

## KAJIAN PARAMETER OSEANOGRAFI DAN PERBANDINGAN KONSENTRASI LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) DI PERAIRAN MENGARE-KABUPATEN GRESIK DAN PULAU TALANGO-KABUPATEN SUMENEP

Aprilia Suryanti<sup>1</sup>, Aries Dwi Siswanto<sup>2</sup>, Agus Romadhon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

<sup>2</sup>Dosen Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Trunojoyo Madura

E-mail: aaaprilias@gmail.com

### ABSTRAK

*Parameter oseanografi merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kualitas perairan dengan didasarkan pada konsentrasi logam berat Pb di Perairan Mengare-Kabupaten Gresik dan Pulau Talango-Kabupaten Sumenep dengan menggunakan obyek penelitian berupa sedimen dan air laut. Penelitian dilakukan pada Bulan November 2015. Sampel sedimen dan air laut di analisa menggunakan AAS di Laboratorium LPPM-ITS Surabaya. Hasil analisa kemudian dianalisa lebih lanjut untuk menentukan status kualitas perairan dengan menggunakan metode statistika dengan permutasi t-test. Hasil analisa menunjukkan kualitas perairan di kedua lokasi sesuai baku mutu air laut dalam KMN LH No.51 Th. 2004 sehingga sesuai bagi kehidupan dan perkembangan biota laut. Hasil perbandingan konsentrasi Pb berdasarkan uji permutasi t-test menunjukkan konsentrasi Pb di perairan Mengare-Kabupaten Gresik tidak berbeda signifikan dengan konsentrasi Pb di Perairan Pulau Talango-Kabupaten Sumenep dengan rata-rata nilai  $825.10^{-4}$ ppm untuk sampel air laut dan  $575.10^{-3}$  ppm untuk sampel sedimen.*

**Kata Kunci :** *Kualitas Perairan, Parameter oseanografi, Timbal (Pb)*

### PENDAHULUAN

Distribusi dan kelimpahan sumber daya hayati di suatu perairan tidak terlepas dari kondisi dan variasiparameter oseanografi. Kawasan pesisir memiliki sumber daya yang termasuk unsur hayati dan non hayati. Adanya aktifitas pembangunan di kawasan pesisir tersebut menghasilkan limbah yang berakibat pada sumber daya hayati. Pembangunan tersebut antara lain pemukiman, industri, pertambangan, galangan kapal, dan lain-lain. Salah satu jenis pencemar yang dihasilkan dari aktifitas tersebut banyak menimbulkan pencemaran di lingkungan perairan adalah logam berat (Palar 2012).

Logam berat dengan berbagai variasi konsentrasi merupakan salah satu unsur pencemar perairan yang terdapat di alam. Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan dan mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorb dan kombinasi (Kadir 2013).

Lebih dari 90% logam berat melekat pada padatan tersuspensi dan akhirnya mengendap ke dasar perairan. Adanya aktivitas manusia di darat, cepat ataupun lambat dapat menyumbangkan logam berat ke perairan laut, baik melalui peluruhan secara alami, proses geologis maupun melalui berbagai kegiatan lainnya. Keadaan ini dapat meningkatkan kadar logam berat di perairan laut sehingga pada kadar yang relatif tinggi akan berbahaya bagi kehidupan biota perairan (Gomez-paraa *et al* 2000).

Kawasan pesisir Gresik adalah kawasan yang meliputi berbagai macam industri dan pemukiman di dalamnya. Kawasan industri di Gresik terdiri dari skala rumah tangga hingga skala multinasional. Industri-industri tersebut antara lain bergerak di bidang semen, industri pengolahan kayu, industri cat, industri tekstil, industri alat-alat rumah tangga, industri pupuk, industri peleburan baja dan pembangkit listrik. Selain itu di Gresik terdapat empat pelabuhan yang didarati kapal-kapal besar, yakni pelabuhan PT Semen Gresik, Pelindo III Gresik, PT Petrokimia Gresik dan PT Maspion. (Herdiansa 2014). Dari aktivitas industri dan pelabuhan tersebut tentu akan dihasilkan limbah yang dibuang ke perairan sekitarnya. Limbah industri yang mengandung persenyawaan logam berat bersifat toksik terhadap tumbuhan, hewan dan manusia.

Pulau Talango termasuk dalam perairan Selat Madura yang sebagian besar penduduknya bekerja sebagai nelayan. Selain itu banyak aktifitas manusia dari daratan berupa kegiatan industri, rumah tangga penduduk sekitar, dan tumpahan solar kapal nelayan karena mengingat Pulau Talango merupakan pelabuhan kapal penyebrangan dari Pelabuhan Kalianget. Hal tersebut berpotensi

menghasilkan limbah dan menjadi sumber pencemar logam berat bagi lingkungan. Tingginya aktifitas di perairan Pulau Talango diperkirakan akan berpengaruh pada konsentrasi logam berat pada air laut dan sedimen.

Penelitian kali ini dilakukan di dua lokasi yaitu di perairan Mengare dan Pulau Talango bagian Utara. Penelitian dilakukan di kedua lokasi karena adanya beberapa alasan, yaitu pada perairan Mengare identik dengan kawasan industri dan pada Pulau Talango dominan dengan adanya aktifitas pelabuhan. Faktor keberlimpahan sumberdaya hayati menjadi alasan lainnya dalam penelitian ini. Potensi sumberdaya hayati di perairan Mengare berupa perikanan, sedangkan di Pulau Talango terdapat sumberdaya perikanan dan budidaya, khususnya budidaya rumput laut. Keberadaan dan keberlanjutan serta kelestarian sumberdaya hayati memerlukan kondisi perairan yang baik, salah satunya tidak tercemar oleh polutan, khususnya logam berat.

Oleh karena itu, penting dan perlu dipertimbangkan untuk melakukan penelitian terkait kandungan logam berat, khususnya Pb, pada substansi substrat dan air, sehingga dapat diketahui kondisi dan status perairan di perairan Mengare-Kabupaten Gresik dan Pulau Talango-Kabupaten Sumenep. Hasil penelitian ini menjadi penting karena diperlukan sebagai informasi sekaligus pertimbangan dalam pengelolaan dan pemanfaatan lingkungan dan sumberdaya pesisir, khususnya di Kabupaten Gresik dan Kabupaten Sumenep.

### MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2015. Lokasi penelitian terletak di Perairan Mengare-Kabupaten Gresik (Gambar 1) dan Pulau Talango-Kabupaten Sumenep (Gambar 2). Sedangkan koordinat stasiun pengambilan sampel di Perairan Mengare (Tabel 1) dan di Pulau Talango (Tabel 1). Pengukuran parameter oseanografi (suhu, salinitas, pH, dan DO) dan pengambilan sampel berupa air laut dan sedimen dilakukan secara *in-situ* selama satu hari di tiap lokasi. Data parameter oseanografi dibandingkan antar lokasi, kemudian dianalisa menggunakan metode deskriptif berdasarkan standart baku mutu KMN LH Th. 2004. Analisa sampel untuk uji Timbal (Pb) menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) di Laboratorium LPPM-ITS Surabaya, kemudian dilakukan uji lanjut untuk membandingkan hasil kadar Timbal (Pb) di kedua lokasi menggunakan metode statistika permutasi t-test.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian Mengare    Gambar 2. Peta lokasi penelitian Talango

Uji t test digunakan untuk membandingkan rata-rata dua grup yang tidak berhubungan satu dengan yang lain, kedua grup mempunyai nilai rata-rata yang sama ataukah tidak sama secara signifikan. Aplikasi yang digunakan dalam analisa ini adalah software R versi 3.3.0 dengan kode library (perm).

Tabel 1. Koordinat stasiun pengukuran sampel Pulau Talango dan Perairan Mengare

Titik	Talango		Titik	Mengare	
	Latitude	Longitude		Latitude	Longitude
T1	07° 03'16.10" S	113° 56'57.22" E	M1	07° 02'35.03" S	112° 39'38.95" E
T2	07° 03'21.12" S	113° 56'47.89" E	M2	07° 03'43.97" S	112° 39'21.07" E
T3	07° 03'27.83" S	113° 56'39.95" E	M3	07° 04'23.28" S	112° 39'02.58" E
T4	07° 03'35.05" S	113° 56'29.95" E	M4	07° 05'01.23" S	112° 38'41.73" E

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter oseanografi merupakan salah satu parameter untuk menentukan kualitas perairan. Hasil pengukuran parameter ini (Tabel 2) menunjukkan kisaran nilai yang normal. Nilai rerata pH di perairan Mengare (7,6) lebih tinggi dibandingkan nilai rerata perairan Pulau Talango (6,75). Nilai pH tertinggi di perairan Mengare diperoleh pada titik 2 dan 4 (dekat dengan industri PT. Maspion) dan terendah di titik 3 (dekat pesisir dan pemukiman), sedangkan di perairan Pulau Talango nilai pH tertinggi ditemukan di titik 4 (laut terbuka) dan terendah di titik 1 (dekat pesisir dan pemukiman). Nilai pH rendah diduga karena banyaknya kandungan bahan organik darat yang dibawa melalui aliran pembuangan pemukiman (Affan 2010). pH juga berpengaruh terhadap konsentrasi logam berat. pH air normal berkisar 6-8 sedangkan pada air laut >7,5 dalam hal ini kelarutan logam berat akan lebih tinggi pada pH rendah yang menyebabkan logam berat memiliki nilai sangat besar. Perairan Mengare memiliki nilai pH tinggi kisaran 6-7 (skala 8) dan pada perairan Talango memiliki pH normal kisaran 6-7 (skala 7). Umumnya, bila pH semakin tinggi maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida, dimana hidroksida mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel yang terdapat pada perairan sampai akhirnya akan mengendap menjadi lumpur dan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar (Kadir 2013) atau dengan kata lain yaitu jika nilai pH tinggi maka konsentrasi Pb rendah. Berdasarkan baku mutu air laut KMN LH No.51 Th. 2004 dengan nilai ambang baku mutu yakni 6,5-8,5, kondisi pH hasil pengukuran lapangan dinyatakan masih sesuai untuk biota laut dan wisata bahari.

Tabel 2. Nilai pH, suhu, salinitas dan DO Perairan Mengare dengan Pulau Talango

Parameter	Mengare				Talango			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Ph	7,8	7,9	6,8	7,9	6,3	6,8	6,8	7,1
Suhu (°C)	31,2	30,5	31,3	31,3	30,9	31,2	31,3	31,1
Salinitas (ppt)	31,2	30,5	31,3	31,3	30	31	31	36
DO (mg/l)	3,23	3,16	4,03	4,29	4,51	4,74	5,18	5,29

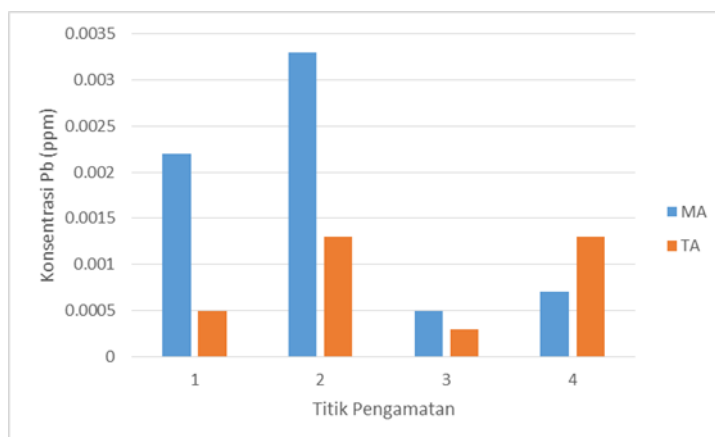
Parameter selanjutnya adalah suhu. Hasil pengukuran insitu (Tabel 2) menunjukkan kisaran suhu berada pada 30,5-31,2°C, dengan rerata 31,07°C di perairan Mengare dan 31,12°C di perairan Pulau Talango. Nilai rerata suhu di Pulau Talango lebih tinggi dibandingkan dengan nilai di Perairan Mengare, diduga karena perbedaan waktu pengambilan sampel. Pengukuran suhu di perairan Pulau Talango dilakukan siang hari, sedangkan di perairan Mengare dilakukan pagi hari. Adanya perbedaan kondisi suhu dipengaruhi oleh kondisi atmosfer, cuaca dan intensitas matahari yang masuk ke laut (Patty 2013). Suhu perairan mempengaruhi proses kelarutan logam berat yang masuk ke perairan, semakin tinggi suhu perairan maka kelarutan logam berat akan semakin tinggi. Tingginya suhu dapat menyebabkan peningkatan kelarutan dan toksisitas logam berat pula (Kadir 2013). Kisaran suhu normal air permukaan di Perairan Indonesia berada pada 28-31°C, sehingga kondisi perairan di lokasi penelitian dapat dikategorikan normal dan bersifat alami (kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim)) sesuai ambang baku mutu air laut pada KMN LH No.51 Th. 2004.

Sedangkan rerata nilai salinitas di perairan Mengare sebesar 34,5ppt dan di perairan pulau Talango sebesar 32ppt. Adanya perbedaan nilai salinitas pada dua lokasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pola sirkulasi air, penguapan, curah hujan, dan aliran sungai. Salinitas atau kadar garam juga mempengaruhi keberadaan logam berat pada perairan, bila salinitas semakin rendah maka daya toksinitas dan akumulasi Pb akan meningkat. Kadir (2013) menyimpulkan salinitas yang tinggi menyebabkan kation alkali dan alkalin bersaing untuk mendapatkan tempat pada partikel padat dengan cara mengganti ion-ion logam berat yang telah diserap oleh partikel sehingga ion-ion logam berat akan lepas ke perairan dan menyebabkan kadar toksisitas logam berat semakin meningkat.

Nilai parameter rerata DO Perairan Mengare 3,67mg/l dan Pulau Talango 4,93mg/l (Tabel 2). Tinggi rendahnya nilai DO diduga dipengaruhi oleh kejernihan perairan (Patty 2013). Kondisi perairan Mengare relatif lebih keruh jika dibandingkan di perairan Pulau Talango, sehingga mempengaruhi kadar oksigen di daerah pantai, dimungkinkan juga karena adanya aktifitas mikro-organisme yang menguraikan zat organik menjadi anorganik menggunakan oksigen terlarut (Patty 2013). Perairan yang jernih menyebabkan optimalnya penetrasi cahaya matahari sebagai proses ikutan dari aktifitas difusi dan fotosintesis (Patty 2013). Nilai pengamatan DO termasuk dibawah baku mutu yang ditetapkan KMN LH No.51 Th. 2004 adalah  $\geq 5$ mg/l. Sebaliknya, Salmin (2005) mengatakan bahwa kandungan oksigen sebesar 5ppm dengan suhu air berkisar 20-30°C relatif masih baik untuk kehidupan organisme perairan dan bahkan kandungan oksigen 2ppm dalam perairan tidak terdapat senyawa yang bersifat toksik.

### Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Air laut dan Sedimen

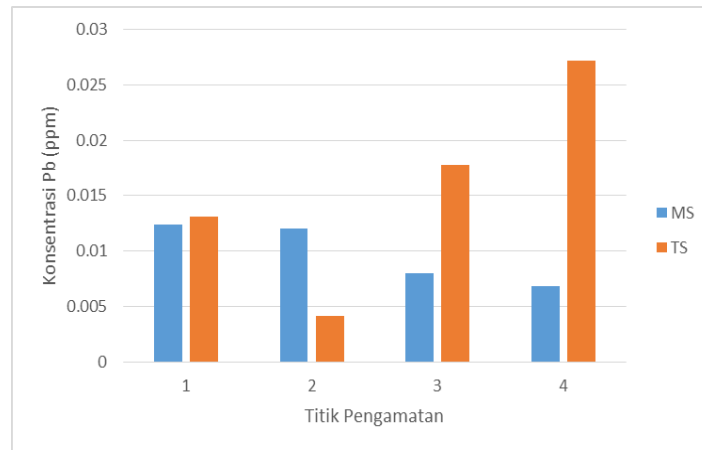
Hasil analisa kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sampel air laut di perairan Mengare menunjukkan nilai tertinggi pada sampel MA 2 sebesar  $33.10^{-4}$ ppm dan terendah pada sampel MA 3 sebesar  $5.10^{-4}$ ppm (Gambar 3). Tingginya konsentrasi Pb pada MA 2 diduga karena lokasi dekat dengan industri (PT. Maspion) yang berpotensi sebagai sumber logam, diantaranya merupakan hasil pembakaran bensin yang mengandung timbal *tetraethyl*, erosi dan limbah industri (Saeni 1989).



Gambar 3. Hasil pengukuran Pb di air laut di Perairan Mengare-Kabupaten Gresik dan Perairan Talango-Kabupaten Sumenep

Hasil analisa kandungan Pb pada air laut di perairan pada Pulau Talango (Gambar 3) tertinggi pada sampel TA 2 dan TA 4 (dekat dengan pembuangan industri garam dan perairan terbuka) yaitu sebesar  $13.10^{-3}$ ppm dan terendah pada sampel TA 3 (dekat daratan dan pemukiman) dengan nilai  $3.10^{-4}$ ppm. Tingginya kadar logam berat dalam air laut pada umumnya disebabkan oleh masuknya limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik yang banyak mengandung logam berat (Hutagalung *et al* 1997). Adapun faktor yang menyebabkan tinggi-rendahnya kadar timbal pada TA 2 dan TA 4, diduga pengaruh parameter oseanografi berupa suhu, salinitas, dan pH. Semakin tinggi suhu perairan, semakin meningkat kelarutan toksisitas logam berat (Kadir 2013). Hasil pengukuran menunjukkan pada suhu tinggi ( $31,2^{\circ}\text{C}$ ) (Tabel 2) diperoleh konsentrasi Pb tinggi ( $13.10^{-4}$ ppm) (Gambar 3). Pada perairan dengan salinitas tinggi (36ppt) akan berpengaruh terhadap ion-ion logam berat dan akhirnya terlepas ke perairan. Rendahnya nilai kandungan logam Pb dalam air dapat disebabkan karena pengaruh iklim, khususnya curah hujan. Penelitian dilakukan pada bulan November dan termasuk dalam musim penghujan. Hal tersebut diperkuat dengan penelitian Darmono (1995) yang mengatakan bahwa kandungan logam dalam air dapat berubah bergantung pada lingkungan dan iklim. Pada musim hujan, kandungan logam akan lebih kecil karena proses pelarutan sedangkan pada musim kemarau kandungan logam akan lebih tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Hal tersebut yang menyebabkan konsentrasi timbal (Pb) di air laut Perairan Mengare-Kabupaten Gresik dan Perairan Talango-Kabupaten Sumenep konsentrasinya kecil dibanding dengan musim penghujan (Sulfikar 2014). Berdasarkan hasil dari uji permutasi t test didapat hasil yakni gagal tolak  $H_0$  (terima  $H_1$ ) yang berarti bahwa konsentrasi Pb di air laut di perairan Mengare tidak berbeda signifikan dengan hasil analisa pada perairan Pulau Talango. Nilai rerata kandungan Pb air laut di perairan Mengare  $167.10^{-3}$ ppm dan di perairan Pulau Talango  $85.10^{-4}$ ppm.

Keberadaan industri diduga menjadi faktor utama yang berpengaruh terhadap konsentrasi Pb. Pb digunakan dalam jumlah besar untuk bahan produksi baterai pada kendaraan bermotor, juga dalam proses produksi amunisi, solder dan kabel, maupun digunakan oleh pabrik percetakan (Darmono 1985), serta dapat tercemar tinggi pada industri pertambangan biji timah hitam (Palar 1994). Oleh karena itu, rendahnya kandungan Pb pada kedua lokasi perairan disebabkan tidak adanya industri untuk produksi baterai dan sejenisnya, sehingga dapat dikategorikan tidak tercemar sesuai dengan KMNLH No.15 Th 2004. Hasil analisa kandungan logam berat Timbal (Pb) sampel sedimen menunjukkan kandungan Pb di Perairan Mengare, tertinggi pada sampel MS 1 (dekat daratan dan pemukiman) sebesar  $124.10^{-2}$ ppm dan terendah pada sampel MA 3 (dekat daratan dan pemukiman) dengan nilai  $8.10^{-3}$ ppm. Sedangkan di perairan Pulau Talango, kandungan Pb tertinggi pada sampel TS 4 (laut terbuka) sebesar  $272.10^{-2}$ ppm dan terendah pada sampel TS 2 (dekat dengan industri garam) dengan nilai  $8.10^{-3}$ ppm (Gambar 4).



Gambar 4. Hasil analisa Pb di sedimen di Perairan Mengare-Kabupaten Gresik dan Perairan Talango-Kabupaten Sumenep

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan. Logam berat mempunyai sifat mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen, oleh karena itu kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding perairan. Kandungan Pb pada sedimen mengikuti besarnya kandungan Pb pada air. Jika konsentrasi Pb pada air besar maka sedikit banyak akan mempengaruhi konsentrasi Pb pada sedimen (Kartasapoetra 2002).

Ukuran partikel pada sedimen akan mempengaruhi distribusi logam berat pada sedimen. Sedimen yang bertekstur halus presentase bahan organik lebih tinggi dibandingkan dengan sedimen kasar (Bernard 1981). Tingginya konsentrasi logam berat terdapat dalam sedimen lumpur, tanah liat, pasir berlumpur dan campuran dari ketiganya jika dibandingkan dengan pasir murni. Hal tersebut diakibatkan karena adanya gaya tarik elektro kimia partikel sedimen dengan partikel mineral, adanya pengikatan oleh partikel organik dan pengikatan oleh sekresi lendir organisme (Siaka 2000).

Berdasarkan hasil dari uji permutasi t-test didapat hasil yakni gagal tolak  $H_0$  yang berarti bahwa kandungan Pb pada sedimen di perairan Mengare tidak berbeda signifikan dengan kandungan Pb di perairan Pulau Talango. Nilai rerata Pb sedimen di perairan Mengare  $98.10^{-3}$ ppm dan di perairan Pulau Talango  $155.10^{-2}$ ppm, sehingga dapat dikategorikan dengan status tidak tercemar sesuai baku mutu logam Pb pada sedimen (Febries dan Warner 1994).

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian terdapat beberapa kesimpulan yang diperoleh, yaitu :

1. Kualitas perairan di Perairan Mengare dan Pulau Talango masih dalam ambang batas baku mutu menurut KMNLH No. 51 Th. 2004 yang berarti masih baik bagi kehidupan dan perkembangan biota laut.
2. Kandungan Pb di perairan Mengare tidak berbeda signifikan dengan kandungan Pb di perairan Pulau Talango dengan rata-rata nilai  $825.10^{-4}$ ppm untuk air laut dan  $575.10^{-3}$ ppm untuk sedimen.

### Saran

1. Penelitian yang dilakukan ini dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya mengingat penelitian ini merupakan kali pertama yang dilakukan di kedua lokasi.
2. Penelitian selanjutnya diharapkan dilakukan pada 2 musim yang berbeda guna mengetahui perbandingan nilai Pb pada kedua lokasi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Affan, M., & Junaidi (2010). Analisis Potensi Sumberdaya Laut dan Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah. *Jurnal Spektra*, 10(2), 99-113.
- Darmono (1995). Interaksi Logam Toksik dengan Logam Esensial dalam Sistem Biologik dan Pengaruhnya terhadap Kesehatan Ternak. *Jurnal Wartazoa*, 9(1).

- Gomez-Parra, A., Forja, J. M., Delvalls, T. A., Saenz, I., & Riba, I. (2000). Early Contamination by heavy metals of the budalquiver estuary after Aznalcollar mining spill (SW Spain). *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1115-1123.
- Herdiansa, M. R., & Rima, D. S. (2014). Merumuskan Kriteria Pengendalian Lahan di Area Tambak Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik Pomits*, 3(2).
- Hutagalung, H. P. (1997). *Metode Analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*. Buku 2. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia.
- Kadir, H. (2013). *Biokonsentrasi Logam Berat Pb Pada Karang Lunak Sinularia polydactyla di Perairan Pulau Laelae, Pulau Bonebatang dan Pulau Badi*. Skripsi Jurusan Ilmu Kelautan Universitas Hasanuddin Makassar.
- Kartasapoetra, A. G. (2002). *Pengantar Ilmu Tanah*. Jakarta: Renika Cipta.
- Palar, H. (2012). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Penerbit Eka Citra.
- Patty, I. S. (2013). Distribusi Suhu, Salinitas dan Oksigen Terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, 1(3)
- Salmin (2005). Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Jurnal Oseana*, XXX(3), 21-26.
- Siaka, M. (2000). Distribution of Heavy Metals Between Grain Size. *Review Kimia*, 3(2).