

STUDI KANDUNGAN MINYAK DAN STRUKTUR KOMUNITAS MAKROZOOBENTHOS DI PERAIRAN SEKITAR BUANGAN LIMBAH CAIR KILANG MINYAK PERTAMINA UP II DUMAI

IRVINA NURRACHMI DAN BINTAL AMIN

Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau

Diterima : 14 Februari 2007

Disetujui : 27 April 2007

ABSTRACT

Study on the effects of oil content on the macrozoobenthic community in the coastal waters receiving oil refinery effluents has been conducted. Samples of water and sediment were collected in August 2006 from three stations in oil refinery and one control station in far distance from the oil refinery area. Water quality parameters measured in the present study were still in the tolerable level for the aquatic biota. Oil content in the stations close to the oil refinery (10.17 - 12.17 ppm and 11.17 - 15.42 ppm) was higher than the control station (6.92 and 6.17 ppm) at high and low tide respectively. The abundance of macrozoobenthic at the control station (333.23 ind/m²) was higher than the oil refinery (151.50 - 281.25 ind/m²). Simple linear regression showed that macrozoobenthic abundance was negatively correlated with oil content in the water column ($Y = 431.92 - 17.81 X$; $r = 0.64$) and it was positively correlated with total organic matter in the sediment ($Y = -174.55 + 27.23X$; $r = 0.69$). This study showed that the oil refinery and its related activities have significant contribution to the elevated oil content and the decreasing water quality which finally affect the macrozoobenthic community structure in the surrounding aquatic environments.

Key words: oil refinery, macrozoobenthic, oil content, organic matter

PENDAHULUAN

Kawasan pesisir memiliki potensi yang baik untuk kegiatan ekonomi seperti transportasi dan pelabuhan, industri, peternakan, pertanian, pemukiman dan pariwisata. Dampak negatif dari kegiatan ekonomi tersebut adalah dihasilkannya limbah yang kerap menimbulkan pencemaran terhadap lingkungan sekitarnya yang masuk ke laut baik melalui darat maupun aktivitas di laut itu sendiri. Untuk memantau kerusakan dan perubahan kualitas lingkungan perairan agar dampak negatif yang timbul dapat ditekan seminimal mungkin, berbagai indikator telah banyak digunakan. Lee, Wang dan Kuo (1978) menyatakan bahwa evaluasi suatu lingkungan perairan akan lebih lengkap dan teliti bila digunakan organisme indikator dan menurut Wilhm (dalam Adriman, 1995), indikator organisme tersebut adalah komunitas hewan benthos makro yang menetap.

Meskipun pihak Pertamina UP II Dumai sudah melakukan usaha-usaha untuk

meminimalisasi bahaya pencemaran dari buangan limbah cairnya, namun kegiatan kilang tersebut dan aktivitas yang berkaitan dengannya seperti pengisian minyak ke tanker dan lainnya diperkirakan telah memberikan masukan minyak ke perairan pantai. Bahan-bahan tersebut meskipun sangat kecil, namun kontinyu, diduga dapat menyebabkan terjadinya perubahan kualitas perairan dan struktur sedimen yang berkaitan dengan habitat makrozoobenthos. Dampak negatif dari air buangan terhadap perairan yang menerima limbah cair tersebut terutama terhadap komunitas makrozoobenthosnya belum pernah dilakukan, padahal penelitian sejenis telah banyak dilakukan di daerah lain. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan minyak di kolom air dan bahan organik sedimen, apakah ada perbedaan kelimpahan makrozoobenthos sebagai akibat dari buangan limbah cair Pertamina UP II Dumai, serta untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara kandungan minyak

di kolom air dan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli hingga Oktober 2006 dengan metode survei. Sampel air untuk analisis kandungan minyak (sampai ± 30 cm dari permukaan) dan sedimen untuk makrozoobenthos dan fraksi sedimen diambil dari perairan di sekitar Kilang Pertamina UP II Dumai pada empat stasiun. Stasiun I di sekitar outlet kilang lama (Existing Plant), Stasiun II di outlet kilang baru (New Plant), Stasiun III di sekitar pembuangan air pendingin (cooling water) dan Stasiun IV di sekitar perairan yang relatif agak jauh dari outlet limbah cair kilang minyak Pertamina UP II Dumai. Penentuan jenis sedimen dilakukan untuk melihat persentase fraksi kerikil, pasir dan lumpur berdrkan pada aturan segitiga Shepard (*dalam* Buchanan, 1984). Pada saat pengambilan sampel juga dilakukan pengukuran parameter kualitas perairan.

Analisis kandungan minyak dilakukan dengan ekstraksi CCl_4 berdasarkan metode API 1340 (*dalam* Sihombing, 1995). Kandungan bahan organik sedimen dianalisis menurut prosedur Alaerts dan Santika (1984) dan Pett (1993) sedangkan identifikasi benthos berpedoman pada buku Robert, Kastoro dan Soemodihardjo (1985) serta

Arnold dan Birtles (1989). Kelimpahan makrozoobenthos dihitung berdasarkan jumlah individu persatuan luas (ind/m^2) menurut Odum (1971). Indeks H' dihitung berdasarkan Shannon dan Wiever (*dalam* Odum, 1971) dengan kriteria penilaian menurut Krebs (1985). Untuk melihat apakah ada suatu spesies yang mendominasi ditentukan dengan indeks C Simpson (*dalam* Odum, 1971). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hubungan antara kandungan minyak dan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos ditentukan berdasarkan analisis regresi linier sederhana menurut Sudjana (1986).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi dan parameter lingkungan

Kawasan di sekitar outfall Pertamina UP II Dumai umumnya ditumbuhi vegetasi mangrove, namun beberapa bagian dari kawasan ini telah rusak akibat penebangan untuk berbagai keperluan. Disamping mendapat pengaruh dari aktivitas antropogenik dari daratan, kawasan perairan pantai di sekitar kilang minyak ini juga mendapat pengaruh aktivitas yang berlangsung di laut. Berbagai jenis kapal baik tanker, kapal penumpang dan kargo serta perahu motor nelayan juga melakukan aktivitas di sekitar kawasan ini.

Tabel 1. Rata-rata parameter kualitas air yang diukur pada masing-masing stasiun

Parameter Kualitas Air	Stasiun				Kriteria
	I	II	III	IV	
Suhu ($^{\circ}C$)	30,48	29,65	30,08	29,50	23 - 32 $^{\circ}C$ (Hutabarat & Evans, 1985)
Salinitas (‰)	28,73	28,75	28,75	28,75	-
pH	6,85	8,48	6,01	6,43	5,0 - 9,0 (Men-KLH, 2004)
Oksigen terlarut (ppm)	6,67	6,45	6,66	7,12	$\geq 2,0$ ppm (Poemomo <i>et al.</i> , 1982)
Kecerahan (m)	0,66	0,72	0,72	0,88	60 - 90 cm (Boyd, 1982)
Kecepatan arus (m/dtk)	0,20	0,19	0,20	0,20	-
Kedalaman (m)	7,88	8,00	8,13	7,88	-
Kekeruhan (NTU)	11,44	8,70	10,04	8,94	< 30 NTU (Men-KLH, 2004)
Karbonioksida bebas (ppm)	7,43	7,63	7,68	7,25	≤ 25 ppm (Wardoyo, 1981)

Parameter kualitas air di perairan sekitar kilang Pertamina UP II Dumai tidak menunjukkan perbedaan yang berarti dan masih berada dalam kisaran yang masih baik untuk mendukung kehidupan

organisme laut termasuk hewan benthos (Tabel 1). Secara umum dapat diketahui bahwa kualitas perairan di stasiun kontrol lebih baik bila dibandingkan dengan

kualitas perairan di kawasan kilang minyak pertamina UP II Dumai.

Kandungan minyak

Kandungan minyak tertinggi berada di stasiun II pada saat surut (Tabel 2). Hal ini diduga oleh adanya masukan limbah dari penggabungan saluran pembuangan antara separator 2 dan separator 3 yang masuk ke

stasiun II yang merupakan daerah pembuangan dari outfall separator 3. Mulyadi *et al.* (2000) menyatakan bahwa kandungan minyak tertinggi berada pada outfall separator 3 yang terletak dekat oil boom dimana secara visual pada saat pengambilan sampel permukaan air jelas terlihat adanya lapisan minyak.

Tabel 2. Kandungan minyak pada masing-masing stasiun pada saat pasang dan surut

Stasiun	Kandungan minyak (ppm)		Bahan organik sedimen (%)
	Pasang	Surut	
I	10,17	12,67	13,61
II	10,33	15,42	14,93
III	12,17	11,17	16,08
IV	6,92	6,17	16,68

Tingginya kandungan minyak pada stasiun I juga disebabkan adanya masukan dari kapal-kapal yang berada di sekitarnya, yang juga merupakan pelabuhan kapal Pertamina UP II Dumai. Minyak yang tumpah di pelabuhan dapat mencapai 0,01 % dari jumlah minyak yang dikapalkan.

Kandungan minyak pada stasiun III diduga berasal dari mesin-mesin kilang yang dibawa oleh air pendingin. Air limbah dari proses pengolahan minyak umumnya berasal dari air pendingin, sisa dari air pembersih peralatan kilang, pembuangan sisa minyak ke saluran air, limpasan minyak pada saat hujan dan sisa air ballast kapal tanker. Air dari pembuangan kapal ini mempunyai konsentrasi minyak yang cukup tinggi. Pada saat pasang stasiun ini juga mendapat masukan dari stasiun II yang disebabkan oleh adanya arus.

Perbedaan kandungan minyak yang mencolok antara stasiun I, II, III dengan stasiun IV disebabkan oleh letak stasiun I, II, III yang berada di sekitar pembuangan limbah dari kilang Pertamina UP II Dumai, sedangkan stasiun IV berada agak jauh dari lokasi pembuangan limbah. Amin (1996) melaporkan bahwa kandungan minyak tertinggi di perairan Selat Rupat terdapat pada stasiun yang dekat dengan kilang minyak UP II Dumai. Tingginya kandungan minyak tersebut disebabkan oleh lokasi tersebut yang merupakan tempat bermuaranya air buangan dari kilang berupa air dari proses pendinginan, oil separator dan

mungkin kebocoran minyak dari kran-kran dan alat produksi lainnya. Semakin jauh dari sumbernya maka kandungan minyak di perairan semakin menurun.

Kandungan minyak rata-rata di perairan sekitar outfall Pertamina UP II Dumai, pada saat pasang dan surut berkisar 6,17–15,42 ppm dan merupakan perairan yang tergolong tinggi kandungan minyaknya. Sugiati (2000) melaporkan bahwa kandungan minyak rata-rata di perairan sekitar PT. Kondur Petroleum S.A Kurau Teluk Belitang berkisar 0,87 – 9,30 ppm. Apabila dikaitkan dengan Standar Baku Mutu Air Laut untuk biota laut/budidaya perikanan (Kep-51/MENKLH/1/2004) maka kandungan minyak di perairan sekitar pembuangan limbah Pertamina UP II Dumai, telah melewati ambang batas yang diperbolehkan yaitu 5 mg/L.

Kandungan Bahan Organik dan Fraksi Sedimen

Kandungan bahan organik sedimen di perairan sekitar outfall Pertamina UP II Dumai berkisar 13,61 – 16,68 % dimana stasiun IV > stasiun III > stasiun II > stasiun I (Tabel 2). Lebih tingginya kandungan bahan organik sedimen di stasiun IV disebabkan kawasan ini ditumbuhi mangrove sehingga berpotensi meningkatkan kandungan bahan organik, sedangkan pada stasiun I, II dan III merupakan tempat berlangsungnya kegiatan kilang minyak, industri dan galangan kapal yang tidak

ditumbuhi mangrove. Detritus mangrove membentuk 90% partikel-partikel organik yang disebarkan ke seluruh perairan dan menjadi unsur hara yang penting bagi beberapa organisme daerah hutan mangrove (Heald dalam Kasry, 1981).

Fraksi sedimen yang dominan adalah fraksi lumpur dengan persentase tertinggi terdapat di stasiun IV (Tabel 3). Ompi *et al.* (1990) mengemukakan bahwa pengendapan lumpur terjadi karena arus dan gelombang relatif tenang karena banyaknya pepohonan di sekitarnya. Sedimen berlumpur, cenderung

mengakumulasi bahan organik dimana tekstur dan ukuran partikel yang halus memudahkan terserapnya bahan organik (Nybakken (1988). Tingginya bahan organik (berdasarkan tingginya fraksi lumpur) di stasiun IV ini juga ditunjukkan dengan tingginya kelimpahan makrozoobenthos (Tabel 5). Jenis substrat dasar berlumpur sangat disenangi oleh organisme dasar perairan karena mengandung unsur hara yang tinggi untuk mendukung kehidupan organisme dasar tersebut.

Tabel 3. Persentase kerikil, pasir, lumpur dan jenis sedimen pada masing-masing stasiun

Stasiun	Kerikil (%)	Pasir (%)	Lumpur (%)	Jenis sedimen
I	6,13	16,55	77,32	Lumpur
II	5,67	16,13	78,200	Lumpur
III	0	21,29	78,71	Lumpur
IV	0	15,27	84,73	Lumpur

Makrozoobenthos

Makrozoobenthos di perairan sekitar outfall Pertamina UP II Dumai terdiri dari 3 phylum, 4 kelas, 13 famili dan 14 genus. Untuk kelas

gastropoda dijumpai 6 genus, kelas bivalva 3 genus, kelas polychaeta 3 genus dan kelas crustacea 2 genus (Tabel 4).

Tabel 4. Makrozoobenthos yang ditemukan di lokasi penelitian

Phylum	Kelas	Famili	Genus
Mollusca	Gastropoda	Littorinidae	<i>Littorina</i>
		Nassariidae	<i>Nassarius</i>
		Cerithiidae	<i>Rhinoclavis</i>
	Bivalva	Strombiidae	<i>Turitella</i>
			<i>Strombus</i>
		Neritidae	<i>Nerita</i>
Annelida	Polychaeta	Achidae	<i>Anadara</i>
		Maetridae	<i>Lutraria</i>
		Spondyliidae	<i>Tapes</i>
		Nereidae	<i>Nereis</i>
Arthropoda	Crustacea	Amphinomidae	<i>Eurythoe</i>
		Glyceidae	<i>Glycera</i>
		Penaeidae	<i>Pinaeus</i>
		Mysidae	<i>Mysis</i>

Kelas gastropoda paling banyak dijumpai dibanding yang lainnya. Bivalva terlihat hampir merata pada setiap stasiun penelitian. Polychaeta umumnya ditemukan pada substrat dasar yang banyak mengandung lumpur karena sebagai organisme pemakan deposit (deposit feeder), habitat tersebut cocok bagi organisme ini karena banyak

mengandung bahan organik. Krustacea sangat sedikit jumlahnya dan hanya ditemukan pada stasiun yang berada dekat dengan hutan mangrove. Kelimpahan rata-rata makrozoobenthos di perairan sekitar outfall Pertamina UP II Dumai berkisar 136 – 364 ind/m² (Tabel 5). Kelimpahan terendah dijumpai pada stasiun I dan tertinggi pada

stasiun IV, diduga karena perbedaan kandungan bahan organik sedimen serta pergerakan massa air pada setiap stasiun. Perbedaan kualitas air dan kandungan minyak diduga juga turut mempengaruhi kelimpahan makrozoobenthos di stasiun tersebut.

Kandungan bahan organik sedimen dapat mempengaruhi kelimpahan makrozoobenthos. Fressi *et al.* (dalam Zulkifli, 1988) menyatakan bahwa kelimpahan makrozoobenthos erat kaitannya dengan ketersediaan bahan organik dalam substrat. Lapisan minyak di permukaan perairan dan yang menempel pada substrat serta banyaknya aktivitas antropogenik di kawasan ini, mengakibatkan sebagian kelompok benthos dapat terganggu seperti pada gastropoda dan bivalva.

Kelimpahan makrozoobenthos, indeks H' dan indeks C pada stasiun di sekitar outfall

(Stasiun I, II dan III) dan stasiun kontrol (Stasiun IV) seperti pada Tabel 6. Indeks H' pada stasiun di sekitar outfall lebih rendah dari pada stasiun kontrol, dan keduanya masih tergolong sedang. Hal ini menunjukkan struktur organisme pada kedua lokasi tersebut tidak seimbang, dengan jumlah individu setiap jenis tidak seragam dan tidak ada yang mendominasi. Indeks H' untuk stasiun kontrol lebih besar (nilainya lebih mendekati angka 3) dari indeks H' untuk stasiun di sekitar outfall yang mengindikasikan bahwa perairan di sekitar outfall lebih rendah kualitasnya. Penyebab tidak sebangannya nilai indeks H' di stasiun sekitar outfall adalah tingkat pencemaran minyak dan lebih rendahnya nilai kualitas air di stasiun tersebut sebagai akibat dari banyaknya aktivitas antropogenik yang berlangsung baik di darat maupun di laut.

Tabel 5. Kelimpahan (K), Indeks Keragaman (H') dan Indeks Dominansi (C) pada masing-masing stasiun

Stasiun	Indeks	S1	S2	S3	S4	Rata-rata
I	K	182,00	136,00	152,00	136,00	151,50
	C	0,31	0,48	0,32	0,38	0,37
	H'	1,78	1,45	1,57	1,66	1,62
II	K	212,00	182,00	197,00	228,00	204,75
	C	0,45	0,39	0,35	0,29	0,37
	H'	1,63	1,78	1,88	2,10	1,85
III	K	276,00	303,00	273,00	273,00	281,25
	C	0,28	0,28	0,23	0,25	0,26
	H'	2,20	2,19	2,33	2,23	2,24
IV	K	364,00	318,00	333,00	318,00	333,25
	C	0,29	0,27	0,25	0,23	0,26
	H'	2,38	2,43	2,36	2,34	2,38

Catatan : S1 = Sampling I (9 Juli 2006) S2 = Sampling II (16 Juli 2006)
S3 = Sampling III (23 Juli 2006) S4 = Sampling IV (30 Juli 2006)

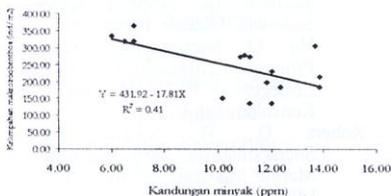
Tabel 6. Perbandingan nilai Indeks Keragaman, Dominansi dan Kelimpahan makrozoobenthos di stasiun perairan sekitar outfall dan stasiun kontrol

Indeks	Stasiun	
	Kilang UP II	Kontrol
Keragaman (H')	1,90	2,38
Dominansi (C)	0,33	0,26
Kelimpahan (K)	215,5	333,25

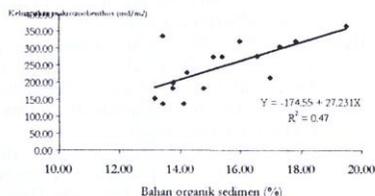
Hubungan Kandungan Minyak dan Bahan Organik Sedimen dengan Kelimpahan Makrozoobenthos.

Kandungan minyak di perairan dan kelimpahan makrozoobenthos menunjukkan hubungan negatif ($Y = 431,92 - 17,81X$; $r =$

0,64) yang dapat diartikan bahwa semakin tinggi kandungan minyak di perairan akan memberikan pengaruh pada penurunan kelimpahan makrozoobenthos di perairan ini. Sedangkan kandungan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos ditunjukkan dengan persamaan $Y = -174,55 + 27,23X$; $r = 0,69$ yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan bahan organik sedimen akan semakin tinggi pula kelimpahan makrozoobenthos di perairan ini (Gambar 2).



Beberapa faktor fisika, kimia dan biologi perairan turut mempengaruhi kelimpahan makrozoobenthos. William (dalam Tanjung, 1995) menyatakan bahwa faktor fisika (suhu, gelombang dan tipe substrat); faktor kimia (oksigen terlarut dan salinitas); faktor biologi (predasi, kompetisi dan makanan) mempengaruhi kelimpahan hewan benthos. Substrat dasar merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi distribusi dan kelimpahan makrozoobenthos.



Gambar 2. Hubungan antara kandungan minyak dan bahan organik sedimen dengan kelimpahan makrozoobenthos

Keberadaan kilang minyak Pertamina UP II Dumai dan aktivitas anthropogenik di sekitar kawasan ini berpotensi memberikan sumbangan bahan organik dan bahan pencemar lain, termasuk minyak di perairan ini. Penurunan kualitas air terlihat di perairan sekitar kilang minyak bila dibandingkan dengan pada perairan yang relatif jauh dari kilang minyak tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Keberadaan kilang minyak Pertamina UP II Dumai dan aktivitas yang berhubungan dengannya baik di darat maupun di laut telah menyebabkan sebagian wilayah perairan di sekitar kilang minyak tersebut telah mengalami penurunan kualitas baik fisik maupun kimianya. Makrozoobenthos dapat dijadikan indikator untuk monitoring kualitas perairan yang mendapat tekanan dari adanya pembuangan limbah dan aktivitas anthropogenik. Berdasarkan indikator ini, perairan di sekitar kilang minyak Pertamina UP II Dumai sudah menunjukkan indikasi tercemar sedang. Untuk itu disarankan

kepada pihak perusahaan agar dapat melakukan pengelolaan limbah buangan dengan lebih baik sehingga tekanan yang diterima oleh ekosistem perairan sekitarnya dapat seminimal mungkin.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah memberikan bantuan melalui Dana DPP/SPP Universitas Riau Tahun Anggaran 2006. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada Sdr. Agustina dan M.B. Simatupang yang telah membantu dalam pengambilan dan analisis sampel.

DAFTAR PUSTAKA

Adriman, 1995. Kualitas Perairan Pesisir Dumai Ditinjau dari Karakteristik Fisika-Kimia dan Struktur Komunitas Hewan Benthos Makro. Tesis, Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. 139 hal. (tidak diterbitkan).

- Alaerts, G. dan S.S. Santika, 1984. Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Surabaya. 309 hal.
- Amin, B., 1996. Studi tentang Kondisi Fisika Kimia Perairan di Sekitar Dumai Marine Station, Selat Rupat dan Selat Malaka. Laporan Penelitian. Universitas Riau Pekanbaru. 56 hal. (Tidak diterbitkan).
- Arnold, P.W. dan Birtles, 1989. Soft Sediment Marine Invertebrates of Southeast Asia and Australia. A Guide to Identification, Townsville. 272 p.
- Buchanan, J.B., 1984. Sedimen Analysis. p. 47 - 48 *In* N.A. Holme and A.D. McIntyre (Eds). Methods for Study Marine Benthos. Blackwell Science. Oxford and Edinburgh.
- Kasry, A., 1981. Ekosistem Estuaria dan Pengelolaan Habitatnya. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 104 hal.
- Krebs, C.D., 1985. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. 3rd eds. Harper and Row Publ. New York. 800 pp.
- Lee, C.D., S.B. Wang and C.L. Kijo. 1978. Benthic Micro Invertebrate and Fish as Biological Indicator of Water Quality. With Reference on Water Pollution Control in Developing Countries. Bangkok. 324 pp.
- Men-KLH. 2004. Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut. SK Men-KLH : Kep-51/Men-KLH/2004, 8 April 2004.
- Mulyadi, A., Nurhamlin, Rifardi, Y. Eryanti, S. Nedi, M. Fauzi, Suwondo dan Nursal., 2000. Pemantauan Lingkungan Fisika Kimia Biologi Pertamina UP II Dumai. Pusat Studi Lingkungan Universitas Riau. 35 hal.
- Nybakken, J.W., 1988. Biologi Laut : Suatu Pendekatan Ekologis. Diterjemahkan oleh M. Eidman, Koesbiono, D.G. Bengen. M Hutomo dan S. Soekardjo. Gramedia, Jakarta. 459 hal.
- Odum, E.P., 1971. Fundamentals of Ecology. 3rd Eds., W.B. Sanders Comps. Philadelphia, 574 pp.
- Ompi, M., L. Effendi, B. Zottoli dan Moringka, 1990. Sedimen dan Hubungannya dengan Komunitas Molluska di Gugusan Pulau Pari Kepulauan Seribu, Jakarta. Jurnal Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor 1 (2) : 125 - 131.
- Pett, R.J. 1993. A Collection of Laboratory Methods for Selected Water and Sediment Quality Parameters. Report No. 13. International Development Program at Australian Universities and Colleges. PT. Hasfarm Dian Konsultan. 20 p.
- Robert, D., W. Kastoro and S. Soemodihardjo, 1985. Shallow Water Marine Molluscs of North-West Java. LIPI Jakarta. 364 pp.
- Sihombing, P. 1995. Pengaruh Konsentrasi Minyak terhadap Jenis dan Kelimpahan Fitoplankton di Muara Sungai Mesjid Desa Purnama Dumai. Skripsi, Faperi Universitas Riau Pekanbaru. 78 hal. (Tidak diterbitkan).
- Sudjana., 1986. Metode Statistika. Tarsito. Bandung. 485 hal.
- Sugiati, 2000. Hubungan Kandungan Minyak dengan Kelimpahan Diatom di Perairan Sekitar PT. Kondur Petroleum SA Kurau Teluk Belitung Kecamatan Merbau Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru. 44 hal. (Tidak diterbitkan).
- Tanjung, A., 1995. Distribusi Makrozoobenthos di Selat Morong Kabupaten Bengkalis Riau. PUSLIT - UNRI, Pekanbaru. 28 hal. (tidak diterbitkan).
- Zulkifli, 1988. Kelimpahan Bahan Organik dan Hubungannya dengan Komunitas Bivalva di Muka Perairan Muara Sungai Anke Jakarta. Skripsi, Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor. 75 hal. (tidak diterbitkan).