

**DAMPAK PEMBUANGAN LIMBAH TERHADAP PERUBAHAN KUALITAS  
OSEANOGRAFI BIOFISIK-KIMIA DAN PRODUKSI IKAN TERI  
(*Stolephorus spp.*) DI PERAIRAN LAUT TELUK AMBON**  
*(The Impact of Wastes Disposal on the Biophysical-chemical Characteristics Changes  
and Teri Fish (*Stolephorus spp.*) Production in the Ambon Bay Marine)*

**Latif Sahubawa**

Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada  
Yogyakarta, Indonesia

**Abstrak**

Tujuan penelitian adalah untuk: (1) mengidentifikasi karakteristik limbah hasil aktivitas manusia di pesisir teluk yang berpengaruh potensial terhadap penurunan sifat oseanografi biofisik-kimia perairan Laut Teluk Ambon; (2) mengevaluasi perubahan sifat oseanografi biofisik-kimia perairan dalam kaitannya dengan penyimpangan persyaratan peruntukan sebagai tempat budi daya perikanan; dan (3) mengevaluasi pengaruh penyimpangan persyaratan peruntukan badan air laut terhadap potensi dan densitas ikan pelagis kecil, serta produksi ikan teri pada musim Timur dan Barat.

Sampel penelitian terdiri atas air laut, ikan teri, dan kerang. Teknik pengambilan sampel ialah dengan pengacakan dan tanpa pengacakan. Teknik pengambilan data berupa survei, analisis laboratorium, wawancara, dan kuesioner. Metode analisis data Kurva Normal, Kuadrat Terkecil, Rancangan Acak Lengkap Pola Faktorial dan Berblok dengan Uji-F, Koefisien Nilai Nutrisi (KNN), Produksi Surplus, Hidroakustik, dan Sedimentasi Utermohl.

Berdasarkan hasil analisis statistik, umumnya variabel penelitian tidak berpengaruh terhadap perubahan parameter oseanografi biofisik-kimia perairan Teluk Ambon, kecuali bahwa lokasi sampling berpengaruh terhadap nilai kecerahan pada tingkat signifikansi 95%. Kisaran nilai parameter oseanografi biofisik-kimia perairan laut ialah temperatur 23,7 - 28,7°C; TSS 2,005 - 12,436 mg/l; salinitas 24,00 - 35,50 mg/l; kecerahan 2,5 - 9,0 meter; pH 6,5 - 8,6; oksigen terlarut 2,09 - 6,88 mg/l; BOD<sub>5</sub> 10 - 50 mg/l; COD 22,5 - 150,8 mg/l; PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 0,22 - 3,29 µg/l; NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 0,02 - 2,94 µg/l; NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0,21 - 15,40 µg/l; Hg 0,001- 0,065 mg/l; KNN 0,27 - 0,78 gr/cm; fitoplankton red-tede spesies *Alexandrium affine* dengan jumlah 60,0 x 10<sup>6</sup> sel/liter menimbulkan perubahan warna perairan menjadi merah-kecoklatan.

Produksi ikan teri pada musim Timur 191,5 ton (59,5%) dan musim Barat 130,2 ton (40,5%). Populasi maksimum telur dan larva ikan teri adalah 4.090 telur/50 m<sup>2</sup> pada musim Timur dan 396 ekor/50 m<sup>2</sup> pada musim Barat di wilayah Ambang Galala-Rumahtiga. Potensi ikan pelagis kecil pada musim Timur 63.968,76 ton/tahun, Peralihan 56.311,55 ton/tahun, dan Barat 60.244,35 ton/tahun atau 3,86% dari total potensi ikan pelagis kecil perairan Maluku (1.564.000 ton/tahun). Densitas ikan pelagis kecil pada musim Timur 34,62 kg/m<sup>3</sup>; Peralihan 29,83 kg/m<sup>3</sup>, dan Barat 32,33 kg/m<sup>3</sup>. Tingkat eksploitasi sumber daya ikan pelagis kecil perairan Teluk Ambon yaitu 30% ("status sedang berkembang").

Kata kunci: limbah, meteorologi, biofisik-kimia, fitoplankton, ikan pelagis kecil, ikan teri, dan musim.

**Abstract**

*The research objectives are: (1) to identify the characteristics of wastes from human activities that cause reduced biophysical-chemical oceanography characteristics of Ambon Bay marine; (2) to evaluate the reduced biophysical-chemical oceanography characteristics of Ambon Bay marine in relation to assignment requirements for fish aquaculture; and (3) to evaluate the effect of assignment requirements fulfillment on the abundance and density of small pelagic fish, and teri fish production during Eastern and Western monsoons.*

*Research samples consisted of sea water, teri fish, and mollusca. Sample collection methods were simple random and nonrandom sampling. Data were analysed by using Normal Curve, Least Square, Factorial and Block Completely Randomized Design with F-test, Nutritional Value Coefficient (NVC), Surplus Production, Hydroacoustic and Utermohl Sedimentation Methods.*

*The results of the statistical analyses show that in general, the variables did not affect the biophysical-chemical oceanographic parameters of the Ambon Bay marine waters. The values range of the biophysical-chemical oceanography parameters of Ambon Bay marine are: temperature 23.7 - 28.7°C, TSS 2.005 - 12.436 mg/l, salinity 24.00 - 32.66 ppt, clearance 2.5 - 9.0 meters, pH 6.5 - 8.6, solved oxygen 2.09 - 6.88 mg/l, BOD<sub>5</sub> 10.0 - 50.0 mg/l, COD 22.5 - 150.8 mg/l, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> 0.22 - 3.29 µg/l, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 0.22 - 2.94 µg/l, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> 0.21 - 15.40 µg/l, Hg in the water body 0.001 - 0.065 mg/l and mollusca meat 0.115 - 0.741 mg/l, and hydrocarbons 0.011 - 2.540 mg/l, NVC 0.27 - 0.78 gram/cm, red-tide phytoplankton of the Alexandrium affine species that have 60.0 x 10<sup>6</sup> cells/liter, changes the water body color into the brownish-red.*

*The production of teri fish during the Eastern monsoon was 191.5 tons (59.5%) and the Western monsoon 130.2 tons (40.5%). The abundance of small pelagic fish on the Eastern monsoon was 63,968.76 tons/year, the Transition monsoon 56,311.55 tons/year, and the Western monsoon 60,244.35 tons/year, respectively, or 3.85% of small pelagic fish resources total on Moluccas waters (1,564,000 tons/year). The density of small pelagic fish on the Eastern monsoon was 34.62 kg/m<sup>3</sup>, the Transition monsoon 29.83 kg/m<sup>3</sup>, and the Western monsoon 32.33 kg/m<sup>3</sup>. The exploitation rate of small pelagic fish resources in the Ambon Bay marine was 30% (still in the developing status).*

*Key words: wastes, meteorology, biophysical-chemical, phytoplankton, small pelagic fish, teri fish, and monsoon*

**I. LATAR BELAKANG**

Dikatakan oleh Harrison (1997) bahwa pencemaran perairan pesisir Indonesia sebagian besar bersumber dari aktivitas manusia di darat, terutama kegiatan penggunaan lahan yang menimbulkan siltasi dan endapan partikel pasir/lumpur, limbah cair industri, air panas, dan hidrokarbon. Menteri Negara Lingkungan Hidup RI. (1996), mengatakan bahwa di Indonesia dewasa ini terjadi peningkatan pembangunan fisik yang semraut di kawasan pesisir, dan merusak lingkungan fisik perairan pesisir, pemusnahan sumberdaya hayati laut, serta pencemaran perairan. Pillay (1992) mengatakan bahwa perairan

pesisir dan laut adalah salah satu daerah yang langsung dan banyak mendapat beban pencemaran.

Perairan Teluk Ambon terdiri atas Teluk Ambon Dalam (TAD), luasnya ±11.497,5 km<sup>2</sup> dengan kedalaman maksimum 41 meter; Teluk Ambon Luar (TAL) luas ±120.723,8 km<sup>2</sup> dengan kedalaman lebih dari 100 meter; yang dipisahkan Ambang Galala-Rumahtiga, kedalaman 12 meter dengan lebar 0,5 km dan panjang 1,0 km. Peningkatan urbanisasi dan persebaran penduduk yang semakin terpusat kota Ambon, serta peningkatan aktivitas manusia terutama di wilayah dataran tinggi, menimbulkan kerusakan sumberdaya pesisir seperti hutan mangrove; lamun; terumbu

karang; habitat ikan; siltasi; pengendapan lumpur/pasir; dan penurunan kualitas perairan.

Di wilayah pesisir Teluk Ambon, aktivitas pemanfaatan sumberdaya pesisir selama 15 tahun terakhir ini meningkat drastis tanpa diikuti tindakan konservasi. Menteri Negara Lingkungan Hidup dalam laporan akhir evaluasi kondisi lingkungan pesisir Indonesia tahun 1996, menyatakan risiko kehilangan/kerusakan sumberdaya pesisir di 6 daerah prioritas (termasuk Teluk Ambon) bila dihitung secara ekonomi lingkungan mencapai \$ US 2,9 miliar. Parameter lingkungan yang dijadikan gambaran dampak perubahan kualitas pesisir Teluk Ambon yaitu tataguna lahan, kualitas air, endapan lumpur/pasir, siltasi, dan potensi sumberdaya ikan pelagis kecil (Nontji, 1996).

Berdasarkan hasil pengamatan indeks vegetasi Pulau Ambon terutapma wilayah pesisir Teluk Ambon selama tahun 1985 sampai 1993 dengan citra satelit Landsat-5, ternyata dari 23.864 ha lahan yang teramat, 2.094 ha lahan vegetasi terkonversi menjadi 415 ha lahan terbuka dan 1.679 ha lahan kritis (Wothuysen dkk, 1996). Lahan atas dikonversi menjadi kawasan permukiman dan perkantoran, serta lahan reklamasi sebagai kawasan ekonomi dan perdagangan terpadu, industri, perkantoran, hotel, pelabuhan laut dan armada perikanan, serta terminal transit BBM (Sahubawa, 1997).

Pengurangan lahan vegetasi tertutup secara terus menerus, tanpa diikuti usaha pengelolaan akan menimbulkan pencemaran siltasi dan endapan lumpur/pasir di perairan Teluk Ambon dalam skala besar, yang puncaknya terjadi pada musim hujan (musim Timur). Dampak lain yang terjadi di daerah hilir, yaitu akumulasi limbah organik hasil aktivitas manusia serta material biodeposit hasil kegiatan budidaya keramba apung sebagai sumber fosfat, nitrat, dan amoniak, akan menambah beban pencemaran serta pengayaan perairan (eutrofikasi). Selain limbah organik, juga terdapat limbah hidrokarbon dari kapal tanker, terminal transit BBM, transportasi laut, dok kapal, industri PLTD, pelabuhan laut, dan *runoff* dari kawasan perkotaan (Sahubawa, 1997).

Pada tahun 70-an, perairan Teluk Ambon adalah pusat penangkapan ikan umpan potensial untuk penangkapan ikan tuna dan cakalang, kemudian pada tahun 80-an dikembangkan menjadi budidaya perikanan keramba apung. FAO (1984) melaporkan bahwa sejak tahun 1970 sampai 80-an, perairan Teluk Ambon mensuplai lebih kurang 90% ikan umpan untuk kegiatan penangkapan ikan tuna dan cakalang di perairan Maluku. Angka produksi ini kemudian cenderung menurun karena semakin meningkat pencemaran dan aktivitas manusia di pesisir teluk (Sumadhiharga, 1996). Selama 15 tahun terakhir, terjadi penurunan produksi ikan umpan ( $\pm 40 - 50\%$ ) yang ditandai dengan semakin menghilangnya populasi ikan teri, serta jenis ikan umpan lainnya.

Melihat kenyataan tersebut, perlu dilakukan penelitian terhadap berbagai aspek lingkungan dalam upaya pengelolaan kawasan pesisir dan laut Teluk Ambon secara terpadu dan berkelanjutan. Hasil penelitian ini, diharapkan dapat dipakai sebagai acuan perencanaan dan pengembangan kawasan pesisir Teluk Ambon sebagai pusat penelitian kelautan di bidang: *Marine and Coastal Environmental Management Area*; *Coral Reef Rehabilitation and Management Area*; and *Marine Biodiversity Area* (Bappeda Propinsi Maluku, 1996).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

Kualitas fisik (warna, kecerahan, dan kekeruhan) perairan laut Teluk Ambon sangat ditentukan oleh aktivitas manusia di kawasan pesisir, terutama aktivitas penggunaan lahan atas, reklamasi pantai, serta pembuangan limbah domestik dan industri. Jenis limbah yang sangat berpengaruh terhadap kecerahan dan kekeruhan perairan yaitu partikel pasir/lumpur tersuspensi dan terendapkan yang terbawa limpasan air permukaan pada saat musim hujan (musim Timur).

Sutomo dan Yusuf (1985); LON-LIPI (1979) melaporkan bahwa temperatur rata-rata perairan permukaan Teluk Ambon pada musim Barat yaitu 25,4 - 30,30°C; Suma-

hiharga (1992) 29, 5°C, dan pada musim Timur 26,10°C. Wrytki (1961) dan Parkins (1974), menyatakan salinitas perairan laut berkisar antara 32,0 - 34,0 ppt. Tarigan (1987), salinitas perairan Teluk Ambon sangat dipengaruhi keadaan musim. Pada musim Timur, salinitas perairan menurun karena berlangsung curah hujan dengan intensitas tinggi, tetapi pada saat *upwelling* di Laut Banda salinitas cenderung meningkat karena terjadi masukan massa air berkadar garam tinggi ke wilayah teluk.

Hawkes (1989), kekeruhan menghambat proses fotosintesis tumbuhan air, aktivitas makan dan pertumbuhan ikan. Kecerahan perairan Teluk Ambon dipengaruhi keadaan musim, di mana pada musim Timur kecerahan perairan relatif rendah karena siltasi dan pengendapan lumpur/pasir hasil aktivitas penggunaan lahan di darat. Pada musim Barat kecerahan perairan mencapai nilai tertinggi, tetapi sering ditemui nilai kecerahan terendah yang berindikasi positif yaitu terjadi kelimpahan fitoplankton di lapisan perairan permukaan (Sumadhiharga, 1996).

Tingkat keasaman (pH) perairan laut relatif konstan yaitu 7,6 - 8,3, dan pH badan air yang tercemar sangat berfluktuasi tergantung dari jenis limbah yang dibuang (Pescod, 1993). Nilai pH perairan dipengaruhi proses fotosintesis, temperatur, dan kandungan ion terlarut. Perubahan sedikit pH perairan akan mengganggu kehidupan biota akuatik. Dilaporkan Edward (1988), pH perairan Teluk Ambon relatif konstan tetapi dipengaruhi keadaan musim, yakni pada musim Timur 6,8 - 7,3 dan musim Barat 6,9 - 7,8.

Oksigen terlarut dalam badan air digunakan ikan untuk proses respirasi dan mikro-organisme untuk penguraian limbah. Kematian massal ikan dalam perairan lebih disebabkan kekurangan oksigen dibandingkan senyawa pencemar (Asean Institute of Technology, 1979; Fardiaz, 1992). Hutagalung dan Rozak (1997) mengatakan bahwa penurunan oksigen badan air belum tentu disebabkan masukan limbah organik, tetapi karena lapisan minyak di permukaan dan kenaikan temperatur. Untuk memastikan bahwa penurunan oksigen terlarut disebabkan limbah organik, dianalisis parameter kimia

penting yakni BOD. Peningkatan kadar BOD diikuti peningkatan COD, yaitu 1,5 - 2 kali kadar BOD (APHA, AWWA, WPCF, 1980).

Kadar fosfat dan nitrat perairan meningkat sejalan dengan penambahan kedalaman dan ke arah pantai. Fosfat dan Nitrat bersumber dari limbah domestik dan industri, areal pertanian, dan hasil dekomposisi organisme, sangat penting untuk pertumbuhan fitoplankton. Peningkatan fosfat dan nitrat dapat menimbulkan kesuburan perairan berlebihan, dan mampu merangsang pertumbuhan fitoplankton secara massal (*blooming*) (Hutagalung dan Rozak, 1997).

Secara alamiah, kadar logam berat dalam air laut relatif rendah yaitu antara  $10^{-5}$  -  $10^{-2}$  mg/l. Pada kondisi ini logam berat sangat dibutuhkan organisme akuatik untuk proses pertumbuhan (Phillips, 1980), namun dalam kadar yang relatif tinggi bersifat racun (US EPA, 1973). Merkuri (Hg) merupakan unsur kimia paling beracun, lebih kurang 90% dalam perairan dirombak oleh mikro-organisme menjadi senyawa alkil merkuri yang sangat toksik. Fardiaz (1992), mengatakan bahwa batas maksimum Hg yang diperbolehkan dalam air laut menurut FDA dan WHO masing-masing 0,0005 mg/l dan 0,0001 mg/l. US EPA, (1973) menetapkan kadar maksimum batas keamanan biota laut terhadap keracunan Hg yaitu 0,1 µg/l. Edward (1988), melaporkan kandungan logam berat (Hg) dalam badan air dan sedimen perairan Teluk Ambon melampaui ambang batas kehidupan biota laut, serta akumulasi Hg dalam otak ikan mencapai 0,023 mg/l.

Lapisan minyak di permukaan perairan dapat menghambat penetrasi sinar matahari dan oksigen terlarut sehingga mempengaruhi proses fotosintesis fitoplankton dan kematian massal ikan. Komponen hidrokarbon seperti: naftalen, benzen, toluen, dan xilen bersifat racun terhadap ikan (Fardiaz, 1992). Tarigan (1990) mengatakan konsentrasi hidrokarbon pada lokasi Terimal Transit BBM Waiame Teluk Ambon telah melewati ambang batas Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut yaitu 25,9 mg/l.

Kelimpahan plankton adalah indikasi meningkatnya produktivitas perairan. Menurut Sutomo (1980), kelimpahan plankton

ditemui pada perairan pantai dekat muara sungai karena melimpahnya zat hara. Pada musim Timur, kemelimpahan plankton meningkat akibat masukan massa air dari darat melalui limpasan air permukaan pada musim hujan serta dari Laut Banda saat *upwelling* (Anderson dan Sapulette, 1982). Stirn (1992) mengatakan bahwa untuk menduga tingkat pencemaran suatu perairan akibat pengayaan zat hara (*enrichment*), digunakan indikator *red-tide* fitoplankton dan akumulasi logam berat di dalam biota bentos.

Lee *et al.* (1978) mengatakan evaluasi kualitas lingkungan perairan lebih teliti jika dipakai biota uji (kerang) sebagai bio-indikator. Makrobentos dipakai untuk menduga penyimpangan ekologi perairan, dan sebagai petunjuk pencemaran perairan yang akurat dibanding pengujian secara fisik-kimia (Hynes, 1974). Kandungan Hg pada otak, insang, dan isi perut ikan hasil tangkapan di perairan Teluk Ambon yaitu 0,028 mg/l. Menurut Hutagalung (1989, 1994), kadar Hg air laut 0,016 mg/l; fitoplankton 0,200 mg/l; zooplankton 0,380 mg/l; dan kerang hijau 1,850 mg/l di perairan Teluk Jakarta.

### III. MATERI DAN METODE PENELITIAN

Sampel penelitian terdiri atas: air laut, ikan teri, dan kerang. Teknik pengambilan sampel dilakukan secara probabilitas dan non-probabilitas. Jenis data penelitian terdiri atas data primer dan sekunder yang dikumpulkan dengan cara survei, analisis laboratorium, wawancara, dan kuesioner. Analisis data dilakukan dengan metode: Kurva normal, Kuadrat terkecil, Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dan berblok dengan Uji-F, Koefisien nilai nutrisi (morfometri), Produksi surplus, Hidroakustik, serta Sedimentasi utermohl. Parameter penelitian yaitu: karakteristik limbah; kondisi meteorologi; sifat oseanografi biofisik-kimia (temperatur, TSS, salinitas, kecerahan, pH, oksigen terlarut, BOD<sub>5</sub>, COD, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, Hg, hidrokarbon, koefisien nilai nutrisi ikan teri, produksi ikan teri; *red-tide* dan kelimpahan fitoplankton; potensi, densitas,

dan status pengelolaan sumberdaya ikan pelagis kecil.

### IV. HASIL PENELITIAN

#### 1. Karakteristik (jenis dan jumlah) Limbah

Sumber utama penghasil limbah padat di darat yaitu: permukiman 137.160,00 m<sup>3</sup>/tahun, pasar 116.254,29 m<sup>3</sup>/tahun, pertokoan/restoran/hotel 47.545,71 m<sup>3</sup>/tahun, fasilitas umum 5.708,57 m<sup>3</sup>/tahun, saluran air 3.008,57 m<sup>3</sup>/tahun, dan sapuan jalan 2.633,14 m<sup>3</sup>/tahun. Berdasarkan hasil analisis statistik data berkala (*time series*), volume timbulan limbah tahun 1990 - 1996 semakin meningkat yaitu: 302.868 m<sup>3</sup>/tahun; 306.252 m<sup>3</sup>/tahun; 309.312 m<sup>3</sup>/tahun; 312.156 m<sup>3</sup>/tahun; 315.396 m<sup>3</sup>/tahun; 318.240 m<sup>3</sup>/tahun; dan 321.948 m<sup>3</sup>/tahun, dengan persentase pengangkutan cenderung menurun yakni: 96,85%; 96,53%; 95,81%; 95,04%; 94,48%; 94,34%; dan 95,19%. Sistem pengelolaan limbah terdiri atas: pewadahan, pengumpulan, pengangkutan, dan pengolahan dengan teknik "sanitary landfill".

Volume timbulan sampah semakin bertambah karena meningkatnya jumlah, aktivitas, serta kebutuhan penduduk terhadap bahan pangan, sandang, dan papan, yang dalam prosesnya menghasilkan banyak limbah. Persentase pengangkutan limbah cenderung menurun karena sangat terbatas jenis dan jumlah peralatan pengelolaan limbah. Hal ini dibuktikan dengan rendahnya nilai efektivitas peralatan pengelolaan limbah (hanya 59% dari nilai optimal 100%), yang dibuktikan dengan rendahnya jangkauan wilayah operasi pengangkutan limbah yaitu 35% dari total luas kawasan permukiman Kotamadya Ambon, serta rendahnya upah buruh harian lepas sebesar Rp 4.000/orang/hari. Di beberapa kota besar seperti Jakarta, Surabaya, dan Medan upah buruh harian lepas telah mencapai Rp 8.000/orang/hari.

Berdasarkan hasil survei dari 145 sampel Rumah Tangga yang diambil dari 3 lokasi yang berbeda di wilayah Kota Ambon, ternyata total jumlah limbah cair domestik yang dibuang penduduk ke dalam perairan

Teluk Ambon yaitu 407.353,9 m<sup>3</sup>/bulan (rata-rata: 66,0 liter/orang/hari), yang terdiri atas: air mandi 40,3 liter/orang/hari dan air cucian pakaian, alat dapur, dan lauk-pauk 25,6 liter/orang/hari. Jenis dan jumlah limbah cair industri yang masuk ke dalam laut yaitu: industri PLTD, hotel, surimi ikan beku; rumah sakit, dan lain-lain lebih kurang 14.381,4 m<sup>3</sup>/bulan. Jadi total limbah cair yang masuk ke dalam perairan Laut Teluk Ambon yaitu 421.735,3 m<sup>3</sup>/bulan. Total limbah padat yang masuk ke dalam laut yaitu 10,1 ton/bulan (rata-rata: 0,7 kg/orang/hari), yang terdiri atas: sisa hasil pertanian, kertas, karton, plastik, dan kain (tekstil). Diperkirakan lebih kurang 90% aktivitas industri termasuk kegiatan penduduk yang berlokasi di tepi pantai dan aliran sungai membuang limbah langsung ke dalam badan air. Sumber utama penghasil limbah berasal dari kawasan permukiman, pasar, pertokoan, dan tempat penginapan.

Dibandingkan dengan Standar Nasional, jumlah limbah cair domestik yang dihasilkan setiap orang per hari di daerah perkotaan Kotamadya Ambon tergolong kecil. Dikatakan oleh Junaedi (1999) bahwa Standar Nasional kebutuhan air rumah tangga di Indonesia untuk *pedesaan* 60 liter/orang/hari dan *perkotaan* 100 liter/orang/hari. Kebutuhan air rumah tangga tergantung dari tingkat penghasilan, semakin tinggi penghasilan semakin banyak air yang dibutuhkan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat pendapatan penduduk Kotamadya Ambon masih tergolong rendah. Sebagai contoh, kebutuhan air rumah tangga di Daerah Istimewa Yogyakarta mencapai 150 liter/orang/hari (melewati Standar Nasional). Menurut UNDP/World Bank/Bappenas (1995), jumlah limbah padat yang dihasilkan setiap orang per hari di Jakarta tahun 1995 0,8 kg dan tahun 2000 1,0 kg, pada tahun yang sama di Bangkok 1,0 dan 1,3 kg sedangkan di Seoul 2,8 dan 3,0 kg.

Sulit dipastikan jumlah air buangan dan limbah padat yang masuk ke dalam perairan Teluk Ambon pada musim Timur (musim hujan), karena sukar didapatkan metode yang tepat dalam pengukuran jumlah debit air, massa partikel, dan limbah padat yang terangkut melalui aliran air permukaan. Hanya

saja dapat dipastikan bahwa jumlah air buangan dan limbah padat yang masuk dalam perairan pada musim hujan sangat besar. Hal ini dibuktikan dengan: siltasi (kekeruhan) yang menutupi sebagian besar perairan, endapan lumpur/pasir di muara sungai dan dasar perairan, muatan suspensi, dan tumpukan sampah terapung.

Limbah yang dibuang ke dalam perairan laut lebih bersifat penyubur perairan, bukan sebagai bahan pencemar karena umumnya bersifat organik muda terurai. Apabila jumlah limbah yang masuk melampaui kemampuan badan air memurnikan diri (*swa-pentahiran*), dapat terjadi eutrofikasi yang pada akhirnya menimbulkan *red-tide* fitoplankton. Fenomena *red-tide* terjadi di Teluk Ambon Dalam yang ditimbulkan oleh jenis fitoplankton *Alaexandrium affine* dengan jumlah sel 60,0 x 10<sup>6</sup> sel/liter. Jenis limbah yang berdampak negatif terhadap kualitas perairan dan potensi ikan pelagis kecil yaitu: siltasi, partikel padatan tersuspensi, endapan lumpur dan pasir, serta hidrokarbon.

## 2. Parameter Meteorologi

Nilai parameter meteorologi wilayah Teluk Ambon tahun 1997 cenderung rendah dibandingkan tahun-tahun sebelumnya (tahun 1995, 1996) (Tabel 1). Berdasarkan Tabel 1, keadaan meteorologi tahun 1997 mengalami penyimpangan karena rendahnya curah hujan, kelembaban nisbi rata-rata, serta peningkatan persentase penyinaran matahari, biasanya diikuti peningkatan temperatur dan tekanan udara serta kecepatan angin (kondisi cuaca normal), namun pada tahun 1997 terjadi sebaliknya. Pada kondisi curah hujan rendah dan prosentase penyinaran matahari tinggi, ternyata temperatur udara dan perairan (permukaan) lebih rendah dibandingkan kondisi cuaca normal tahun 1995 dan 1996. Penyimpangan ini terjadi karena adanya akumulasi asap tebal di permukaan bumi akibat pembentukan "lapisan suhu inversi" pada lapisan atmosfer rendah (troposfer) yang menghambat pergerakan udara secara vertikal. Lapisan suhu inversi menyerap panas matahari dalam jumlah besar sehingga gelombang panas tidak sampai ke permukaan

## Dampak Pembuangan Limbah

bumi. Hal ini menjadikan temperatur permukaan bumi lebih rendah dibandingkan lapisan udara di atasnya (Strahler dan Strahler 1989; Miller 1991).

Dikatakan oleh Direktur Badan Meteorologi dan Geofisika Pusat Jakarta (1997) bahwa akumulasi asap di permukaan bumi disebabkan terjadi pembentukan lapisan suhu inversi. Penyimpangan kondisi iklim tersebut berpengaruh luas terhadap perubahan parameter hidrologis perairan terutama penurunan temperatur lapisan permukaan, seperti yang terlihat pada perbandingan hasil riset berikut (Tabel 2). Dari Tabel 2, terlihat bahwa temperatur perairan laut Teluk Ambon tahun 1997 relatif rendah dan oksigen terlarut meningkat pada musim Timur dan Barat dibandingkan tahun 1996.

### 3. Parameter Oseanografi Biofisik-kimia Perairan

Kisaran nilai dan nilai rata-rata parameter oseanografi biofisik-kimia perairan laut Teluk Ambon seperti terlihat pada Tabel 3. Dari Tabel 3, terlihat bahwa pada umumnya parameter oseanografi biofisik-kimia perairan masih berada pada nilai ambang batas Baku Mutu Air Laut untuk Budidaya Perikanan, kecuali: kecerahan,  $\text{NO}_3^-$ , Hg; dan *red-tide* fitoplankton. Meskipun demikian ditemui

beberapa parameter kimia di pusat aktivitas manusia dan muara sungai yang telah melampaui ambang batas seperti:  $\text{O}_2$  terlarut 2,15 mg/l; Bod 50,0 mg/l; dan hidrokarbon 25,5 mg/l.

### Fisik

Rendahnya nilai kecerahan perairan Teluk Ambon (terutama pada musim Timur) dipicu oleh beberapa faktor fisik yaitu: kondisi topografi dasar perairan yang berbentuk lagone, kecepatan arus dan sirkulasi massa air ke luar yang sangat lemah/terbatas, bentuk aliran permukaan yang cenderung laminar, serta adanya ambang (*sill*) Galala-Rumahtiga yang mempersulit pengangkutan massa air ke Teluk Ambon Luar.

Akumulasi limbah dan partikel lumpur/pasir selain berasal dari wilayah Teluk Ambon Dalam, juga dari wilayah Teluk Ambon Luar yang terbawa massa air saat pasang dengan kecepatan arus tinggi. Dikatakan Hamzah dan Wenno (1989), Sumadhingra (1996) kecepatan arus masuk pada saat air pasang lebih tinggi dibandingkan arus surut sehingga dapat mengangkut limbah/sampah dari Teluk Ambon Luar dan terakumulasi di wilayah Teluk Ambon Dalam, dan menimbulkan pengayaan perairan dan pencemaran.

Tabel 1. Perbandingan Nilai Rata-rata Kondisi Meteorologi Tahunan Perairan Teluk Ambon tahun 1995, 1996, dan 1997

Tahun	CH (mm)	PM (%)	T (°C)	RH (%)	P. Udara (mb)	V. Angin (m/det)
1. 1995	265,00	51,47	26,30	85,08	1009,9	3,08
2. 1996	365,95	49,42	26,38	83,32	1009,3	3,08
3. 1997	120,75	62,33	26,21	82,83	1011,9	3,92

Keterangan: CH = curah hujan      T = temperatur udara      PM = penyinaran matahari  
RH = kelembaban udara      P = tekanan udara      V = kecepatan angin

**Tabel 2. Sebaran Nilai Parameter Hidrologis Perairan Laut Teluk Ambon pada Kondisi Meteorologis Normal dan Tidak Normal**

Temperatur/ Kedalaman (m)	Musim Timur		Musim Barat	
	Nanlohy, 1996	Sahubawa, 1997	Nanlohy, 1996	Sahubawa, 1997
0	28,24	25,16	29,56	26,72
10	27,85	24,56	29,03	24,99
20	27,19	24,39	28,73	24,50

Sumber : Nanlohy (1996)  
Sahubawa (1997)

Dua kondisi alam berbeda yang mengurangi tingkat kecerahan perairan Teluk Ambon yaitu keberlangsungan musim hujan (musim Timur: April - Agustus) dan musim panas (musim Barat: Oktober - Februari). Rendahnya kecerahan perairan pada musim Timur berindikasi "negatif" karena terjadi siltasi (kekeruhan) partikel tersuspensi dan terendapkan lumpur/pasir hasil aktivitas penggunaan lahan atas serta akumulasi limbah yang terbawa limpasan air permukaan. Berdasarkan hasil penelitian transportasi partikel lumpur/pasir di Teluk Ambon Dalam terutama di muara sungai Guru-guru Batukoneng mencapai 8,2 ton/tahun dan Wailaa Poka 1,24 ton/tahun. Laju pengendapan partikel di daerah Halong sampai Waiheru telah mencapai tingkat memprihatinkan yaitu: 11,9 - 23,81 mm/tahun dan di dasar perairan Teluk Ambon Dalam 5,95 mm/tahun (Hermanto dan Suhartati, 1989).

Sebaliknya penurunan kecerahan pada musim Barat lebih berindikasi "positif" karena adanya kelimpahan fitoplankton dan nutrisi di perairan permukaan (Sumadhigara, 1996; Ilahude, 1998).

### Kimia

Peningkatan nitrit ( $\text{NO}_2$ ) perairan berkaitan erat dengan tingginya kandungan fosfat dan nitrat yang bersumber dari limbah pen-

duduk dan industri di sepanjang pesisir teluk, yang digambarkan dengan adanya fenomena eutrofikasi (pengayaan hara perairan) di Teluk Ambon. Secara biologis, peningkatan  $\text{NO}_2$  tersebut merupakan indikasi peningkatan proses penguraian nitrat oleh bakteri nitrobakter secara reduktif (Hammer, 1986 dan Manahan, 1990). Dikatakan oleh Ilahude (1998) bahwa peningkatan hara fosfat dan nitrat di daerah pesisir lebih disebabkan pembuangan limbah hasil aktivitas manusia (termasuk industri) di darat, sedangkan di laut lepas bersumber dari hasil pengangkatan massa air (*upwelling*) dari dasar perairan.

Keberadaan merkuri (Hg) di dalam perairan bersumber dari alam serta aktivitas manusia dan industri. Secara alami Hg terdapat di alam dan sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme dan biota laut untuk pertumbuhan. Kadar Hg meningkat sejalan dengan penambahan kedalaman dan ke arah pantai, tetapi kadar Hg cenderung meningkat ke arah pantai karena semakin banyak sumber-sumber penghasil Hg (kegiatan manusia dan industri), baik dari sumber tetap maupun tidak tetap. Preston dan Chester dalam Harisson (1997), mengatakan bahwa kadar Hg di laut terbuka lebih kurang 2 - 10  $\mu\text{g/l}$  dan di pantai yang tercemar 15 - 100  $\mu\text{g/l}$ .

Kadar merkuri di dalam perairan maupun daging kerang melampaui nilai ambang batas. Peningkatan Hg di perairan Teluk



## Dampak Pembuangan Limbah

**Tabel 3. Korelasi Jumlah Limbah, Perubahan Parameter Oseanografi Biofisik-kimia, serta Kelimpahan Sumberdaya Laut dan Hasil Tangkapan Ikan Teri di Perairan Teluk Ambon**

Parameter Penelitian	Musim Timur		Musim Barat		Baku Mutu <sup>a</sup>		Dampak Pembuangan Limbah
	Kisaran Nilai	Nilai Rata-rata	Kisaran Nilai	Nilai Rata-rata	Diharapkan	Diinginkan	
<b>I. Limbah (m<sup>3</sup>/bulan) atau (ton/bulan)</b>							<b>1. Kualitas Perairan:</b> <b>Dampak negatif:</b> Peningkatan temperatur, siltasi, TSS, BOD, COD, PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , NO <sub>2</sub> , NO <sub>3</sub> , Hg, hidrokarbon; serta penurunan salinitas, kecerahan, dan oksigen terlarut. <b>Dampak positif:</b> Peningkatan kesuburan (nutrisi)
1. Limbah Cair Domestik <sup>1)</sup>	-	407.363,9	-	407.353,9	100 liter/hari	50 liter/hari	
2. Limbah Cair Industri	-	14.381,4	-	14.381,4	-	-	
3. Limbah Padat	-	10,1	-	10,1	-	-	
<b>II. Oseanografi</b>							<b>2. Sumberdaya Perairan:</b> <b>Dampak negatif:</b> <i>Red-ted</i> fitoplankton, penurunan Keragaman jenis dan densitas populasi, serta kematian ikan. <b>Dampak positif:</b> Peningkatan populasi fitoplankton dan produktivitas perairan.
1. Temperatur (°C) <sup>2)</sup>	23,7 – 26,8	24,7	24,1 – 28,7	25,40	Alami	Alami	
2. TSS (mg/l) <sup>2)</sup>	2,01 – 12,44	6,23	2,42 – 10,76	5,69	< 80	< 25	
3. Salinitas (mg/l) <sup>2)</sup>	24,0 – 35,5	33,39	3,10 – 35,5	34,60	30	35	
4. Kecerahan (meter) <sup>2)</sup>	3,5 – 9,0	5,57	4,0 – 9,0	6,22	> 5	> 7	
5. pH <sup>2)</sup>	6,5 – 7,3	7,0	6,0 – 7,3	7,0	6 – 9	6,5 – 8,5	
6. O <sub>2</sub> Terlarut (mg/l) <sup>2)</sup>	2,23 – 6,81	4,38	2,15 – 6,88	4,19	> 4	> 6	
7. BOD <sub>5</sub> (mg/l) <sup>2)</sup>	10,0 – 45,0	22,57	19,5 – 45,0	25,00	< 45	< 25	
8. COD (mg/l) <sup>2)</sup>	22,5 – 140,0	72,63	40,0 – 146,0	78,89	< 80	< 40	
9. PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µg/l) <sup>2)</sup>	0,54 – 2,50	1,17	0,22 – 3,29	1,04	0,10	0,60	
10. NO <sub>2</sub> (µg/l) <sup>2)</sup>	0,14 – 1,70	0,79	0,02 – 2,94	0,59	Nihil	Nihil	
11. NO <sub>3</sub> (µg/l) <sup>2)</sup>	1,56 – 7,62	4,71	0,21 – 8,79	4,69	1,5	8,5	
12. Hg (Merkuri) <sup>2)</sup>							
a. Air laut (mg/l)	0,002 – 0,053	0,014	0,001 – 0,0065	0,015	< 0,003	0,0001	
b. Kerang (µg/l)	0,115 – 0,705	0,424	-	-	< 0,1	Nihil	
13. Hidrokarbon (mg/l) <sup>2)</sup>	0,05 – 2,54	0,92	0,01 – 0,89	0,32	< 5	Nihil	
<b>III. Kelimpahan Sumberdaya Perairan:</b>							
1. Fitoplankton (sel/l) <sup>3)</sup>	2,3 – 82 x 10 <sup>3</sup>	19,1 x 10 <sup>3</sup>	0,6 – 34 x 10 <sup>3</sup>	8,7 x 10 <sup>3</sup>	Melimpah	Melimpah	
2. Red-tide/blooming Fitoplankton (sel/l) <sup>2)</sup>	-	-	-	-	Nihil	Nihil	
3. Potensi Ikan Pelagis Kecil (ton/tahun) <sup>4)</sup>	-	63,968,7	-	60.244,4	Meningkat	Meningkat	
4. Densitas Ikan Pelagis (kg/m <sup>3</sup> ) <sup>5)</sup>	-	36,75	-	34,62	Meningkat	Meningkat	
5. Produksi Ikan Teri (ton/tahun) <sup>5)</sup>	6,2 – 17,2	191,5	4,2 – 11,6	130,2	Meningkat	Meningkat	
6. NVC <sup>6)</sup>	0,27 – 0,78	0,54	-	-	> 1,7	> 1,7	

**Keterangan :**

- 1) = Standar Nasional Jumlah Air Buangan Penduduk Indonesia per hari (Djunaedi, 1999)
- 2) = Baku Mutu Air Laut untuk Budidaya Perikanan, Kepmen KLH. No. 02 tahun 1988 (Lampiran 16a)
- 3) = Kriteria Kualitas Air untuk Budidaya Ikan Laut, Keputusan Dirjen Perikanan 1994 (Lampiran 16b)
- 4) = Perkiraan Kelimpahan Fitoplankton (produktivitas) (Nontji, 1996)
- 5) = Metode Hidroakustik Sumberdaya Perikanan (Gulland, 1977)
- 6) = Metode Morfometri Penentuan Kualitas Habitat Ikan (Lucky, 1977).

Ambon sampai melampaui ambang batas, karena banyak sumber-sumber penghasil tidak tetap yang sulit ditangani, yang membuang limbah langsung ke dalam perairan, seperti: kegiatan dok kapal, hasil praktek medis, hidrokarbon (yang berasal dari terminal transit BBM, aktivitas perhubungan laut, pelabuhan kapal-motor laut, limbah perkotaan, dan limpasan air permukaan). Pickering dan Owen (1997) mengatakan bahwa meningkatnya kadar logam berat dalam biota laut (terutama kerang) karena memiliki kemampuan akumulatif tinggi. Sifat akumulatif yang tinggi, menjadikan organisme akuatik (sebagai komponen rantai makanan) pada tingkat tropik yang tinggi menerima dosis polutan lebih besar, dan dikenal sebagai sifat biomagnifikasi biota laut.

### Biologis

Kemelimpahan fitoplankton di perairan laut Teluk Ambon berturut-turut didominasi marga diatom, dinoflagellata, dan ciliata pada musim Timur. Spesies yang sangat melimpah yaitu: *Chaetoceros*, *Gymnodinium*, dan *Nitzschia*. Kelimpahan spesies *Chaetoceros* (diatom) menunjukkan spesies ini mempunyai kecepatan tumbuh yang lebih tinggi dibandingkan kelompok dinoflagellata dan Ciliata, hal yang sama seperti yang dikatakan Nontji (1978). Spesies *Chaetoceros* lebih dominan dan melimpah dalam suatu perairan karena kemampuan sintesis zat hara yang tinggi. Menurut Miyata dan Hattori (1986), fitoplankton kelompok diatom memiliki kemampuan konsumsi nutrisi yang besar serta dapat menyimpan senyawa fosfat dan nitrat sebagai cadangan makanan dalam sel. Kemelimpahan fitoplankton pada musim Timur berkaitan erat dengan masukan zat hara dari darat melalui limpasan air permukaan saat musim hujan dan massa air tawar dari sungai-sungai yang bermuara di perairan Teluk Ambon. Dikatakan oleh Tarigan (1987) bahwa masukan massa air tawar dari darat melalui aliran sungai dan aliran permukaan pada musim Timur meningkatkan kadar fosfat dan nitrat perairan Teluk Ambon.

*Red-tide* fitoplankton di perairan Teluk Ambon, ditimbulkan oleh spesies *Chaeto-*

*ceros* dan *Alexandrium affine*. Fenomena ini sangat spesifik karena hanya berlangsung di wilayah TAD. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi lingkungan fisik, kimia, biologis, dan hidrologis perairan TAD berbeda dengan perairan TAL dan Ambang, seperti kandungan zat hara, temperatur, dan jenis fitoplankton. *Red-tide* hanya ditimbulkan jenis *Chaetoceros* dan *Alexandrium affine* karena diduga kedua spesies fitoplankton ini termasuk jenis "endemik" artinya bukan berasal dari lokasi lain yang terbawa arus. Keberadaan kedua menunjukkan bahwa spesies fitoplankton ini hidup menetap di perairan TAD, dan sewaktu-waktu dapat terjadi ledakan pertumbuhan populasi apabila dirangsang kondisi lingkungan perairan.

Fenomena *Red-tide* merupakan reaksi fitoplankton terhadap perubahan kondisi fisik dan kimia perairan seperti: makanan, zat perunut, dan temperatur. Kelimpahan zat hara dan zat perunut dalam jumlah besar serta perubahan temperatur perairan menuju kondisi optimal dapat memicu pertumbuhan populasi fitoplankton secara besar-besaran sehingga dalam waktu singkat terbentuk suatu lapisan tipis massa sel fitoplankton di permukaan perairan, diikuti perubahan warna perairan menjadi merah-kecoklatan dan atau kuning-kehijauan. Lapisan massa sel fitoplankton tersebut menutup permukaan perairan, menghambat penetrasi cahaya matahari, dan kelarutan oksigen, sehingga menimbulkan dampak negatif yang luas dan kompleks seperti: kematian massal ikan, penurunan kadar oksigen terlarut. Dampak lain yang ditimbulkan, yaitu akumulasi zat beracun dalam biota laut yang dihasilkan fitoplankton serta keracunan manusia yang mengkonsumsi biota laut tercemar racun.

Temperatur adalah faktor pemicu ledakan pertumbuhan fitoplankton, selain zat perunut seperti Fe dan Si (Praseno, 1998). Unsur hara dan perunut bersumber dari limbah cair domestik dan industri yang dibuang ke dalam perairan melalui aliran sungai, saluran air limbah, dan limpasan air permukaan, serta pengangkatan massa air lapisan dasar yang kaya nutrisi. Faktor pengayaan zat hara diduga kuat sebagai sumber *red-tide* karena di perairan TAD bermuara lebih kurang 12

aliran sungai dan saluran air limbah industri, domestik, perkantoran, pasar, serta limbah hasil kegiatan budidaya perikanan sebagai sumber utama pemasok zat hara. Pada saat terjadi *red-tide*, kadar fosfat mencapai 0,5 - 1,7 µg/l dan nitrat 1,43 - 18,22 µg/l; serta temperatur rata-rata perairan dan udara masing-masing: 25,78°C dan 26,70°C. Dikatakan Praseno dan Adnan (1994); Praseno (1998), *red-tide* yang terjadi di pantai Marina Jakarta, Laut Flores, dan perairan Pulau Sebatik karena pengayaan perairan dari darat pada kondisi temperatur optimal ( $\pm 25,0 - 26,4^\circ\text{C}$ ).

Selain unsur hara fosfat dan nitrat sebagai sumber makanan pertumbuhan sel fitoplankton, unsur-unsur perunut seperti besi (Fe) dan silikon (Si) dapat merangsang pertumbuhan sel fitoplankton secara drastis. Eksperimen pemberian Fe terhadap pertumbuhan fitoplankton dilakukan peneliti NASA tahun 1996 dalam "Ekspedisi IranEx II". Pemberian Fe sebagai pupuk dalam jumlah sedikit saja mampu memberikan reaksi biologis sangat besar terhadap pertumbuhan sel fitoplankton. Fe yang diberikan dalam perairan mencapai 100 ppt, dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton dua kali lipat setiap hari, dan selang waktu 2 minggu tumbuh 2 juta pond, yang berarti terjadi peningkatan sampai 30 kali (Jurnal Science, 1996 dalam KOMPAS, 1997).

Sampel ikan teri yang dipakai sebagai biota uji Koefisien Nilai Nutrisi (KNN) berasal dari spesies *Stolephorus divisi* dan *Stolephorus heterolobus* hasil tangkapan petani nelayan Bagan di perairan Teluk Ambon Dalam. Berdasarkan hasil analisis, didapatkan panjang total sampel ikan terkecil 3,0 cm dan terbesar 9,0 cm serta berat terkecil 0,10 gram dan terbesar 4,36 gr dengan KNN terkecil 0,27 dan terbesar 0,78. Jika dibandingkan dengan standar nilai KNN yaitu 1,7 sebagai nilai ambang batas baku mutu, ternyata semua sampel ikan teri mempunyai nilai KNN lebih rendah dari nilai baku mutu, dengan indikasi bahwa perairan Laut Teluk Ambon telah tercemar. Berdasarkan perbandingan nilai KNN dengan kondisi kualitas perairan Teluk Ambon, ternyata rendahnya nilai KNN ikan teri umpan "bukan berarti"

perairan telah tercemar, tetapi jenis ikan teri tidak cocok dijadikan biota uji. Hal ini dikuatkan dengan beberapa pertimbangan sifat biologis ikan yaitu: (1) ikan teri termasuk spesies non endemik, artinya spesies tersebut tidak menetap permanen pada habitat yang dihuni; (2) termasuk spesies migran artinya sering melakukan migrasi diurnal dari satu tempat ke tempat lain; serta (3) berdasarkan hasil analisis sifat oseanografi biofisik-kimia perairan laut, pada umumnya parameter penelitian masih berada pada kisaran nilai ambang batas baku mutu, kecuali kecerahan, *red-tide*,  $\text{NO}_2^-$ , dan Hg.

### Manajemen Sumberdaya Ikan Pelagis Kecil (termasuk ikan teri)

Berdasarkan hasil analisis statistik data berkala produksi ikan teri selama tahun 1981 sampai 1995, ternyata produksi ikan teri di wilayah Kotamadya Ambon mengalami peningkatan setiap tahun sebesar 2,11 ton, sebaliknya hasil tangkapan ikan teri khususnya di perairan Teluk Ambon cenderung menurun sebesar 0,66 ton/tahun. Faktor yang diduga kuat berpengaruh terhadap penurunan hasil tangkapan yaitu: jenis dan jumlah alat tangkap, teknik penangkapan; distribusi, kelimpahan, potensi ikan, serta tingkat eksploitasi (pengelolaan) ikan teri, dan pencemaran.

Musim penangkapan ikan umpan teri di wilayah perairan Laut Teluk Ambon hampir berlangsung sepanjang tahun, tetapi puncak penangkapan terjadi pada musim Timur (bulan Juli, Agustus) dan September saat proses *upwelling* di Laut Banda. Pada saat berlangsung *upwelling*, terjadi penaikan massa air yang menyebar masuk ke perairan Teluk Ambon mengangkut nutrien ke lapisan permukaan dengan kelimpahan fitoplankton yang tinggi (Nontji, 1975; Birowo dan Ilahude, 1977). Kondisi ini menjadikan potensi sumberdaya perikanan Teluk Ambon semakin meningkat dan melimpah. Berdasarkan kajian hasil penelitian populasi dan densitas ikan pelagis kecil di perairan Teluk Ambon sampai tahun 80-an, ternyata ikan teri umpan cukup berlimpah, tertangkap sepanjang tahun, bahkan sering dioperasikan

jaring redi sampai 3 kali semalam. Namun demikian, sejak akhir tahun 80-an populasi ikan pelagis kecil semakin berkurang, bahkan populasi ikan teri umpan yang masuk-keluar perairan teluk setiap tahun telah menghilang, yang dibuktikan dengan semakin rendahnya permintaan stok ikan umpan oleh armada penangkapan ikan tuna dan cakalang.

Menurut Sumadhiharga dan Yulianto (1983); Sumadhiharga (1985); dan Sumadhiharga (1992), jenis ikan teri yang melimpah hampir sepanjang tahun dan sering tertangkap dalam jumlah besar yaitu *S. heterolobus*, *S. divisi*, dan *S. buccaneeri*. Jenis *S. heterolobus* tertangkap hampir setiap bulan, *S. divisi* pada bulan November dan Desember di perairan Teluk Ambon Dalam yang cenderung bersalinitas rendah, dan *S. buccaneeri* tertangkap dalam jumlah besar pada bulan Oktober dan November di perairan Teluk Ambon Luar. Oleh karena itu dikatakan Sumadhiharga dan Yulianto (1983) bahwa *S. heterolobus* dan *S. divisi* merupakan spesies estuaris (neritik) dan *S. buccaneeri* adalah spesies oseanik.

Berdasarkan hasil survei hidroakustik, perkiraan densitas ikan pelagis kecil di perairan Laut Teluk Ambon meningkat pada musim Timur yaitu  $34,62 \text{ kg/m}^3$  dibandingkan musim Barat dan Peralihan (rerata:  $32,26 \text{ kg/m}^3$ ) dan potensi terbesar juga ditemui pada musim Timur yaitu  $63.968,76 \text{ ton/tahun}$  (rerata:  $60.174,89 \text{ ton/tahun}$ ). Hal ini menunjukkan bahwa sumberdaya ikan pelagis kecil perairan Teluk Ambon cukup tinggi karena mencapai 3,85% dari potensi total ikan pelagis kecil perairan Maluku ( $1.464.000 \text{ ton/tahun}$ ) dengan potensi lestari  $782.000 \text{ ton/tahun}$  (Amin *et al.*, 1990).

Berdasarkan data hasil tangkapan, upaya penangkapan, dan hasil tangkapan per unit upaya (CPUE), tingkat pengusahaan ikan pelagis kecil perairan Laut Banda sedang berkembang karena trend CPUE selama tahun 1991 sampai 1995 cenderung meningkat yaitu: 43,71 ton; 37,35 ton; 39,83 ton; 44,64 ton; dan 53,29 ton. Berdasarkan hasil analisis model Produksi Surplus, ternyata tingkat pengusahaan sumberdaya ikan pelagis kecil Laut Banda mencapai 30% (status "sedang berkembang") (Merta, dkk., 1998).

Hal ini memberikan gambaran bahwa tingkat pengelolaan perikanan pelagis kecil perairan Teluk Ambon masih berada pada kondisi sedang berkembang. Meskipun demikian, beberapa wilayah pengelolaan perikanan pelagis kecil di wilayah Tengah dan Barat Indonesia telah mengalami padat tangkap dan tangkap lebih, seperti kondisi padat tangkap di Selat Makassar (54%) serta tangkap lebih di perairan Selat Malaka (106%) dan Laut Jawa (130%).

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian di muka, dikemukakan kesimpulan sebagai berikut.

1. Jenis dan jumlah limbah yang dibuang ke dalam perairan Teluk Ambon yaitu: limbah cair domestik  $407.353,9 \text{ m}^3/\text{bulan}$  (rata-rata: 66 liter/orang/hari), limbah cair industri  $14.381,4 \text{ m}^3/\text{bulan}$ , dan limbah padat  $10,1 \text{ ton/bulan}$  (rata-rata: 0,7 kg/orang/hari). Jenis limbah yang berdampak negatif luas terhadap pencemaran perairan serta penurunan produksi ikan teri yaitu siltasi.
2. Pembuangan limbah dalam perairan teluk belum menimbulkan pencemaran berat artinya limbah hasil aktivitas manusia yang dibuang umumnya bersifat organik dan mudah terurai serta dalam jumlah relatif kecil. Hal ini terlihat dari kualitas parameter oseanografi biofisik-kimia yang umumnya masih memenuhi persyaratan Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut, kecuali kecerahan,  $\text{NO}_2^-$ , Hg, dan *red-tide* fitoplankton. Kelimpahan fitoplankton, potensi dan densitas ikan pelagis kecil, serta produksi ikan teri umpan pada musim Timur lebih tinggi dibandingkan musim Barat. Berdasarkan kisaran nilai rata-rata parameter oseanografi biofisik-kimia tersebut, perairan Teluk Ambon cukup layak untuk budi daya perikanan, tetapi harus dipertimbangkan keberlanjutannya pada musim Timur karena siltasi semakin meningkat dan telah terjadi *red-tide* fitoplankton yang dapat menimbulkan kematian

massal ikan termasuk hasil budidaya perikanan.

3. Jumlah limbah yang dibuang ke dalam laut serta perubahan sifat oseanografi biofisik-kimia perairan Teluk Ambon, ternyata tidak berpengaruh terhadap penurunan kelimpahan fitoplankton dan ikan pelagis kecil, serta produksi ikan teri. Kelimpahan fitoplankton dan ikan pelagis kecil pada musim Timur sangat tergantung pada keadaan alam yaitu proses *upwelling* di Laut Banda dan limpasan air permukaan yang membawa masuk nutrien ke dalam perairan teluk.

Berdasarkan kesimpulan di atas, dikemukakan saran sebagai berikut: perlu kebijakan pengendalian aktivitas manusia (penggunaan lahan atas) di pesisir teluk, pembuangan limbah cair industri, hidrokarbon dari industri PLTD dan Terminal Transit BBM yang berpotensi pencemaran; penyuluhan kesadaran lingkungan kepada penduduk untuk tidak membuang limbah ke dalam laut, serta diharuskan kepada setiap industri yang berpotensi menimbulkan pencemaran untuk mengolah limbah sebelum dibuang ke dalam laut; untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan teri sebagai stok ikan umpan potensial, diperlukan penerapan "sistem sasi" dalam pengelolaannya. Upaya peningkatan produksi ikan teri, harus ditempuh melalui peningkatan teknik penangkapan dan pengadaan alat tangkap yang efektif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anderson J.J. dan Sapulette, 1982. Deep Water Renewal in Ambon Bay, Indonesia. *Proc. Fourth Int. Coral Reef Symp.* Manila, pp: 369-373.
- APHA, AWWA, dan WPCF, 1980. Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater. *Public Health Association, American Water Association. Water Pollution Control Federation.* 15<sup>th</sup> Ed., pp: 388-399.
- Asean Institute Of Technology, 1979. Water Quality Modeling of the Cho Paya River Thailand. Thailand Bangkok.
- Bappeda Propinsi Maluku, 1996. Pengelolaan Wilayah Pesisir dan Laut Propinsi Maluku. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Teluk Ambon.* Pelaksana Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, Bappeda Dati I Maluku, dan Unpatti Ambon, 25 - 27 Juni 1996, pp: 154-164.
- Birowo S. dan A.G. Ilahude, 1977. On The Upwelling of The Eastern Indonesian Waters. *Papers Presented at the Pac. Scie. Congr.* Ottawa Canada. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta, pp: 71-80.
- Direktur Badan Meteorologi Geofisika Pusat Jakarta, 1997. Pengaruh *Elnino* terhadap Kondisi Iklim di Indonesia *dalam Dialog Meteorologi dan Geofisika Indonesia.* TVRI Stasiun Pusat Jakarta, 1997.
- Djunaedi A., 1999. Pengaruh Kualitas Air Baku Pada Produksi Air. *Manajemen Informasi Prasarana Perkotaan.* Program Magister Perencanaan Kota dan Desa Fakultas Arsitektur Universitas Gadjah Mada, pp.1-4.
- Edward 1987; 1988. Pengamatan Pendahuluan Kualitas Perairan Teluk Ambon dalam Teluk Ambon II. *Prosiding Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi.* Balitbang SDL P3O LIPI Ambon. Edisi 4-6, pp: 44-47.
- Fajar Naimah, 1993. Perlindungan Lingkungan Laut Akibat Pencemaran. *Buletin AMDAL* Edisi IV tahun III/1993, pp: 21-23.
- FAO 1974. Report to the Government of Indonesia of Survey for Bait and Skipjack Fishing. Based on the Work of Kawakami. FAO Rome, pp:1-5.
- Fardiaz S., 1992. Polusi Air dan Udara. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB Bogor. Penerbit Kanisius Yogyakarta.
- Hamzah M.S. dan L.F. Wenno, 1987. Sirkulasi Arus di Teluk Ambon. *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi.* Balitbang SDL P3O LIPI Ambon Edisi 3-8, pp: 91-101.
- Kompas 1997. Dampak Positif dari Dilepaskannya Karbon Dioksida. Tajuk Berita IPTEK.
- Harrison R.M., 1997. Pollution Causes, Effect and Control. Third Edition

- Springer Press. Berlin, New York, London, Tokyo, Hongkong, etc.
- Hawkes H.A., 1979. Invertebrates As Indicators of River Water Quality In James, A. And L. Evison, 1979. Biological Indicator of Water Quality. John Willey and Sons Press.
- Hermanto dan Suhartati, 1989. Transportasi Partikel Tanah serta Laju dan Stratifikasi Sedimen di Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Biologi, Perikanan, dan Oseanografi*. Sumadiharjo dan Birowo Eds. Balitbang SDL P30 LIPI Ambon, pp: 142-149.
- Hutagalung H.P., 1987. Mercury in the Water and Marine Organism in Angke Estuary, Jakarta Bay Indonesia. Asean Criteria and Monitoring Advances. *Marine Environmental Management and Human Health Protection*. Vol.39, pp:273-275.
- \_\_\_\_\_, 1989. Mercury and Cadmium Content in the Green Mussel From Onsur Water, Jakarta Bay. Asean Criteria and Monitoring Advances. *Marine Environmental Management and Human Health Protection*. Vol.42, pp: 814-819.
- \_\_\_\_\_, 1994. Heavy Metals Content in Sedimen of Jakarta Bay. Asean Criteria and Monitoring Advances. *Marine Environmental Management and Human Health Protection*. Vol.51, pp: 60-69.
- Hutagalung H.P. dan A. Rozak., 1997. Penentuan Kadar Oksigen Terlarut, Kebutuhan Oksigen Biologis, dan Kebutuhan Oksigen Kimiawi, Nitrit, Nitrat, dan Fosfat. Hutagalung, Setiapermana, dan Riyono Edt. *Metode Analisis Air Laut, Sedimen, dan Biota Buku II*. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta, 1997, pp: 33-58.
- Hynes H.B.N., 1974. The Biology of Polluted Waters. Liverpool University Press, London.
- Ilahude A.G., 1996. Kaji ARLINDO (Arus Lintas Indonesia) di Indonesia. *Orasi (Pidato) Ilmiah Pengukuhan Ahli Peneliti Utama Bidang Oseanografi Kimia*. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta, 5 September 1996, pp: 4-24.
- LON-LIPI, 1979. Dampak Limbah Air Panas PLTU terhadap Keragaman Jenis Ikan. *Laporan Survei Limbah Air Panas di PLTU Tanjung Priok*. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta, pp: 24-26.
- Menteri Negara LH. RI., 1996. Dampak Pembangunan Terhadap Sumberdaya Hayati Laut. *Laporan Akhir Evaluasi Kondisi Lingkungan Hidup di Indonesia*, tahu 1996.
- Merta I.G.S., S. Nurhakim, dan J. Widodo, 1998. Sumberdaya Perikanan Pelagis Kecil. *Jurnal Potensi dan Penyebaran Sumberdaya Ikan Laut di Perairan Indonesia*. Editor: Widodo, Azis, Priyono, Tampubolon, dan Djamali. Komisi Nasional Pengkajian Stok Sumberdaya Laut LIPI Jakarta, pp: 89-105.
- Miller J.R., 1991. Environmental Science: Sustaining the Earth. Third Edition. Wads-worth Publishing Company. A Division of Wadsworth, Inc. Belmont, California.
- Nanlohy A., 1996. Studi Tentang Distribusi Spasial dan Perubahan Musiman Kelimpahan Ikan Pelagis di Perairan Teluk Ambon. *Skripsi Fakultas Pasca-sarjana Institut Pertanian Bogor*, pp.135-136.
- Nontji A., 1975. Distribution on Chlorophylla in the Banda Sea by the end *Upwelling* Season. *Marine Resources Indonesia*. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta, Vol.4., pp: 25-42.
- \_\_\_\_\_, 1996. Status Kondisi Hidrologi, Sedimentasi, dan Biologi Perairan Teluk Ambon. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Teluk Ambon*. Kerjasama Balitbang SDL P30 LIPI Ambon, Bappeda Tk I. Maluku, dan Universitas Pattimura Ambon, 25 - 27 Juni 1996, pp: 1-6.
- Pickering K.T. dan L.A. Owen, 1997. An Introduction To Global Environmental Issues. Second Edition. Routledge Press. London and New York.
- Pillay T.V.R., 1992. Aquaculture and the Environment. Fishing News Books. Osney Mead. Oxford, England.
- Praseno D.P., 1998. Faktor-faktor dan Jenis Fitoplankton *Red-tide* serta Dampaknya terhadap Kualitas dan Kelestarian Sumberdaya Perairan, (konsultasi pribadi).
- Praseno D.P. dan Q. Adnan, 1994. *Red-tide* di Perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian*

- Oceanografi*. Puslitbang Oseanologi LIPI Jakarta. Edisi 1992/1993, pp: 138-145.
- Sahubawa L., 1997. Distribusi Jenis Aktivitas Manusia dan Limbah yang Dibuang ke dalam Perairan Teluk Ambon. *Survei Distribusi Aktivitas Manusia di Pesisir Teluk Ambon*, Mei - Juni 1997.
- Sahubawa L. dan M. Soisa, 1996. Identifikasi Jenis-jenis Aktivitas Manusia di Pesisir Teluk Ambon. *Survei Pendahuluan Daerah Penelitian*, Juli- Agustus 1996.
- Sumadhiharga K., 1983. Reproduksi Pengamatan Tiga Jenis Ikan Teri (*Stolephorus* spp.) di Perairan Teluk Ambon. *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Ekologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 67-74.
- \_\_\_\_\_, 1985. Pengamatan Biologi Ikan Umpan Teri (*Stolephorus* spp.) Hasil Tangkapan Nelayan di Perairan Laut Teluk Ambon. *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Ekologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 120-125.
- \_\_\_\_\_, 1992. Anchovy Fisheries and Ecology with Special Reference to the Reproductivities Biologi (*Stolephorus* spp.) In Ambon Bay, Molucos Indonesia. *Disertasi of the Agriculture Faculty, University of Tokyo* Jepang.
- \_\_\_\_\_, 1996. Kondisi Hidrooseanografi dan Pencemaran di Wilayah Perairan Teluk Ambon. Konsultasi Pengelolaan Sumberdaya Pesisir Teluk Ambon.
- Sumadhiharga K. dan K. Yulianto, 1983. Pengamatan Beberapa Aspek Biologi dan Permasalahan Perikanan Ikan Umpan di Teluk Ambon. *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 55-61.
- Sutomo 1980. Zooplankton pada Daerah Mangrove Teluk Ambon Dalam. *Symposium Biologi Nasional ke-4*, Surabaya, pp: 1-5.
- Sutomo dan S.A. Yusuf., 1975. Studi Pendahuluan Fluktuasi Harian Plakton di Teluk Ambon. *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi*. Puslitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 8-15.
- Tarigan Z., 1987. Penelitian Status Kualitas Kimia Perairan Laut Teluk Ambon dalam Seomardihardjo et al. (Eds.). *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 36-41.
- Tarigan S dan D. Sapulete, 1987. Perubahan Musiman Suhu Perairan Laut Teluk Ambon dalam Seomardihardjo et al. (Eds.). *Jurnal Biologi, Perikanan, Oseanografi, dan Geologi*. Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, pp: 42-49.
- UNDP/World Bank/Bappenas, 1995. Water Supply and Sanitation Sector Review. Strategy and Action Plan Preparation dalam Agenda 21 Indonesia. *Strategi Nasional Untuk Pembangunan Berkelanjutan*. Kantor Menteri Negara dan Lingkungan Hidup, Juli 1996, pp.11.1-11.26.
- US EPA, 1973. Water Quality Criteria. *Ecological Research*, Vol. II, New York, Los Angeles.
- Wouthuyzen S., W. Hutahehan, and H.P. Indarto, 1996. Pemantauan Indeks Vegetasi Pulau Ambon serta Kaitannya dengan Kondisi Lingkungan Perairan Teluk Ambon. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Pengelolaan Teluk Ambon*. Kerjasama Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, Bappeda Dati I Maluku, dan Unpatti, 25 - 27 Juni 1996, pp: 243-249.
- Wrytki, 1961. Physical Oceanography of The Southeast Asean Water. *Naga Report 2*, Scripps Inst. Oceanography California La Jolla.
- Yusuf S.A., T. Sidabutar, dan A. Sediadi, 1996. Kondisi Kesuburan Perairan Teluk Ambon Ditinjau dari Kandungan Klorofil Fitoplankton tahun 1985 dan 1995 dalam *Prosiding Semiloka Pengelolaan Teluk Ambon 1996*. Kerjasama Balitbang SDL P3O LIPI Ambon, Bappeda Dati I Maluku, dan Unpatti Ambon, pp. 29-37.