



**STUDI AKUMULASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN EFEKNYA
TERHADAP KANDUNGAN KLOOROFIL DAUN MANGROVE *Rhizophora
mucronata***

Arum Rosita Dewi^{*)}, Ria Azizah, Bambang Yulianto

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Diponegoro
Kampus Tembalang, Semarang 50275 Telp/Fax. 024-7474698
email: arumrositadewi@ymail.com

ABSTRAK

Kondisi Perairan Semarang bagian Timur yang diduga tercemar dengan banyaknya aktivitas manusia seperti pemukiman, pelabuhan, Industri, Penangkapan ikan dan bivalvia secara besar, maka akan tercipta keadaan ekologis yang berbeda pula bagi biota yang ada di dalamnya. Kajian terhadap bivalvia dinilai penting karena toleransi hidupnya yang tinggi dan menetap guna menggambarkan perubahan lingkungan yang terjadi di perairan tersebut. Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 07 Oktober, 12 November, dan 11 Desember di Perairan Semarang bagian Timur. Materi pada penelitian ini adalah substrat dasar atau sedimen dan bivalvia yang diambil menggunakan alat garuk. Hasil penelitian menunjukkan 8 spesies yang ditemukan antara lain *Anadara granosa*, *Anadara gubernaculum*, *Anadara innaequivalvis*, *Anadara pilula*, *Marcia hiantia*, *Placuna placenta*, *Paphia undulate*, dan *Pharella javanica*. Spesies dengan kelimpahan tertinggi adalah *Anadara granosa* sebesar 301,1 Ind/Ha (Stasiun III). Kandungan bahan organik tertinggi terdapat pada stasiun II periode 2 sebesar 22,56% dan Terendah pada stasiun V periode III sebesar 9,48%. Hasil korelasi antara kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan bivalvia di Perairan Semarang bagian Timur secara keseluruhan didapatkan hasil tertima Ho (Tidak ada korelasi yang signifikan).

Kata kunci : Bahan Organik; Bivalvia; Perairan Semarang bagian Timur

ABSTRACT

The condition of waters east of Semarang allegedly tainted by the many human activities such as 12th and December 11th in the waters of eastern *pilula*, *Marcia hiantia*, *Placuna placenta*, *Paphia undulate*, and *Pharella javanic*. The species with the highest abundance was *Anadara granosa* (301.1 Ind / ha (Station III)). Organic matter content was highest at station II, period 2, amounting to 22.56%, and lowest was at station V, period 3, amounting to 9.48%. The correlation between organic matter content of sediment with an abundance of bivalves in the waters of eastern Semarang overall resulted to receive Ho (no significant correlation).

Keywords : Bivalve; Organic Matter; Waters of the Eastern Semarang

^{*)} Penulis penanggung jawab

Pendahuluan

Meningkatnya pertumbuhan industri di Indonesia akan dapat menimbulkan efek negatif berupa limbah industri, baik yang berbentuk padat maupun cair yang bilamana dilepaskan ke perairan bebas akan mengakibatkan terjadinya perubahan nilai dari perairan itu baik dari segi kualitas maupun kuantitas sehingga perairan dapat dianggap tercemar. Air sering tercemar oleh komponen - komponen anorganik, diantaranya logam berat yang berbahaya. Beberapa logam berat tersebut banyak digunakan dalam berbagai keperluan, seperti dalam industri pembuatan batu baterai, industri tekstil bahkan industri kosmetik. Penggunaan logam-logam berat tersebut dalam berbagai keperluan sehari-hari berarti telah secara langsung maupun tidak langsung, atau sengaja maupun tidak sengaja akan mencemari lingkungan (Arisandy *et al.*, 2011).

Konsentrasi logam berat yang tinggi akan dapat menyebabkan terjadinya kerusakan lingkungan dan meningkatkan daya toksisitas dan bioakumulasi dari logam itu sendiri. Logam berat pada umumnya memiliki sifat toksik yang berbahaya bagi organisme hidup, walaupun ada beberapa logam berat yang dibutuhkan namun dalam jumlah yang relatif kecil. Secara langsung maupun tidak langsung toksisitas dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran pada lingkungan sekitarnya. Apabila kadar logam berat sudah melebihi ambang batas yang ditentukan maka akan dapat mengganggu jalannya segala kegiatan dalam kehidupan. Beberapa logam berat tersebut ternyata telah mencemari lingkungan melebihi batas yang berbahaya bagi kehidupan lingkungannya. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah Merkuri (Hg), Timbal (Pb), Arsenik (As), Kadmium (Cd), Khromium (Cr), dan Nikel (Ni) (Hamzah dan Setiawan, 2010).

Biota perairan merupakan kelompok kehidupan pertama kali yang merasakan dampak akibat dari

pencemaran limbah logam berat yang masuk ke perairan. Salah satu biota perairan yang terkena dampak langsung dari pencemaran logam berat di perairan adalah tanaman mangrove. Mangrove banyak terdapat pada wilayah pesisir yang landai dan terlindung dari gempuran ombak (Arisandy *et al.*, 2011).

Walaupun banyak masukan sumber bahan pencemar, mangrove memiliki toleransi yang tinggi terhadap logam berat. Hal ini menunjukkan bahwa mangrove secara aktif menghindari logam berat pada jaringan daun mangrove serta bagaimana efek akumulasi logam berat tersebut terhadap salah satu kondisi fisiologis tanaman, yaitu kandungan klorofil daunnya. Masukan logam berat yang berlebih dan berfungsi sebagai penyaring dan memiliki daya *treatment* khas secara alami melalui organ akar (Kammaruzaman *et al.*, 2008).

Tanaman bioindikator atau biomonitor dalam suatu ekosistem akan berinteraksi dengan lingkungannya dengan menunjukkan perubahan pada morfologi, anatomi, biokimia, maupun fisiologi. Perubahan yang terlihat dapat berupa nekrosis, perubahan bentuk dan warna daun, atau dengan kata lain dapat secara cepat terlihat dan terukur tanpa mendeteksi keberadaan polutan di dalam jaringan tanaman. Sehingga tanaman bioindikator dapat digunakan untuk memastikan adanya bahan pencemar di lingkungan tersebut termasuk yang terakumulasi dalam jaringan/organ tubuhnya (Widowati, 2011).

Untuk mengetahui besarnya kemampuan mangrove dalam mengabsorpsi dan mengakumulasi logam berat serta efeknya terhadap pertumbuhan mangrove itu sendiri maka perlu dilakukan penelitian untuk menganalisis jumlah logam berat pada jaringan daun mangrove serta bagaimana efek akumulasi logam berat tersebut terhadap salah satu kondisi fisiologis tanaman, yaitu kandungan klorofil daunnya.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan dengan menggunakan materi anakan mangrove *R. mucronata* berumur \pm 8 bulan dan tinggi \pm 1 meter yang berasal dari daerah Tapak, Mangkang, Semarang. Sampel anakan mangrove tersebut kemudian ditanam dalam ember berukuran diameter 30 cm dan tinggi 25 cm untuk selanjutnya dimasukkan ke dalam rumah plastik/bedeng terbuat dari rangka bambu berukuran 3 m x 2,5 m x 1,5 m yang dibangun di Kampus Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Semarang.

Metode yang digunakan adalah eksperimen laboratorium yaitu dilakukan dengan percobaan untuk mengetahui ada atau tidaknya pengaruh perbedaan pemberian konsentrasi toksikan logam berat kadmium (Cd) dan lamanya waktu pemaparan toksikan tersebut terhadap kadar klorofil pada daun anakan *R. mucronata*.

Anakan mangrove diaklimatisasi dengan ditempatkan dalam ember selama 1 minggu pada suhu kamar 28-30°C dan salinitas 28-33 ‰ (Teas, 1984). Penelitian eksperimen ini menggunakan perlakuan perbedaan konsentrasi dan waktu pemaparan yaitu:

- Perbedaan konsentrasi logam kadmium (Cd), yaitu: 20 ; 100 ; dan 500 ppm.
- Perbedaan waktu pemaparan (*exposure time*), yaitu: 10 ; 20 ; 30 hari.

Sebagai pembanding, maka tanaman kontrol (tanpa pemberian logam Cd) juga dipersiapkan.

Pemberian konsentrasi logam Cd pada tanaman dilakukan dengan cara menyiramkan cairan toksikan Cd sebanyak \pm 500 ml pada substrat tanah dalam ember sehingga tanaman tergenang oleh cairan tersebut \pm 5 cm diatas permukaan substrat. Konsentrasi tersebut didapatkan dari pengenceran larutan induk kadmium 1000 ppm yang dibuat dengan mengencerkan 6,85 gram serbuk $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ menggunakan aquades 1000 ml. Selanjutnya

diencerkan kembali sampai didapatkan konsentrasi 20, 100, dan 500 ppm.

Proses pemanenan atau pengambilan sampel daun dilakukan setiap 10 hari sekali dengan mengambil daun yang tidak terlalu tua dan tidak terlalu muda. Waktu pengambilan daun adalah pada pukul 09.00 – 10.00 WIB dimana pada waktu tersebut daun belum mengalami fotosintesis secara maksimal. Sampel daun diambil pada setiap konsentrasi dengan dilakukan tiga kali ulangan dengan mengambil dari tiga individu anakan yang berbeda, serta diambil pula daun pada variabel kontrol. Sampel daun mangrove yang telah didapat kemudian dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan logam berat kadmiumnya. Preparasi daun dilakukan dengan cara sampel terlebih dahulu dipotong-potong kecil dan dikeringkan di dalam oven dengan suhu 105°C selama 12 jam dengan tujuan untuk menghilangkan kadar airnya sehingga didapatkan berat konstan, selanjutnya sampel tersebut dihaluskan.

Sampel yang sudah dihaluskan tersebut kemudian ditimbang sebanyak \pm 2 gram kemudian dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 450-700°C (pengabuan) untuk dihilangkan zat-zat organik sehingga hanya tersisa zat anorganik. Dan tahap terakhir, sampel yang telah diencerkan tersebut kemudian disaring dengan kertas saring dan siap dianalisis menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) (APHA, 1992).

Untuk analisis klorofil dilakukan dengan menganalisa 0,10 gram daun menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang (λ) 645 dan 663 nm. Perhitungan kadar klorofil dilakukan dengan rumus:

$$\begin{aligned} \text{Klorofil a} &= (12,7 \times A_{663}) - (2,69 \times A_{645}) \text{ (mg/l)} \\ \text{Klorofil b} &= (22,9 \times A_{645}) - (4,68 \times A_{663}) \text{ (mg/l)} \\ \text{Total klorofil} &= (20,2 \times A_{645}) + (8,02 \times A_{663}) \text{ (mg/l)} \end{aligned}$$

Data jumlah klorofil pada daun yang telah diberi logam berat kadmium dianalisis secara analitik dan deskriptif.

Analisis analitik dilakukan dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan diuji dengan uji *Two Way Anova* dilanjutkan dengan uji *Tukey HSD* dengan bantuan piranti lunak SPSS Statistics 16.0. Analisis deskriptif dilakukan dengan membandingkan antara media yang diberi perlakuan pada konsentrasi toksikan dan waktu pemaparan yang berbeda.

Untuk mengetahui terjadinya akumulasi logam berat Cd pada *R. mucronata* dilakukan dengan cara menghitung konsentrasi logam pada sedimen, daun dan akar. Perbandingan antara konsentrasi logam di akar dan daun dengan konsentrasi di sedimen dikenal dengan *bio-concentration factor* (BCF). BCF pada akar dan daun dihitung untuk mengetahui berapa besar kelipatan konsentrasi logam pada akar dan daun yang berasal dari lingkungan (MacFarlane *et al.*, 2007). Rumus yang digunakan untuk menghitung BCF ini adalah:

$$BCF = \frac{\text{Logam Berat Cd pada Akar atau Daun}}{\text{Logam Berat Cd pada Sedimen atau Air}}$$

Selain itu juga dihitung perbandingan antar konsentrasi logam pada daun dan akar yang dikenal sebagai Translocation Factors (TF). Nilai TF dihitung untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke tunas (MacFarlane *et al.*, 2007). Nilai TF dihitung menggunakan rumus:

$$TF = \frac{\text{Logam Berat Cd pada Daun}}{\text{Logam Berat Cd pada Akar}}$$

Selisih antara nilai BCF dan TF selanjutnya digunakan untuk menghitung fitoremediasi/FTD (Yoon *et al.*, 2006). FTD dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FTD = BCF - TF$$

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel bivalvia dilakukan dengan menggunakan alat nelayan setempat yang biasa disebut garuk, atau menurut Nedelec (2000) merupakan salah satu jenis penggaruk

atau *dredge*. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan Ekman Grab satu kali setiap stasiun pada setiap kali pengambilan sampling. Sampel sedimen yang telah didapat kemudian dimasukkan ke dalam plastik yang sudah terlabeli untuk dibawa ke laboratorium untuk dianalisis jenis substrat dan kandungan bahan organiknya.

a. Analisis Kandungan Bahan Organik Sedimen

Berikut adalah langkah - langkah yang digunakan untuk mengetahui besarnya kandungan bahan organik pada sedimen:

- Sedimen yang didapat dikeringkan dibawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya.
- Kemudian dilakukan pengeringan lagi dengan oven sampai suhu 60°C selama 23 jam sampai beratnya konstan.
- Sampel sedimen diambil 100 gram untuk dicatat sebagai berat awal (W_o) dan selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan yang sebelumnya telah ditimbang.
- Sampel selanjutnya dimasukkan ke dalam tanur pengabuan dengan suhu 550°C selama 4 jam
- Sampel sedimen setelah pengabuan kemudian ditimbang lagi dan dicatat sebagai (W_t)
- Persentase bahan organik dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Bahan Organik} = \frac{W_o - W_t}{W_o} \times 100\%$$

b. Metode Analisis Data

Metode analisis yang digunakan dalam pengolahan data adalah uji korelasi, yakni dikorelasikan antara kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan bivalvia di perairan Semarang bagian Timur dengan menggunakan *Software* SPSS 16.

Hasil dan Pembahasan
Analisis Ukuran Butir dan Kandungan Bahan Organik Sedimen

Berdasarkan hasil pengukuran dan identifikasi tipe sedimen penyusun substrat dasar Perairan Semarang bagian Timur di didapatkan hasil sebagai berikut :

Stasiun	Presentase Ukuran Butir		
	Pasir	Lanau	Lempung
I	9,50%	76,81%	13,69%
II	16,21%	75,22%	8,57%
III	5,84%	66,16%	28,00%
IV	2,46%	71,45%	27,09%
V	6,63%	59,53%	33,83%
VI	28,97%	59,15%	11,88%
VII	26,00%	65,86%	8,14%
VIII	12,27%	76,95%	10,79%

Tabel 1. Tekstur Penyusun Substrat Dasar Rata - rata Perairan Semarang Bagian Timur Pada Bulan Oktober, November, dan Desember 2012

Hasil analisis kandungan bahan organik sedimen di Perairan Semarang bagian Timur disajikan pada Tabel 2.

Stasiun	Kandungan Bahan Organik (%)			
	Periode 1	Periode 2	Periode 3	Periode Rata - rata
I	19,27	22,44	18,34	20,02
II	16,83	22,56	20,95	20,11
III	19,14	22,33	18,08	19,85
IV	19,02	21,79	10,68	17,16
V	18,35	18,24	9,48	15,36
VI	15,25	12,09	12,09	13,27
VII	10,95	10,07	14,58	11,87
VIII	19,17	21,92	22,53	21,21

Tabel 2. Kandungan Bahan Organik Sedimen di tiap Stasiun Pengamatan Bulan Oktober, November, dan

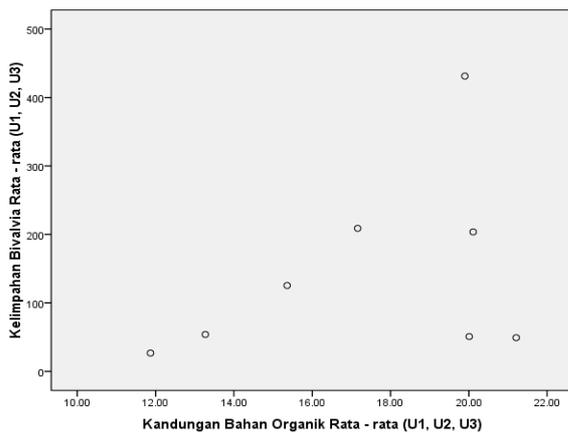
Desember 2012 di Perairan Semarang bagian Timur

Welch (1952) dalam Wijayanti (2007) menyebutkan substrat di dasar perairan akan menentukan kelimpahan dan komposisi jenis hewan benthos. Substrat dasar memiliki hubungan dengan kandungan bahan organik, dimana perairan dengan sedimen yang halus memiliki presentase bahan organik yang tinggi karena kondisi lingkungan yang tenang memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik dasar perairan. Hal ini berbanding lurus dengan hasil yang didapat pada penelitian, dimana sedimen yang memiliki presentase lebih halus secara umum memiliki kandungan bahan organik yang tinggi pula.

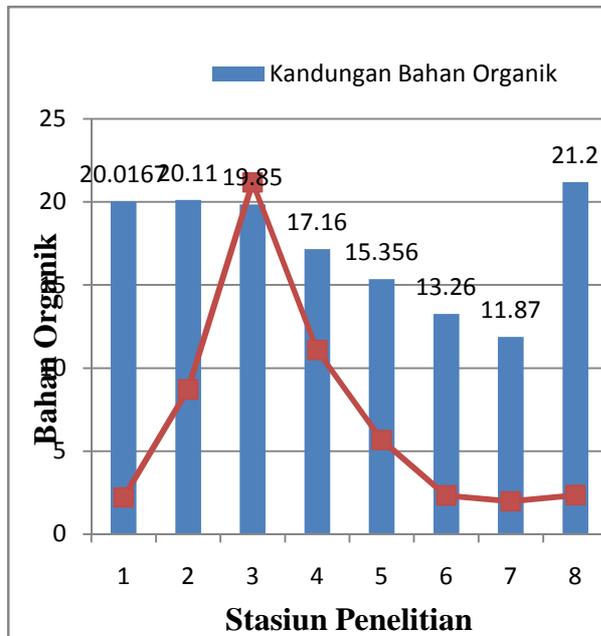
Analisis Uji Korelasi

Berdasarkan uji korelasi dengan menggunakan *software* SPSS 16, secara keseluruhan diketahui hubungan antara kandungan bahan organik pada sedimen dengan kelimpahan bivalvia di setiap stasiun pengamatan setiap periode didapatkan hasil terima Ho (Tidak ada korelasi yang signifikan).

Correlations			
		Kandungan Bahan Organik Rata - rata (U1, U2, U3)	Kelimpahan Bivalvia Rata - rata (U1, U2, U3)
Kandungan Bahan Organik Rata - rata (U1, U2, U3)	Pearson Correlation	1	.392
	Sig. (2-tailed)		.336
	N	8	8
Kelimpahan Bivalvia Rata - rata (U1, U2, U3)	Pearson Correlation	.392	1
	Sig. (2-tailed)	.336	
	N	8	8



Gambar 1. Grafik Hubungan Kandungan Bahan Organik Rata – rata dengan Kelimpahan Rata – rata di setiap Stasiun Pengamatan



Gambar 2. Grafik Kelimpahan Rata – rata Bivalvia (Ind/Ha) dan Kandungan Bahan Organik (%) tiap Stasiun di Perairan Semarang bagian Timur.

Pada periode 1 hasil uji korelasi antara kandungan bahan organik dengan kelimpahan menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,388 dan nilai signifikansi sebesar 0,342 dengan kesimpulan Terima Ho atau tidak ada korelasi yang signifikan antara kandungan bahan organik dengan kelimpahan bivalvia. Hal ini menunjukkan bahwa 0,388 atau 38,8%

kelimpahan diikuti oleh bahan organik, sedangkan 0,612 atau 61,2% kelimpahan dipengaruhi oleh faktor – faktor lain. Pada periode 1, kandungan bahan organik termasuk dalam kategori sedang sampai dengan tinggi. Pada stasiun VII memiliki kandungan bahan organik terendah dengan 10,95% diikuti dengan kelimpahan yang rendah pula dengan 26 Ind/Ha. Rendahnya kandungan bahan organik pada stasiun ini menjadi faktor pembatas kehidupan bivalvia.

Pada periode 2 hasil uji korelasi antara kandungan bahan organik dengan kelimpahan menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,573 dengan hubungan keeratan sedang (Sugiyono, 2000) karena memiliki nilai koefisien korelasi antara 0,40 – 0,599. Hal ini bisa dilihat bahwa nilai koefisien korelasi sebesar 57,3% kelimpahan bivalvia dipengaruhi oleh kandungan bahan organik, sedangkan 42,7% dipengaruhi faktor lain. Namun nilai signifikansi pada periode ini sebesar 0,137, dengan kesimpulan terima Ho atau tidak ada korelasi yang signifikan antara kandungan bahan organik dengan kelimpahan bivalvia pada periode ini. Pada periode 3 hasil uji korelasi antara kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan menunjukkan nilai koefisien korelasi sebesar 0,208 dengan nilai signifikansi sebesar 0,621 dengan kesimpulan Terima Ho atau tidak ada korelasi yang signifikan antara kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan bivalvia pada periode ini.

Rendahnya hubungan antara kandungan bahan organik dengan kelimpahan pada setiap periode didukung oleh banyak faktor misalnya suhu, arus, pencemaran, salinitas, pH, DO, Kecerahan, dan Predasi yang berbeda pula pada setiap periode yang mendukung atau menjadi faktor pembatas variasi kelimpahan bivalvia itu sendiri.

Faktor suhu terlihat pada stasiun I dan II yang lokasinya berada di depan jalur transportasi peti kemas dan outline PLTU. Pada stasiun ini cenderung memiliki suhu lebih hangat dibanding stasiun yang lain, diduga suhu yang

lebih hangat menjadi faktor pembatas bagi kehidupan bivalvia. Brower *et al.* (1990) menyebutkan setiap kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi peningkatan metabolisme organisme dan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10%. Sukarno (1981) menyebutkan bahwa suhu dapat membatasi sebaran hewan makrobenthos secara geografik dan suhu yang baik untuk pertumbuhan hewan makrobenthos berkisar antara 25 – 31°C. Hal ini bertentangan dengan hasil pada stasiun II yang memiliki suhu secara umum lebih dari 31°C yang dapat mempengaruhi adaptasi maupun keberlangsungan hidup bivalvia pada stasiun ini. Faktor pencemaran misalnya pada stasiun VII dan stasiun lainnya yang menyebabkan faktor keberlangsungan hidup bivalvia. Faktor salinitas terlihat mempengaruhi pada stasiun I periode 2 sebesar 23 ‰, Hal ini didukung dengan pernyataan Barnes (1980) yang menyebutkan pengaruh salinitas secara tidak langsung mengakibatkan adanya perubahan komposisi dalam suatu ekosistem dan pernyataan Gross (1972) yang menyatakan bahwa hewan benthos umumnya dapat mentoleransi salinitas berkisar antara 25 – 40 ‰. Faktor predasi juga dapat berpengaruh terhadap kelimpahan suatu spesies biota, dalam kasus ini yang menjadi predator utama bivalvia pada Perairan Semarang bagian Timur adalah manusia. Menurut wawancara, Para nelayan sering mencari kerang pada musimnya, yakni antara bulan Maret – April dan Oktober – Desember.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil secara keseluruhan pada masing – masing periode Terima Ho, yakni tidak ada korelasi yang signifikan antara kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan bivalvia di Perairan Semarang bagian Timur.

Ucapan Terima kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada yang telah mengedit artikel ilmiah ini serta semua pihak dan instansi

yang telah memberikan bantuan dan fasilitas dalam penelitian ini, sehingga tulisan artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Barnes, R.S.K. 1978. *Estuarine Biology*. The Camelot Press Ltd, Southampton.
- Brower JE, Zar JH. Ende, CN von. 1990. *Field and Laboratory Methods for General Ecology*. 3rd edition. Dubuque, Iowa: Wim C. Brown Co. Pub.
- Carpenter, K. E. and V. H. Niem. 1998. *FAO Species Identification Guide for Fishery Purposes. The Living Marine Resources of The Western Central Pacific. Volume 1. Seaweeds, Corals, Bivalves, and Gastropods*. Rome, FAO
- Gross, M.G. 1972. *Oceanography A View of The Earth*. Prentice Hall, Inc. Englewood Cliffs, New Jersey
- Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Akademika Presindo, Jakarta
- Nedelec. C.2000. *Definisi dan Klasifikasi Alat Tangkap Ikan (Edisi Bahasa Indonesia)*. Balai Pengembangan dan Penangkapan Ikan, Semarang.120 Hal
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. PT. Gramedia Jakarta. 459 hlm.
- Sugiyono.2002. *Statistik untuk Penelitian*.Bandung: Alfabeta
- Wood, M. S. 1987. *Subtidal ecology*. Edward Arnold Pty. Limited, Australia.
- Wijayanti, H.M. 2007. *Kajian Kualitas Perairan Di Pantai Kota Bandar Lampung Berdasarkan Komunitas Hewan Makrobenthos*. Universitas Diponegoro. Semarang. Thesis