83-0,94. Spearman correlation test indicates positive relationship between worm density with species richness and shannon wiener index. However the relationship between those community attributes and the environmental parameters (water depth, % gravel, sand, mud and TOM) are not significant, except between worm density and % of sand ( $r = 0.56$ ;  $P = 0.05$ ).

**Key words:** Polychaeta, deep-sea, Nusa Tenggara Timur

### Pendahuluan

Sebagian besar perairan subtidal di Kawasan Timur Indonesia (KTI) memiliki kedalaman 200 hingga ribuan meter dapat dikategorikan sebagai laut dalam (jeluk); hingga sekarang belum banyak diketahui status keragaman hayati maupun karakteristik lingkungan bentiknya. Sudah merupakan pengetahuan umum sejak lama bahwa perairan tropis memiliki keragaman biota jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kawasan lainnya (Ben-Eliahu & Safriel, 1982; Sanders, 1968); dan ekosistem bentik laut jeluk pada kenyataannya juga menyimpan kekayaan jenis yang beragam sebagaimana halnya ekosistem perairan pantai

maupun *terrestrial* (Sanders et al., 1965; Grassle dan Maciolek, 1992; Gray, 1994). Dalam perspektif ini studi ekosistem dasar laut dalam (jeluk) KTI menarik untuk dieksplorasi; termasuk di dalamnya karakteristik ekologis polychaeta (cacing laut) yang acap kali merupakan kelompok taksa pdominan komunitas makrobenthos (invertebrata dasar perairan berukuran  $\geq 500$   $\mu$ m).

Polychaeta bersifat kosmopolitan di berbagai tipe ekosistem laut dan seringkali melimpah, baik dalam hal jumlah individu maupun jenis (Nacorda dan Yap, 1992; Sanders, 1968). Pada ekosistem bentik, polychaeta memiliki posisi dan peran penting; tidak

saja sebagai salah satu simpul dalam jejaring makanan (*foodweb*), tetapi juga dalam berbagai proses pendaur-ulangan dan stabilitas sedimen dasar laut (Hutchings, 1998). Karena beragamnya relung *trophic* serta kemampuannya beradaptasi dalam berbagai tipe habitat, cacing laut merupakan indikator yang baik dari struktur komunitas fauna bentik (Jumars dan Fauchald, 1977). Lebih dari itu, beberapa jenis cacing laut dengan sifatnya yang toleran ataupun yang sensitif seringkali berguna sebagai indikator dari suatu kondisi lingkungan (Holmer *et al.*, 1997). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komunitas cacing laut dalam (*Polychaeta*) di Selat Flores, Lamakera dan Alor (Nusa Tenggara Timur)

**Materi dan Metode**

**Pengumpulan dan penanganan contoh komunitas *Polychaeta* dan sedimen**

Selat Flores, Lamakera dan Alor merupakan *macro channel* yang menghubungkan Laut Flores di utara dengan Laut Sawu di selatan dimana arlindo melintas dari wilayah Indonesia ke Australia atau sebaliknya. Pelayaran Ekspedisi Lamalera menggunakan Kapal Riset Baruna Jaya VIII (KR BJ VIII), sampel *polychaeta* telah dikumpulkan dari 13 stasiun dengan kedalaman 147–2.996 meter (Gambar 1, Tabel 1).

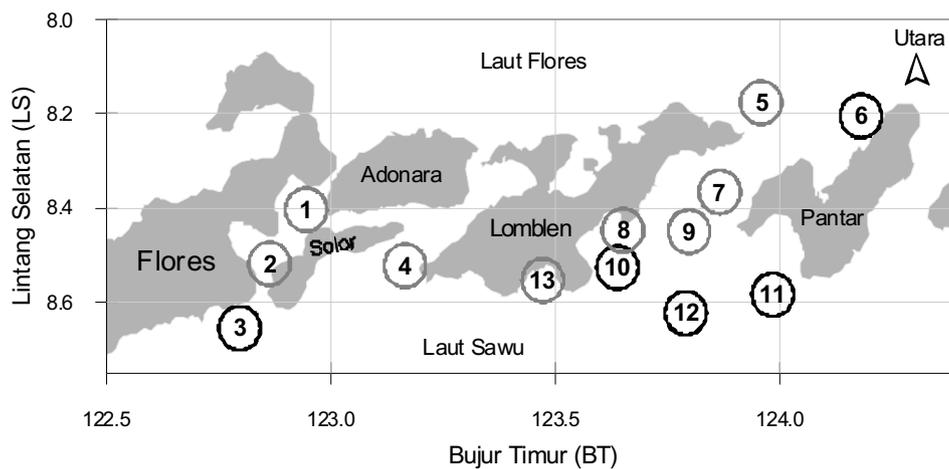
Perolehan contoh sedimen dasar perairan yang kemudian dibagi menjadi subsample fauna dan fisika sedimen merupakan hasil pengoperasian *box corer* dengan bukaan seluas 50x60 cm<sup>2</sup>. Subsampel fauna, dimana *polychaeta* termasuk di dalamnya, diperoleh dari hasil penyaringan sedimen (ketebalan ±20 cm)

dengan saringan bermata tapis 500 um yang kemudian difiksasi dengan larutan campuran formalin 7 % dan rose Bengal. Penggunaan rose Bengal akan memberikan warna kemerahan pada fauna bentik dan karenanya dapat memudahkan proses sortir menjadi lebih cepat dan akurat. Hasil fiksasi ini kemudian dinumerasi dan diawetkan dengan alkohol 70 %. Subsampel sedimen juga dilakukan untuk mengetahui karakter sedimen yang diperkirakan berhubungan dengan profil komunitas benthos; antara lain komposisi ukuran butir sedimen (*granulometri*) dan kandungan total bahan organik (TOM, *Total Organic Matter*).

Data bathymetry, suhu dan salinitas dasar perairan (Tabel 1) merupakan hasil pengukuran *single beam Simrad EA 500* dan *SBE-911Plus CTD* dari *Seabird Electronic Inc.* yang dipasang pada KR. BJ VIII (Anonimus, 2011).

**Analisis data**

Hasil enumerasi makrobenthos per stasiun ditabulasi untuk kemudian dianalisis dengan menggunakan piranti lunak PRIMER versi 6.0. Analisis profil komunitas antara lain mencakup kepadatan, kekayaan jenis (S) dan keragaman yang berdasarkan pada indeks Shannon Wiener (H') maupun sebaran pemerataan jenis yang berdasarkan indeks keserasian Pielou (J') (Clarke dan Warwick, 1994). Untuk melihat kemiripan antar komunitas digunakan indeks Bray Curtis yang divisualisasikan melalui *multi dimensional scaling* (MDS). Uji korelasi Spearman dilakukan untuk melihat signifikansi keterkaitan antara attribute komunitas (N, S, H' dan J) dengan parameter lingkungan bentik (kedalaman, % kerikil, pasir, lumpur dan TOM).



**Gambar 1.** Letak stasiun pengambilan contoh sedimen dan cacing laut di wilayah studi (stasiun 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 & 13 < 1000 m, stasiun 3, 6, 10, 11 & 12 > 1000m).

**Tabel 1.** Koordinat penurunan *box corer*, kedalaman perairan, temperatur (T) dan salinitas air (S) di setiap stasiun pengambilan contoh.

No. Stasiun	Bujur Timur (°BT)	Lintang Selatan (°LS)	Kedalaman (m)	T <sub>dasar</sub> (°C)	S <sub>dasar</sub> (‰)
1	122,9450	-8,4039	241	18,9	34,3
2	122,8633	-8,5184	147	20,2	34,2
3	122,7971	-8,6555	1120	4,3	34,6
4	123,1655	-8,5226	402	8,6	34,6
5	123,9577	-8,1767	690	5,8	34,6
6	124,1803	-8,2051	1163	4,4	34,6
7	123,8656	-8,3660	318	9,8	34,1
8	123,6504	-8,4475	430	9,3	34,7
9	123,7979	-8,4499	479	8,5	34,6
10	123,6383	-8,5267	1581	4,9	34,6
11	123,9840	-8,5841	1981	4,8	34,6
12	123,7903	-8,6233	2996	4,6	34,6
13	123,4720	-8,5535	499	8,8	34,6

## Hasil dan Pembahasan

### Profil lingkungan benthik

Peta batimetri maupun hasil pengukuran *single beam* Simrad pada KR BJ VIII menunjukkan bahwa 8 stasiun terletak pada kedalaman <1000 m; sedangkan 5 stasiun lainnya memiliki kedalaman >1000 m (Tabel 1). Stasiun-stasiun berkedalaman <100 meter tersebut pada umumnya terletak pada sisi utara wilayah studi. Stasiun 2 yang terletak di Selat Flores dengan kedalaman perairan 147 m merupakan satu-satunya stasiun yang tidak termasuk kategori laut dalam. Stasiun 12 merupakan stasiun terdalam yang terletak di bagian selatan, yaitu di antara P. Lomblen dan Pantar dengan kedalaman 2996 m. Stasiun-stasiun pada bagian selatan wilayah studi cenderung lebih dalam dibandingkan stasiun-stasiun yang terletak di bagian wilayah barat laut. Pada bagian selatan ini terletak Stasiun 3 (1120 m), 10 (1581 m) dan 11 (1981 m). Suhu air dekat dasar perairan pada stasiun-stasiun dengan kedalaman >1000 m tersebut bervariasi antara 4.3-4.9 °C. Sedangkan di stasiun-stasiun dengan kedalaman <1000 m suhu berkisar antara 5.8-20.2 °C. Hasil uji korelasi Spearman pada Tabel 2 mengindikasikan bahwa kedalaman perairan dan suhu berkorelasi negatif sangat nyata ( $r=-0,89$ ;  $P<=0,01$ ).

Berdasarkan analisis granulometri ditemukan 3 tipe sedimen dasar perairan (Gambar 2a). Pasir kerikilan (*gravelly sand/ gS*) diperoleh dari Stasiun 4 dan 8 yang terletak tidak jauh dari garis pantai di sisi

barat daya dan timur laut P. Lomblen. Pasir lumpuran (*muddy sand, MS*) dengan campuran pasir dan lumpur diatas 80 dan 10 % terdapat di Stasiun 2, 6, 7, 8, 9, 10 dan 13. Sedangkan substrat (*mud, M*) berkadar lumpur 93-97 % cenderung ditemukan pada stasiun-stasiun terdalam (Stasiun 3, 10 dan 12).

Berdasarkan penelitian, pasir dan lumpur merupakan material yang dominan pada dasar perairan di wilayah studi (Gambar 2a). Butir berukuran  $\geq$  kerikil hanya mencapai nilai maksimalnya sebesar 15,20 % di Stasiun 5 (690 m). Walau jenis substrat halus cenderung ditemukan di stasiun yang lebih dalam, uji Spearman tidak menemukan adanya korelasi yang signifikan antara kedalaman dengan kuantitas kandungan kerikil, pasir ataupun lumpur (Tabel 2). Ketidak jelasan hubungan ini terlihat pada Stasiun 1 yang memiliki kedalaman terdalam kedua (241 m) namun memiliki kadar lumpur mencapai 98 %. Walau secara statistik tidak signifikan, substrat lumpur cenderung mengandung nilai TOM lebih tinggi dari tipe substrat lainnya. Hal ini nampak pada Gambar 2b dan c yang memperlihatkan Stasiun 3, 1 dan 11 dengan kandungan TOM tertinggi (6.7, 5.7 dan 3.2 %) memiliki tipe substrat dengan kandungan lumpur tertinggi juga (97.72, 98.22 dan 94.06 %).

### Komunitas polychaeta

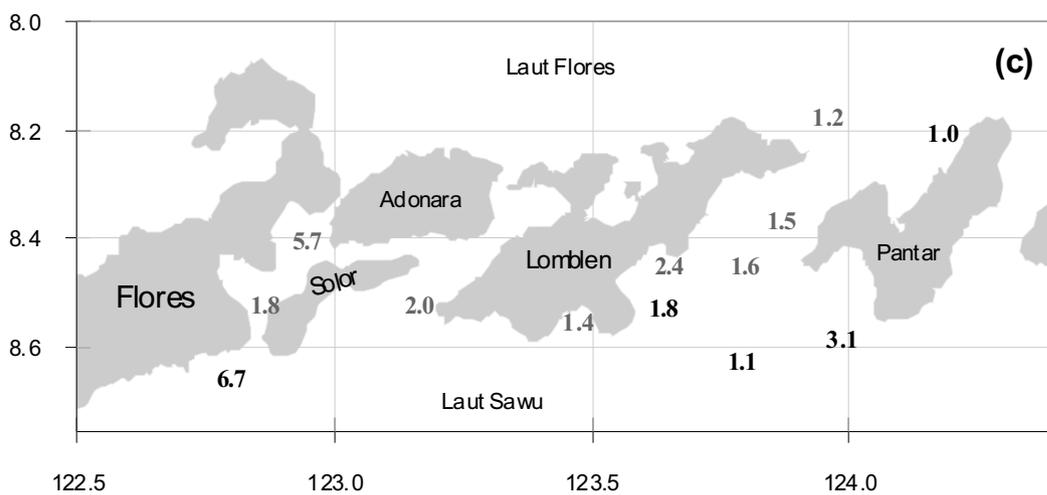
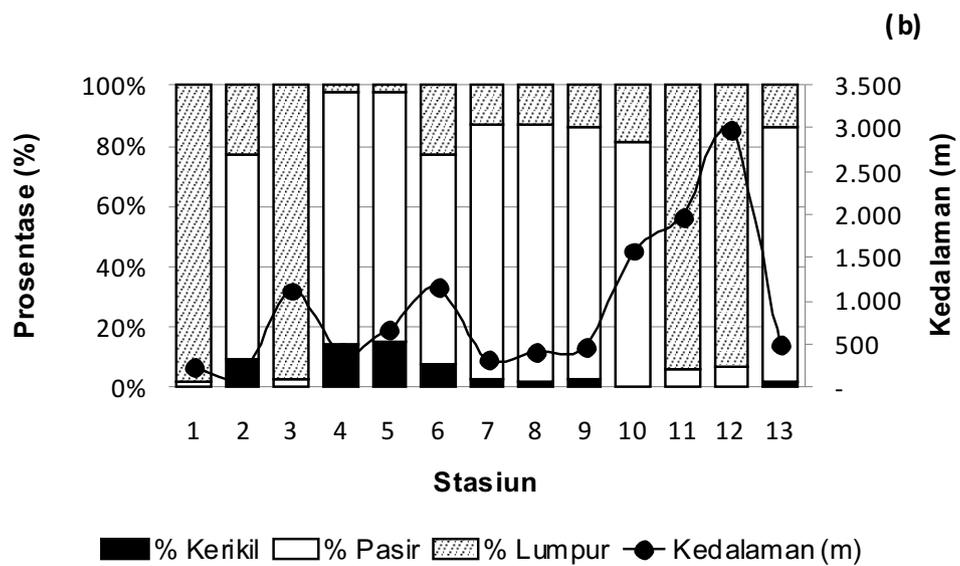
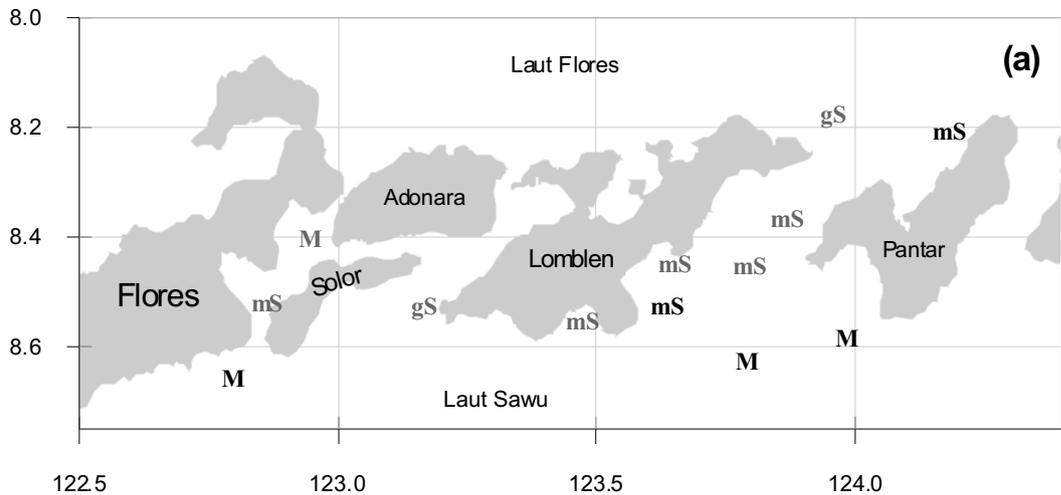
Dari 13 stasiun cuplik diperoleh 68 jenis Polychaeta yang dapat dikelompokkan kedalam 32 famili (dengan kelimpahan total polychaeta 539 ind/0,3M). Sebagaimana fenomena pada umumnya

di perairan lain (Al-Hakim dan Cahasana. 2008; Al-Hakim, 2010; Abd-Einaby, 2009; Arifin et al., 2006; Aswandy et al., 1991; Kastoro et al., 1989; Kastoro, 1992; 2000), polychaeta di Selat Flores dan sekitarnya juga merupakan kelompok taksa dengan kepadatan nisbi tertinggi jika dibandingkan kelompok

taksa makrobenthos yang ada (Gambar 3). Secara keseluruhan cacing laut di wilayah studi tersebut memiliki kepadatan nisbi 54 %, jauh diatas kelompok lainnya. *Miscellaneous Group* (MG) yang sebagian besar terdiri dari Sipunculid merupakan kelompok taksa kedua (17 %), diikuti oleh Crustacea (13%);

**Tabel 2.** Hasil uji korelasi spearman antara parameter komunitas dan lingkungan

	S	H'	J	Kedalaman (m)	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lumpur (%)	TOM (%)	T(oC)	S (%)
<b>S</b>										
<b>ΣFamily</b>	0,83	0,72	0,66	-0,50	-0,49	0,10	0,56	-0,48	0,28	0,50
<b>N</b>	0,01	0,01	0,01	0,08	0,08	0,74	0,05	0,09	0,35	0,08
<b>S</b>										
		0,94	0,93	-0,25	-0,27	-0,03	0,31	-0,24	0,29	0,19
		0,01	0,01	0,40	0,37	0,91	0,29	0,41	0,32	0,52
<b>ΣFamily</b>										
		0,94	-0,17	-0,35	0,13	0,31	-0,26	0,22	0,23	0,06
		0,01	0,58	0,24	0,66	0,29	0,38	0,47	0,44	0,85
<b>H'</b>										
			0,03	-0,25	-0,06	0,26	-0,13	0,20	0,19	0,07
			0,92	0,39	0,85	0,37	0,67	0,50	0,52	0,81
<b>J</b>										
				0,18	-0,13	-0,33	0,32	0,10	-0,15	0,16
				0,54	0,66	0,25	0,28	0,74	0,60	0,59
<b>Kedalaman (m)</b>										
					-0,43	-0,28	0,29	-0,27	-0,89	0,53
					0,14	0,33	0,32	0,36	0,01	0,06
<b>Kerikil (%)</b>										
						0,49	-0,71	-0,45	0,28	-0,11
						0,09	0,01	0,12	0,35	0,71
<b>Pasir (%)</b>										
							-0,88	-0,32	0,34	0,25
							0,00	0,27	0,24	0,40
<b>Lumpur (%)</b>										
								0,31	-0,30	-0,24
								0,29	0,30	0,42
<b>TOM (%)</b>										
									0,17	0,01
									0,58	0,98
<b>T(oC)</b>										
										-0,50
										0,08



**Gambar 2.** a). Tipe substrat, b). proporsi kerikil, pasir dan lumpur, c). total kandungan bahan organik dalam sedimen di setiap stasiun.

Moluska dan Echinodermata (masing-masing 8 %). Pada Stasiun 7, 4 dan 8 bahkan kepadatan nisbi polychaeta mencapai 81, 78 dan 75 % dari jumlah total makrobenthos. Mendekati kedalaman 2000 meter kepadatan relatif polychaeta cenderung menurun hingga 27 dan 35 % (Stasiun 11 dan 12).

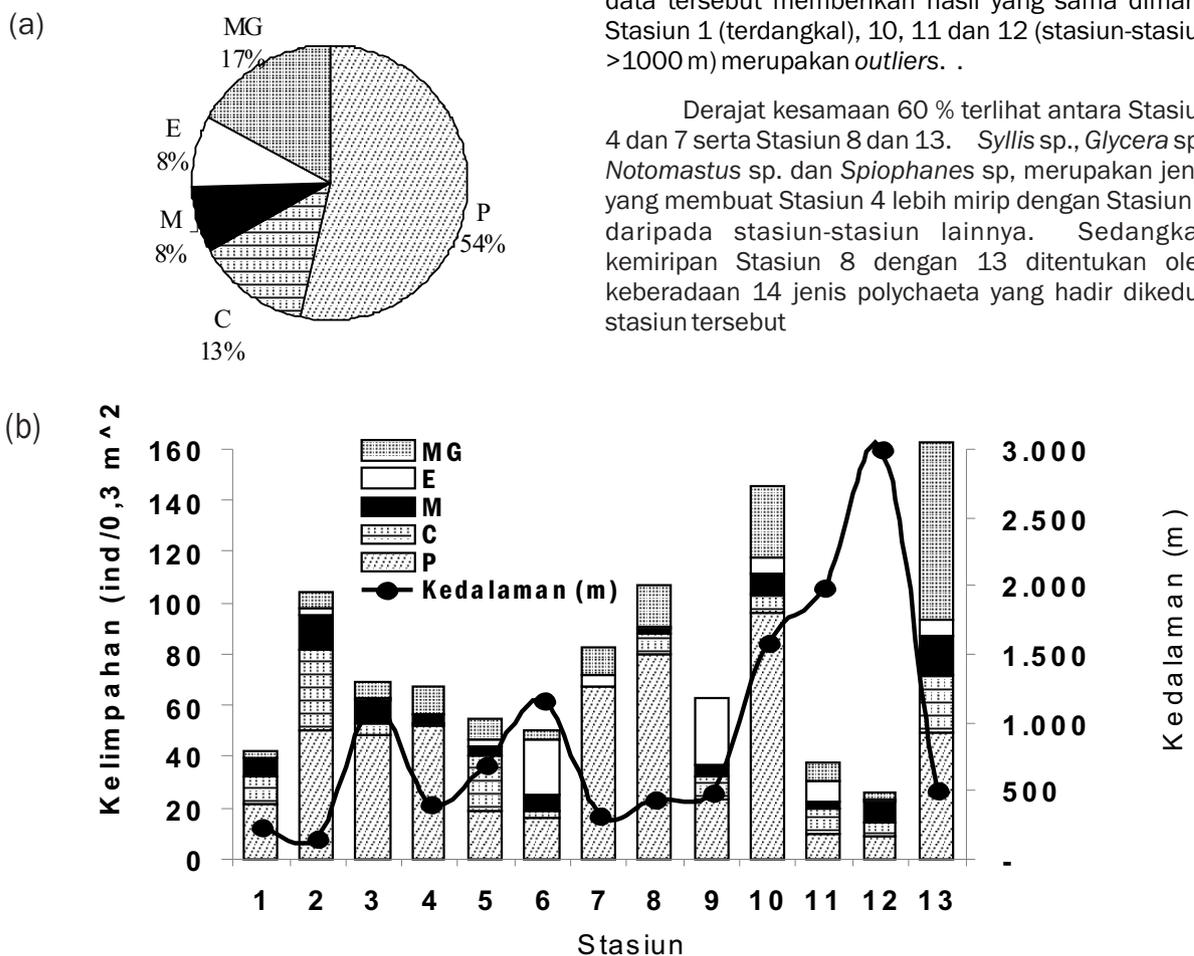
Kepadatan polychaeta cenderung lebih tinggi pada stasiun-stasiun cuplik di bagian tenggara wilayah studi (Selat Alor). Sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 4, Stasiun 10, 8 dan 7 masing-masing dengan total individu sebesar 96, 80, 67 ind./0,3M<sup>2</sup> (Gambar 3) jauh diatas nilai kepadatan pada stasiun lainnya. Namun demikian kepadatan terendah dijumpai pada Stasiun 11 (10 ind./0,3M<sup>2</sup>) dan 12 (9 ind./0,3M<sup>2</sup>) yang merupakan stasiun terdalam. Kedua stasiun terdalam ini juga terletak di tenggara memiliki kekayaan jenis terendah pula (3 dan 4 jenis). Hasil uji Spearman terhadap data kepadatan dan kekayaan jenis memang memperlihatkan hubungan yang sangat signifikan ( $r=0,80$ ;  $P=0,01$ ). Rendahnya nilai kedua attribute

komunitas tersebut (N dan S) merupakan penyebab mengapa nilai indeks Shannon Wiener terendah dijumpai pada Stasiun 11 dan 12. Nilai indeks Shannon Wiener yang rendah juga dijumpai di stasiun 4 ( $H'=1,79$ ). Indeks kemerataan Pielou (J) pada Stasiun 4 ini merupakan nilai terendah diantara semua stasiun (Gambar 4).

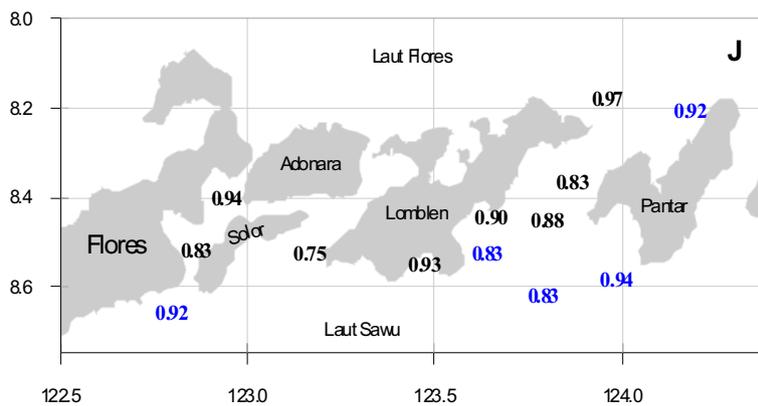
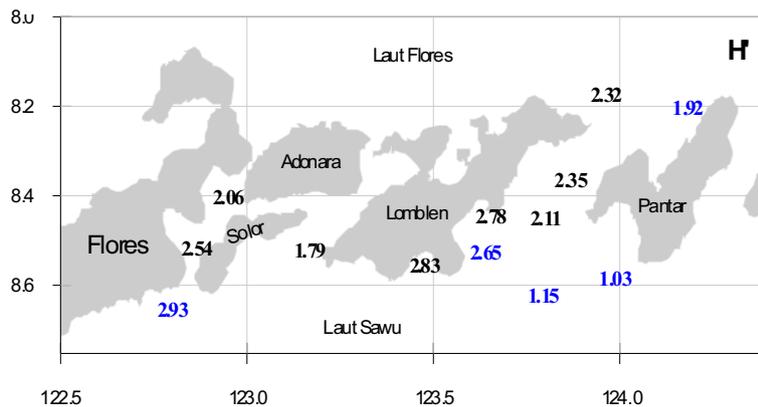
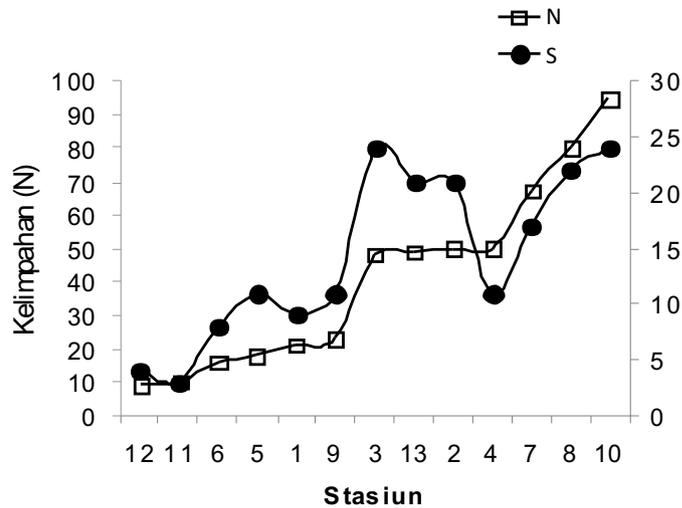
Penyebab rendahnya nilai J pada Stasiun 4 tersebut disebabkan oleh keberadaan 2 jenis yang dominan; *Syllis* sp. (20 ekor) dan *Paranorthia* sp (13 ekor), terhadap 9 jenis cacing lainnya yang masing-masing hanya berjumlah 1-4 ekor. *Syllis* sp. juga ditemukan di 7 stasiun lain (Gambar 5) dan secara keseluruhan merupakan total individu tertinggi (48).

Derajat kemiripan polychaeta antar stasiun yang dikaji berdasarkan indeks kesamaan Bray Curtis. Matriks nilai kesamaan tersebut kemudian diubah menjadi plot *multidimensional scaling* (MDS) dalam 2 dimensi (nilai stress <0,2) berdasarkan data spesies maupun famili (Gambar 6). Secara umum kedua jenis data tersebut memberikan hasil yang sama dimana Stasiun 1 (terdangkal), 10, 11 dan 12 (stasiun-stasiun >1000 m) merupakan *outliers*.

Derajat kesamaan 60 % terlihat antara Stasiun 4 dan 7 serta Stasiun 8 dan 13. *Syllis* sp., *Glycera* sp., *Notomastus* sp. dan *Spiophanes* sp. merupakan jenis yang membuat Stasiun 4 lebih mirip dengan Stasiun 7 daripada stasiun-stasiun lainnya. Sedangkan kemiripan Stasiun 8 dengan 13 ditentukan oleh keberadaan 14 jenis polychaeta yang hadir dikedua stasiun tersebut



**Gambar 3.** Kelimpahan Polychaeta (P), Crustacea (C), Mollusca (M), Echinodermata (E) dan invertebrata lainnya (MG): secara keseluruhan (a) dan di setiap stasiun (b).

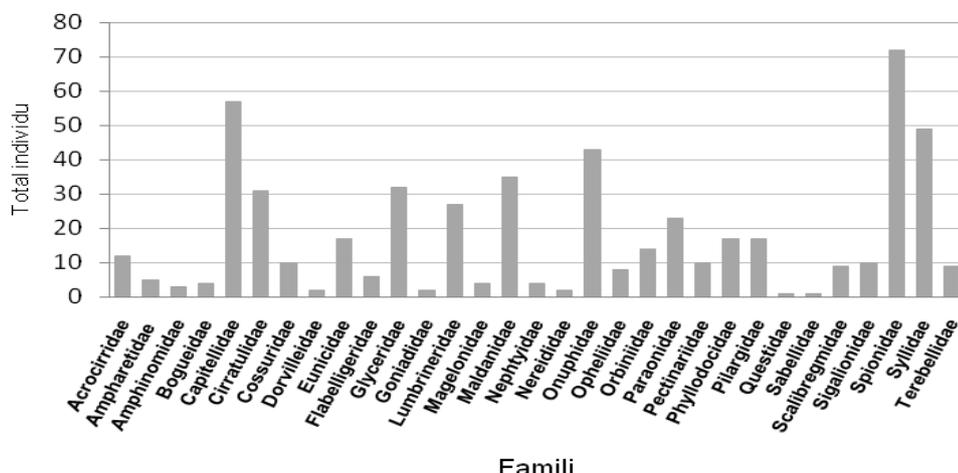


**Gambar 4.** Total individu (N) dan jumlah jenis (S), indeks keragaman Shannon Wiener (H') dan kemerataan Pielou (J) cacing laut di setiap stasiun

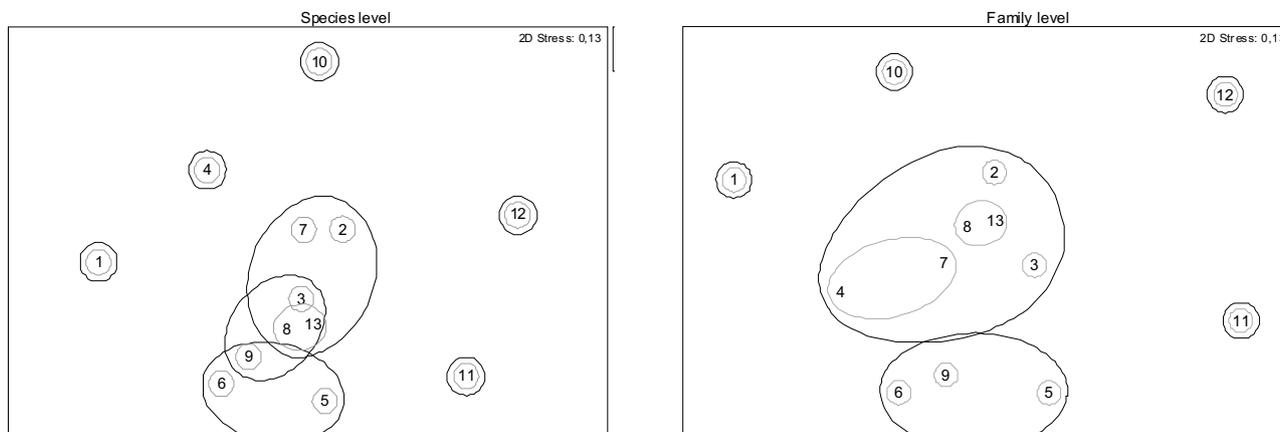
Spionidae, Capitellidae, Syllidae, Ornuphidae dan Maldanidae merupakan 5 besar famili polychaeta di wilayah studi dari segi jumlah individu. Pengelompokan famili utama tersebut berdasarkan indeks kesamaan Bray Curtis terlihat pada tingkat kesamaan sekitar 40 % sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 7.

### Kesimpulan

Polychaeta merupakan kelompok takson dengan kelimpahan nisbi tertinggi dalam komunitas makrobenthos laut dalam di Selat Flores, Lamakera dan Alor. Keragaman (H') lebih tinggi dijumpai pada stasiun-stasiun berkedalaman <2000 m di Selat Alor



**Gambar 5.** Jumlah individu Polychaeta pada tingkatan famili dari keseluruhan stasiun pengamatan di perairan Selat Flores, Lamakera dan Alor (Nusa Tenggara Timur)



**Gambar 6.** Plot MDS dalam 2 dimensi yang memetakan kedekatan koloni polychaeta antar stasiun berdasarkan nilai kesamaan Bray Curtis (transformasi square root). Garis subset berwarna hitam pekat menunjukkan derajat kesamaan 40 %, sedangkan subset berwarna abu-abu melingkupi tingkat kesamaan 60%.

(bagian tenggara wilayah studi); sedangkan keragaman terendah terdapat di Stasiun 11 dan 12 yang merupakan stasiun terdalam.

**Ucapan Terima Kasih**

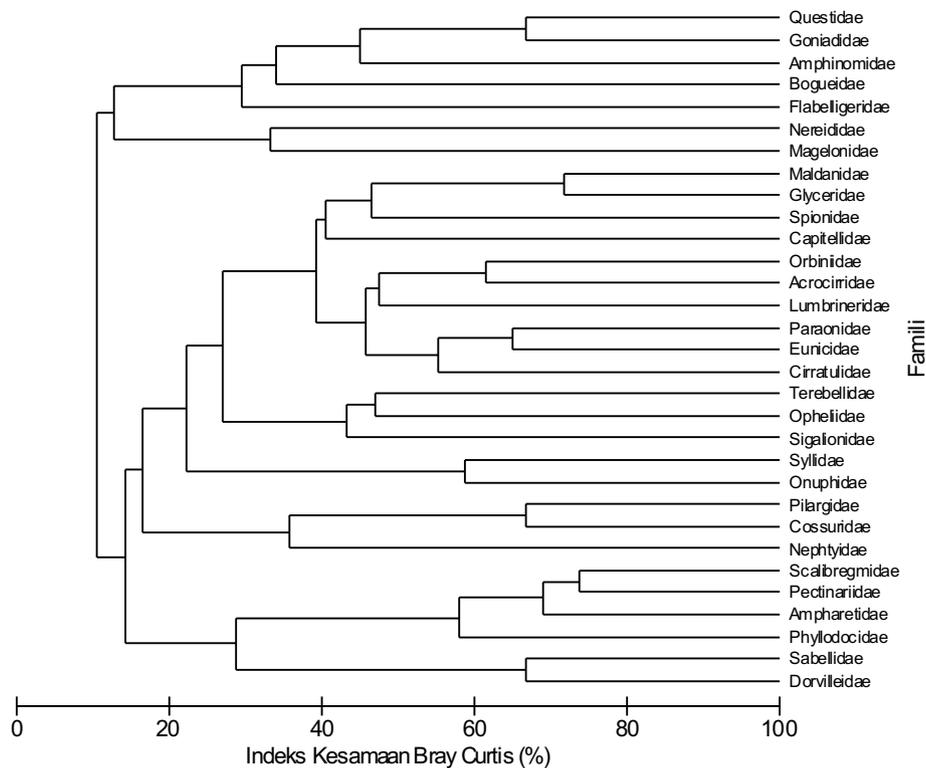
Ekspedisi Lamalera ini merupakan kegiatan penelitian bersama yang diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi KEMDIKNAS dan P20 LIPI. Kegiatan lapangan dapat dilaksanakan dengan baik berkat bantuan dan kerjasama berbagai pihak. Kapten dan ABK Kapal Riset Baruna Jaya VIII secara profesional telah mengakomodasi realisasi kegiatan sesuai dengan harapan kami. Rekan-rekan sepelayaran melalui semangatnya sepanjang kegiatan memungkinkan terciptanya atmosfir yang kondusif.

Bapak Fis Purwangka, Noke Leatemala, Yaya Ilamudin, ibu Trimaningsih dan Suci secara spontan telah membantu dalam kegiatan penanganan hasil sampling sedimen. Hadiyanto S.Si dari P20 LIPI telah meverifikasi ulang perolehan spesimen Polychaeta.

**Daftar Pustaka**

Abd-Elnaby , F.A. 2009. Polychaete study in northeastern Mediterranean coast of Egypt. *World J. Fish Mar. Sci.*, 1(2): 85-93.

Al-Hakim, I.I. & N. Cahasana. 2008. Preferensi Habitat dan Keragaman Spionidae (Polychaeta, Annelida) di Muara Cisedane, Teluk Jakarta. *Ilmu Kelautan*, 13(4): 185-196.



Gambar 7. Hasil *inverse analysis* pada tingkat famili.

Al-Hakim, I.I. 2010. Fluctuation Population of Macro-benthic Polychaetes (Annelids) At Cisadane Estuary Due to Episodic Loads Sedimentations. *Ilmu Kelautan*, 2(Edisi Khusus): 300-309.

Anonimus, 2011. Onboard report Ekspedisi Lamalera. Joint Riset Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Kemendiknas dengan Pusat Penelitian Oseanografi LIPI, 137 halaman.

Arifin, Z., P. Widianwari, & D. Hindarti. 2006. Kesehatan ekosistem bentik delta Berau (Kajian awal dengan pendekatan kualitas sedimen). *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan III ISOI*, Semarang. Hal 282-292.

Aswandy, I., W.W. Kastoro, A. Aziz, I.A. Hakim, & Mujiono, 1991. Distribution, abundance and species composition of macrobenthos in Seribu Islands, Indonesia. In: A.C. Alcala (Ed.), *Proceedings of the Regional Symposium on Living Resources in Coastal Areas*. Marine Science Institute of the Philippines, Manila. Pp. 183-206.

Ben-Eliahu, M.N. & U.N. Safriel, 1982. A comparison between species diversities of polychaetes from

tropical and temperate structurally similar rocky intertidal habitats. *J. Biogeogr.*, 9: 371-390.

Clarke, K.R. & R.M. Warwick. 2001. *Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Second Edition. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.

Grassle, J.F. & N.J. Maciolek. 1992. Deep-sea species richness: regional and local diversity estimates from quantitative bottom samples. *Amer. Nat.*, 139: 313-341.

Gray, J.S., 1994. Is deep-sea species diversity really so high? Species diversity of the Norwegian continental shelf. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 112: 205-209.

Holmer, M., V.E. Forbes, & T.L. Forbes. 1997. Impact of the polychaete *Capitella* sp. I on microbial activity in an organic-rich marine sediment contaminated with the polycyclic aromatic hydrocarbon fluoranthene. *Mar. Biol.* 128: 679-688.

Hutchings, P. 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments *Biode. Conserv.*, 7: 1133-1145.

- Kastoro, W.W., 1992. Marine soft bottom benthic communities in coastal areas of Indonesia. *In*: Chou, L.M. & C.R. Wilkinson. (Eds.), Third ASEAN Sciences and Technology Work Conference. Proceedings Vol. 6, Marine Sciences: Living Coastal Resources. Pp. 185-191.
- Kastoro, W.W., 2000. Macrobenthic community of Mamberamo estuary, Irian Jaya. *In* Ilahude, A., W.W. Kastoro, & D.P. Praseno. (Eds). *Proceeding of the Indo-Tropics Workshop, Jakarta*, pp. 121-134.
- Kastoro, W.W., I. Aswandy, I.I. Al-Hakim, P.A.W.J. De Wilde, & J.M. Everaats. 1989. Soft-bottom benthic community in the estuarine waters of East Java. *Netherlands J. Sea Res.*, 23(4): 463-472.
- Kastoro, W.W., Soedibjo, B.S., Aziz, A., Aswandy, I. & Al-Hakim, I.A., 1990. Pengamatan komunitas benthos di Teluk Jakarta. *Pros. Sem. Nas. Biol. Dasar* I. Hal. 50-64.
- Kastoro, W.W., B.S. Soedibjo, A. Aziz, I. Aswandy, & I.A. Hakim. 1991. The macrobenthic community of Seribu Islands, Jakarta, Indonesia. *In*: A.C. Alcala (Ed.), *Proceedings of the Regional Symposium on Living Resources in Coastal Areas*. Marine Science Institute of the Philippines, Manila. Pp. 223-244.
- Mendez, N., 2006. Deep-water polychaetes (Annelida) from the South Eastern Gulf of California, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 54(3): 773-785.
- Nacorda, H.M.E. & H.T. Yap. 1992. Preliminary overview of structure and distribution of sediment communities in Southeast Asia. *In*: Chou, L.M. & C.R. Wilkinson (Eds.), Third ASEAN Sciences and Technology Work Conference. Proceedings Vol. 6, Marine Sciences: Living Coastal Resources. Pp. 171-174.
- Sanders, H.L., 1968. Marine Benthic Diversity: Comparative Study. *American Naturalist*, 102: 243-282.
- Sanders, H.L, R.R. Hessler, & G.R. Hampson. 1965. An introduction to the study of deep-sea benthic faunal assemblages along the Gay Head-Bermuda transect. *Deep-Sea Research*, 12: 845-867.