

## Hubungan Faktor Fisika-Kimia Perairan Terhadap Kelimpahan Moluska di Area Keramba Jaring Apung Sistem Polikultur Teluk Awerange, Sulawesi Selatan

Amalia Aininnur<sup>1</sup>, Spto P. Putro<sup>2</sup>, Fuad Muhammad<sup>3</sup>

1. Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia
2. Center of Marine Ecology and Biomonitoring for Sustainable Aquaculture (Ce-MEBSA), Gedung Lab. Terpadu lt. 2, Universitas Diponegoro, Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Semarang, 50275, Indonesia

E-mail : [amaliaaininnur94@gmail.com](mailto:amaliaaininnur94@gmail.com)

### Abstrak

Praktek budidaya sistem keramba jaring apung telah lama berkembang di Indonesia. Selain manfaat dari budidaya untuk memenuhi kebutuhan protein manusia, budidaya berpotensi memberikan dampak negatif terhadap lingkungan perairan khususnya dampak akibat pengkayaan organik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan fisika-kimia perairan terhadap kelimpahan moluska sebagai agen biologis untuk menentukan tingkat gangguan lingkungan. Penelitian ini dilakukan di perairan Teluk Awerange, Sulawesi Selatan. Sampel Moluska diambil dari 2 stasiun yaitu area referensi dan KJA polikultur dengan waktu pengambilan sampel dua kali. Hubungan abiotik dan biotik dilakukan dengan pendekatan multivariat (*Principal Component Analysis/PCA*, BIO-ENV) menggunakan matriks jarak Eucladian Distance. Berdasarkan hasil penelitian, ditemukan sebanyak 15 spesies terdiri dari 14 famili dan 2 kelas (Gastropoda dan Bivalvia). Famili yang paling banyak ditemui di kedua lokasi penelitian adalah Turritellidae. Secara umum, kualitas perairan di teluk Awerange baik di kedua lokasi terbilang normal. Hasil Ordinasasi PCA terhadap faktor abiotik mengindikasikan pengelompokkan antara stasiun di lokasi area referensi dengan area KJA polikultur. Hasil analisis BIO-ENV mengindikasikan bahwa faktor abiotik yang paling mempengaruhi distribusi dan kelimpahan Moluska di Teluk Awerange adalah DO, kadar C dan Kadar N ( $r=0,457$ ; BIO-ENV).

### Abstract

Fish farming using floating cage has been conducted for a long time in Indonesia. Despite the benefits of aquaculture to meet the needs of the human protein, aquaculture has potential impact on the aquatic environment, especially due to the impact of organic enrichment. This study aims to determine the relationship of water physical-chemical on the abundance of mollusks as a biological agent to determine the level of environmental disturbance. This research was conducted in the waters of the Awerange Gulf, South Sulawesi. Mollusks samples were taken from two stations, namely the reference area and polyculture cage area with twice the sampling time and three replicates. Abiotic and biotic relationships conducted using multivariate approach (Principal Component Analysis / PCA, BIO-ENV) using Eucladian Distance matrix. Based on the results, there were 15 species consisting of 14 families and 2 classes (gastropods and bivalves). Families were most prevalent in both sites was Turritellidae. In general, water quality in the Awerange Gulf is considered normal at both locations. Results of ordination using PCA on abiotic factors indicated that the stations between reference area and polyculture cage area are clustered, implying the difference of both sites. BIO-ENV analysis results indicates that the abiotic factors that most influence the distribution and abundance of molluscs in the Awerange Gulf were DO, Carbon and Nitrogen contain ( $r = 0.457$ ; BIO-ENV).

*Keywords : Mollusk, Polyculture Cage, Awerange Gulf, Abiotic Component*

## 1. Pendahuluan

Sistem budidaya perikanan di Indonesia yang sedang berkembang pesat saat ini adalah keramba jaring apung. Keramba Jaring Apung (KJA) adalah salah satu wadah budidaya perikanan yang biasanya diletakkan pada debit air yang besar seperti danau, sungai, dan laut.

Penggunaan KJA terbukti memudahkan masyarakat karena penggunaan lahan dan pakan yang lebih efisien, mudah dalam pemanenan baik selektif maupun total, unit usaha dapat ditentukan sesuai dengan kemampuan modal dengan memanfaatkan bahan yang tersedia di lokasi budidaya serta mudah dipantau dan tidak memerlukan pengelolaan air yang khusus seperti di tambak (Espineira *et al*, 2014).

Keramba Jaring Apung di Indonesia dapat dilakukan dengan menggunakan sistem monokultur dan polikultur. Sistem monokultur adalah pemeliharaan satu jenis ikan dalam satu tempat sedangkan polikultur adalah sistem dimana pada satu kolam dipelihara berbagai jenis ikan yang membutuhkan jenis makanan yang berbeda sehingga setiap jenis ikan tidak akan bersaing dalam mencari makanan (Afrianto dan Liviawaty, 2003).

Penggunaan sistem monokultur dalam waktu yang lama dapat menyebabkan penurunan kualitas lingkungan dan dapat menyebabkan eutrofikasi karena penumpukan nutrisi hasil ekskresi maupun pemberian pakan yang kurang efisien. Budidaya perikanan sistem polikultur juga memiliki potensi untuk memberikan dampak pada lingkungan lokasi budidaya.

Teluk Awerange merupakan salah satu teluk yang terdapat di Kabupaten Barru, Sulawesi Selatan. Teluk ini biasa digunakan sebagai tambak budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) sistem polikultur. Akibat adanya aktivitas tersebut, kondisi perairan pun dapat berubah sebagai dampak dari aktivitas di teluk tersebut. Menurut Dahuri (2003), berubahnya kualitas suatu perairan sangat mempengaruhi kehidupan biota yang hidup di perairan tersebut, salah satunya adalah hewan benthos.

Hewan benthos merupakan hewan yang sebagian atau seluruh siklus hidupnya berada di dasar perairan baik sesil, merayap maupun menggali lubang. Hewan benthos mempunyai peranan dalam proses dekomposisi dan mineralisasi material organik di dalam perairan, serta menduduki beberapa tingkatan tropik dalam rantai makanan (Odum, 1993; Putro, 2014).

Hewan benthos dibagi menjadi mikrobenthos yaitu hewan benthos yang berukuran kecil dan makrobenthos yang berukuran besar. Makrobenthos pada umumnya tidak dapat bergerak dengan cepat, ukurannya besar sehingga mudah untuk diidentifikasi dan habitatnya di dalam dan di dasar perairan (Odum, 1993). Perubahan kualitas air dan substrat hidupnya sangat mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman makrobenthos. Kelimpahan dan

keanekaragaman ini sangat bergantung pada toleransi, aktivitas dan sensitivitas terhadap perubahan lingkungan. Kisaran toleransi dari makrobenthos terhadap lingkungan adalah berbeda-beda (Wilhm dalam Marsaulina, 1994). Salah satu jenis makrobenthos yang dinilai sebagai bioindikator perairan yang baik adalah kelompok moluska. Moluska merupakan invertebrata yang memiliki kemampuan sebagai bioindikator pencemaran air, karena memiliki sensitivitas terhadap senyawa polutan yang ada di ekosistemnya. Oleh karena itu maka perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman moluska di Teluk Awerange.

Penggunaan moluska sebagai indikator biologi untuk kualitas perairan bukanlah merupakan hal baru. Beberapa sifat hewan benthos memberikan keuntungan untuk digunakan sebagai indikator biologi diantaranya hewan benthos bersifat ubiquitous atau terdapat dimanamana, jumlah spesies lebih banyak dapat memberikan spektrum respon terhadap stress lingkungan, hidup relatif menetap (sedentary) pada habitatnya sehingga memungkinkan menjelaskan perubahan spasial dan juga memiliki siklus hidup lebih panjang memungkinkan menjelaskan perubahan temporal (Rosenberg and Resh, 1993; Mann, 1982).

## 2. Metode Penelitian

Bahan Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel hewan moluska sebagai parameter biotik, sampel sedimen dan air sebagai parameter abiotik, larutan formalin 4% dan larutan ethanol 70% untuk preservasi.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Van Veen Grab*, *water checker*, saringan benthos ukuran jaring 1mm, botol sampel, pinset, sarung tangan, masker, label, kamera, cawan petri, oven, kantong plastik, buku identifikasi (*Food and Agriculture for Marine Benthos, The Complete Encyclopedia of Shells*).

Faktor fisika dan kimia perairan yang diukur antara lain pH, suhu, DO dan salinitas dengan menggunakan *water checker*. Pengambilan sampel moluska dilakukan dengan menggunakan alat *Van Veen Grab*. Sampel sedimen yang telah diambil diberi larutan formalin 4% untuk fiksasi. Sampel sedimen tersebut akan digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan hewan moluska dan untuk menganalisis komposisi butiran substrat serta kandungan karbon dan nitrogen di laboratorium.

Sampel sedimen yang telah diambil kemudian diayak dengan menggunakan saringan benthos dengan jaring berukuran 1 mm. Hasil ayakan kemudian dicuci bersih dibawah air untuk selanjutnya disortir. Hasil sortir kemudian dimasukkan kedalam botol yang berisi larutan ethanol 70% dan diberi label. Tahap selanjutnya adalah proses identifikasi dan analisis data.

Untuk menghitung korelasi antara komponen biotik dan abiotik digunakan BIO-ENV pada software PRIMER V.6.1.5. Data biotik terlebih dahulu di transformasi dengan log (x+1) kemudian dilakukan uji kesamaan Bray Curtis. Data abiotik ditransformasi menggunakan transformasi *square root*. Hasil transformasi di normalisasi terlebih dahulu kemudian dilakukan tabulasi matriks berjarak menggunakan Euclidean Distance sehingga dapat dilihat pengelompokan data dengan menggunakan *Principle Component Analysis* (PCA). Hasil normalisasi data abiotik kemudian dilakukan Uji BIO-ENV dengan data biotik yang telah dilakukan uji kesamaan Bray Curtis sehingga muncul hasil korelasi antara komponen biotik dan abiotik.

### 3. Hasil dan Pembahasan

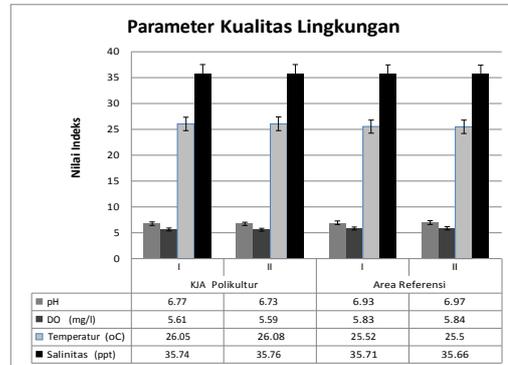
Jenis Moluska yang ditemukan pada pengamatan di teluk Awerange bervariasi. Famili pada kelas Gastropoda yang muncul pada pengamatan antara lain Turritellidae, Chilodontidae, Mitridae, Nassariidae, Cylichnidae, Turbinidae, Clitostomatidae, Costellariidae, Epitonidae, dan Turridae. Sedangkan pada kelas Bivalvia, Cardidae, Arcidae, dan Tellinidae adalah tiga famili yang ditemukan dalam pengamatan.

Tabel 1. Kelimpahan Moluska

NO.	CLASS	FAMILY	SPECIES	Sampling I		Sampling II	
				KJA Polikultur	Area Referensi	KJA Polikultur	Area Referensi
1	Gastropoda	Turritellidae	<i>Turritella</i> sp.	26	127	21	93
		Chilodontidae	<i>Perrinia</i> sp.	0	1	0	0
		Mitridae	<i>Mitra</i> sp.	0	1	2	1
		Cerithiidae	<i>Rynoclavis sardidula</i>	0	1	0	0
		Nassariidae	<i>Nassarius castus</i>	5	8	13	16
		Cylichnidae	<i>Cylichnella</i> sp.	2	5	3	7
		Turbinidae	<i>Guldfarida yoka</i>	0	0	0	0
		Clitostomatidae	<i>Phatinya caerulescens</i>	2	1	1	4
		Costellariidae	<i>Vexillum</i> sp.	0	0	2	0
		Epitonidae	<i>Epitonium scalare</i>	0	0	0	0
		Mitridae	<i>Mitra</i> sp.	0	0	1	0
		Turridae	<i>Gemma</i> sp.	1	0	0	0
2	Bivalvia	Cardidae	<i>Fulvia scalata</i>	1	3	3	4
		Arcidae	<i>Anadara</i> sp.	1	1	8	3
		Tellinidae	<i>Tellina agilis</i>	1	1	6	7

Hasil pengamatan baik pada sampling pertama maupun yang kedua pada area KJA Polikultur dan area referensi teridentifikasi 15 Spesies moluska dari 14 famili. Jumlah moluska pada lokasi penelitian terdiri dari 2 kelas yaitu Bivalvia (3 spesies), dan Gastropoda (12 spesies). Dari kedua kelas tersebut yang memiliki frekuensi kemunculan tertinggi adalah kelas gastropoda. Kelas gastropoda yang selalu muncul pada tiap pengambilan sampel di tiap lokasi yaitu dari famili Turritellidae dengan jumlah yang dapat mencapai 138 individu, hal ini disebabkan gastropoda dapat hidup dan berkembang pada berbagai macam struktur sedimen, dan memiliki fisiologis khusus yang menyebabkan gastropoda dapat dengan mudah beradaptasi pada lingkungan perairan dengan substrat berlumpur maupun berpasir. Famili yang paling sedikit

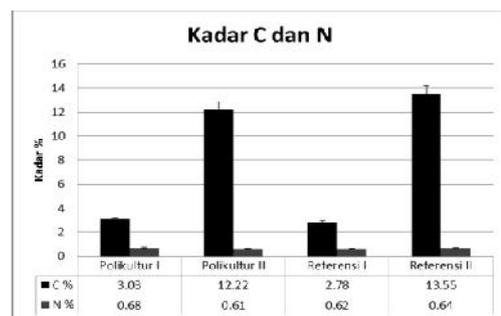
ditemukan dalam pengamatan adalah Cerithiidae dan Turbinidae. Sedangkan kelas Bivalvia yang paling banyak muncul adalah dari family Tellinidae dan Arcidae sedangkan yang paling sedikit muncul adalah Cardidae.



Gambar 1. Parameter Kualitas Perairan

Secara umum, kualitas perairan di teluk Awerange, Sulawesi Selatan, baik di area referensi maupun di area KJA polikultur antara lain diperoleh pH (6,73-6,97), DO (5,59-5,84), Temperatur (25,5-26,08), dan salinitas (35,66-35,76). Kisaran nilai pH yang masih dapat ditolerir oleh hewan benthos adalah 6,5-8,5 (Efendi, 2003). Nilai pH Teluk Awerange lokasi area referensi dan KJA polikultur masih terbilang normal dan memungkinkan bagi Moluska untuk hidup.

Kisaran salinitas yang dapat ditolerir oleh hewan benthos menurut Hubarat (2000) adalah 25-40%. Kisaran salinitas tersebut bergantung pada tingkat toleransi masing-masing jenis Moluska. Area referensi dan KJA polikultur memiliki kadar salinitas yang cukup tinggi namun masih dapat ditolerir oleh Moluska. Suhu yang dapat ditolerir oleh hewan benthos menurut Efendi (2003) adalah 20-30 °C. Suhu pada area referensi dan KJA polikultur masih terbilang normal dan dapat ditolerir oleh Moluska. Kadar oksigen (DO) yang optimum bagi hewan benthos menurut Hubarat (2000) adalah >4,0 mg/l. Kadar DO pada area referensi dan KJA polikultur memiliki rata-rata 5,7 mg/l sehingga terbilang cukup baik.

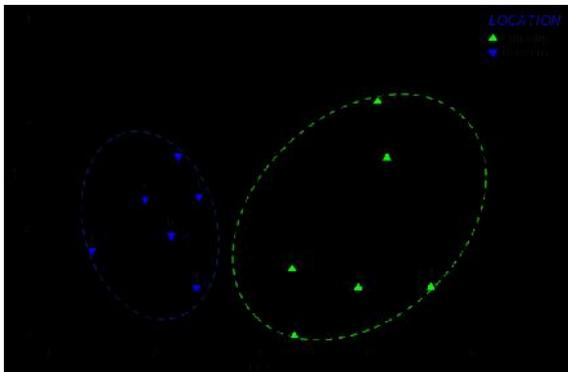


Gambar 2. Kandungan Karbon dan Nitrogen pada Substrat Dasar Perairan

Kandungan organik substrat sangat dibutuhkan sebagai sumber pakan bagi organisme tertentu, khususnya hewan makrobenthos (Putro, 2007). Berdasarkan hasil analisis, rata-rata kandungan karbon berkisar antara 2,78 - 13,55 % dan kandungan nitrogen berkisar antara 0,61 - 0,68 %. Kandungan karbon tertinggi berada pada area referensi waktu pengambilan sampel kedua yaitu 13,55 % sedangkan yang terendah berada pada area referensi waktu pengambilan sampel pertama yaitu 2,78 %. Kadar karbon pada pengambilan sampel pertama dan kedua di kedua lokasi memiliki perbedaan yang cukup besar, hal ini diduga merupakan pengaruh dari jeda waktu pengambilan sampel pertama dan kedua yang menyebabkan materi organik yang berasal dari aktivitas budidaya serta kuat arus yang dapat menghantarkan materi organik menyebabkan akumulasi di area tersebut.

Kandungan nitrogen rata-rata berkisar antara 0,61 - 0,68 % dengan nilai rata-rata 0,64 %. Kadar nitrogen tertinggi berada pada area KJA polikultur waktu pengambilan sampel pertama yaitu 0,68 dan yang terendah pada area KJA polikultur waktu pengambilan sampel kedua yaitu 0,61. Kandungan nitrogen pada area referensi dan KJA polikultur cenderung stabil pada pengamatan pertama dan kedua.

Perbedaan faktor fisika-kimia antara area referensi dan KJA polikultur dapat dilihat pada grafik CPA dibawah ini :



**Gambar 4. Grafik *Principal Component Analysis* (PCA) Faktor Fisika-Kimia Perairan.** <sup>a)</sup> KJA polikultur terjauh dari daratan sampling I, <sup>b)</sup> KJA polikultur di bagian tengah sampling I, <sup>c)</sup> KJA polikultur terdekat dari daratan sampling I, <sup>d)</sup> KJA polikultur terjauh dari daratan sampling II, <sup>e)</sup> KJA polikultur di bagian tengah sampling II, <sup>f)</sup> KJA polikultur terdekat dari daratan sampling II, <sup>g)</sup> Area referensi terjauh dari daratan sampling I, <sup>h)</sup> Area referensi di bagian tengah sampling I, <sup>i)</sup> Area referensi terdekat dengan daratan sampling I, <sup>j)</sup> Area referensi terjauh dari daratan sampling II, <sup>k)</sup> Area referensi di bagian tengah sampling II, <sup>l)</sup>

Area referensi terdekat dengan daratan sampling II

Grafik PCA kondisi lingkungan di area referensi dan KJA polikultur menggunakan persamaan Indeks *Euclidean Distance* pada software PRIMER V.6.1.5. *Euclidean Distance* digunakan untuk menghitung

tingkat kesamaan dua objek yang diobservasi berdasarkan komponen abiotiknya (Clarke dan Gorley, 2006). Komponen abiotik yang diukur adalah pH, salinitas, DO, suhu, Kadar C dan N, serta komposisi butiran substrat.

Berdasarkan grafik CPA tersebut dapat terlihat bahwa terdapat kesamaan pada nilai abiotik yang diukur di tiap lokasi. Hal ini terlihat dengan sebaran tiap titik saling berkelompok antara area referensi dan KJA polikultur. Berdasarkan grafik tersebut dapat dikatakan bahwa kedua lokasi tersebut memiliki perbedaan komponen abiotik yang cukup jelas.

Hubungan antara komponen biotik dan abiotik dari area referensi dan KJA polikultur dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

**Tabel 2. Hasil analisis hubungan komponen biotik dan abiotik area referensi dan KJA polikultur**

No.	Korelasi (r)	Variabel	Jumlah variabel
1	0.457	4,7,8	3
2	0.447	1,7,8	3
3	0.437	1,4,7,8	4
4	0.416	2,4,7,8	4
5	0.41	1,3,4,7,8	5
6	0.401	1,2,4,7,8	5
7	0.394	1,2,7,8	4
8	0.391	3,4,7,8	4
9	0.388	2-4,7,8	5
10	0.388	1-4,7,8	6

<sup>1)</sup> pH, <sup>2)</sup> Temperatur, <sup>3)</sup> Salinitas, <sup>4)</sup> DO, <sup>5)</sup> Butiran substrat pasir, <sup>6)</sup> Butiran substrat lumpur, <sup>7)</sup> Kandungan C %, <sup>8)</sup> Kandungan N %

Hubungan antara faktor fisika-kimia, komposisi butiran substrat dan kandungan karbon serta nitrogen terhadap kelimpahan moluska dianalisis menggunakan BIO-ENV pada software PRIMER V.6.1.5. Tabel diatas menunjukkan nilai korelasi tertinggi dengan mengkorelasikan beberapa variabel secara acak. Berdasarkan tabel diatas korelasi antara kelimpahan moluska dengan DO, kadar C dan kadar N memiliki tingkat korelasi terbesar, yaitu 0,457. Hal ini menandakan bahwa nilai DO, kadar C dan Kadar N merupakan komponen abiotik yang paling berpengaruh pada kelimpahan moluska di Teluk Awerange.

Kadar DO dalam perairan merupakan hal yang penting bagi kehidupan organisme terutama Moluska karena Moluska membutuhkan oksigen untuk bernapas dan melakukan metabolisme. Besar kecilnya kadar oksigen dalam perairan dapat mengakibatkan matinya organisme benthos. Salmin (2005) menyatakan bahwa oksigen terlarut memegang peranan penting sebagai indikator biologis karena oksigen terlarut berperan dalam proses oksidasi dan reduksi bahan organik dan anorganik.

Kadar karbon dan nitrogen sangat penting bagi kehidupan Moluska. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nurrachmi dan Marwan (2012), yaitu hewan benthos erat kaitannya dengan ketersediaan bahan organik yng

terkandung didalam substrat, karena bahan organik merupakan sumber nutrient bagi biota yang pada umumnya hidup pada substrat dasar. Bahan organik di substrat dasar dalam kadar tertentu merupakan bahan makanan bagi moluska, sedangkan apabila berlebihan dapat menjadi racun bagi organisme benthos. Menurut Putro (2007), dalam konsentrasi tertentu kandungan bahan organik substrat sangat dibutuhkan sebagai sumber pakan bagi organisme tertentu, khususnya hewan makrobentos.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan pendekatan ordinasasi PCA (Principal Component Analysis) menggunakan matriks jarak Euclidian Distance terhadap data abiotik (parameter fisika-kimia perairan dan sedimen) terdapat kecenderungan pengelompokan (cluster) dari stasiun di lokasi polikultur dan area referensi, mengindikasikan perbedaan kondisi perairan di kedua lokasi tersebut. Faktor abiotik yang paling mempengaruhi struktur komunitas moluska adalah DO, kandungan karbon (% C) dan nitrogen (% N) (BIO-ENV:  $r=0,457$ ).

#### Referensi

1. Espineira M.R, Chopin T, Robinson S, Noce A, Knowler D, Yip W. 2014. Estimating the Biomitigation Benefits of Integrated Multi-Trophic Aquaculture: A Contingent Behavior Analysis. *Aquaculture* 437 (2014) 182-194.
2. Afrianto, E. dan Liviawaty E. 2005. *Pakan Ikan*. Kanisius Press. Yogyakarta.
3. Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut ; Aset Pembangunan Berkelanjutan*. PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
4. Odum, E.P. 1993. *Dasar-dasar Ekologi*. Diterjemahkan dari Fundamental of Ecology oleh T. Samingan. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
5. Putro, S.P. 2014. *Metode Sampling Penelitian Makrobenthos dan Aplikasinya*. Graha Ilmu. Yogyakarta.
6. Marsaulina, L. 1994. *Keberadaan dan Keanekaragaman Makrozoobenthos di Sungai Semayang Kecamatan Sunggal*. Karyatulis. Lembaga Penelitian USU. Medan.
7. Rosenberg, D.M and Resh V.H. 1993. *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*. Chapman and Hall. New York.
8. Mann, K.H. 1982. *Ecology of Coastal Waters*. University of California Press. USA.
9. Efendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.
10. Hubarat, S. 2000. *Peran kondisi oseanografis terhadap perubahan iklim, produktivitas dan distribusi biota laut*. Universitas diponegoro. Prosiding. Semarang.
11. Putro, S.P. 2007. *Spatial and Temporal Patterns of The Macrobenthic Assemblages in Relation to Environmental Variables*. *Journal of Coastal Development* 10(3):15-22, ISSN: 1410-5217. Lemlit-Undip. Semarang.
12. Pamuji, A., Muskananfolo M.R., A'in C. 2015. Pengaruh Sedimentasi Terhadap Kelimpahan Makrozoobenthos di Muara Sungai Betahwalang Kabupaten Demak. *Jurnal Saintek Perikanan*. Vol 10 No.2 : 129-135.
13. Taqwa, R.N., M.R Muskananfolo., Ruswahyuni. 2014. Studi Hubungan Substrat Dasar dan Kandungan Bahan Organik dalam Sedimen dengan Kelimpahan Hewan Makrobenthos di Muara Sungai Sayung Kabupaten Demak. *Journal of Maquares*, 3(1): 125-133.
14. Clarke, K.R and Gorley, R.N. 2006. *Primer v6: User Manual/Tutorial*. PRIMER-E Ltd. United Kingdom.
15. Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oceana*. Vol. XXX. Nomor 3. Hlm 21-26.
16. Nurrachmi, I dan Marwan. 2012. *Kandungan bahan organik sedimen dan kelimpahan makrozoobenthos sebagai indikator pencemaran perairan pantai tanjung uban kepulauan riau*. LIPI universitas Riau. Pekanbaru.

