

KAJIAN PARAMETER KIMIA POSFAT DI PERAIRAN DANAU SENTANI BERWAWASAN LINGKUNGAN

Analysis of The chemistry Parameter Phospat in Sentani Lake Aquaculture Based Environmental

Auldry F. Walukow

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Cenderawasih Jayapura Papua
E-mail: auldrywalukow@yahoo.co.id

ABSTRACT

The Sentani Lake is located in Jayapura regency which at covered east Sentani, Sentani, and West Sentani districts. The Sentani Lake has problems. The first problem is high of erosion number 94,52 ton/ha/year that the value higher than value of erosi on tolerance number 25 ton/ha/year. Second problem is chemical pollution indicated by high concentration Cu (0,0201- 0,1081 mg/L) and Zn (0,21 - 0,36 mg/L) Those concentration are exceeds water quality standard that approve by government in PP 82 Tahun 2001 about management water quality and water pollution control. There for is needed research and management for sustainable of Sentani Lake. The aims of this research are 1) to analyze about the pollution load Sentani Lake, and 2) to analyze the assimilation capacity Sentani Lake aquaculture. The research method are survey and experiment. Results from a research showed that the load of pollution from river is obtained as follow (each in ton/month) is Pospat (ranges between 0,57 to 4,74). The assimilation capacity from lake is obtained as follow (in ton.month) is Pospat (1,40). The load of pollution are uper of the assimilation capacity.

Keywords: *the pollution load and the assimilation capacity*

ABSTRAK

Danau Sentani terletak di Kabupaten Jayapura yang meliputi Sentani Timur, Sentani, dan distrik Sentani Barat. Danau Sentani memiliki masalah. Masalah pertama adalah tingginya jumlah erosi 94,52 ton / ha / tahun yang nilai lebih tinggi dari nilai toleransi erosi pada jumlah 25 ton / ha / tahun. Masalah kedua adalah polusi kimia ditunjukkan oleh konsentrasi Cu tinggi (0,0201 - 0,1081 mg / L) dan Zn (0,21 - 0,36 mg / L) konsentrasi tersebut adalah air melebihi baku mutu yang disetujui oleh pemerintah dalam PP 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Untuk itu diperlukan penelitian dan manajemen berkelanjutan di Danau Sentani. Tujuan dari penelitian ini adalah 1) untuk menganalisis mengenai beban pencemaran Danau Sentani, dan 2) untuk menganalisis kapasitas asimilasi tumbuhan air di Danau Sentani. Metode penelitian adalah survei dan eksperimen. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa beban pencemaran dari sungai diperoleh sebagai berikut (masing-masing dalam ton / bulan) Pospat (berkisar antara 0,57 sampai 4,74). Kapasitas asimilasi dari danau diperoleh sebagai berikut (dalam ton.month) adalah Pospat (1,40). Beban pencemaran adalah uper dari kapasitas asimilasi.

Kata kunci: *beban pencemaran dan kapasitas asimilasi*

PENDAHULUAN

Danau Sentani terletak di propinsi Papua dan sebagian besar wilayahnya terletak di Kabupaten Jayapura yaitu Distrik Sentani Timur, Distrik Sentani dan Distrik Sentani Barat, dan sebagian kecil wilayahnya berada di Distrik Abepura Kota Jayapura. Danau ini memiliki luas sekitar 9630 ha dengan kedalaman rata-rata 52 m, dan terletak pada ketinggian 72 m di atas permukaan laut. Danau Sentani memanjang dari arah timur ke barat sepanjang 26,5 km, dengan lebar bervariasi antara 2 – 4 km disekitar selat Simpuro, dan lebar maksimum 24 km di bagian barat dan timur danau (Badjoeri dan Lukman, 1991).

Danau Sentani merupakan danau yang unik dibandingkan dengan danau – danau lain di Indonesia adalah danau ini memiliki selain jenis – jenis ikan air tawar juga memiliki jenis – jenis ikan air laut seperti ikan hiu gergaji (*Pristis microdon*), ikan belanak (*Mugil cephalus*), belut (*Anguilla australis*) dan lain – lain (Lukman, 1991 dalam Sulastri dan Fachmijany, 1996). Namun demikian jenis ikan hiu gergaji saat ini sudah tidak ditemukan lagi atau punah. Permasalahan lain yang muncul di sekitar Danau Sentani adalah tingginya erosi dan tingginya pencemaran karena limbah rumah tangga dan industri menyebabkan kualitas air Danau Sentani telah melebihi Baku Mutu untuk zat – zat tertentu, seperti tembaga dan Zink yang nilainya melebihi baku mutu yang ditetapkan pemerintah melalui PP 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air (PU, 2007).

Erosi dan sedimentasi yang sangat tinggi disebabkan oleh sifat tanah di DAS Sentani yang pada umumnya terdiri dari jenis tanah yang peka erosi, curah hujan yang tinggi dan kondisi geografi seperti kemiringan lereng yang melebihi 5%. Masalah utama hidrologi

di sungai Sentani adalah terjadinya banjir, keruh setiap hari dan sungai kering pada musim kemarau. Banjir terjadi pada setiap musim hujan dan merupakan ancaman bagi berbagai aktifitas masyarakat.

Menurut BPDAS, 2005 faktor utama penyebab banjir di DAS Sentani adalah hilangnya sebagian besar vegetasi/ hutan penutup lahan, akibat dari perladangan berpindah di bagian hulu sungai sehingga daya resap air ke dalam tanah menjadi lebih kecil. Kapasitas infiltrasi yang kecil ini akan menyebabkan aliran permukaan (*run off*) menjadi lebih besar. Dalam kondisi DAS seperti ini, maka banjir akan segera terjadi pada saat curah hujan tinggi. Selain itu, pada musim kemarau terdapat beberapa sungai yang pada tahun 1970-an mengalir sepanjang tahun tapi sekarang menjadi kering. Lahan kritis di DAS Sentani dari tahun ke tahun cenderung menunjukkan peningkatan yang cukup besar. Pertambahan luas lahan kritis ini disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain penebangan pohon hutan yang tidak terkendali. Selain itu disebabkan oleh faktor sosial ekonomi masyarakat, perladangan berpindah yang masih bersifat tradisional dan terjadinya kebakaran hutan pada musim kemarau. Apabila tidak dilakukan upaya-upaya serius dalam penanggulangan lahan kritis ini maka pada akhirnya akan berdampak pada kerusakan kondisi lingkungan secara keseluruhan. Luas lahan kritis di DAS Sentani pada tahun 2005 adalah 21.292 ha atau sekitar 26 % dari total DAS.

Permasalahan tersebut di atas akan mengancam pengembangan potensi Danau Sentani. Adapun berbagai Potensi Danau Sentani berupa: (1) Potensi untuk memenuhi kebutuhan air domestik dan industri yang berada di sekitar danau, melalui SPAM (Sistem Penyediaan Air Minum); (2) Potensi air danau untuk keperluan irigasi bagi areal pertanian; (3)

Potensi air untuk Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) bagi masyarakat sekitar danau; (4) Potensi pengembangan usaha di bidang perikanan; (5) Keindahan Danau sentani dan panoramanya dapat dimanfaatkan untuk Ekowisata; dan (6) Potensi tempat sarana transportasi air. Gubernur provinsi Papua pada tanggal 19-21 Juli 2008 telah mencanangkan Festival Danau Sentani sebagai awal promosi wisata Danau. Dalam rangka promosi wisata danau dan membuka isolasi daerah sekitar danau maka PEMDA telah melakukan studi untuk membangun jalan lingkar danau dan rencana pembangunan kawasan kota Baru di sekitar Danau Sentani.

Berdasarkan permasalahan dan potensi Danau Sentani tersebut di atas maka dibutuhkan strategi pengelolaan dan Peran Lembaga serta pengembangan kelembagaan Danau Sentani sehingga danau tetap lestari yaitu mendukung fungsi ekologi, sosial dan ekonomi. Mengacu pada pemikiran di atas, maka penelitian tentang Kajian Parameter Kimia Posfat di Perairan Danau Sentani Berwawasan Lingkungan ini dilakukan untuk menemukan model pengelolaan Danau sentani yang berkelanjutan. Berdasarkan pemikiran ini, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan: (1) Menganalisis beban pencemaran Posfat di Danau Sentani; dan (2) Menganalisis kapasitas asimilasi perairan Danau Sentani. Manfaat penelitian ini adalah 1) untuk memberikan suatu masukan bagi para pengambil kebijakan dibidang pengelolaan danau, sehingga dapat mengambil kebijakan secara cepat, tepat dan akurat dalam menangani pencemaran posfat sehingga tidak terjadi gejala eutrofikasi yang dapat membawa kematian ikan masal, 2) dari segi ilmu geografi dengan analisis beban pencemaran dapat diketahui laju pendangkalan perairan yang merubah bentang alam.

Menurut Dahuri (2003) bahwa berbagai kegiatan yang menyebabkan erosi tanah,

seperti penebangan hutan, pembukaan jalan dan pembukaan lahan pertanian yang tidak disertai terasering dapat menyebabkan kandungan sedimen pada aliran permukaan (surface run off) meningkat. Sedimen tersebut akan masuk ke badan-badan sungai dan akhirnya bermuara ke wilayah pesisir dan laut. Fosfat bersama partikel-partikel padatan halus yang lain dapat merusak air (Sartohadi, *et al.*, 2005). Sedimen yang berasal dari lahan yang mengandung nitrogen dan posfat tinggi dapat menimbulkan eutrofikasi. Unsur posfat tersebut terikat kuat dengan partikel tanah, sehingga biasanya konsentrasinya lebih tinggi pada sedimen tanah. Eutrofikasi adalah gejala pengayaan unsur hara Posfat dan Nitrogen yang dapat menimbulkan akibat negatif bagi sumber daya perairan. Selain itu beban pencemaran posfat dan nitrogen yang tinggi dapat mengubah sistem perairan menjadi daratan (gosong, pulau – pulau baru) seperti yang terjadi di kawasan pantai selatan Irian Jaya dan di Kawasan Segara Anakan. Di Segara Anakan, beban pencemaran yang memasuki laguna mencapai 10 juta ton per tahun, sedangkan yang mengendap 2,63 juta ton pertahun.

METODE PENELITIAN

Penelitian berlangsung mulai bulan Juli 2007 sampai Desember 2007. Pengambilan sampel pada tanggal 20 September 2007 dimulai dari jam 07.25 WIT sampai 13.55 WIT dengan kondisi cuaca cerah. Masing – masing lokasi sampling atau stasiun pengamatan dilakukan tiga kali ulangan atau tiga titik sampling sehingga totalnya adalah 18 titik sampling. Pengambilan contoh air menggunakan perahu motor tempel. Parameter yang diukur meliputi parameter fisika dan kimia (Tabel 1)

Di muara sungai, dilakukan pengambilan sampel pada masing– masing sungai dan

dilakukan 3 kali ulangan. Di lokasi danau, penelitian diawali dengan penentuan lokasi pengambilan sampel dengan memper-timbangkan dapat mewakili aktivitas di daratan, dan aktivitas di perairan yaitu adanya aktivitas cucian mobil di sungai, penambangan galian C dan emas, pemukiman padat di luar danau dan di atas danau, erosi lahan, jalur transportasi air dan stasiun pantai danau, aktivitas konversi lahan di hulu, dan PLTD. Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan botol sampel di empat wilayah Danau Sentani yaitu Asey Kecil, Asey Besar, Yabaso, Babrongko, Yahim dan Ifale dengan tehnik sampel campuran (*composite sample*). Asey Kecil terletak di Distrik Abepura dengan posisi lokasi sampling 02°35'438''LS dan 140°36'982''BT. Asey Kecil mewakili inlet sungai Jembatan Dua dan juga mewakili pemukiman pada Desa Yoka dan Waena, aktivitas penambangan emas di hulu, PLTD dan cucian mobil di sungai ini. Asey Besar terletak di Distrik Sentani Timur dengan lokasi sampling 02°35'791''LS dan 140°36'866''BT. Asey Besar mewakili pemukiman di Desa Netar, Desa Kampung Harapan, Desa Ayapo dan

Kampung Tanjung Elmo yang berada di dekat Danau. Yabaso dan Yahim terletak di Distrik Sentani dengan posisi lokasi sampling 02°35'5531''LS dan 140°31'696''BT. Yabaso, Ifale dan Yahim mewakili aktivitas pemukiman padat di Sentani, penambangan galian C di Sungai Flafouw, Bandar udara Sentani dan Dermaga tranportasi danau di Yahim. Ifale juga mewakili penambangan galian C di Sungai Belo. Lokasi sampling untuk Ifale 02°36'093''LS dan 140°34'275''BT. Babrongko terletak di Distrik Sentani dengan posisi lokasi sampling 02°36'055''LS dan 140°31'009''BT. Babrongko mewakili aktivitas penambangan galian C sungai Warno dan pemukiman padat di Sentani. Sungai dan daratan di desa tersebut dilakukan penambangan galian C dan terjadi erosi lahan. Lokasi sampling dipilih/ditentukan secara sengaja (*purposive sampling*). Penentuan empat lokasi sampling ini didasarkan pada 1) tujuan pengambilan sampel, 2) jenis sumber air yang akan disampel, 3) pola aliran air yang akan disampel dan 4) pola aliran air badan air yang akan disampel, khususnya air permukaan. Posisi (lintang – bujur) lokasi sampling atau masing–masing stasiun

Tabel 1. Parameter Fisika - Kimia

No	Parameter	Satuan	Alat	Metode
Fisika:				
1	Suhu	°C	Termometer Hg	In situ
2	Kecerahan	M	Secchi disk	Penetrasi cahaya, In situ
Kimia:				
3	pH	-	pH meter	Potensiometrik, In situ
4	DO	mg/l	Peralatan titrasi/DO meter	Titration Winkler, Laboratorium /In situ
5	PO_4^{3-}	mg/l	Peralatan titrasi	Titration, Laboratorium

Sumber: hasil analisis

pengamatan ditentukan dengan menggunakan GPS (*Global Positioning System*)

Perhitungan Beban Pencemaran

Beban pencemaran fungsinya untuk mengetahui total konsentrasi parameter kimia – fisika yang masuk ke badan air dalam ton/bulan, contohnya parameter posfat. Analisis beban pencemaran dilakukan dengan perhitungan langsung di muara–muara sungai yang menuju Danau Sentani. Cara perhitungan beban pencemaran didasarkan pada pengukuran debit sungai dan konsentrasi limbah di muara sungai – sungai yang menuju ke Danau Sentani berdasarkan model berikut:

$$BP = QC \text{ ----- (1a)}$$

(Chapra 1983)

$$BP = \sum Q_i \times C_i \times 3600 \times 24 \times 30 \times 1 \times 10^{-6} \text{ ----- (1b)}$$

BP = Beban pencemaran yang berasal dari sungai (ton/bulan)

Q_i = Debit sungai ke-i ($m^3/detik$)

C_i = Konsentrasi limbah parameter ke-i (mg/l)

Pengukuran Kapasitas Asimilasi

Fungsi kapasitas asimilasi adalah untuk mengetahui kapasitas maksimum dari parameter fisika-kimia yang diperbolehkan masuk ke badan air dan apabila telah melebihi angka kapasitas asimilasi berarti telah terjadi penurunan kualitas perairan, contohnya kapasitas asimilasi pospat. Kapasitas asimilasi adalah kemampuan air atau sumber air dalam menerima pencemaran limbah tanpa menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air yang ditetapkan sesuai peruntukannya. Jadi jika nilai beban pencemaran berada di atas nilai kapasitas asimilasi maka daya dukung perairan tersebut telah menurun. Nilai kapasitas asimilasi didapatkan dengan cara

membuat grafik hubungan antara nilai parameter kualitas air di perairan danau dengan total beban pencemaran parameter tersebut di muara sungai. Titik perpotongan dengan nilai baku mutu yang berlaku untuk setiap parameter disebut sebagai nilai kapasitas asimilasi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pencemaran di muara sungai secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

$$y = f(x) \text{ ----- (2)}$$

Secara matematis persamaan regresi linier dapat dituliskan :

$$y = a + bx \text{ ----- (3)}$$

x = nilai parameter di muara sungai

y = nilai parameter di perairan danau

a = nilai tengah/rataan umum

b = koefisien regresi untuk parameter di sungai

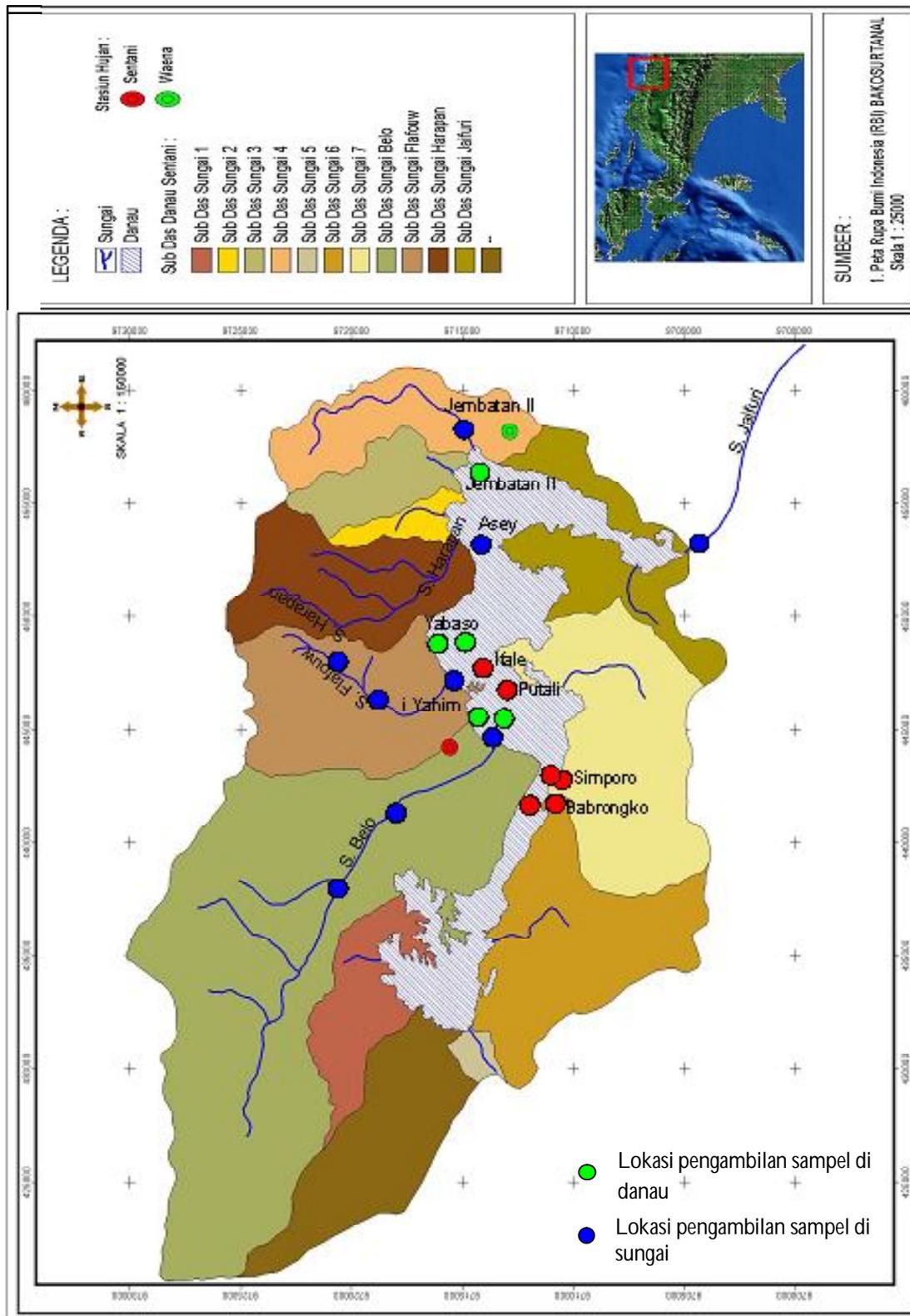
Adapun lokasi pengambilan sampel seperti tertera pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analisis Beban Pencemaran

Beban pencemaran yang diamati adalah beban pencemaran mulai dari tahun 2005-2007 pada masing–masing sungai (Tabel 2). Sungai yang dimaksud adalah: Sungai Jembatan II, Sungai Flavouw, Sungai Warno dan Sungai Belo. Konsentrasi Baku Mutu pada Tabel 2 mengacu pada PP 82 Tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air

Pada tahun 2007 sungai Jembatan II memberikan kontribusi beban pencemaran Pospat terbesar sebesar 1,7 ton/bulan. Tabel 2 adalah nilai total beban pencemaran pada masing – masing sungai dan beban pencemaran masing – masing parameter



Sumber: hasil analisis

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Air di Danau Sentani dan Sungai

dari tahun 2005 sampai 2007. Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan jumlah beban pencemaran posfat di masing-masing muara sungai pada tahun 2007 yang berkaitan juga dengan meningkatnya Pospat di danau Sentani. Hal ini disebabkan oleh karena telah terjadi banjir pada tahun tersebut, sehingga mengakibatkan jembatan rusak dan abrasi di sempadan sungai (Tabel 3) dan Gambar 2.

Hasil Analisis Kapasitas Asimilasi

Hasil analisis kapasitas asimilasi dapat dilihat dari regresi hubungan antara beban pencemaran dan konsentrasi bahan pencemar, yang ditampilkan pada (Gambar 3).

Hasil perpotongan garis regresi dengan garis baku mutu menghasilkan perpotongan kapasitas asimilasi sebesar 1,401685 ton/bulan. Kapasitas asimilasi untuk PO_4^{3-} ini ditentukan dengan menggunakan persamaan regresi $y = 0,0762x + 0,0862$, dimana ($P\text{-value} = 0,020 < \alpha = 0,05$), *mean square error* (MSE) atau varian residual (s^2) sebesar 0,000014 dan standar deviasi (s) 0,0037 yang berarti ada kesesuaian model regresi dengan data yang ada (signifikan). Nilai koefisien determinasi model regresi ($R^2 = 99,9\%$) artinya 99,9% variasi sampel konsentrasi dijelaskan oleh beban. Dari Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa kondisi perairan Danau Sentani belum tercemar dengan parameter karena masih di bawah nilai kapasitas asimilasinya.

Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat. Posfat merupakan fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh – tumbuhan (Dugan 1972 dalam Effendi 2003). Pada kerak bumi keberadaan fosfor relatif sedikit dan mudah mengendap.

Fosfor banyak digunakan sebagai pupuk, sabun atau detergen, bahan industri keramik, minyak pelumas, produk minuman dan makanan, katalis dan sebagainya. Protein dan zat – zat organik lainnya mengandung posfor. Dalam ekosistem air, posfor terdapat dalam tiga bentuk, yakni senyawa posfor anorganik seperti ortofosfat, senyawa organik dalam protoplasma, dan senyawa organik terlarut yang terbentuk karena kotoran atau tubuh organisme yang mengurai. Air biasanya mengandung posfat anorganik terlarut. Fitoplankton dan tumbuhan air lainnya akan mengabsorpsi posfat ini dan membentuk senyawa, misalnya adenosine triposfat ATP. Herbivora yang memakan tumbuhan tersebut akan mendapat posfor tersebut. Jika tumbuhan dan hewan tersebut mati maka bakteri pengurai akan mengembalikan posfor itu ke dalam air sebagai zat organik terlarut. Demikian pula dengan kotoran sisa metabolisme hidup di mana akhirnya bakteri menguraikan senyawa organik itu menjadi posfor. Posfor memasuki air melalui berbagai jalur : kotoran, limbah, sisa pertanian, kotoran hewan, dan sisa tumbuhan dan hewan yang mati (Kristanto, 2002). Keberadaan fosfor secara berlebihan yang disertai dengan keberadaan nitrogen dapat menstimulus ledakan pertumbuhan algae di perairan (*algae bloom*). Peningkatan total beban sumber pencemar akan mempengaruhi meningkatnya beban pencemaran. Hasil simulasi menunjukkan beban pencemaran meningkat dari 0,20 ton menjadi 44.456,13 ton. Beban pencemaran pada periode 2002 - 2006 meningkat dari 0,20 ton menjadi 0,98 ton, nilai ini masih di bawah nilai kapasitas asimilasi yaitu 1,4 ton. Artinya pada periode 2002-2006 air Danau Sentani masih mampu menerima pencemaran limbah yang masuk tanpa terjadi penurunan kualitas air yang

Tabel 2. Beban Pencemaran di Masing – Masing Sungai

Sungai	Parameter	Satuan	Baku mutu	2005	2006	2007
Jembatan II	Posfat	mg/L	0,2	0,2592	0,186824	1,71072
Flafouw	Posfat	mg/L	0,2	0,20736	0,05184	1,19232
Warno	Posfat	mg/L	0,2	0,098496	0,00324	0,186624
Belo	Posfat	mg/L	0,2	0,0046656	0,03888	1,648512
Total Beban Pencemaran	Posfat	mg/L	0,2	0.5697216	0.2807840	4.7381760

Sumber: Hasil Analisis Rekayasa model Pengelolaan Danau Terpadu Berwawasan Lingkungan (2010)

Tabel 3. Kerusakan Sarana dan Prasana Akibat Banjir di Wilayah Distrik Sentani Tahun 2007

No	Jenis Saran/prasarana	Jumlah	Lokasi	Jenis Kerusakan
1.	Jembatan Utama	2 buah	- Jembatan Flavouw	25 meter patah
			- Jembatan kali belo	25 meter patah
2.	Jalur Alternatif		- kali komba	30 meter rusak
			- Jembatan lingkar utara	Ambruk
3.	Jalan Lingkar Utara		- Jalan di Sereh	200 meter rusak
			- Jalan ifar Gunung	500 meter rusak
			- Talud depan Polsek	50 meter roboh
			- Pipa PDAM	850m.rusak/hanyut
4.	Gedung Kantor	10 buah	- Kantor Dispenda	Tergenang dengan
			- Yonif 751/BS	ketinggian antara 1 –
			- Panti asuhan	1,5 meter
			- Sekolah	
5.	Perumahan	1410 buah	- Rumah penduduk	Terendam
		41 buah	- Rumah penduduk	Rusak / hanyut
		63 buah	- Rumah penduduk	Rusak berat
		45 buah	- Rusah penduduk	Rusak sedang

Sumber: Tim Inventaris Kerugian Akibat Banjir di Sentani dalam Bapedalda Kabupaten Jayapura 2007

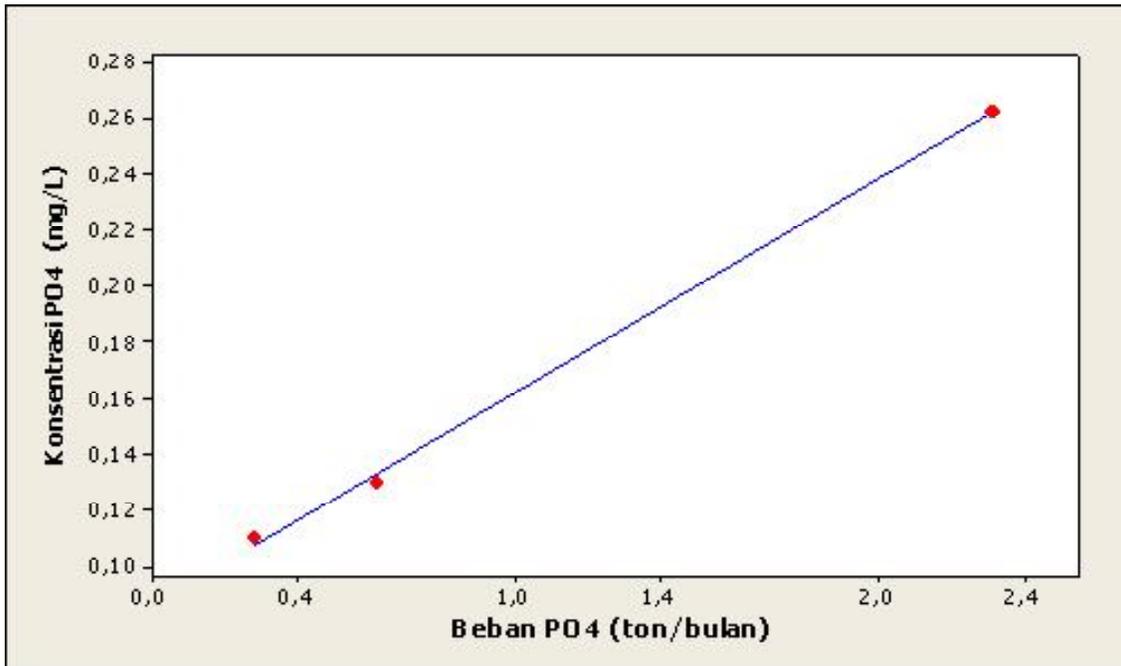


Sumber: hasil analisis

Gambar 2a. Pelebaran pada alur sungai akibat Banjir dan erosi



Gambar 2b. Kerusakan jembatan akibat Banjir dan erosi



Sumber: hasil analisis

Gambar 3. Analisis Regresi Antara Beban Pencemar PO₄ Di Muara Sungai dengan Konsentrasi PO₄ di Perairan Danau Sentani tahun 2005 – 2007

ditetapkan sesuai peruntukannya. Namun nilai beban pencemaran terus meningkat melebihi nilai kapasitas asimilasi pada periode 2007 sampai akhir simulasi yaitu dari 1,57 ton menjadi 44.456,13 ton, kondisi ini dikhawatirkan akan mengganggu keseimbangan ekologi Danau Sentani. Keadaan ini menunjukkan ada perubahan lingkungan di perairan tersebut dan ini menandakan perairan tersebut menunjukkan adanya peningkatan kesuburan perairan (eutrofikasi). planktonFitoplankton dalam masa pertumbuhannya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti ketersediaan vitamin dan nutrien, terutama nitrogen dan fosfor. Namun, jika kadar nitrogen dan fosfor hadir dalam jumlah yang berlebihan, hal itu dapat menyebabkan pertumbuhan fitoplankton yang luar biasa, yang diistilahkan dengan eutrofikasi. Dalam kondisi normal, jumlah individu berbagai spesies fitoplankton hadir dalam kondisi seimbang dalam komunitas. Namun pada saat terjadi ledakan populasi (*blooming*), sebagian besar spesies komunitas fitoplankton musnah dan kemudian diganti oleh jenis yang tidak diinginkan serta memiliki jumlah individu yang sangat besar. Fenomena *red tides* merupakan salah satu contoh kasus berbahaya bagi komunitas ikan (Dahuri, 2003). Adapun data biologi di Danau Sentani (Tabel 4).

Jenis plankton di Danau Sentani diidentifikasi sekitar 16 genera dan 7 genera diantaranya berupa zooplankton. Kepadatan plankton di Danau Sentani mencapai sekitar 970 – 1.730 individu/Liter, seperti ditunjukkan pada Tabel 5.

Berdasarkan kelimpahan plankton dan produktifitas primernya, menurut klasifikasi Lander (Suwignyo 1983 *dalam* PU 2007) dan (Purnomo *et al.* 1993 *dalam* PU 2007), Danau Sentani dapat digolongkan dalam perairan eutrof, dan menurut rumus Almazan and Boyd (1978) *dalam* PU (2007), potensi perikanan dipikirkan dapat mencapai 176 – 194 kg/Ha/tahun atau sekitar 1.647 – 1.816 ton/tahun.

Menurut Lukman (2005), komposisi plankton yang terdapat di Danau Sentani sebanyak 75 genera plankton yang terdiri dari 49 genera fitoplankton, dan 26 genera zooplankton. Rata – rata komposisi plankton 34 % kelas Chlorophyceae dan 12 % kelas Cyanophyceae.

Danau Sentani dengan warnanya yang menghihau menunjukkan adanya fitoplankton yang tumbuh yang berarti tersedia orthoposfat bagi pertumbuhan plankton (Lukman, 1991). Hal ini kemungkinan yang merupakan salah satu penyebab kematian ikan atau punahnya ikan di Danau Sentani. Menurut Van Peel (1958) dalam Lukman

Tabel 4. Data Biologi di Perairan Danau Sentani

No	Jenis	Jumlah Rata - rata
1	Klorofil-a	0,003 11,569 mg/m ³
2	Biomassa Fitoplankton	0,201 – 775,123 mg/l klorofil-a
3	Produktivitas primer	0,002 – 0,142 g/m ³ /jam
4	Potensi produksi (klorofil –a)	2,106 -239,936 kg/ha/th
5	Potensi produksi (produktivitas primer)	246,724 – 953,755 kg/ha/th

Sumber: Lukman, 2005

(1991) sering terjadi kematian ikan masal dengan munculnya alga/plankton atau tepatnya peledakan *Microcystis aeruginosa*. Kematian ikan tersebut biasanya terjadi pada bulan – bulan November, Desember dan Januari, terutam di wilyah perairan yang tenang. Mungkin kondisi ini juga yang menjadi salah satu penyebab punahnya ikan Hiu Gergaji (*Pristis microdon*), dimana hasil wawancara penulis pada tahun 2009 bahwa ikan Hiu Gergaji sudah tidak ditemukan lagi.

Selain aktivitas tangkapan, penyebab punahnya beberapa jenis ikan kemungkinan disebabkan oleh pencemaran. Data menunjukkan bahwa jenis ikan yang ditemukan di Danau Sentani 29 spesis (Umar *et al.* 2005) dan menurut Renyaan *dalam* Bapedalda (2004) dan PU (2007) sebanyak 37 spesis. Namun berdasarkan wawancara dengan masyarakat, ikan Hiu Gergaji (*Pristis microdon*) telah punah atau tidak ditemukan

lagi. Adapun beberapa jenis ikan yang hidup di Danau Sentani (Tabel 6).

Tumbuhan air jenis *Hydrilla verticillata*; *Eichornia crassipes*; *Ceratophyllum demersum* tumbuh subur pada bagian pesisir danau hingga 50 m dari peisir danau dan diperkirakan tumbuhan air telah menutupi permukaan danau mencapai 30%. Keadaan ini dapat menimbulkan pen-dangkalan danau. Tingginya tumbuhan air diperairan, menandakan tingkat kesuburan-nya tinggi atau eutrofik (Lukman 2005). Peningkatan kesuburan tumbuhan air ini sangat berkaitan dengan tingginya pospat. Adapun jenis tumbuhan air yang ada di Danau Sentani dapat dilihat pada Tabel 7.

Beban pencemaran terus meningkat dari tahun ke tahun. Beban pencemaran yang terus meningkat mengakibatkan daya dukung Danau Sentani semakin menurun. Daya dukung danau dapat dijelaskan berdasarkan nilai kapasitas asimilasi.

Tabel 5. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton Danau Sentani

No.	Kelompok	Kelimpahan Komunitas Plankton (jml individu/Liter)								
		Ajau		Ajapo		Boraway				
	Fitoplankton	910	-	1255	780	-	1065	590	-	775
1	Cyanophyceae	400	-	500	240	-	250	100	-	200
2	Chlorophyceae	300	-	400	350	-	450	300	-	320
3	Bacillaophyceae	180	-	300	180	-	310	180	-	200
4	Dinophyceae	30	-	55	10	-	55	10	-	55
	Zooplankton	255	-	475	305	-	565	380	-	565
1	Protozoa	55	-	125	125	-	200	180	-	200
2	Ratifera	200	-	300	180	-	350	200	-	350
3	Cladocera	0	-	30	0	-	10	0	-	10
4	Copepoda	0	-	20	0	-	5	0	-	5
	Total	1165	-	1730	1085	-	1630	970	-	1340

Sumber: Studi dan detail desain pengembangan Danau Sentani, 2002

Tabel 6. Jenis Ikan yang Hidup di Danau Sentani

No.	Jenis	
1	<i>Hemipimelodus velutinus</i>	Ikan seli/ sembilang
2	<i>Noesilurus novae guineae</i>	Holiya
3	<i>Oxyeleotris lineolatus</i>	Humen/Gabus
	<i>Ophiocara aporos</i>	
	<i>Pogonelcotris microps</i>	
	<i>Glossogobius giurus</i>	
	<i>Bunaka herwedeni</i>	
4	<i>Apogon wichmani</i>	Gete-gete
	<i>Apogon beauforti</i>	
5	<i>Chilaterinna Sentaniensis weber</i>	Kaskado/hewu
	<i>Glossolepsis indicus</i>	
6	<i>Anguilla australis</i>	Kehilo
7	<i>Pristis microdon</i>	Hiu gergaji
8	<i>Carranx stellatus</i>	Bara
	<i>Carranx ignobilis</i>	
9	<i>Mugil cephalus</i>	Kaijoko/belanak
	<i>Megalops cyprinoids</i>	
	<i>Lutjanus sp.</i>	
10	<i>Chanos chanos</i>	Bandeng
11	<i>Cuprinus carpio</i>	Ikan mas
12	<i>Puntius gonionotus</i>	Tawes
13	<i>Puntius orphoides</i>	Mata merah
14	<i>Helostoma temmincki</i>	Tambakan
15	<i>Trichogaster pectoralis</i>	Sepat siam
16	<i>Osphronemus goramy</i>	Gurame
17	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Mujaer
18	<i>Oreochromis niloticus</i>	Nila
19	<i>Clanas batracus</i>	Lele
20	<i>Osteochilus hasseltii</i>	Nilem

Sumber: Studi dan detail desain pengembangan Danau Sentani,(2002) dalam PU (2007)

Apabila nilainya berada di bawah nilai kapasitas asimilasi berarti perairan danau masih memenuhi daya dukung. Demikian pula bila terjadi sebaliknya. Nilai beban pencemaran yang berada di bawah nilai kapasitas asimilasi berarti bahwa dalam rentang waktu tertentu air Danau Sentani masih mampu menerima pencemaran limbah yang masuk tanpa terjadi penurunan kualitas air yang ditetapkan sesuai peruntukannya. Hal ini disebabkan oleh air memiliki kemampuan *self purification* atau kemampuan pulih alamiahnya. Beban limbah yang masuk ke perairan hendaknya tidak melebihi daya asimilasi ekosistem sehingga kemampuan pulih alaminya (*self purification*) dapat berlangsung secara optimal (Dahuri 2003). Konsentrasi polutan yang masuk ke perairan

mengalami tiga macam fenomena, yaitu pengenceran (*dilution*), penyebaran (*dispersion*), dan reaksi penguraian (*decay or reaction*). Oleh sebab itu dibutuhkan penanganan terhadap sumber pencemar melalui intervensi kebijakan dan penguatan kelembagaan.

Berdasarkan keadaan tersebut dapat dinyatakan bahwa pencemaran yang terjadi di perairan Danau Sentani kemungkinan disebabkan oleh banjir (Tabel 3) dan erosi tanah. Banjir tersebut mengangkut semua limbah ke Danau Sentani seperti limbah domestik (limbah organik), limbah industri (limbah anorganik) maupun dari erosi tanah. Penelitian ini memperkuat simpulan Mustafa *et al* (2008) dan Dahuri (2003) bahwa faktor sumber pencemar perairan adalah limbah domestik (perkotaan) (*domestic*

Tabel 7. Jenis Tumbuhan Air yang Ada di Danau Sentani

Nama Lokal	Nama Ilmiah
Eceng gondok	<i>Eichornia crassipers</i>
Kayu apu	<i>Pistia stratiotes</i>
Gulma itik	<i>Lemna pespussila</i>
Lumut air	<i>Hydrilla verticillata</i>
Rumput ikan	<i>Potamogeton malainus</i>
Ganggang hijau-biru	<i>Algae</i>
Teratai	<i>Nymphaeae pubescens</i>
Bakoan, jukut	<i>Pulehrus</i>
Peperetan	<i>Elodea canadensis</i>
Tasbih	<i>Ceraptophyllum demersum</i>
Wewejan	<i>Myriophyllum</i>
Rumput pita	<i>Vallisneria americana</i>
Kangkung air	<i>Ipomoea aquatica forst</i>
Keladi Air	<i>Cryptocorine ciliate</i>

Sumber: Studi dan detail Desain Pengembangan Danau Sentani, (2002) dalam PU (2007)

–urban wastes), limbah cair perkotaan (*urban stormwater*), limbah cair pemukiman (*sewage*) pertambangan, limbah industri (*industrial wastes*), limbah pertanian (*agriculture wastes*), limbah perikanan budidaya dan air limbah pelayaran (*shipping waste water*). Sedangkan bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah dari ketujuh sumber tersebut berupa sediment, unsur hara (*nutrient*), logam beracun (*toxic metal*), pestisida, organisme eksotik, organisme patogen, sampah dan *oxygen depleting substance* (bahan yang menyebabkan oksigen terlarut dalam air berkurang).

KESIMPULAN DAN SARAN

Tingginya nilai pospat menggambarkan perairan Danau Sentani sangat dipengaruhi oleh banjir dan erosi. Nilai beban pencemaran Pospat terus meningkat melebihi nilai kapasitas asimilasi pada

periode 2007, kondisi ini dikhawatirkan akan mengganggu keseimbangan ekologi Danau Sentani. Salah satu upaya pengurangan total sumber pencemar adalah melalui intervensi fungsional dengan cara penurunan pertumbuhan penduduk.

UCAPAN TERIMA KASIH

1. Artikel ini merupakan bagian dari disertasi dalam penyelesaian studi Program Doktor AFW pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan - Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, dengan Komisi Pembimbing Dr Ir Djokosetiyanto, DEA, Dr Ir Kholil, MKom dan Prof Dr Ir Dedi Soedharma, DEA.
2. Pengelola Jurnal Forum Geografi yang telah memberi kesempatan kepada penulis untuk menulis dalam jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas RK, Choudhury K, and Kampa E. (2001). *Protecting Water Resources: Pollution Prevention*. Secretariat of the International Conference on Freshwater. Bonn.
- Bapedalda. (2007). *Kajian Dampak Lingkungan Hidup Kabupaten Jayapura*, Bapedalda Kabupaten Jayapura.
- BP DAS. (2005). *Rencana Teknik Lapangan Rehabilitasi dan Konservasi Tanah DAS Sentani*. BP DAS. Jayapura.
- Chapra SC, dan Reckhow K.H. (1983). *Engineering Approaches For Lake Management*. Butterworth Publishers. Boston - London
- Dahuri R. (2003). *Keanekaragaman Hayati Laut Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Efendi H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta.

- Guo HC, Liu L, Huang GH, Fuller GA, Zou R., and Yin YY. (2001). A System dynamics approach for regional environmental planning and management : A study for the Lake Erhai Basin. *Journal Environmental Management* 61, 93 – 111.
- Goldar B dan Banerjee N. (2004). Impact of informal regulation of pollution on water quality in rivers in India. *Journal Environmental Management* 73:117-130.
- Kristanto P. (2002). *Ekologi Industri*. Andi. Yogyakarta
- Lukman dan Fauzi. (1991). *Laporan Pra Survei Danau Sentani Irian Jaya, dan wilayah sekitarnya*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Limnologi LIPI. Bogor.
- Mustafa G, Kashmiri MA, Shahzad A, Mumtaz MW, and Arshad M. (2008). Estimation of Pollution Load at Critical Points in Stream Water Using Various Analytical Methods. *Journal.Applied Environmental Sciences* 3,97–105.
- PU. (2007). *Master Plan dan Detail Desain Operasi dan Pemeliharaan Danau Sentani*. Dinas PU, Jayapura.
- Sartohadi, J., Widyastuti, M. dan Lestari, I. S. (2005). Penyebaran Air Tanah Bebas Tercemar Air Lindi di Sekitar TPA Piyungan Kabupaten Bantul, DIY. *Forum Geografi*. Vol 19, No. 1, Juli, pp. 16-29.
- Umar C, Setiadi E, Tjahjo DWH, Mujianto, Astuti LP, Sugianti Y, Widarmanto N, Romdom S, Sukandi U dan Kosasih E. *Identifikasi dan Karakteristik Habitat dan Populasi Ikan di Danau Sentani Propinsi Papua*. Pusat Riset Perikanan Tangkap.