

Distribusi Spasial *Polychaeta* di Perairan Pesisir Tangerang, Provinsi Banten

*(Spatial Distribution of Polychaeta at Tangerang Coastal Water,
Banten Province)*

^{1*)} Asep Sahidin dan ²⁾ Yusli Wardiatno

¹⁾ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran, Jalan Bandung - Sumedang Km 21, Sumedang

²⁾ Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor Jl. Raya Darmaga
Kampus IPB Darmaga, Bogor

*⁾ Korespondensi: syahid1104@gmail.com

ABSTRAK

Polychaeta merupakan organisme benthos yang memiliki peran penting dalam siklus nutrisi, dekomposisi, mineralisasi, magnifikasi dan penyedia makanan bagi organisme dasar laut. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kepadatan dan distribusi spasial *Polychaeta* di Pesisir Tangerang, Banten. Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2014 di sepanjang Pesisir Tangerang, Banten. Penelitian terdiri dari 52 stasiun terbagi ke dalam tiga lokasi berbeda (Kronjo, Cituis dan Tanjung Pasir). Hasil penelitian ditemukan 5454 spesimen yang tersebar ke dalam 25 spesies *Polychaeta*. Kepadatan tertinggi ditemukan pada lokasi Tanjung Pasir (151 Ind/m²), diikuti Kronjo (105 Ind/m²) dan terendah pada lokasi Cituis (25 Ind/m²). Distribusi spasial berdasarkan analisis cluster *Bray-Curtis* menunjukkan lokasi Kronjo membentuk satu kelompok (76,47%), Cituis membentuk lima kelompok dan Tanjung Pasir membentuk satu kelompok (72,6%). *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) hubungan sebaran fraksi sedimen dengan *Polychaeta* menunjukkan *Sternopsis scutata* merupakan *Polychaeta* deposit feeder mendominasi pada substrat lumpur dan *Exogone naidin*, *Capitella capitata*, *Scoloplos armiger*, *Aphrodite aculeate* dan *Glycera capitata* merupakan *Polychaeta* predator mendominasi pada substrat pasir, sedangkan *Ophryotricha puerilis* merupakan *Polychaeta* cosmopolitan yang tersebar pada setiap lokasi dan stasiun.

Kata kunci: *Polychaeta*, sebaran spasial, substrat, Tangerang

ABSTRACT

Polychaeta is the benthos organisms that have an important role in nutrient cycling, decomposition, mineralization, magnification and caterers to the seabed. This study aimed to determine the density and spatial distribution of *Polychaeta* in the Coastal of Tangerang, Banten. The research was conducted from April to August 2014 along the coast of Tangerang, Banten. It consists of 52 stations are divided into three different locations (Kronjo, Cituis and Tanjung Pasir). The research found 5454 specimens in 25 species of *Polychaeta*. The highest density found in the Tanjung Pasir location (151 Ind/m²) followed Kronjo location (105 Ind/m²) and the lowest on the Cituis location (25 Ind/m²). Spatial distribution based on cluster *Bray-Curtis* analysis showing the Kronjo

location form one group (76.47%), Cituis up into five groups and Tanjung Pasir form one group (72.6%). Canonical Correspondence Analysis (CCA) relationships distribution of the fraction on sediment with Polychaeta showed Sternapsis scutata, this Polychaeta deposit feeders dominate on the mud substrate and Exogone naidin, Capitella capitata, Scoloplos armiger, Aphrodite aculeate and Glycera capitata. Polychaeta are predators dominate the sand substrate, while Ophryotricha puerilis is cosmopolitan Polychaeta spread at each location and station.

Keywords: *Polychaeta, spatial distribution, substrates, Tangerang*

PENDAHULUAN

Perairan pesisir merupakan kawasan habitat berbagai organisme salah satunya komunitas bentik laut. Organisme ini memiliki pergerakan yang lambat bahkan bersifat sesil atau diam, sehingga aktivitasnya dapat dipengaruhi langsung oleh bahan pencemar yang masuk ke perairan (Shin *et al.* 2004). Komunitas bentik laut banyak digunakan sebagai bioindikator pencemaran perairan pesisir (Warwick & Ruswahyuni 1987, Elias & Bremec 1994, Gesteira *et al.* 2003). Salah satu organisme yang termasuk dalam komunitas bentik laut adalah *Polychaeta*.

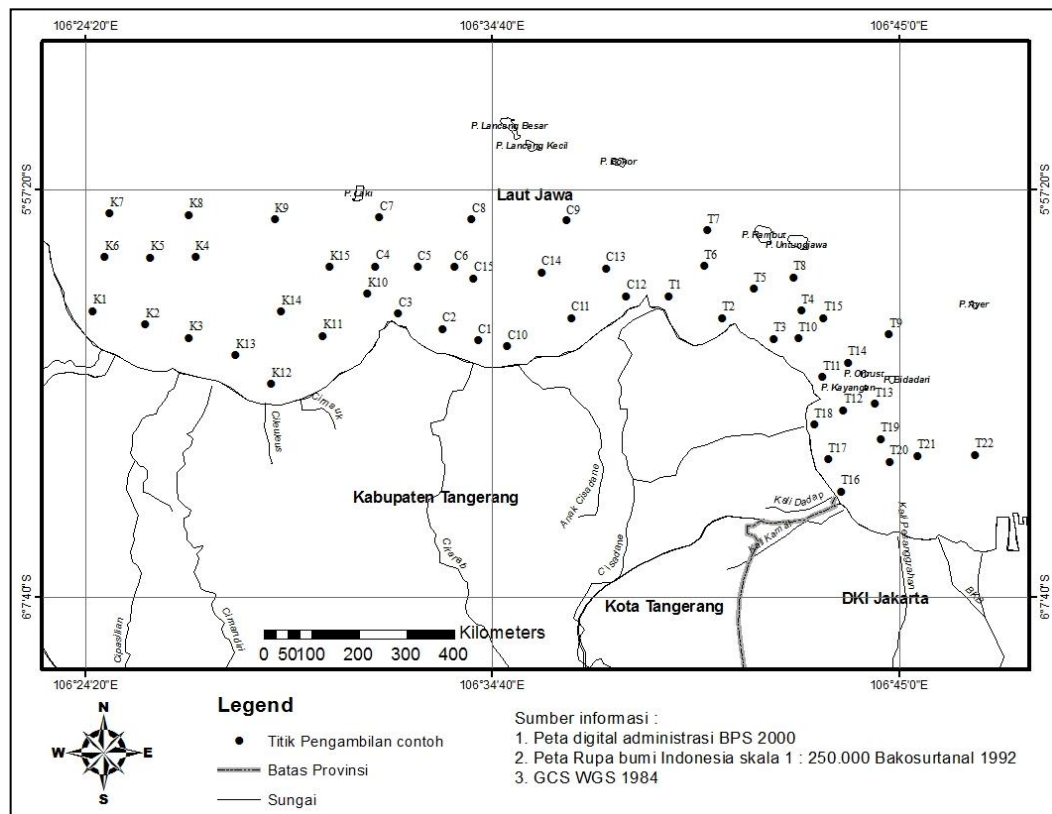
Polychaeta adalah jenis cacing yang termasuk ke dalam Filum Anelida yang memiliki seta, tubuh beruas-ruas dan hidup kosmopolitan di berbagai tipe ekosistem laut (Nacorda & Yap 1992). Diungkapkan pula oleh Shou *et al.* (2009) bahwa group *Polychaeta* mendominasi komunitas makrobentik infauna sekitar 80% dari total komunitas bentik. *Polychaeta* pada sedimen laut memiliki peran penting dalam proses siklus nutrien, metabolisme bahan pencemar dan sebagai produktivitas sekunder suatu perairan (Snelgrove 1998). *Polychaeta* juga berperan penting pada rantai makanan organisme dasar laut seperti menjadi makanan alami ikan-ikan dasar dan sebagian mamalia laut (Parulekar *et al.* 1982, Herman *et al.* 2000).

Polychaeta termasuk ke dalam organisme laut yang toleran terhadap kontaminasi dan hidup di dalam dan permukaan sedimen. Menurut Gesteira (2003) lapisan dalam dan permukaan sedimen laut merupakan daerah aktivitas biologi dan kimia yang aktif seperti dekomposisi, mineralisasi dan biomagnifikasi. Oleh sebab itu, *Polychaeta* sering digunakan dalam biomonitoring kesehatan lingkungan laut yaitu sebagai indikator pencemaran organik (Jayaraj *et al.* 2007).

Substrat sedimen seperti ukuran partikel, konsentrasi bahan organik dan ketersediaan makanan menjadi faktor penting sebaran makrobentik laut, khususnya *Polychaeta* (Kari 2002) juga ditentukan oleh kedalaman air (Gholizadeh *et al.* 2012). Sumber makanan utama organisme bentik berasal dari alga dan bahan organik yang masuk melalui *run off* dari daratan (Sundaravarman *et al.* 2012), salah satunya berasal dari sungai yang bermuara di pesisir pantai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kepadatan dan distribusi spasial makrozoobentik *Polychaeta* sebagai informasi dasar pengelolaan perairan Pesisir Tangerang, Banten.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di sepanjang Perairan Pesisir Tangerang ($5^{\circ}50'16,91''$ LS – $6^{\circ}12'44,59''$ LS dan $105^{\circ}54'33,45''$ BT – $106^{\circ}43'39,62''$ BT) Provinsi Banten. Sampel diambil selama 2 periode yaitu Bulan April - Agustus 2013 sebanyak 52 stasiun yang terbagi ke dalam 3 lokasi berbeda yaitu Kronjo (K) 15 stasiun, Cituis (C) 15 stasiun dan Tanjung Pasir (T) 22 stasiun (Gambar 1). Masing-masing stasiun diambil 3 kali ulangan untuk makrobenthik *Polychaeta* dan 1 ulangan untuk analisis sedimen menggunakan *van Veen grab* dengan luas bukaan mulut $0,04 \text{ m}^2$ (Shin *et al.* 2004). Sampel disaring dengan modifikasi saringan makrozoobentos *mesh size* 0,5 mm bertujuan untuk memisahkan antara hewan makrozoobentos dengan lumpur (substrat). Hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol sampel yang telah diberi label nomor stasiun dan ulangan. Sampel dalam botol diawetkan dengan formalin 5% kemudian dikumpulkan ke dalam *cool box* dan dibawa ke laboratorium.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian yang menampilkan titik sampling. K = Kronjo (K1-K15), C = Cituis (C1-C15) dan TJ = Tanjung Pasir (T1-T22).

Sampel *Polychaeta* diamati di laboratorium dengan menggunakan mikroskop binokuler untuk yang berukuran kecil dan kaca pembesar (*lup*) untuk yang berukuran lebih besar (Lizarralde & Pittaluga 2010). Pengukuran suhu air dengan menggunakan termometer standar dan kecerahan diukur dengan *secchi disc*. Salinitas diukur dengan alat refraktometer dan pH diukur dengan pH indikator. Padatan tersuspensi (TSS) diukur dengan metode filtrasi. *Dissolved oxygen* (DO) diestimasi dengan modifikasi metode *Winkler*. Adapun nutrisi air

terlebih dahulu dimasukkan ke dalam botol *polythene* dan dikumpulkan di *icebox* untuk dibawa ke laboratorium. Sampel air disaring dengan menggunakan saringan *millipore* untuk menganalisis nitrat, nitrit, fosfat terlarut dengan bantuan alat spektrofotometer. Air yang digunakan untuk mengukur *biological oxygen demand* (BOD₅) dimasukkan ke dalam botol kaca gelap dan dianalisis dengan menggunakan modifikasi metode *Winkler* (Strickland & Parson 1972). Organik karbon dan ukuran partikel sedimen (pasir, lumpur, liat) dianalisis dengan menggunakan metode “*wet sieving*” (Buchanan 1984). Analisis distribusi spasial *Polychaeta* digambarkan dengan analisis multivariat *similarity Bray Curtis* untuk mengetahui pengelompokan makrobentik *Polychaeta* antar stasiun (Brower *et al.* 1990) dan *Correspondence Analysis* (CA) (Braak & Verdonschot 1995) dengan bantuan *software* MINITAB.v15.1.2-EQUiNOX.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas Air dan Sedimen

Parameter suhu, pH dan BOD masih dalam kisaran menunjang untuk kehidupan biota laut ditunjukkan dengan hasil pengukuran masih dalam kisaran baku mutu berdasarkan KepMen LH No. 51 Tahun 2004. Nilai DO di lokasi Tanjung Pasir ditemukan dengan kisaran 0,5 – 10,6 mg/l, berdasarkan kisaran tersebut berarti ada beberapa stasiun yang memiliki nilai DO tidak memenuhi baku mutu yaitu stasiun T12 = 4,0 mg/l, T16 = 2,5 mg/l dan T17 = 0,5 mg/l. Ketiga stasiun tersebut terletak di lokasi Tanjung Pasir paling timur yang berdekatan dengan Teluk Jakarta tepatnya di Muara Angke dan Muara Kamal. Pesisir Jakarta memiliki tingkat pencemaran yang tinggi baik organik maupun anorganik yang terbawa dari aliran sungai dengan aktivitas antropogenik (transfortasi, limbah domestik, limbah industri) (Al Hakim 2010, Riyadi *et al.* 2012). Konsumsi O₂ di lokasi tersebut tinggi untuk menguraikan bahan organik, ditandai dengan nilai BOD yang lebih tinggi dari stasiun lainnya.

Tabel 1. Parameter kualitas air

| Parameter | Satuan | Lokasi | | | Baku mutu* |
|-----------|----------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| | | Kronjo | Cituis | Tanjung Pasir | |
| Suhu | ⁰ C | 29,7 – 30,6 | 30,0 – 30,7 | 30,1 – 31,8 | 28 – 32 |
| TSS | mg/l | 17,5 – 171,5 | 12,0 – 141,5 | 7,1 – 10,6 | 80 |
| pH | - | 8,1 – 8,3 | 8,1 – 8,3 | 7,1 – 8,5 | 7,0 – 8,5 |
| Salinitas | ‰ | 28,5 – 30,2 | 27,5 – 30,1 | 12,2 – 30,3 | - |
| DO | mg/l | 6,5 – 8,3 | 6,3 – 8,9 | 0,5 – 10,6 | > 5 |
| BOD | mg/l | 1,0 – 7,4 | 1,4 – 5,1 | 0,5 – 13,6 | < 20 |
| C Organik | % | 0,45 – 1,81 | 1,1 – 1,6 | 1,3 – 1,8 | - |

* KepMen LH No. 51 tahun 2004

Terdapat 4 stasiun yang memiliki nilai BOD₅ tinggi yaitu T1, T2 dan T11 dengan nilai 10,75 mg/l dan T14 dengan nilai 13,61 mg/l, berdasarkan nilai BOD₅ tersebut ke-4 stasiun itu dinyatakan tercemar bahan organik. Stasiun lainnya baik di lokasi penelitian Kronjo, Cituis maupun Tanjung Pasir menunjukkan nilai BOD₅ rendah berkisar 0,5 mg/l – 9,1 mg/l, stasiun-stasiun tersebut dinyatakan

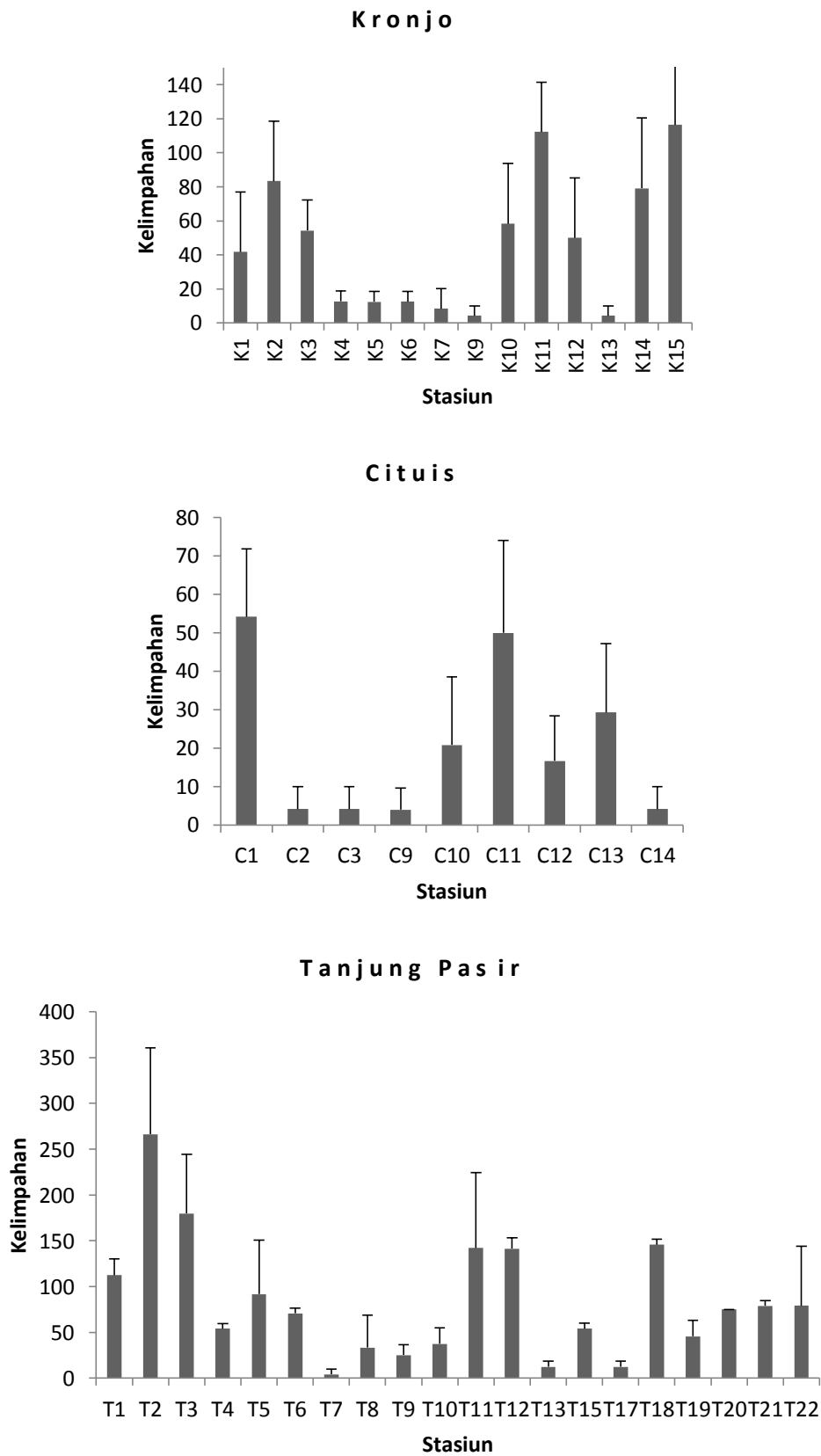
tidak tercemar bahan organik. Hal itu sesuai dengan pernyataan Lu (2005) bahwa perairan yang mengandung BOD₅ lebih dari 10 mg/l berarti perairan tersebut telah tercemar oleh bahan organik, sedangkan apabila dibawah 3 mg/l berarti perairan tersebut masih cukup bersih.

Kandungan pasir tertinggi ditemukan pada lokasi Cituis dengan kisaran 41-50,7%; sedangkan pada lokasi Kronjo dan Tanjung Pasir didominasi oleh substrat lumpur dengan kisaran masing-masing 45,0-86,85% dan 17-85,8%. Adapun kandungan C organik bervariasi antar lokasi. C organik tertinggi ditemukan di lokasi Tanjung Pasir dengan kisaran 0,68-2,88% dengan rata-rata 1,73%, lokasi Cituis berkisar 0,38-2,66% dengan rata-rata 1,35% dan terendah ditemukan di Kronjo berkisar 0,14-2,43% dengan rata-rata 1,13% (Gambar 2). Tekstur substrat dan kandungan organik dalam sedimen merupakan faktor penting terhadap struktur komunitas makrobentik (Kari 2002), termasuk kelas *Polychaeta* (Gholizadeh *et al.* 2012). Kelas *Polychaeta* dapat betumbuh dan berkembang biak dengan baik pada substrat lumpur yang mengandung banyak bahan organik (Nybakken & Bertness 2005; Sundaravarman *et al.* 2012).

Kepadatan *Polychaeta*

Polychaeta yang ditemukan sebanyak 25 spesies yang terbagi ke dalam 8 ordo dan 18 famili. Adapun jumlah total individu makrobentik *Polychaeta* selama dua periode sampling ditemukan sebanyak 5454 spesimen. Lokasi Tanjung Pasir menjadi lokasi penelitian yang ditemukan *Polychaeta* terbanyak 3325 spesimen, lokasi Kronjo sebanyak 1713 spesimen dan terendah pada lokasi Cituis 416 spesimen (Gambar 1 dan Tabel 2).

Komposisi hewan makrozoobentos terdiri dari kelompok *Polychaeta* lebih dari 50-60 %, sedangkan sisanya adalah *mollusca*, *crustacea* dan *echinodermata* (Shou *et al.* 2009). Makrobentik *Polychaeta* tertinggi ditemukan di lokasi Tanjung Pasir dengan kepadatan rata-rata 151 Ind/m², lokasi Kronjo 105 Ind/m² dan terendah pada lokasi Cituis dengan kepadatan rata-rata 25 Ind/m². Perbedaan tinggi rendahnya komunitas *Polychaeta* ditentukan oleh perbedaan tekstur substrat sedimen dan kandungan organik (Gholizadeh *et al.* 2012). Lokasi Tanjung Pasir didominasi oleh substrat lumpur dengan persentase rata-rata 58,5% dan kandungan C organik rata-rata 1,8% sedangkan lokasi Cituis didominasi oleh substrat pasir dengan kisaran 41-50,7%, dan kandungan C organik rata-rata 1,3%. Stasiun C4, C5, C6, C7, C8, C9, C15, T14 dan T16 baik sampling April maupun Agustus tidak ditemukan satu jenis pun *Polychaeta*. Stasiun-stasiun tersebut memiliki persentase substrat pasir yang tinggi berkisar 40,1-60,6%. Substrat pasir memiliki konsentrasi bahan organik yang rendah dan mudah terpecah ikatannya dibandingkan substrat lumpur dan liat (Koster & Meyer-Reil 2001). Jenis cacing kelas *Polychaeta* kebanyakan memiliki sifat penggali, pemakan deposit, cenderung melimpah pada substrat lumpur atau sedimen lunak yang banyak mengandung bahan organik (Kari 2002, Giangrande *et al.* 2005, Jordas & Damodaran 2009).



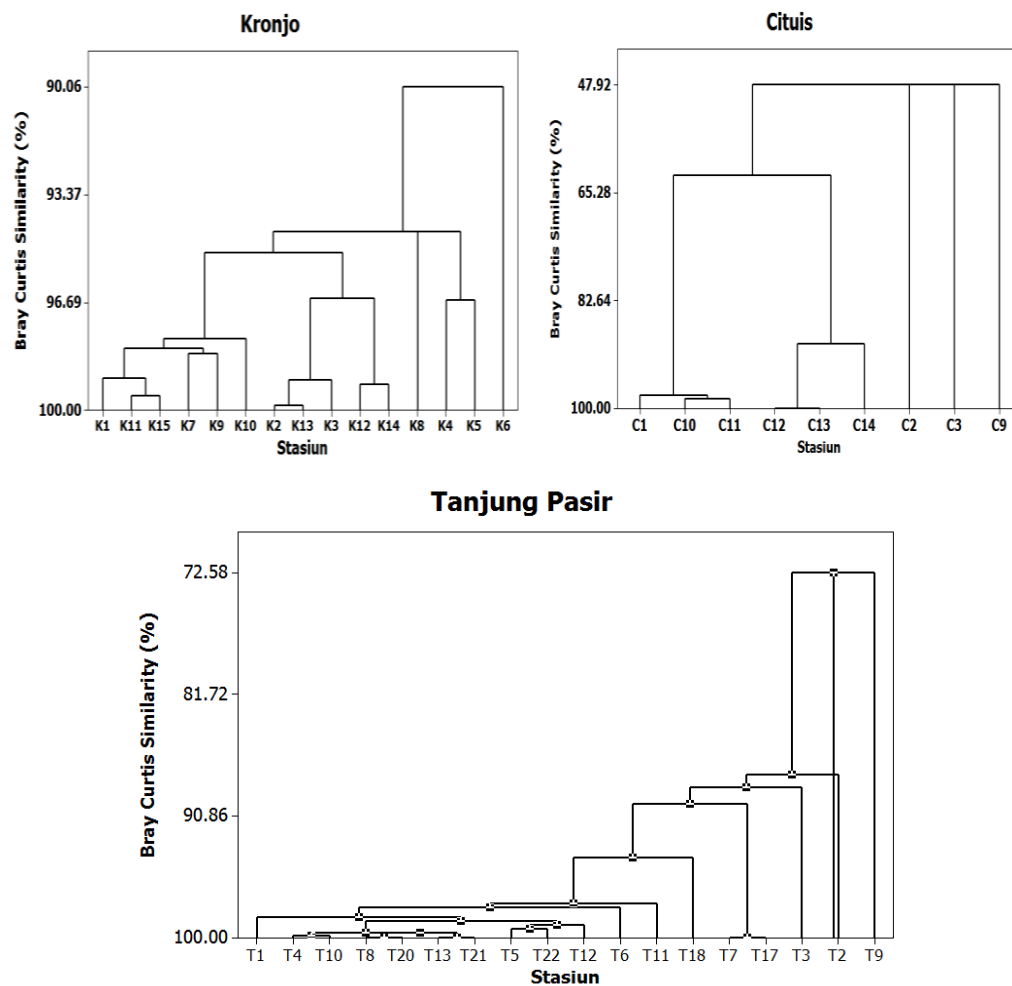
Gambar 2. Rata-rata kelimpahan *Polychaeta* di perairan Pesisir Tangerang

Tabel 2. Kehadiran spesies berdasarkan lokasi penelitian

| Spesies | Kehadiran spesies | | |
|------------------------------|-------------------|--------|---------------|
| | Kronjo | Cituis | Tanjung Pasir |
| <i>Amphitrite figulus</i> | √ | √ | |
| <i>Aphrodete aculeata</i> | | | √ |
| <i>Arenicola marina</i> | | | √ |
| <i>Capitella capitata</i> | | | √ |
| <i>Exogone naidina</i> | | | √ |
| <i>Glycera capitata</i> | √ | √ | √ |
| <i>Glycera sp</i> | √ | | |
| <i>Janua pagenstecheri</i> | √ | | |
| <i>Melinna cristata</i> | | | √ |
| <i>Myxicola infundibulum</i> | √ | | √ |
| <i>Nephtys caeca</i> | | | √ |
| <i>Nereis fucata</i> | √ | | √ |
| <i>Ophryotrocha puerilis</i> | √ | √ | √ |
| <i>Orbinia sp</i> | | | √ |
| <i>Owenia fusiformis</i> | | √ | |
| <i>Pecninariidea sp</i> | | √ | |
| <i>Petta Pusilla</i> | | | √ |
| <i>Platynereis dumerilii</i> | | | √ |
| <i>Polyphysia crassa</i> | | | √ |
| <i>Rhodine loveni</i> | | | √ |
| <i>Scalibregma inflatum</i> | | √ | √ |
| <i>Scoloplos armiger</i> | √ | | √ |
| <i>Sternaspis scutata</i> | √ | √ | √ |
| <i>Syllis gracilis</i> | | | √ |
| <i>Travisia forbesii</i> | | | √ |

Distribusi Spasial *Polychaeta*

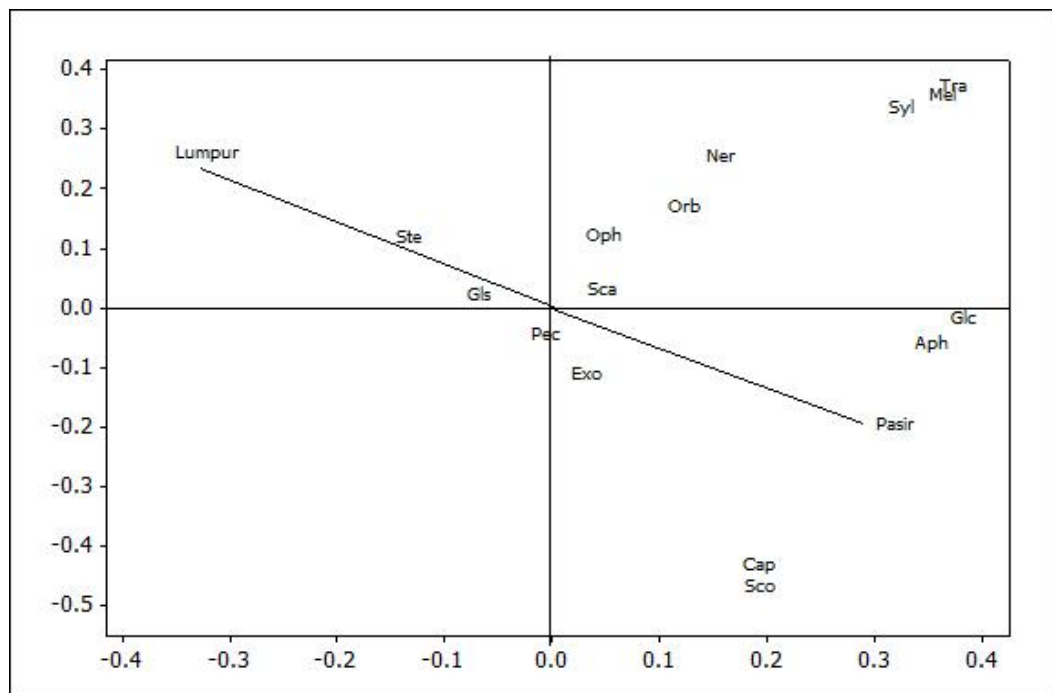
Hasil analisis *Bray-Curtis* lokasi Kronjo (Gambar 3) menunjukkan populasi *Polychaeta* membentuk satu kelompok dengan tingkat kemiripan 76,41%. Namun berbeda pada lokasi Cituis dan Tanjung Pasir. Lokasi Cituis membentuk 5 kelompok yaitu stasiun C1, C10 dan C11 kelompok pertama (kemiripan >90%), C12, C13 dan C14 membentuk kelompok kedua (kemiripan >90%) dan stasiun C2, C3 dan C9 membentuk kelompok lainnya dengan kemiripan 47,9%. Adapun pada lokasi Tanjung Pasir membentuk satu kelompok dengan tingkat kemiripan 72,6% (Gambar 3). Perbedaan pengelompokan tersebut dimungkinkan akibat adanya perbedaan kualitas air dan sedimen. Stasiun C1, C10 dan C11 merupakan stasiun yang paling dekat dengan muara sungai besar dan di sekitar sungai memiliki aktivitas yang padat yaitu muara Sungai Karang Serang di Cituis dan muara Sungai Tanjung Burung di Tanjung Pasir. Muara sungai merupakan tempat berkumpulnya bahan organik dan bahan pencemar lainnya yang berasal dari sungai (Marasabessy & Edward 2002).



Gambar 3. Similarity makrobentik *Polychaeta* perairan Pesisir Tangerang, Banten

Polychaeta yang ditemukan pada lokasi Kronjo didominasi oleh *Polychaeta* pemakan deposit (*deposit feeder*). *Polychaeta* pemakan deposit dicirikan dengan adanya antena dan *filament brancial* pada bagian kepala. Substrat lumpur yang banyak ditemukan pada lokasi Kronjo merupakan faktor yang memiliki kontribusi terhadap keberadaan *Polychaeta* pemakan deposit. Wood *et al.* (2001) menyatakan bahwa substrat yang lebih halus (lumpur) memiliki kemampuan mengikat bahan organik lebih kuat dibandingkan dengan substrat kasar. Semakin halus tekstur substrat semakin besar kandungan bahan organik dan sebaliknya semakin kasar tesktur substrat maka persentase kandungan bahan organik semakin rendah (Koster & Meyer-Reil 2001). *Sternaspis scutata* salah satu jenis *Polychaeta* pemakan deposit yang mendominasi pada stasiun-stasiun di lokasi Kronjo. Lokasi Cituis dan Tanjung Pasir banyak ditemukan *Polychaeta* yang bersifat karnivora yang dicirikan dengan parapodia dan tentakel pada bagian kepalanya. *Glycera* sp merupakan salah satu spesies yang banyak ditemukan di stasiun-stasiun Cituis dan Tanjung Pasir. Jenis *Ophryotrocha puerilis* merupakan jenis *Polychaeta* yang ditemukan pada setiap lokasi. *Ophryotrocha puerilis* merupakan jenis *Polychaeta* kosmopolitan yang bersifat parasit, predator dan omnivora (Jangoux 1987, Sahidin *et al.* 2014).

Hasil analisis CCA (Gambar 4) menunjukkan tingkat keeratan antara *Polychaeta* dan tekstur sedimen menggambarkan jenis *Sternaspis scutata* dan *Glycera* sp erat hubungannya dengan substrat lumpur. *Sternaspis scutata* termasuk *Polychaeta deposit feeder* yang mendapatkan makanan dengan cara mengambil makanan dalam substrat dasar (sedimen) dan mengasimilasikan material organik yang dapat dicerna dari sedimen (Fauchald 1977, Kari 2002, Giangrande *et al.* 2005, Jordas & Damodaran 2009). *Exogone naidin*, *Capitella capitata*, *Scoloplos armiger*, *Aphrodete aculeate* dan *Glycera capitata* berasosiasi dengan substrat pasir. Adapun *Scalibregma inflatum*, *Ophryotracha puerilis*, *Orbinia* sp, *Nereis fucata*, *Syllis gracilis*, *Melinna cristata* dan *Travisia forbesi* merupakan *Polychaeta* yang bersifat kosmopolitan yang tidak tergantung terhadap tipe substrat. Substrat pasir didominasi oleh *Polychaeta* predator dan bergerak aktif sehingga dapat bertahan hidup pada kondisi substrat rendah bahan organik dan dapat hidup pada berbagai substrat (Hartmann-Schroder 1996).



Gambar 4. Keterkaitan antara *Polychaeta* dan tekstur sedimen (CCA). (Ste=*Sternaspis scutata*, Glc=*Glycera* sp, Pec=*Pecnariidae* sp, Exo=*Exogone naidin*, Cap=*Capitella capitata*, Sco=*Scoloplos armiger*, Aph=*Aphrodete aculeate*, Glc=*Glycera capitata*, Sca=*Scalibregma inflatum*, Oph=*Ophryotracha puerilis*, Orb=*Orbinia* sp, Ner=*Nereis fucata*, Syl=*Syllis gracilis*, Mel=*Melinna cristata*, Tra=*Travisia forbesi*)

KESIMPULAN

Kepadatan tertinggi ditemukan pada lokasi Tanjung Pasir (151 Ind/m²) dengan substrat campuran, diikuti lokasi Kronjo (105 Ind/m²) dengan dominasi substrat lumpur dan terendah pada lokasi Cituis (25 Ind/m²) dengan dominasi

substrat pasir. Distribusi spasial berdasarkan analisis claster *Bray-Curtis* menunjukkan lokasi Kronjo membentuk satu kelompok (76,47%), Cituis membentuk lima kelompok dan Tanjung Pasir membentuk satu kelompok (72,6%). Analisis CCA menunjukkan *Sternapsis scutata* merupakan *Polychaeta* deposit *feeder* yang mendominasi pada substrat lumpur dan *Exogone naidin*, *Capitella capitata*, *Scoloplos armiger*, *Aphrodite aculeate* dan *Glycera capitata* merupakan *Polychaeta* predator yang mendominasi pada substrat pasir, sedangkan *Ophryotricha puerilis* merupakan *Polychaeta* kosmopolitan yang tersebar pada setiap lokasi dan stasiun.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Hakim II. 2010. Macrobenthic community at Jakarta Bay, North Java water. *Oceanologi dan Limnologi di Indonesia* 36(2): 131-145.
- Braak CJ, Verdonschot PF. 1995. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods aquatic ecology. *Aquatic Sciences* 57: 1015–1621.
- Brower J, Zar J, Ende von C. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. Dubuque: WCB Publisher.
- Buchanan JB. 1984. Sediment analysis. In: Holme, N.A. & A.D. McIntyre (Ed.). *Methods for the study of marine benthos*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.
- Elias R, Bremec CS. 1994. Biomonitoring of water quality using benthic communities in Blanca Bay (Argentina). *Science of Total Environment* 158: 45-49.
- Fauchald K. 1977. *The polychaete worms: Definition and keys to other, families and genera*. California: Nature History Museum of Los Angeles Country.
- Gesteira JLG, Dauvin JC, Fraga. 2003. Taxonomic level for assessing oil spill effect on soft-bottom sublittoral benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 46: 562-572.
- Gholizadeh M, Yahya, Talib A, Ahmad O. 2012. Effects of environmental factors on polychaete assemblage in Penang National Park, Malaysia. *Word Academy of Science, Engineering and Technology Journal* 72:669–672.
- Giangrande A, Licciano M, Musco L. 2005. Polychaetes as environmental indicators revisited. *Marine Pollution Bulletin* 50: 1153-1162.
- Hartmann-Schröder G. 1996. Annelida, Borstenwürmer, *Polychaeta*. *Tierwelt Deutschlands* 58: 1-648
- Herman P, Middelburg, Widdows, Lucas CH, Heip CHR. 2000. Table isotopes as tropic tracer: combining field sampling and manipulative labeling of food resources for macrobenthos. *Marine ecology progress series* 204: 79-92.
- Jangoux M. 1987. Diseases of Echinodermata: Agents metazoans, Annelida to fishes. *Deases of aquatic organisms* 3: 59-83

- Jayaraj K, Jayalakshmi KV, Saraladevi. 2007. Influence of environmental properties on macrobenthos in the northwest Indian shelf. *Environmental monitoring assessment* 127: 459-475.
- Jordas TV, Damodaran R. 2009. Infauna macrobenthos along the shelf water of west coast of India, Arabia Sea. *Indian Journal Marine Science* 38: 191-204.
- Kari E. 2002. Soft sediment benthic biodiversity on the continental shelf in relation to environmental variability. *Marine ecology progress series* 232: 15-27.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup (KepMen LH) No. 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut untuk biota laut.
- Koster M, Meyer-Reil LA. 2001. Characterization of carbon and microbial biomass pools in shallow water coastal sediments of the southern Baltic Sea (Nordrugsche Bodden). *Marine ecology progress series* 214: 25-41.
- Lizarralde Z, Pittaluga S. 2010. Distribution and Temporal Variation of The Benthic Fauna In the Tidal Flat Of the Rio Gallegos Estuary, Patagonia, Argentina. *Thalassas, An International Journal of Marine Sciences* 27:9-20.
- Lu L. 2005. The Relationship between soft bottom macrobenthic communities and environmental variables in Singaporean waters. *Marine Pollution Bulletin* 51: 1034-1040.
- Marasabessy MD, Edward. 2002. *Kandungan logam berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam beberapa jenis kerang dan ikan di perairan Raha, Pulau Muna Sulawesi Tenggara*. Seminar nasional hasil perikanan. Jakarta 27-28 Agustus 2002.
- Nacorda HME, Yap HT. 1992. Preliminary overview of structure and distribution of sediment communities in south Asia. *Third ASEAN sciences and technology work conference, marine science: coastal resources* 6: 171-174.
- Nybakken JW, Bertness MD. 2005. *Marine Biology: An Ecological Approach*. Edisi ke 3. New York: Pearson Benjamin Cummings.
- Parulekar AH, Hankantra SN, Ansari ZA. 1982. Benthic production and the assessment of demersal fishery resources of the Indian sea. *Indian journal of marine science* 11: 107-114.
- Riyadi AS, Itai T, Isobe T, Ilyas M, Sudaryanto A, Setiawan IE, Takahashi S, Tanabe S. 2012. Spatial Profile of Trace Elements in Marine Sediments from Jakarta Bay, Indonesia. *Interdisciplinary Studies on Environmental Chemistry-Environmental Pollution and Ecotoxicology, TERRAPUB* 6: 141-150.
- Sahidin A, Isdradjad S, Yusli W. 2014. Struktur Komunitas makrozoobentos di perairan Pesisir Tangerang, Banten. *Depik* 3(30):226- 233.
- Shin P, Huang Z, Wu R. 2004. An Update Baselin of Subtropical Macrobenthik Communities in Hong Kong. *Marine Pollution Bulletin* 49:119–141.

- Shou L, Huang Y, Zeng J, Goa A, Liao Y, Chen Q. 2009. Seasonal changes of macrobenthos distribution and diversity in Zhoushan sea area. *Aquatic ecosystem health and management* 12 (1): 110-115.
- Snelgrove PVR. 1998. The biodiversity of macrofaunal organisms in marine sediments. *Biodiversity Conservation* 7: 1123-1132.
- Strickland JDH, Parson. 1972. *A practical handbook of seawater analysis*. Ottawa: Departement of Fisheries and Marine Service Scientific Information and Publication Branch. 310pp.
- Sundaravarman K, Varadharajan D, Babu A, Saravanakumar A, Vijayalakshmi S, Balasubramania T. 2012. A Study of Marine Benthic Fauna With Spacial Reference to the Environmental Parameters, South East Coastal of India. *International Journal of Pharmaccutical & Biological Archives* 3(5): 1157-1169.
- Warwick RM, Ruswahyuni. 1987. Comparative study of the structure of some tropical and temperate marine soft bottom macrobenthic communities. *Marine biology* 95: 641-649.
- Wood PJ, Hannah DM, Agnew MD, Petts GE. 2001. Scales of hydroecological variability within aground water dominan stream. *Regulated Rever: Research and management* 17: 347-367.