

INDEKS PENCEMARAN PERAIRAN PANGEMPANG KECAMATAN MUARA BADAK KABUPATEN KUTAI KARTANEGARAI

Pangempang Gulf Pollution Index of Muara Badak Distric of Kutai Kartanegara City

Tuti Awalliyah¹⁾Ghitarina²⁾, Irma Suryana²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Sumberdaya Perairan

²⁾Staff Pengajar Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Mulawarman

Jl. Gunung Tabur, Kampus Gn. Kelua, Samarinda

Corresponding Author: tutiawalliyah@yahoo.com

ABSTRACT

Pangempang gulf of Muara Badak is one of sea in North Kalimantan with many function of activity. Every activity that happen in Pangempang gulf have potential pollution in any scale. The research aim to know the pollution scale that happen in Pangempang gulf base on KEP MENLH PP No.51 Tahun 2004 that is Index Pollution metode. The research shows that commonly The Pangempang Gulf was in light pollution with pollution index 4,35. phosphate, Nitrate, Ammoniac, and Cu was over limit base on sea biota quality.

Keywords : *Pangempang Gulf, Pollution Index*

PENDAHULUAN

Perairan Pangempang adalah salah satu perairan dengan banyak peruntukan di Kalimantan Timur. Disepanjang Teluk Pangempang berdiri pemukiman penduduk, Industri, beserta kegiatan kelautan rutin seperti penangkapan ikan dan transportasi laut (Bappeda, 2005). Potensi pencemaran sangat mungkin terjadi dalam skala tertentu. Pengkajian lebih dalam tentang potensi pencemaran di Perairan Pangempang perlu dilakukan dan adapun metode penilaian tingkat pencemaran yang akan digunakan adalah metode Indeks Pencemaran yang dikemukakan oleh Nemerow (1974) sesuai dengan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup no. 115 tahun 2004.

METODOLOGI

Penelitian dilakukan dengan metode purposive sampling dimana pengambilan sampel dengan menerapkan ciri-ciri khusus yang sesuai dengan tujuan penelitian di 4 titik lokasi yang telah ditentukan sesuai dengan peruntukan masing- masing. Pengambilan sampel dilakukan pada saat air laut telah pasang dan stabil dan diadakan pengulangan selama tiga hari pada jam yang sama. Setelah setiap parameter dihitung dengan metode masing-masing kemudian dimasukkan kedalam perhitungan rumus indeks pencemaran yaitu :

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

Keterangan:

Pij : Indeks Pencemaran

Ci : Cuplikan air sampel

Lij : Cuplikan air sesuai dengan baku mutu

Hasil dan Pembahasan

Hasil perhitungan parameter di setiap stasiun perairan Pangempang dapat dilihat pada Tabel 1.

No.	Parameter	Hasil Perhitungan				Baku mutu
		stasiun 1	stasiun 2	stasiun 3	Stasiun 4	
1.	suhu	32	31,7	31,7	31,7	28-32°C
2.	salinitas	31,7	32	30	30,3	7-8,5 ppm
3.	pH	7,75	7,8	7,53	7,5	7 – 8,5.
4.	DO	6,09	6,4	6,27	6,6	> 5 mg/l
5.	BOD ₅	1,088	0,704	1,43	1,1	20 mg/l
6.	kekeruhan	0,37	0,2	0,25	0,37	< 5
7.	kecerahan	66,7	100	78,3	55	%
8.	TSS	0,1	1,16	0,12	0,135	< 5 mg/l
9.	Fosfat	0,047	0,037	0,053	0,047	0,015 Mg/l
10.	Nitrat	0,41	0,23	0,173	0,283	0,008 Mg/l
11.	Amoniak	0,59	0,08	0,08	0,1	0,3 Mg/l
12.	Deterjen	0,391	0,406	0,351	0,334	1 Mg/l
13.	Minyak dan Lemak	0,0106	0,12	0,03	0,011	1 Mg/l
14.	Total Coliform	190	250	220	260	1000 mg/l
15.	Tembaga (Cu)	-	-	0,0094	0,1888	0,008 mg/l

Kuat arus tertinggi di stasiun 4 dan terendah di stasiun 1 dengan klasifikasi kuat arus menurut Mason (1981) di stasiun 4 termasuk arus lambat dan ketiga stasiun lainnya termasuk arus sangat lambat. Suhu setiap stasiun tidak berbeda jauh, dimana suhu tertinggi di stasiun 1 sebesar 32°C dan ketiga stasiun lainnya memiliki suhu yang sama yaitu 31,7°C. Dahuri, et al (2006) menyatakan bahwa suhu perairan sangat dipengaruhi oleh musim, kondisi awan, proses interaksi air dan udara, letak geografis dan hembusan angin. Nilai DO berada dikisaran 7,5-7,8 mg/L. Sembiring, dkk (2012) menyatakan bahwa nilai oksigen terlarut cenderung semakin tinggi ke arah laut di sebabkan pada daerah terbuka oksigen semakin mudah terdifusi.

Salinitas tertinggi di stasiun 2 sebesar 32 ppm dan terendah di stasiun 3 sebesar 30 ppm. Lebih tingginya salinitas di stasiun 2 yaitu dermaga kapal kemungkinan disebabkan karena lokasinya berada jauh dari pesisir dan jauh dari muara sungai yang bisa mengurangi kadar salinitas karena intrusi air tawar kelaut, sebagaimana pernyataan Nibakken (2000) bahwa salinitas laut dipengaruhi oleh suplai air tawar ke laut, curah hujan, musim, topografi, pasang surut dan evaporasi. Kisaran pH berada di 7,5-7,8, dimana nilai ini masih memenuhi baku mutu pH untuk biota laut yaitu di angka 7-8,5. Kadar pH tertinggi di stasiun ke 2 sebesar 7,8 dan terendah di stasiun ke 4 sebesar 7,5. Nilai pH berbanding lurus dengan salinitas, dimana semakin jauh dari daratan salinitas semakin tinggi dan pH semakin bersifat basa karena semakin banyak ion karbonat di perairan tersebut (Efendi, 2003). Faktor yang mempengaruhi kadar pH diantaranya oksigen, suhu air, buangan industri dan limbah rumah tangga (Salim, 2017).

Nilai COD berbanding terbalik dengan DO. Nilai COD terendah di stasiun 2 sebesar 51,52 mg/L dan nilai COD tertinggi di stasiun 4 sebesar 87,36 mg/L. Nilai COD yang rendah di stasiun 2 diduga berhubungan dengan letak stasiun 2 yang jauh dari sumber pencemaran seperti pemukiman penduduk, sebaliknya stasiun 4 yang dekat dengan pemukiman memiliki nilai COD yang paling tinggi. Nilai COD perairan yang tidak tercemar kurang dari 20 mg/L, sedangkan perairan yang tercemar lebih dari 200mg/l. Nilai COD lebih besar jika dibandingkan dengan nilai COD pada penelitian sebelumnya oleh Suwarningsih

(2012) yang hanya sekitar 13,2-17,07 mg/L. Diduga limbah dan bahan organik yang masuk ke perairan lebih banyak dari tahun-tahun sebelumnya yang menyebabkan peningkatan nilai COD.

Menurut Yudo (2010) bahwa konsentrasi BOD meningkat jika bahan organik meningkat, ini dapat dilihat pada tingginya nilai BOD di stasiun 3 yang dekat muara sungai kemungkinan karena banyaknya bahan organik dari muara sungai yang masuk ke perairan, otomatis membutuhkan oksigen yang banyak untuk menguraikannya, sebaliknya stasiun 2 dengan nilai BOD paling rendah merupakan perairan yang jaraknya paling jauh dari sumber pencemaran seperti pemukiman dan muara sungai. Nilai BOD tersebut tidak berbeda jauh dengan penelitian yang dilakukan sebelumnya oleh Suwarningsih (2012) di Perairan Pangempang yaitu di kisaran 1,15-1,47 mg/l.

Menurut Triatmojo (2000) pasang surut merupakan gaya penggerak utama terhadap sirkulasi pergerakan air di perairan sempit dan tertutup seperti teluk, dimana dalam hal ini stasiun 2 yang berada ditengah perairan berbatasan langsung dengan pantai Sambera dan Pantai Jingga di duga pergerakan massa air yang membawa sedimen tersuspensi dari dua lokasi tersebut bergerak pula ke lokasi terdekat seperti stasiun 2. Rendahnya TSS di stasiun 1 kemungkinan di sebabkan oleh kecepatan arusnya yang juga paling rendah diantara semua stasiun sehingga pengadukan sedimen di dasar perairan juga rendah dan sumber pencemar seperti bahan organik dan anorganik yang dapat menambah sedimen dan zat tersuspensi tidak sebanyak di stasiun 3 dan stasiun 4, sesuai dengan pernyataan nontji (1993), padatan tersuspensi merupakan partikel yang melayang dalam kolom perairan yang terdiri atas bahan organik dan anorganik. Penelitian sebelumnya oleh Nooryanto (2010) di Perairan yang dekat dengan Muara Badak yaitu Sapa Segajah Bontang menunjukkan nilai TSS yang lebih besar yaitu kisaran 11,33-16,33 mg/l.

Kecerahan berhubungan dengan keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, padatan tersuspensi dan ketelitian orang yang melakukan pengamatan (Effendi, 2000). Kecerahan lebih tinggi di dermaga di duga karena letaknya yang jauh dari pinggir pantai dan sumber limbah serta sumber penambah kekeruhan seperti pelapukan mangrove tidak ada, sebaliknya stasiun 3 yang dekat pinggir pantai dengan mangrove mangrove di sepanjang pesisir tersebut memiliki kecerahannya paling rendah di dibandingkan dengan semua stasiun pengamatan, begitu juga di dua stasiun lainnya yang masih berada di pinggir pantai. Penelitian sebelumnya di Perairan Sapa Segajah Bontang oleh Nooryanto (2010) menghasilkan kecerahan yang sangat tinggi yaitu 100 %, seperti Stasiun 2 di lokasi penelitian di Perairan Pangempang yang juga memiliki kecerahan 100 %.

Kekeruhan dipengaruhi oleh bahan organik dan anorganik baik yang tersuspensi maupun terlarut seperti lumpur, pasir, bahan organik seperti plankton dan mikroorganisme lainnya (Irawan dan Lily, 2103). Kekeruhan yang rendah di stasiun 2 kemungkinan disebabkan letaknya paling jauh dari pesisir dan jauh dari sumber limbah dan pelapukan biota laut. Kekeruhan tertinggi di stasiun 4 kemungkinan besar berhubungan dengan tergerusnya sedimen dari pinggir pantai ke laut karena pasang surut, pelapukan dari mangrove, dan limbah buangan dari pemukiman. Nilai kekeruhan berbeda jauh dengan penelitian sebelumnya oleh Suwarningsih (2011) yaitu di kisaran 25,5-65 NTU. Perbedaan nilai kekeruhan tersebut diduga karena adanya perbedaan titik pengamatan dan material organik dan anorganik yang masuk ke perairan. Sulfat secara luas terdistribusi di alam dan air alam terutama limbah industri, dan konsentrasi sulfat di air alam umumnya terdapat dalam jumlah yang besar (Aprianti, 2008).

Sulfat di perairan Pangempang masih sesuai dengan baku mutu yaitu tidak boleh lebih dari 400 mg/l. Secara alami sulfat di perairan berasal dari air hujan atau terjadinya hujan asam, selain itu sulfat juga berasal dari limbah seperti limbah industri tekstil, kertas dan logam. walaupun begitu kandungan sulfat termasuk tinggi di perairan Pangempang. Tingginya nilai sulfat di stasiun 1 di duga berhubungan dengan limbah yang di hasilkan dari kegiatan pariwisata dan intrusi limbah dari muara sungai. Stasiun 2 yang kandungan sulfatnya juga tinggi kemungkinan berasal dari besi kapal yang terakumulasi ke perairan. Kadar sulfat terendah di stasiun 4 kemungkinan karena tidak adanya muara sungai yang mengalirkan limbah sulfat ke perairan tersebut.

Kandungan ammonia total berada diantara 0,08 mg/l-0,59 mg/L. Amonia berasal dari urine, tambak ikan dan pupuk pertanian. Kandungan Ammonia melebihi ambang batas baku mutu biota laut di stasiun 1 kemungkinan disebabkan limbah dari kegiatan pariwisata dan limbah dari tambak dan pupuk yang mengalir dari muara sungai ke laut. Amoniak di perairan hasil metabolisme organisme dan pembusukan oleh bakteri (Wardoyo, 1975). Penelitian sebelumnya oleh Suwarningsih (2012) mendapatkan nilai yang tidak terlalu jauh yaitu dikisaran 0,157-0,177 mg/L.

Kandungan fosfat akan makin tinggi kearah pesisir (Hutagalung dan Rozak,1997), dimana stasiun 2 yang terletak di tengah perairan Pangempang Kandungan fosfatnya paling rendah dibandingkan dengan ketiga stasiun yang lain. Stasiun 3 memiliki kadar fosfat tertinggi, di duga karena banyaknya bahan organik yang masuk keperairan sebab stasiun 3 mayoritas ditumbuhi oleh mangrove di mana menurut Mc laughlin (2007) dalam Risamasu et al., (2011) fosfat di perairan berasal dari pelapukan tumbuhan laut, dekomposisi bakteri, proses abiotik, dan senyawa fosfat terlarut. Sumber fosfat di duga juga berasal dari sungai dan tambang batu bara. Kadar fosfat tersebut walaupun sudah melebihi ambang batas fosfat untuk biota laut tetapi masih dalam kadar yang dapat di tolerir karena menurut Simanjuntak (2006) perairan dikatakan subur jika zat hara fosfatnya berada di kisaran normal 0,10-1,68 ppm. Penelitian sebelumnya oleh Suwarningsih (2011) mendapatka nilai fosfat yang juga melebihi baku mutu yaitu 0,01-0,021 mg/L.

Nitrat umumnya berasal dari bahan organik yang masuk keperairan seperti organisme pengikat nitrogen dan bakteri yang menggunakan amoniak. Nitrat juga merupakan nutrien bagi alga dan jika berlebihan akan menyebabkan booming alga (Effendi, 2003). Kandungan nitrat di perairan Pangempang sudah melebihi ambang batas baku mutu biota laut yaitu antara 0,173 mg/L - 0,41 mg/L, dimana menurut KepMNLH No.51 tahun 2004 tidak boleh melebihi 0,008 mg/L. Pengamatan di lapangan memperlihatkan nitrat berhubungan sekali dengan limbah daratan dan buangan manusia, dimana Stasiun 1 yang merupakan daerah pariwisata kemungkinan di sebabkan oleh pembusukan lamun dan hewan-hewan kecil yang ada di pesisir pantai (irawan dan Lily) dan masukan bahan organik dari muara sungai yang dekat dengan stasiun 1 seperti yang dinyatakan Galugu (1997) tingginya nitrat di muara sungai disebabkan oleh aktivitas dari daratan berupa erosi daratan, masukkan limbah rumah tangga dan limbah pertanian sisa pemupukan. Stasiun 4 yang merupakan pemukiman penduduk juga mempunyai kandungan nitrat yang tinggi. Rendahnya kandungan Nitrat di Stasiun 3 kemungkinan karena jarak perairan yang jauh sumber pencemar dari daratan. Menurut Anggoro (1983) dalam Kamlasi (2008), nitrat menjadi faktor pembatas jika konsentrasinya < 0,1 ppm dan > 4,5 ppm. Penelitian sebelumnya oleh Suwarningsih (2011) mendapatkan kadar nitrat yang juga melebihi baku mutu yaitu diangka 0,13-4,42 mg/L.

Kadar nitrit masih sesuai dengan baku mutu yaitu tidak boleh lebih dari 0,06 mg/L. Tingginya nitrit di stasiun 1 kemungkinan berhubungan dengan masuknya banyak bahan organik yang mengandung nitrogen ataupun tidak keperairan yang diuraikan oleh mikroorganisme dengan menggunakan oksigen, namun karena juga tingginya kadar nitrat di stasiun 1 maka oksigen tersebut diambil dari senyawa nitrat yang kemudian berubah menjadi nitrit, hal ini disebabkan karena oksigen dari perairan tidak cukup untuk menguraikan seluruh bahan organik. Stasiun 2 yang jaraknya jauh dari pemukiman dan muara sungai memiliki kandungan bahan organik yang lebih kecil dan kandungan nitrat yang lebih sedikit, sehingga nitrit yang dihasilkan oleh penguraian oleh mikroorganisme juga lebih kecil.

Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar di uraikan bakteri (Andreozzi, dkk, 2000, Atlas, dkk, 1992). Minyak membentuk lapisan tipis di atas permukaan air mengurangi Kadar oksigen yang masuk keperairan. Kadar minyak dan lemak di perairan Pangempang berkisar minyak antara 0,008 mg/L - 0,016 mg/L, jauh dari ambang batas yaitu 1 mg/L. Stasiun 2 yaitu dermaga yang memiliki kandungan minyak dan lemak yang paling tinggi di duga karena residu minyak dari bahan bakar kapal yang lalu-lalang dan merapat disana. Stasiun 1 memiliki kadar minyak dan lemak paling rendah, diduga karena jarang aktivitas kapal yang dapat meninggalkan residu minyak.

Surfaktan adalah zat kimia yang mengurai dalam waktu cukup lama, diduga karena arus yang kuat di stasiun 4 sehingga limbah yang mengandung surfaktan dari pemukiman sebagian mengumpul di stasiun 2 namun karena mikroorganisme pengurai surfaktan yang sedikit di bandingkan dengan stasiun lain ini ditandai dengan kadar COD stasiun 2 yang paling rendah, maka terjadi penumpukan surfaktan. Stasiun 4 yang diduga merupakan sumber penyumbang surfaktan terbesar kemungkinan surfaktan tersebut sudah mengalir ke wilayah laut yang lebih luas dan mikroorganisme pengurai surfaktan yang lebih banyak menyebabkan kandungan surfaktan menjadi lebih sedikit dibandingkan stasiun lainnya. Kandungan minyak dan lemak yang tinggi di stasiun 2 juga mengurangi serapan oksigen yang di butuhkan mikroorganisme untuk menguraikan surfaktan .

Fenol berasal dari limbah rumah tangga, industri kayu, industri minyak, residu pestisida, konsentasinya mulai dari ratusan sampai ribuan mg/l dan sangat sulit terdegradasi (Copoper dan Nicell, 1996). Kadar fenol semua stasiun di perairan pangempang jumlahnya yang kurang dari 0,001 mg/l. Hal ini

mengindikasikan rendahnya pencemaran limbah yang mengandung fenol ke perairan seperti limbah pestisida dari pertanian.

Kandungan coliform yang lebih banyak di stasiun 4 karena daerah ini adalah perairan yang disepanjangnya berdiri pemukiman yang membuang limbah rumah tangga seperti MCK. Total coliform di stasiun 2 juga tinggi diduga berkaitan dengan peruntukannya sebagai dermaga, dimana ada beberapa orang di sana bertugas di sana kemungkinan membuang limbah yang mengandung coliform, seperti yang dikemukakan oleh Suriawiria (1996) dimana penyebaran bakteri patogen dikarenakan masuknya kotoran manusia atau hewan, urin manusia bakteri patogen, sampah, ludah dan ekskresi luka. Ketersediaan nitrat dan amoniak yang banyak juga menyebabkan bakteri coliform semakin subur.

Menurut Palar (2008) Pb dan Cu berasal dari pengikisan batu alam, hempasan gelombang, erosi, limbah, sampah dan lumpur. Stasiun 3 terdeteksi Cu dengan kandungan yang kecil, hal ini kemungkinan berhubungan dengan kegiatan pertambangan batu bara di dekat perairan dan pestisida atau pupuk yang mengalir dari muara sungai di lokasi tersebut, sebagaimana pernyataan Doelsch et al (2006) bahwa Cu yang hadir di alam diakibatkan oleh aktivitas vulkanik dan kegiatan pertanian. Stasiun 4 memiliki kandungan Cu paling tinggi, kemungkinan dari limbah masyarakat dan kapal nelayan yang mengandung pengawet kayu yang mengandung Cu yang banyak merapat di lokasi tersebut, hal itu sesuai dengan pernyataan Connel dan miller (2006) kayu dari kapal menggunakan pengawet yang mengandung Cu.

Nilai indeks Pencemaran setiap stasiun dapat dilihat di tabel 2.

No.	Lokasi Pengambilan Sampel	Nilai Indeks Pencemaran	Status
1.	Stasiun 1	4,8	Tercemar Ringan
2.	Stasiun 2	4,2	Tercemar Ringan
3.	Stasiun 3	3,9	Tercemar Ringan
4.	Stasiun 4	4,5	Tercemar Ringan

Perairan pangempang masih layak bagi biota berdasarkan Kepmen LH Peraturan Pemerintah no.51 tahun 2003 dengan nilai Indeks Pencemaran ke-4 stasiun $1 < Pij \leq 5$. Stasiun 1 (Pantai Sambera) memiliki nilai indeks pencemaran paling tinggi diantara semua stasiun sebesar 4,8. Kadar nitrat dan fosfat sudah berada diatas ambang batas baku mutu biota laut sama seperti semua stasiun lainnya, hal tersebut diduga berasal dari kegiatan pariwisata yang menambah pencemaran bahan organik maupun non organik keperairan. Pantai Sambera yang juga dekat aliran sungai kemungkinan juga menyumbangkan limbah organik maupun anaorganik ke perairan. Stasiun 3 memiliki nilai indeks pencemaran paling rendah dibandingkan stasiun lainnya, hal ini diduga karena limbah organik maupun anorganik dari daratan atau hasil buangan kegiatan manusia tidak sebanyak di stasiun lain, namun sebaliknya kadar Cu sudah melebihi ambang batas baku mutu biota laut, hal ini diduga karena stasiun 3 dekat dengan daerah pertambangan batu bara. Kadar amoniak melebihi ambang batas di stasiun 2 yang merupakan dermaga, diduga kegiatan manusia di dermaga yang juga merupakan pos tempat pendataan kapal yang lalu lalang tersebut juga membuang limbah yang mengandung amoniak, selain itu letaknya yang berdekatan dengan pantai jingga yang juga daerah pariwisata diduga juga mengalirkan limbah yang mengandung amoniak kedaerah disekitarnya. Kadar pencemaran Cu tertinggi di stasiun 4 yang sudah melebihi batas baku mutu yang diperbolehkan yaitu tidak lebih dari 0,008 mg/L.

PENUTUP

Secara umum Perairan Pangempang masih layak bagi biota laut berdasarkan Kepmen LH Peraturan Pemerintah no.51 tahun 2004 walaupun tercemar ringan dengan nilai indeks pencemaran rata-rata 4,35. Kandungan nitrat dan fosfat di semua stasiun sudah melebihi baku mutu biota laut. Kandungan amoniak di stasiun 2 yang merupakan dermaga kapal juga sudah melebihi baku mutu biota laut. Kadar Cu di stasiun 3 dan 4 sudah melebihi ambang baku mutu biota laut.

Perlu adanya penelitian lebih lanjut dan pengawasan dari pihak berwenang karena beberapa parameter kualitas air di Pangempang sudah melebihi batas baku mutu kualitas air yang diperbolehkan berdasarkan KEP MELH tahun 2004.

REFERENSI

- Affan, J.M. 2010. *Analisis Potensi Sumber Daya Laut dan Kualitas Perairan Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Pantai Timur Kabupaten Bangka Tengah*, Spektra, 10 (2), 99 – 113.
- Agung. 2010. Kelayakan Kualitas air Bagi Kehidupan Biota Laut di Perairan Sapa Segajah Kota Bontang. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNMUL. Samarinda.
- Andreozzi, R.,Caprio,V., Insola, A., Maritta, R., Sanchirico, R., 2000, Advanced Oksidation Processed for Mineral Oil-Contaminated Wastewater, Water Resources 34,No.2, 620-628.
- Anggraini Y. A, 2010. *Penyisihan kromium pada limbah cair Dengan Menggunakan unggun filtrasi pasir, Tugas Akhir*. Program Studi. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Tribhuwana Tunggaladewi. Malang.
- Aprianti, M. 2008. *Analisis Kandungan Boron, Seng, Mangan dan Sulfat dalam Air Sungai Masjid Sebagai Air Baku PDAM Dumai*. FMIPA-UR, Pekanbaru.
- Azhar A. 2014. Media Pembelajaran Jakarta : PT. Raja Grafindo Persada.
- Bappeda Kutai Kartanegara, 2005. ATLAS Sumberdaya Pesisir Kabupaten Kutai Kartanegara.
- Boyd, C.E., 1990. *Water Quality in Ponds FOR Aqua Culture*, Alabama Aquaculture, Alabama Agricultural Experiment Station. Auburn University. Alabama.428P.
- Chem, 2006. Distribution of Surfactan and Fenol in Coastal Water of Jakarta Gulf.National Nuclear Energi Agency. Jakarta Selatan. Hal 251-255
- Connel, D.W dan Miller, G.J. 2006. Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran. Terjemahan Koestoer, Y. UI Press. Jakarta.
- Cooper, V.A. dan Nicell, J.A. 1996. Removal phenol from a foundry wastewater using horseradish peroxidase. Water Research, 30,954-964.
- Dahuri, 2006, Pengelolaan Manajemen SDM, Pradnya Paramita. Jakarta.
- Dahuri, R., dkk.,2001. Pengelolaan Sumber Daya Pesisir dan Lautan Secara Terpadu. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Darmawan dan Masduqi. 2014.*Indeks Pencemaran Air Laut Pantai Tuban dengan Parameter Tss dan Kimia Non-Logam*. Jurnal Teknik ITS.
- Doelsch, E., V. Van de Kerchove, H.S.Macary. 2006. Heavy Metal Content in Soil of Reunion (Indian Ocean). Geoderma, 134 (1-2) :
- Effendi, H, 2003, *Telaah kualitas Air Bagi pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*, Jurusan MSP Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB, Bogor.
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Kanisius. Yogyakarta.
- Emawati, dkk. 2015. Analisis Timbal Dalam Kerang Hijau, Kerang Bulu dan Sedimen di Teluk Jakarta. Jurnal Fakultas Farmasi. Universitas Padjajaran. Sumedang.
- Fakhrudin, 2004. *Dampak Tumpahan Minyak Pada Biota Laut*. Jakarta : Kompas.
- Galugu, M. B. 1997. Analisa Kualitas Lingkungan Perairan Teluk Jakarta Sehubung Dengan Pencemaran Bahan Organik. Skripsi. FPIK. Institut Pertanian Bogor.
- Hartanto, Benny.2008. *Oil Spill (Tumpahan Minyak) di Laut dan Beberapa Kasus di Indonesia*. Yogyakarta : Bahari Jogja.
- Hutagalung, H,P dan Abdul Rozak, 1997. *Metode analisis Air Laut, Sedimen dan Biota*, Buku 2. P30. Lipi Jakarta.
- Irawan A dan Lily I.S., 2013. Karakteristik Distribusi Horizontal Parameter Fisika Kimia Perairan Permukaan di Pesisir Bagian Timur Balikpapan. Jurnal Ilmu Perikanan Tropis, 18 (2).
- Jenna, R. Jambeck. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. University of Georgia.
- Johnny Banjarmasin, 2000. Atlas Ekosistem Pesisir Tanah Grogot, Kalimantan Timur. Puslitbang Oseanologi. LIPI, Jakarta, hal.17.
- Kamlasi Y. 2008. Kajian Ekologi dan Biologi Untuk Pengembangan Budidaya Rumput Laut (*Eucheuma cottoni*) di Kecamatan Kupang Barat Kabupaten Kupang Propinsi Nusa Tenggara Timur. (Tesis). Bogor. Progran Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Tentang Baku Mutu Air Laut.

- Lee, A.H., Nikraz. 2014. BOD:COD ratio as an indicator for pollutants leaching from landfill. *Journal of Clean Energy Technologies*, 2 (3): 263-266.
- Leiviska, T., H. Nurmesniemi, R. Poykio, J.Ramo, T. Kuokkanen, J.Pelinen.2008. Effect of Biological wastewater treatment on the molecular weight distribution of soluble organic compound and on reduction of BOD, COD, and P in pulp and paper mill effluent. *Water Resources*, 42(14) : 3952-3960.
- Lestiani, E. Dkk. 2003. *Pencemaran Laut*. Fakultas Perikanan dan ilmu kelautan. Universitas Padjajaran. Jatinangor.
- Luthfiah. 2006. KASUS NEWMONT (pencemaran di teluk Buyat). Unisma Bekasi. *Jurnal Kybernan*, Vol. 2, No 1, Maret 2011.13 hal.
- Mason, C. F. 1981. *Biologi of Freshwater Pollution*. Longman. New York.
- Misran, Erni, S.T., M.T. 2002. Aplikasi Teknologi Berbasiskan Membran Dalam Bidang Bioteknologi Kelautan Pengendalian Pencemaran. Medan : Digital Library Universitas Sumatra Utara.
- Mukhtasor. 2007. *Pencemaran Pesisir dan laut*. Penerbit PT. Pradnya Paramita. Jakarta. 322 hal.
- Narulita, D.S. 2011. *Analisis Tingkat Pencemaran Bakteri Coliform dan Kaitannya Dengan Parameter Oseanografi Pada Perairan Pantai Kabupaten Maros*. Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Nengsih. S. 2010. *Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksialkanoat menggunakan bakteri mesofilik dan media limbah cair pabrik kelapa sawit (Tesis)*. Jurusan Kimia. Fakultas MIPA. Universitas Sumatra Utara. Medan. Hlm 136.
- Nooryanto, D., 2010. Kelayakan Kualitas Air Bagi Kehidupan Biota Laut di Perairan Sapa Segajah Kota Bontang. Skripsi Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNMUL. 50 hal.
- Nybakken, J. W. 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta : Gramedia.
- Nybakken, J.,W., 2000. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. PT. Garuda Jakarta.
- Odum, E.P. 1994. *Dasar – dasar Ekologi*. Edisi Ketiga . Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Palar, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, hal. 10-11, 74,82-83, Rineka Cipta, Jakarta.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.
- Paytan, A. and K.Mc Laughlin. 2007. The Oceanic Phosphorus Cycle. *Chem. Rev*, 107(2): 563-576.,
- Putra A. 2015. Konsentrasi (Cu, Pb, dan Cd) di Dasar Perairan Pangempang Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. Skripsi. Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. UNMUL. Samarinda.
- Risamasu, F.J.L., dan Prayitno, H.B. 2011. Kajian Zat Hara, Fosfat, Nitrit, Nitrat dan silikat di Perairan Kepulauan Matasiri, Kalimantan Selatan. *Ilmu Kelautan*, 16(3) : 135-142.
- Romimohtarto, K & S. Juwana. 2001. *Biologi laut : Ilmu Pengetahuan Tentang Biota Laut*. Jakarta : Djambatan.
- Sabrina dan Delila. 2001. *Penuntun Praktikum Pengelolaan Kualitas Air*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Sembiring, S. M. R., Melki, & Agustriani, F. (2012). Kualitas Perairan Muara Sungsang ditinjau dari Konsentrasi Bahan Organik pada Kondisi Pasang Surut. *Jurnal Online Maspari Journal*, 4(2), 238-247.
- Simanjuntak M., 2006 . Kadar Fosfat, Nitrat, dan Silikat Kaitannya Dengan Kesuburan di Perairan Delta Mahakam, Kalimantan Timur. Pusat Penelitian Oseanografi Lipi. Jakarta.
- Situmorang, M. 2007. *Kimia Lingkungan*. Medan. FMIPA-UNIMED.
- SNI 06-6989.51-2005. Air dan air limbah-Bagian 51 : Cara Uji kadar surfaktan anionik dengan spektrofotometer secara biru metilen.
- SNI 6989.10-2011-Air dan limbah Bagian.10 : Cara uji minyak nabati dan minyak mineral secara gravimetri.
- Sudirman N, dkk, 2014. Baku Mutu Air Laut Untuk Kawasan Pelabuhan dan Indeks Pencemaran Perairan di Pelabuhan Perikanan Nusantara Kejawan Cirebon. *Jurnal Saintek* 29.
- Sumawidjaya K. 1974. *Limnologi*. Proyek Peningkatan Mutu Perguruan Tinggi. IPB.
- Sumeru, U.S. and Anna. 1992. Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*). Penerbit Kanisius, Yogyakarta, 56 pp.
- Suminto, 1984. *Pencemaran Lingkungan*. Seminar Pengendalian Pencemaran. Bagian Akuakultur Fakultas Perikanan : IPB. Bogor.

- Suriawiria Unus.1996.Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat. Bandung: Alumni.
- Suwarningsih, E. 2012. Distribusi Kandungan Nitrat dan Fosfat Pada Permukaan Perairan (Sea Surface Water) di Teluk Pangempang Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. Skripsi Mahasiswa Jurusan Manajemen Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNMUL. 70 hal.
- Swarny, S. 2016. *Analisis Tingkat Pencemaran Pelabuhan di Kota Benteng Kabupaten Kepulauan Selayar*. Skripsi. Jurusan Ilmu Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Hasanuddin. Makassar .
- Tantowi, Y.Sofiya. 2002. Pemantauan Kualitas Air yang Baik dan Efisien Kasus Studi Sungai Citarum. Bul Pusair 11 (37) : 21 - 33.
- Triatmodjo, B. 2006. *Perencanaan Bangunan Pantai*. Yogyakarta : Beta Offset
- Van Wyk P. And J. Scarpa (1999). Water Quality Requirement and Manajement Chapter 8 in Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater System, Prepied by Peter Van Wyk, me davis.Hodgkins, Rolland Caramore, Kevin L. Main, Joe Mountain/ John Scarpa. Florida Department of Agriculture and Consumer Services. Harbour Branch Oceanographic Institution.
- Wardhana,W.A. 1995. *Dampak Pencemaran Ligkungan*. Penerbit Andi Offset. Jogjakarta.
- Wardoyo, S.T.H. 1975. Kriteria kualitas Air Untuk Keperluan Perikanan. IPB, Bogor. 41 hal.
- Wardoyo,S,T,H 1975. *Manajemen Kualitas Air*. Fak.Perikanan.IPB. Bogor.
- Widiatmoko W. 2013. Pemantauan Kualitas Air Secara Fisika dan Kimia di Perairan Teluk Hurun Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut (BBPBL) Lampung. Politeknik Negeri Lampung. Bandar Lampung.
- Wulandari, S.Y., Yulianto, BS.,G.W.Suwarninah, K, 2009, *Kandungan Logam Berat Hg dan Cd dalam air Sedimen dan Kerang Darah (Anedra grariosa) dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron (APN)* .Ilmu Kelautan 14 (3) : 170 – 175.
- Yudo, S 2010. Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau Dari Parameter Organik, amoniak, fosfat, deterjen, dan bakteri coli, Jurnal akuakultur Indonesia.6 : 34-42.