

STATUS MUTU AIR DANAU SENTANI BERDASARKAN INDEKS KUALITAS DAN UPAYA PENGELOLAANNYA

LAKE SENTANI WATER QUALITY STATUS BASED ON QUALITY INDEX AND MANAGEMENT EFFORTS

Kopanye Riando, Johnson Siallagan*, Janviter Manalu, Auldry F. Walukow, Maklon Warpur, dan Himawan

Program Studi Magister Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan
Universitas Cenderawasih-Kota Jayapura, Indonesia

*e-mail korepondensi: siallagan1968@gmail.com

ABSTRAK

Danau Sentani telah mengalami tekanan dan degradasi, pengurangan volume tampungan danau, pengurangan luas danau, penurunan kualitas air, dan penurunan keanekaragaman hayati. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kondisi eksisting kualitas air Danau Sentani berdasarkan parameter: suhu, TSS, pH, BOD, COD, DO, total nitrogen, total fosfat, *fecal coliform*, dan total *coliform*, menganalisis status mutu berdasarkan indeks kualitas air serta menyusun upaya pengelolaan Danau Sentani berdasarkan pendekatan sistem yang terpadu. Pengukuran kualitas air dilakukan dengan mengambil sampel pada 10 titik pengamatan di kawasan Danau Sentani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: suhu semua titik sampel penelitian masih dalam kategori deviasi 3, TSS 10 titik sampel di atas baku mutu air Kelas I, pH semua titik sampel penelitian memenuhi pH air baku, BOD dan COD dari 10 titik sampel penelitian berada di atas nilai baku mutu air Kelas I, DO 9 titik sampel penelitian masih memenuhi nilai baku mutu kecuali di Dermaga Yahim, total nitrogen (sebagai amoniak) 10 titik sampel memenuhi nilai baku mutu air, fosfat dari 10 titik sampel melampaui baku mutu air Kelas I, untuk parameter biologi (*fecal coliform*) ke 9 titik sampel penelitian masih memenuhi nilai baku mutu air Kelas I, kecuali di muara Sungai Kamp Wolker (di atas baku mutu air) dan total *coliform* 9 titik sampel penelitian masih memenuhi nilai baku mutu kecuali di Dermaga Yahim (di atas baku mutu). Beberapa lokasi di Danau Sentani berada pada kategori tercemar ringan, yaitu: Jaifury Kampung Puay, Kampung Yoka, muara Sungai Kamp Wolker, muara Sungai Kampung Harapan, Dermaga Kalkote, dan tercemar sedang di Dermaga Asei, muara Sungai Jembatan Dua, muara Sungai Yahim, Dermaga Yabaso, serta Dermaga Yahim. Upaya pengelolaan Danau Sentani yang diusulkan terdiri dari: pendekatan kelembagaan, pendekatan hukum, komitmen dan dukungan Pemda, pendekatan sosial budaya, pendekatan ekonomi, pendekatan penataan ruang wilayah danau secara terpadu, dan pengendalian limbah rumah tangga, industri serta pertanian.

Kata kunci : *Indeks Kualitas, Mutu Air, Pencemaran Lingkungan, Upaya Pengelolaan Terpadu*

ABSTRACT

Lake Sentani has experienced pressure and degradation, reduction in lake storage volume, reduction in lake area, decline in water quality, and decline in biodiversity. This study aims to: analyze the existing condition of Lake Sentani's water quality based on parameters: temperature, TSS, pH, BOD, COD, DO, total nitrogen, total phosphate, fecal coliform, and total coliform, analyze the quality status based on the water quality index and develop Lake Sentani management efforts based on an integrated system approach. Water quality measurements were conducted by taking samples at 10 observation points in the Sentani Lake area. The results showed that: temperature of all research sample points is still in the category of deviation 3, TSS 10 sample points above the Class I water quality standard, pH of all research sample points meet the standard water pH, BOD and COD from 10 research sample points are above the Class I water quality standard value, DO 9 research sample points still meet the quality standard value except at Yahim Pier, total nitrogen (as ammonia) 10 sample points meet the water quality standard value, phosphate from 10 sample points exceeds Class I water quality standards, for biological parameters (fecal coliform) to 9 research sample points still meet Class I water quality standard values, except at the mouth of the Wolker Camp River (above water quality standards) and total coliform 9 research sample points still meet quality standard values except at Yahim Pier (above quality standards). Several locations in Lake Sentani are in the lightly polluted category, namely: Jaifury Kampung Puay, Kampung Yoka, Kamp Wolker River estuary, Kampung Harapan River estuary, Kalkote Pier, and moderately polluted at Asei Pier, Jembatan Dua River estuary, Yahim River estuary, Yabaso Pier, and Yahim Pier. The proposed Lake Sentani management efforts consist of: institutional approach, legal approach, commitment and support of the local government, socio-cultural approach, economic approach, integrated approach to spatial planning of the lake area, and control of household, industrial and agricultural waste.

Keywords: *Quality Index, Water Quality, Environmental Pollution, Integrated Management Efforts*

I. PENDAHULUAN

Danau merupakan sumberdaya air tawar yang memberikan kontribusi besar terhadap kehidupan, baik dari segi ekologi, hidrologi, serta kegiatan sosial ekonomi manusia. Danau Sentani mempunyai fungsi yang sangat penting karena berkaitan dengan sektor pariwisata, perikanan, sumber air minum, dan sarana transpostasi masyarakat. Danau Sentani secara geografis terletak di antara 2° 30' - 2° 43' LS dan 140° 24' - 140° 41' BT, dengan ketinggian 70-90 m dpl (Walukow, 2021). Danau Sentani telah ditetapkan sebagai salah satu danau prioritas nasional berdasarkan Perpres Nomor 60 Tahun 2021 tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional sebagai upaya untuk mengendalikan kerusakan, menjaga, memulihkan, dan mengembalikan kondisi dan fungsi badan air danau, daerah tangkapan air, dan sempadan danau sehingga bermanfaat bagi kesejahteraan masyarakat secara berkelanjutan. Danau Sentani telah mengalami tekanan dan degradasi, pengurangan volume tampungan danau, pengurangan luas danau, penurunan kualitas air, dan penurunan keanekaragaman hayati. Penetapan Danau Sentani sebagai danau prioritas disebabkan antara lain penurunan kualitas air dan penurunan keanekaragaman hayati, dua dari beberapa parameter untuk mengetahui status ekosistem akuatik. Parameter lain yang digunakan untuk mengetahui status ekosistem akuatik adalah status trofik, status mutu air, jejaring makan (*food web*), tutupan tumbuhan air, alga/ganggang biru, limbah pakan perikanan budidaya (Irianto & Triweko, 2019). Tujuan penelitian ini adalah menentukan status mutu air Danau Sentani dan upaya pengelolaannya.

II. METODE PENELITIAN

Analisis air Danau Sentani mengacu pada PP 22 Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. Penentuan tingkat pencemaran air terhadap parameter kualitas air yang diizinkan mengacu pada Permen LHK 27 Tahun 2021, dan KepMen LH 115 Tahun 2003, yaitu menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP). Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat ketercemaran dengan dapat atau tidaknya air Danau Sentani dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu. Parameter kualitas air yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran pada penelitian ini adalah: suhu, TSS, pH, BOD, COD, DO, total nitrogen (sebagai amoniak), total fosfat (sebagai P),

fecal coliform dan total *coliform*. Penentuan tingkat pencemaran dengan Indeks Pencemaran (IP) dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Memilih parameter-parameter yang jika harga parameter rendah maka kualitas air akan membaik,
2. Memilih konsentrasi parameter baku mutu yang tidak memiliki rentang,
3. Menghitung nilai Ci/Lij tiap parameter pada setiap lokasi *sampling*,
 - a) Jika nilai konsentrasi parameter yang menurun menyatakan tingkat pencemaran meningkat, misal DO, tentukan nilai teoritik atau nilai maksimum Cim (misal untuk DO, maka Cim merupakan nilai DO jenuh). Dalam kasus ini nilai Ci/Lij hasil pengukuran digantikan oleh nilai Ci/Lij hasil perhitungan, yaitu:

$$(Ci/Lij)baru = \frac{CimCi (hasilpengukuran)}{CimLij} ..(1)$$

- b). Jika nilai baku Lij memiliki rentang, maka untuk $Ci \leq Lij$ rata-rata

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Ci(Lij) rata-rata]}{\{(Lij)min(Lij) rata-rata\}}$$

untuk $Ci > Lij$ rata-rata

$$(Ci/Lij)baru = \frac{[Ci(Lij) rata-rata]}{\{(Lij)max(Lij) rata-rata\}}$$

- c). Jika dua nilai (Ci/Lij) berdekatan dengan nilai acuan 1,0 misal $C1/L1j = 0,9$ dan $C2/L2j = 1,1$ atau perbedaan yang sangat besar, misal $C3/L3j = 5,0$ dan $C4/L4j = 10,0$ maka tingkat kerusakan badan air sulit ditentukan. Cara untuk mengatasi kesulitan ini adalah:

- (1) penggunaan nilai (Ci/Lij) hasil pengukuran kalau nilai ini $< 1,0$
- (2) penggunaan nilai (Ci/Lij) baru jika nilai (Ci/Lij) hasil pengukuran $> 1,0$
- (Ci/Lij) baru = $1,0 + P$. Log (Ci/Lij) hasil pengukuran; P adalah konstanta (biasanya digunakan 5)

4. Menentukan nilai rata-rata (Ci/Lij)R dan nilai maksimum (Ci/Lij) M dari keseluruhan Ci/Lij
5. Menentukan harga indeks pencemaran (IP) menggunakan formula:

$$Pij = \sqrt{\frac{\left(\frac{Ci}{Lij}\right)_M^2 + \left(\frac{Ci}{Lij}\right)_R^2}{2}} \dots\dots(2)$$

Keterangan:

IP = Indeks Pencemaran

Ci = konsentrasi parameter kualitas air (i)

Lij = baku mutu peruntukan air (j)

(Ci/Lij)M = nilai maksimum Ci/Lij

(Ci/Lij)R = nilai rata-rata Ci/Lij

Evaluasi terhadap nilai Indeks Pencemaran (IP) adalah sebagai berikut:

- 0 ≤ IP ≤ 1,0 : memenuhi baku mutu (kondisi baik)
- 1,0 < IP ≤ 5,0 : tercemar ringan
- 5,0 < IP ≤ 10 : tercemar sedang
- IP >10 : tercemar berat

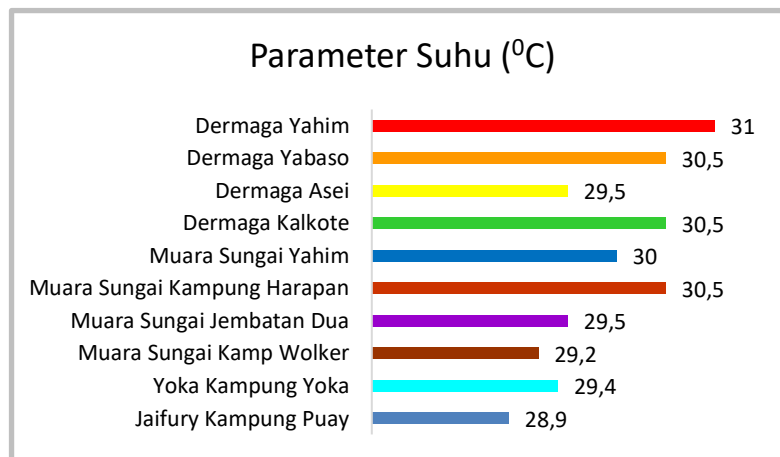
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Parameter Suhu

Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, ketinggian dari permukaan air, sirkulasi udara, aliran, kedalaman air dan spesi (senyawa) yang berada di dalam perairan. Suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi dalam air. Peningkatan suhu dapat menyebabkan perubahan terhadap viskositas, peningkatan reaksi kimia, proses biologi, evaporasi, proses pelarutan, dan volatilisasi. Proses biokimia juga akan meningkat dengan meningkatnya suhu

misalnya peningkatan laju metabolisme dan respirasi organisme air, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kondisi oksigen dalam perairan. Peningkatan suhu berarti terjadi peningkatan ketersediaan energi di perairan. Suhu adalah salah satu parameter air yang paling penting karena mempengaruhi komponen biotik dan abiotik ekosistem. Suhu secara langsung dapat mempengaruhi jumlah oksigen terlarut yang tersedia untuk organisme air (Sharma et.al, 2010).

Pengukuran suhu dilakukan pada bagian permukaan perairan. Hasil pengukuran untuk parameter suhu di 10 titik lokasi Danau Sentani pada bulan Juni 2024 rata-rata adalah 29,9°C, menunjukkan bahwa kondisi perairan masih dalam batas normal dan baik untuk kehidupan biota perairan. Pemantauan suhu pada 10 titik lokasi adalah 28,9 sampai dengan 31°C (lihat juga Gambar 1). Nilai ini masih berada dalam kisaran deviasi 3, dan merupakan nilai normal suatu suhu perairan.



Gambar 1. Suhu Air Danau Sentani

Perbedaan nilai suhu antara air permukaan Danau Sentani pada 10 titik tersebut disebabkan kondisi perairan yang bisa berbeda akibat air permukaan danau bergerak mengalir secara perlahan ketika musim hujan dan kemarau. Debit air hujan yang besar dengan arus yang tetap juga dapat merupakan faktor penyebab perbedaan nilai suhu. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juni 2024, di mana cuaca relatif berawan dengan suhu udara sedang sampai cukup tinggi sehingga suhu perairan relatif sedang. Kondisi ini relatif sama ketika dilakukan pemantauan pada bulan lainnya. Data pengamatan menunjukkan kecenderungan suhu perairan relatif stabil atau tidak terjadi perubahan yang signifikan.

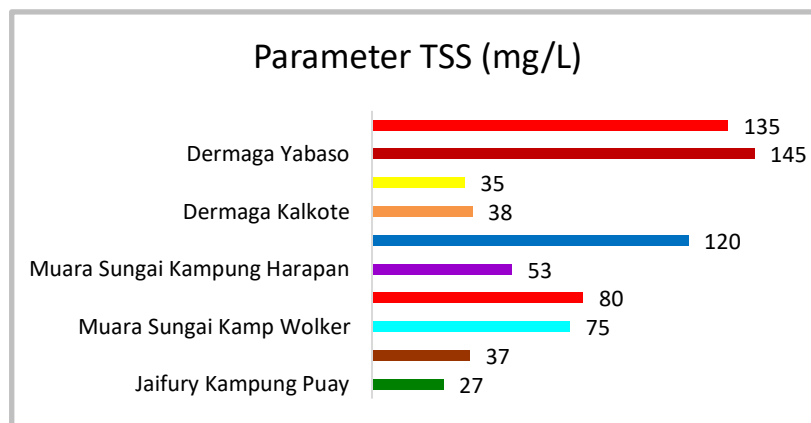
Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Parameter *Total Dissolved Solids* (TSS)

Total Suspended Solid (TSS) adalah materi atau bahan tersuspensi yang menyebabkan kekeruhan air, terdiri dari: lumpur, pasir halus serta jasad-jasad renik yang terutama disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa badan air (Effendi, 2003). *Total Suspended Solid* merupakan salah satu faktor penting penyebab menurunnya kualitas perairan sehingga terjadi perubahan secara fisika, kimia, dan biologi (Bilotta & Brazier 2008). Tingginya nilai TSS dalam suatu perairan dapat mempengaruhi kehidupan organisme yang hidup di perairan tersebut, terutama jenis benthos dan plankton (*zooplankton* dan *fitoplankton*). Perubahan secara fisika meliputi penambahan zat padat

baik bahan organik maupun anorganik ke dalam perairan sehingga meningkatkan kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke badan air. Berkurangnya penetrasi cahaya matahari akan berpengaruh terhadap proses fotosintesis yang dilakukan oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Tingginya TSS juga dapat secara langsung mengganggu biota perairan seperti ikan. Nilai TSS dapat menjadi salah satu parameter biofisik perairan yang secara dinamis mencerminkan perubahan yang terjadi di daratan maupun di perairan. TSS sangat berguna dalam analisis perairan yang tercemar akibat buangan domestik serta dapat digunakan untuk mengevaluasi mutu air maupun menentukan efisiensi unit pengolahan.

Padatan tersuspensi total (TSS) adalah semua bahan/padatan yang tertahan dalam saringan dengan diameter 0,45 μm .

TSS yang tinggi akan mempengaruhi biota di perairan melalui dua cara yakni, pertama, menghalangi dan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, sehingga menghambat proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Kedua, secara langsung TSS yang tinggi dapat mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang. TSS yang tinggi dapat mengganggu keseimbangan komponen terlarut di dalam perairan. Hasil analisis *Total Suspended Solid* (TSS) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. TSS Air Danau Sentani

Dalam pemantauan pada bulan Juni 2024 diperoleh nilai yang tinggi yaitu 27 – 145 mg/L. Hasil pemantauan terhadap parameter TSS pada air Danau Sentani sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan dalam PP 22 Tahun 2021 di mana nilai standar air Kelas 1 adalah 25 mg/L. Kondisi ini terjadi karena sungai-sungai yang bermuara ke Danau Sentani membawa material dari hulu sungai di mana di sekitar hulu banyak kegiatan penambangan bahan galian sehingga banyak material halus terbawa ke danau saat turun hujan, atau saat proses pengadukan dan pengikisan serta waktu aktivitas pendulangan.

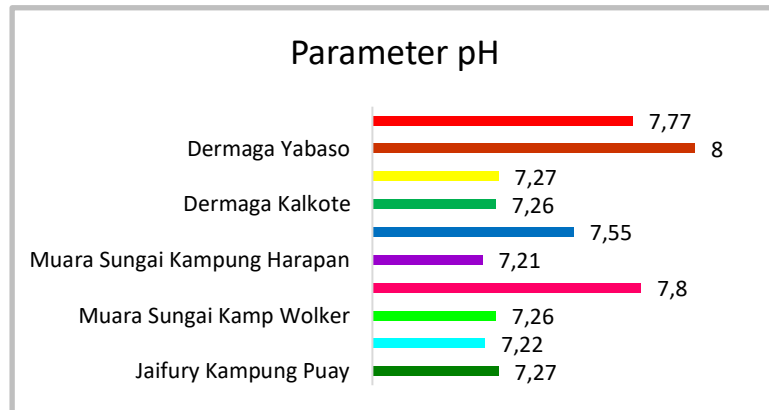
Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Derajat Keasaman (pH)

Pada dasarnya keasaman tidak sama dengan pH. Keasaman adalah kapasitas kuantitatif air untuk menetralkan senyawa dengan sifat-sifat basa sampai pada pH tertentu, yang dikenal dengan *base neutralizing capacity*. Nilai pH menggambarkan konsentrasi ion H^+ di dalam perairan. Secara umum nilai pH

menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasahan suatu perairan. Dalam keadaan alami, air selalu berada dalam keseimbangan ion hidronium (H^+) dan ion hidroksida (OH^-). Derajat keasaman (pH) dapat memberikan gambaran tentang keseimbangan asam dan basa yang secara mutlak ditentukan oleh besarnya konsentrasi ion hidrogen (H^+) dalam perairan. Derajat keasaman sangat penting dalam menentukan nilai guna perairan untuk kehidupan organisme dan keperluan lainnya, yang umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: aktivitas fotosintesa, temperatur, dan adanya anion kation. Berubahnya nilai pH menimbulkan perubahan terhadap keseimbangan kandungan karbon dioksida, bikarbonat dan karbonat di dalam air. Derajat keasaman (pH) adalah ukuran dari konsentrasi ion hidrogen untuk menentukan sifat asam dan basa. Perubahan pH pada air sangat berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, maupun biologi dari organisme yang hidup di dalamnya. Derajat keasaman sangat berpengaruh terhadap daya racun bahan

pencemaran dan kelarutan beberapa gas, serta menentukan bentuk zat di dalam air (Gazali dkk, 2013). Hasil pengukuran pH dari semua

titik penelitian di Danau Sentani memenuhi pH air baku Kelas I (lihat juga Gambar 3).



Gambar 3. pH Air Danau Sentani

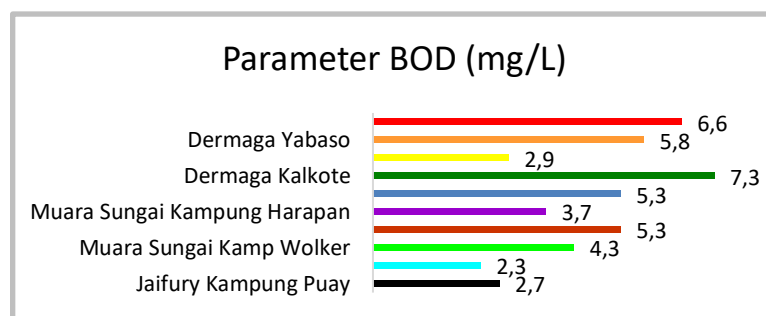
Menurut Susana (2009), salah satu bahan kimia yang banyak digunakan untuk kepentingan industri dan rumah tangga yaitu detergen, ternyata menyebabkan berkurangnya nilai pH dan konsentrasi oksigen dalam air. Banyaknya bahan organik dalam suatu perairan dapat menyebabkan berkurangnya nilai pH karena dari hasil reaksi oksidasi tersebut menghasilkan sejumlah ion yang dapat menurunkan pH.

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand /BOD*)

Biochemical Oxygen Demand (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi sejumlah tertentu zat organik dalam keadaan aerobik. Kebutuhan oksigen biokimia (BOD) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan organik (*carboneous demand*) dan senyawa nitrogen (*nitrogeneous demand*). BOD adalah parameter umum yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran air dari suatu sumber

pencemaran. Pada tahap ini, bahan anorganik yang tidak stabil, misalnya amonia mengalami oksidasi menjadi nitrit dan nitrat. BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, kanji, glukosa, aldehida, ester, dan sebagainya. Secara tidak langsung, BOD menggambarkan kadar bahan organik yang berada di perairan. BOD digunakan sebagai indikator terjadinya pencemaran dalam suatu perairan. Nilai BOD suatu perairan yang tinggi menunjukkan bahwa perairan tersebut sudah tercemar (Agustiningsih, 2012).

Hasil uji laboratorium terhadap 10 titik sampel yang diambil di Danau Sentani pada bulan Juni 2024 diperoleh nilai BOD tertinggi adalah Dermaga Kalkote yaitu 7,3 mg/L sedangkan BOD terendah ada di Kampung Yoka dengan nilai 2,3 mg/L (lihat juga Gambar 4). Kesepuluh titik sampel penelitian, semua nilainya melebihi baku mutu air kelas I yang disyaratkan (2 mg/L). Perairan Dermaga Kalkote mengandung cukup banyak bahan organik yang dapat diurai oleh mikroorganisme aerobik, khususnya pada bulan Juni 2024.



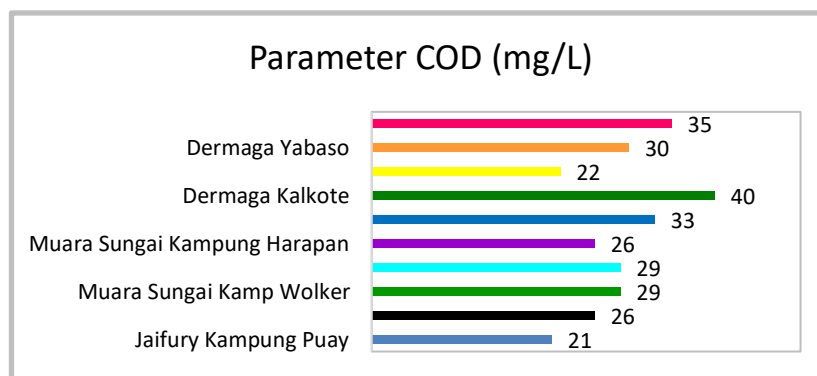
Gambar 4. BOD Air Danau Sentani

Nilai BOD ini relatif bervariasi karena dipengaruhi oleh kondisi perairan. Masuknya material baru ke dalam perairan akibat hujan merupakan proses awal degradasi sehingga konsumsi oksigen tidak terlalu banyak dan umumnya lebih didominasi proses fisika.

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Kebutuhan Oksigen Secara Kimiawi (COD)

Kebutuhan oksigen secara kimiawi (*Chemical Oxygen Demand /COD*) adalah banyaknya oksigen total yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. Pengukuran COD dilakukan, karena dalam

bahan organik sering ditemukan bahan-bahan yang tidak dapat terurai secara biologis dan hanya dapat diuraikan secara kimiawi. Secara umum, angka COD yang tinggi, mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi. COD merupakan uji yang dilakukan untuk menentukan kandungan senyawa organik *biodegradable* (mudah terurai) dan *non-biodegradable* (tidak mudah terurai). Nilai COD selalu lebih besar dari BOD, COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada. Nilai COD air di sungai dapat menunjukkan banyaknya pencemar organik yang ada dalam air sungai (Agustiniingsih, 2012).



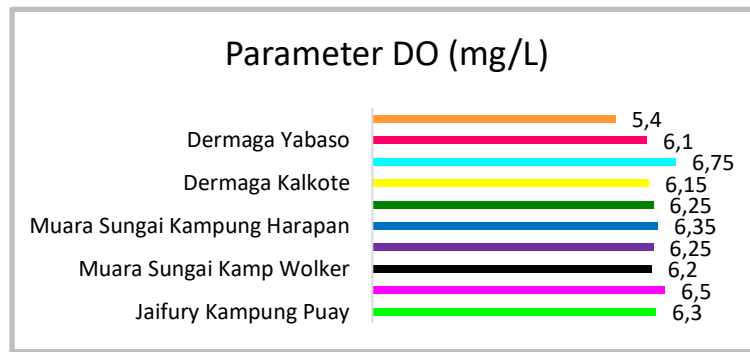
Gambar 5. COD Air Danau Sentani

Penentuan nilai COD dilakukan dengan menentukan jumlah kalium bikromat yang diperlukan untuk mengoksidasi sampel. Jumlah kalium bikromat yang diperlukan setara dengan oksigen yang dibutuhkan. Hasil pengukuran parameter COD di 10 titik lokasi penelitian di Danau Sentani menunjukkan nilai COD pada bulan Juni 2024 tertinggi adalah 40 mg/L di Dermaga Kalkote diikuti dengan Dermaga Yahim. Sedangkan nilai COD terendah ada di lokasi Jaifury Kampung Puay sebesar 21 mg/L. Semua nilai COD yang diperoleh pada kesepuluh titik lokasi melebihi baku mutu yang ditetapkan yaitu 10 mg/L untuk perairan Kelas I (lihat juga Gambar 5).

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen /DO*) adalah gas oksigen yang terdapat di perairan dalam bentuk molekul oksigen bukan dalam bentuk molekul hidrogenoksida, biasanya dinyatakan dalam mg/L (ppm). Oksigen terlarut (DO) adalah total jumlah oksigen yang terlarut

di dalam air, yang dibutuhkan oleh seluruh jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Oksigen terlarut dalam perairan merupakan konsentrasi gas oksigen yang terlarut di dalam air yang berasal dari proses fotosintesis oleh plankton (fitoplankton) atau tumbuhan air lainnya di zona eufotik, serta difusi dari udara. Oksigen terlarut merupakan zat yang paling penting dalam sistem kehidupan di perairan, dalam hal ini berperan pada proses metabolisme (katabolisme dan anabolisme) oleh makroorganisme dan mikroorganisme yang memanfaatkan bahan organik yang berasal dari fotosintesis. Oksigen terlarut ini dipergunakan sebagai tanda derajat atau tingkat kualitas air yang ada. Semakin besar oksigen terlarut menunjukkan kualitas air makin tinggi. Menurut Barus dkk (2019), nilai oksigen terlarut di perairan sebaiknya berkisar 6-8 mg/L, makin rendah nilai DO maka makin tinggi tingkat pencemaran ekosistem tersebut.



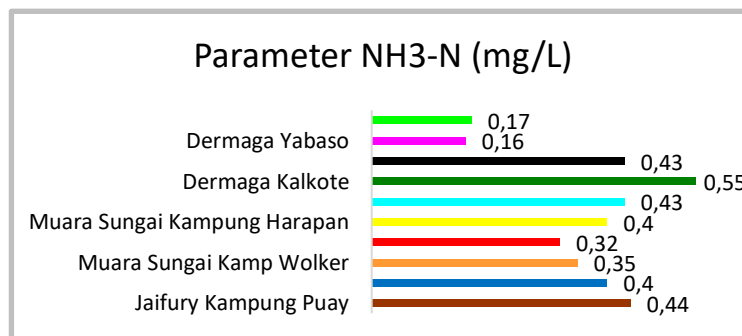
Gambar 6. DO Air Danau Sentani

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai parameter DO di semua lokasi tergolong baik yaitu 5,4 – 6,75 mg/L. Jika berada di bawah nilai tersebut akan berdampak terhadap keberlanjutan kehidupan organisme perairan. Kondisi DO yang relatif baik tersebut diduga akibat proses pencampuran (*mixing*) dan pergerakan massa air (*turbulence*), aktivitas fotosintesis, respirasi, dan pengaruh limbah (*effluent*) yang masuk ke badan air. Secara umum, kadar oksigen terlarut di semua lokasi memenuhi standar baku mutu Kelas I yang mensyaratkan kadar DO 6 mg/L. Namun ada beberapa area dengan kadar oksigen terlarut > 6. Kadar tersebut menunjukkan bahwa secara umum area-area tersebut sudah tercemar oleh bahan organik yang relatif mudah terurai. Tingginya nilai oksigen terlarut dalam air

menunjukkan tingkat kesegaran air di lokasi tersebut. Jadi jika kadar oksigen terlarut rendah, ada indikasi telah terjadi pencemaran oleh bahan pencemar organik. Pada 10 titik pengamatan, kadar oksigen terlarut terendah ada di Dermaga Yahim, yaitu sebesar 5,4 mg/L (baku mutu ≥ 6 mg/L) sedangkan tertinggi ada di Dermaga Asei sebesar 6,75 mg/L.

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Total Nitrogen (sebagai amoniak)

Nitrit dan nitrat merupakan bentuk nitrogen teroksidasi dengan tingkat oksidasi +3 dan +5. Nitrit tidak stabil, dalam waktu yang singkat akan teroksidasi menjadi nitrat. Bentuk nitrit merupakan keadaan oksidasi sementara antara amoniak dan nitrat.



Gambar 7. Total Nitrogen Air Danau Sentani

Pada 10 titik lokasi pemantauan, nilai total nitrogen (sebagai amoniak) terendah ada di Dermaga Yabaso (0,16 mg/L) dan tertinggi di Dermaga Kalkote (0,55 mg/L), (lihat juga Gambar 7). Nilai ini menunjukkan bahwa kandungan total nitrogen (sebagai amoniak) di dalam perairan masih normal atau masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan untuk air Kelas I (< 0,65 mg/L).

Kandungan total nitrogen (sebagai amoniak) dalam perairan relatif tidak terjadi perubahan yang berarti selama pemantauan.

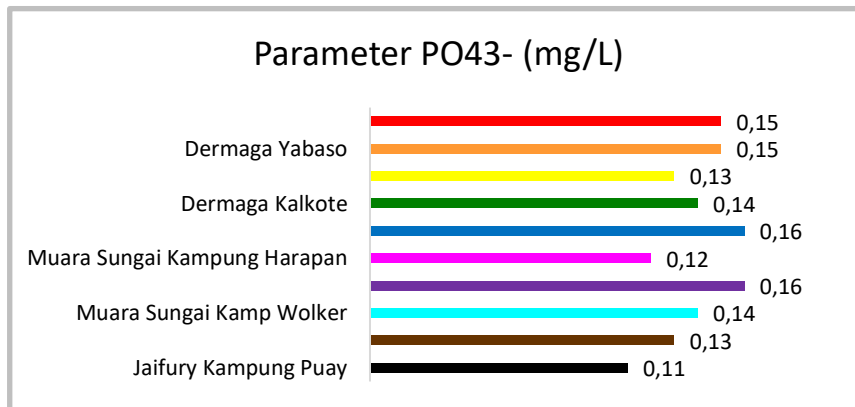
Hal ini mengindikasikan perairan air Danau Sentani masih baik kondisinya dan tidak tercemar akibat aktivitas manusia.

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan Total Fosfat

Fosfat merupakan senyawaan dari fosfor. Keberadaan fosfor di dalam perairan sebagai nutrisi dan berfungsi dalam pembentukan protein dan metabolisme bagi organisme. Sumber fosfat di perairan berasal dari proses alamiah, deterjen dalam limbah cair, pestisida,

dan insektisida dari lahan pertanian. Fosfat di perairan terdapat dalam bentuk sebagai senyawa ortofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi, atau terikat di dalam sel organisme dalam air. Fosfat merupakan nutrisi esensial bagi pertumbuhan suatu organisme perairan,

namun tingginya konsentrasi fosfat di perairan mengindikasikan adanya zat pencemar. Senyawa fosfat umumnya berasal dari limbah industri, pupuk, limbah domestik, dan penguraian bahan organik lainnya. Grafik hasil pengukuran kandungan total fosfat (sebagai P) pada 10 titik pengambilan sampel penelitian dapat dilihat pada Gambar 8.



Grafik 8. Total Fosfat Air Danau Sentani

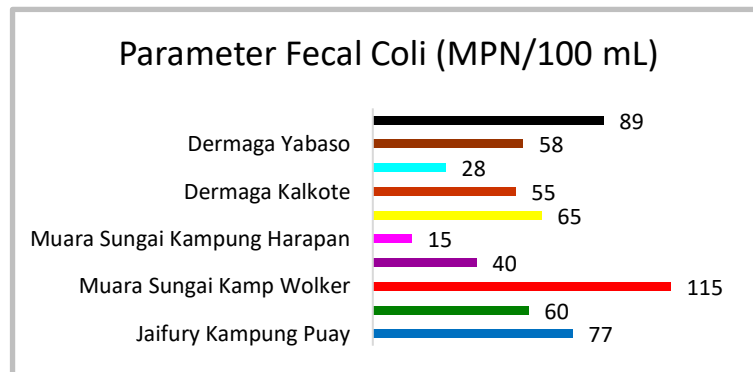
Hasil pengukuran kandungan total fosfat (sebagai P) dalam perairan Danau Sentani dengan nilai tertinggi ada di muara Sungai Yahim dan muara Sungai Jembatan Dua sebesar 0,16 mg/L sedangkan yang terendah di Jaifury Kampung Puay sebesar 0,11 mg/L dan muara Sungai Kampung Harapan sebesar 0,12 mg/L. Semua titik lokasi penelitian memiliki nilai total fosfat (sebagai P) di atas baku mutu yang ditetapkan untuk air Kelas I yaitu 0,01 mg/L.

Umumnya kandungan fosfat berkaitan dengan kandungan bahan organik dalam suatu perairan karena fosfor di perairan berada dalam bentuk senyawaan dengan bahan organik. Semakin banyak kandungan bahan organik maka akan semakin tinggi kadar total fosfat di dalam perairan tersebut. Hasil analisis kandungan total fosfat (sebagai P) menunjukkan bahwa muara Sungai Yahim dan muara Sungai Jembatan Dua cukup banyak mengandung bahan organik. Fosfat yang terdapat di perairan umumnya bersumber dari air buangan penduduk (limbah rumah tangga) berupa deterjen, residu hasil pertanian (pupuk), limbah industri, penguraian bahan organik dan mineral fosfat. Kadar fosfat total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/L (Boyd, 1990).

Kondisi Eksisting Air Danau Sentani Berdasarkan *Fecal Coliform* dan Total *Coliform*

Bakteri merupakan kelompok mikroorganisme yang penting pada penanganan air. Bakteri adalah jasad renik yang sederhana, satu sel, tidak berwarna dan berkembang biak dengan cara membelah diri setiap 15-30 menit pada lingkungan yang ideal. Bakteri bertahan hidup dengan cara memanfaatkan makanan terlarut dalam air. Bakteri tersebut berperan dalam dekomposisi unsur organik dan akan menstabilkan perairan. Tapi beberapa bakteri bersifat patogen atau menyebabkan penyakit bagi manusia, misalnya bakteri golongan *Coli*, *Salmonella typhi*, *Vibrio cholera*. Kuman-kuman ini mudah tersebar melalui air (*transmitted by water*). Bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*) atau koliform, dijadikan indikator dalam penentuan kualitas air.

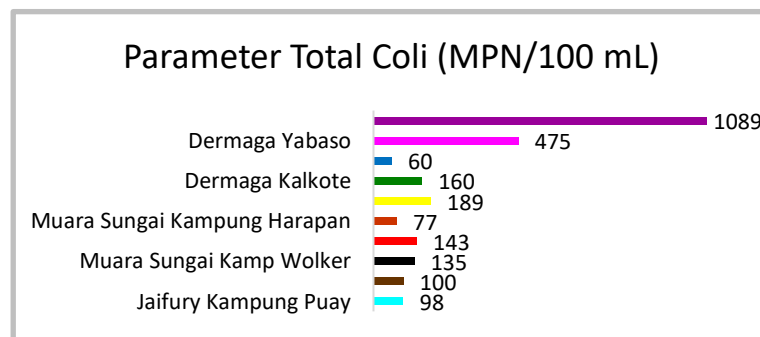
Fecal coliform atau bakteri yang terdapat dalam feses adalah bakteri anaerob fakultatif yang berbentuk batang, bersifat gram-negatif, dan tidak berspora. Bakteri koliform umumnya berasal dari usus halus makhluk hidup berdarah panas termasuk manusia.



Gambar 9. Fecal Coliform Air Danau Sentani

Beberapa peraturan yang mengatur jumlah bakteri koliform yang diperbolehkan dalam suatu badan air, adalah: (1) Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 416 Tahun 1990, dan (2) Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Untuk air baku Kelas I, baku mutu yang

ditetapkan untuk *fecal coliform* sebesar 100 mg/L dan total *coliform* sebesar 1.000 mg/L. Jika bakteri *coliform* yang ditemukan memiliki konsentrasi dalam jumlah yang banyak pada suatu badan air, maka perlu dilakukan pengujian kualitas air karena kemungkinan besar telah terjadi pencemaran.



Gambar 10. Total Coliform Air Danau Sentani

Hasil pengukuran parameter *fecal coliform* dan total *coliform* pada 10 titik pengambilan sampel dalam bulan Juni 2024 adalah sebagai berikut: untuk *fecal coliform* tertinggi ada di muara Sungai Kamp Wolker sebesar 115 MPN/100 mL (di atas baku mutu air Kelas I) dan terendah di muara sungai Kampung Harapan sebesar 15 MPN/100 mL (lihat juga Gambar 9). Sedangkan parameter total *coliform* tertinggi di Dermaga Yahim sebesar 1089 MPN/100 mL dan sebagian besar titik pengamatan lainnya masih berada di bawah baku mutu untuk perairan Kelas I sebagaimana telah ditetapkan yaitu *fecal coliform* sebesar 100 MPN/100 mL dan total *coliform* sebesar 1000 MPN/100 mL (lihat juga Gambar 10).

Status Mutu Air Berdasarkan Indeks Pencemaran Air

Parameter kualitas air Danau Sentani yang diamati mencakup parameter fisika, kimia, dan biologi. Kualitas air diamati dan diukur pada 10 titik lokasi terpilih. Contoh air diambil dengan alat *kemmerer water sampler*. Dengan pertimbangan pencampuran air Danau Sentani pada titik pengambilan cenderung merata, maka contoh air danau diambil pada kedalaman 1–2 m. Air contoh sebanyak 1 liter dimasukkan ke dalam botol *polyetilen* dan diberi preservasi (bahan pengawet). Botol contoh tersebut dimasukkan ke dalam *ice box* untuk selanjutnya dianalisis di laboratorium.



Gambar 11. Status Mutu Air Danau Sentani

Gambar 11 menunjukkan bahwa kondisi mutu kualitas air Danau Sentani di semua lokasi berada pada kategori tercemar sedang dan tercemar ringan. Angka Indeks Pencemaran tertinggi terdapat di area muara Sungai Yahim yaitu 5,225 dan nilai terendah terdapat di lokasi Jaifury Kampung Puay sebesar 4,533. Hal tersebut bisa disebabkan oleh masuknya bahan pencemar ke Danau Sentani yang relatif rendah hingga sedang dan bahan-bahan pencemar yang dapat terurai dengan baik. Kemudian turbulensi air Danau Sentani juga dapat memperbaiki kondisi kualitas air seperti kualitas oksigen terlarut maupun parameter lainnya. Walaupun kondisi ini masih relatif baik atau tercemar ringan, tetapi tetap perlu upaya pengelolaan berupa pengendalian bahan pencemar dari daerah daerah hulu sungai-sungai yang bermuara ke Danau Sentani.

Upaya Pengelolaan Danau Sentani

Agar kualitas air di Danau Sentani memenuhi kualifikasi yang ditentukan maka perlu pengelolaan seperti pengendalian atau pencegahan supaya tidak terjadi pencemaran lingkungan. Berikut ini adalah penjelasan beberapa upaya pengelolaan yang dapat dilakukan.

Pendekatan Kelembagaan

Kelembagaan adalah wadah kerja sama antar *stakeholder* untuk pengendalian pencemaran perairan Danau Sentani. Kelembagaan pengendalian pencemaran perairan bertujuan untuk mempersiapkan bentuk kelembagaan yang lebih tepat dalam kaitannya dengan implementasi otonomi daerah, meningkatkan koordinasi antar sektor/dinas Kabupaten Jayapura dalam merencanakan dan melaksanakan aktivitas pengendalian pencemaran tidak bersifat parsial dan sektoral.

Pengurangan beban pencemaran memiliki peran yang cukup penting secara kelembagaan. Pendekatan ini lebih pada koordinasi lintas instansi terkait dalam melaksanakan tugas dan fungsinya dalam pengawasan lingkungan. Tugas pengelolaan lingkungan perairan dari setiap instansi terkait meliputi penyusunan dan perencanaan kebijakan, kesamaan visi dan koordinasi lintas sektoral, pembangunan prasarana pengolahan limbah, pemantauan dan evaluasi, pengaturan perizinan, dan pengaturan denda.

Pengawasan terhadap lingkungan hidup di wilayah Kabupaten Jayapura dilaksanakan secara langsung atau tidak langsung oleh pejabat pengawas lingkungan hidup untuk mengetahui tingkat ketaatan penanggung jawab usaha dan atau kegiatan terhadap ketentuan peraturan perundangan di bidang lingkungan hidup.

Pendekatan Hukum

Mengatasi permasalahan degradasi lingkungan hidup akibat pencemaran dapat dilakukan melalui pendekatan hukum. Status perairan Danau Sentani yang tercemar ringan sampai beberapa area melebihi baku mutu Kelas I, membutuhkan instrumen-instrumen untuk mengurangi beban pencemaran. Instrumen yang bisa digunakan dalam pendekatan hukum, yaitu: 1) Menggunakan baku mutu air danau, sehingga mutu air limbah yang dibuang ke badan perairan tidak boleh melebihi baku mutu peruntukannya; 2) Penerapan penggunaan baku mutu air limbah (buangan) untuk menilai kualitas parameter fisik, parameter kimia air sebelum dibuang ke badan perairan sehingga tidak menyebabkan pencemaran lingkungan.

Komitmen dan Dukungan Pemerintah Daerah

Komitmen pemerintah daerah merupakan salah satu aspek utama dalam peningkatan

penaatan selain pemanfaatan instrumen-instrumen lainnya. Hal ini dapat dilakukan melalui sistem pengawasan pembuangan limbah cair/padat yang lebih ketat dan penegakan hukum. Pemerintah daerah perlu melakukan pengawasan pembuangan air limbah ke badan perairan, dan melakukan pemantauan secara berkala.

Pendekatan Sosial Budaya

Pendekatan sosial budaya penting diperhatikan untuk mengurangi beban pencemaran yang masuk ke dalam perairan Danau Sentani. Metode pendekatan ini dilakukan berdasarkan pada pemikiran bahwa hubungan manusia dan lingkungan merupakan salah satu kunci untuk mencapai pembangunan berkelanjutan.

Persepsi masyarakat terhadap peningkatan kualitas lingkungan hidup sangat membantu memulihkan kondisi lingkungan hidup dari degradasi dan penanggulangan pencemaran. Pendekatan sosial budaya untuk mengurangi beban pencemaran dapat dilakukan dengan menyadarkan masyarakat tentang bahaya pencemaran bagi manusia, organisme, serta kerugian ekonomi yang bisa terjadi, dan penurunan nilai estetika, melakukan gerakan bersih pantai secara berkelanjutan.

Pendekatan Ekonomi

Mengurangi beban pencemaran dapat dilakukan dengan metode pendekatan ekonomi, yaitu: 1) insentif positif berupa subsidi, keringanan pajak, kemudahan untuk mengakses bank sehingga bisa memacu aktivitas ekonomi berwawasan lingkungan. Insentif dapat diberikan untuk mencegah aktivitas yang merusak lingkungan hidup; 2) disinsentif yaitu kebijakan yang menghasilkan pendapatan atau pajak dan pungutan untuk mencegah aktivitas yang tidak berwawasan lingkungan. Kemudian penetapan pajak dan pungutan sebagai harga atas terjadinya pencemaran lingkungan sebagai cerminan pelayanan masyarakat terhadap kerusakan lingkungan hidup.

Pendekatan Penataan Ruang Wilayah Danau Sentani Secara Terpadu

Metode pengendalian bahan pencemar/mengurangi beban pencemaran di perairan Danau Sentani dapat dilakukan melalui pendekatan penataan ruang terpadu serta arah pengembangan wilayah yang sesuai termasuk langkah-langkah pengendalian terhadap pencemaran lingkungan hidup.

Rencana tata ruang merupakan alat yang dapat digunakan untuk koordinasi antar pemerintah lokal, provinsi, serta sektor, dan para pemangku kepentingan.

Dalam rangka pengembangan Kabupaten Jayapura khususnya perairan Danau Sentani, dan untuk menghindari tumpang tindih pemanfaatan ruang danau, maka pemerintah daerah menyusun rencana tata ruang wilayah yang lebih menekankan pada sektor perikanan dan pariwisata sehingga lebih mengarah pada perlindungan ekosistem perairan.

Pengendalian pencemaran perairan Danau Sentani dapat dilakukan dengan pendekatan penetapan kawasan yaitu:

- 1) memberikan perlindungan bagi kawasan bagian bawah,
- 2) kawasan pelindung sempadan pantai yang proporsional dengan bentuk dan kondisi pantai, minimal 25 meter dari pasang tertinggi ke arah darat, kemudian kawasan sumber air atau daerah aliran sungai, kawasan bencana alam, dan kawasan lindung.

Kualitas perairan Danau Sentani yang menurun bukan hanya berdampak pada penurunan kualitas air saja, tetapi dapat berdampak pada ekosistem danau secara umum. Kriteria lain yang bisa digunakan adalah penetapan kawasan budidaya perikanan misalnya KJA untuk budidaya jenis biota tertentu dengan beberapa pertimbangan seperti: arus pantai, faktor keamanan, pasang surut, salinitas, suhu, kandungan oksigen terlarut, kandungan logam berat, substrat, kecerahan, dan batimetri, serta mudah akses ke pasaran atau mudah dijangkau dengan transportasi.

Pengendalian Limbah Rumah Tangga

Pengendalian pencemaran tidak tuntas apabila hanya menerapkan satu metode saja, tetapi harus menggunakan berbagai metode. Pengendalian pencemaran yang bersumber dari aktivitas rumah tangga dapat dilakukan dengan berbagai metode yang dikenal dengan sistem pengelolaan sampah terpadu. Sistem ini mengombinasikan pendekatan pengurangan sampah (*reduce*), daur ulang (*recycle*) dan penggunaan kembali (*reuse*), pembakaran (*incineration*), pengkomposan, dan pembuangan akhir (*land filling*).

Pengelolaan sampah terpadu dapat dilakukan pada sumbernya yaitu pemilahan (*sorting*) dengan cara memilah sampah organik, anorganik, dan sampah B3. Sampah dapat dimanfaatkan kembali, didaur ulang, sampah organik dapat memiliki nilai ekonomis dijadikan kompos maupun pakan ternak.

Sementara sampah berbahaya harus ditangani secara khusus.

Selain pengendalian sampah, limbah cair merupakan limbah pemicu pencemaran. Limbah ini dapat ditangani melalui instalasi pengolahan limbah untuk permukiman, restoran, dan hotel.

Pengendalian Limbah Industri

Supaya air buangan dari industri memenuhi baku mutu, dapat menggunakan teknologi bersih (*clean technology*) di antaranya: 1) melakukan penghematan terhadap bahan baku; 2) minimalisasi limbah; 3) pencegahan melalui kelayakan lingkungan, 4) daur ulang (*recycle*); 4) penggunaan ulang (*reuse*); 5) *recovery*, pemungutan bahan-bahan buangan yang masih mempunyai nilai ekonomis lalu diproses kembali untuk tujuan tertentu; 6) instalasi pengolahan air limbah.

Pengendalian Limbah Pertanian

Limbah pertanian yang tidak terkontrol dapat menurunkan kualitas lingkungan akibat tingginya konsentrasi nitrat dan fosfat. Supaya tidak terjadi peningkatan bahan pencemar dari limbah pertanian maka dapat dilakukan strategi pengurangan pemanfaatan pupuk N dan P, kemudian menjadikan limbah ternak menjadi pupuk sebagai pengganti pupuk kimia, serta mendaur ulang sisa atau limbah hayati.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Suhu dan TSS dari semua titik pengambilan sampel berada di atas baku mutu Kelas I, pH dari semua titik penelitian memenuhi pH air baku Kelas I, BOD 10 titik penelitian berada di atas nilai baku mutu air Kelas I, COD 10 titik penelitian juga di atas nilai baku mutu air Kelas I, DO 9 titik pemantauan memenuhi nilai baku mutu air Kelas I, kecuali di Dermaga Yahim, total nitrogen (sebagai amoniak) 10 titik penelitian memenuhi nilai baku mutu air Kelas I, sedangkan nilai parameter fosfat jauh melampaui baku mutu air Kelas I (fosfat penyumbang signifikan angka Indeks Pencemaran air di Danau Sentani), *fecal coliform* di semua titik pemantauan memenuhi nilai baku mutu air Kelas I dan total *coliform* memenuhi nilai baku mutu air Kelas I kecuali di Dermaga Yahim.
2. Berdasarkan angka Indeks Pencemaran (IP), Danau Sentani dikategorikan tercemar ringan hingga tercemar sedang sehingga perlu dilakukan upaya pengelolaan seperti

pengendalian atau pencegahan penurunan kualitas air danau.

Saran

Pihak pemerintah, khususnya instansi teknis untuk segera melakukan langkah nyata dalam menyelamatkan DAS yang bermuara ke Danau Sentani dengan kegiatan sosialisasi yang fokus pada masyarakat serta pelaku usaha dan/atau kegiatan lainnya guna terus menjaga kelestarian lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustiningsih D. (2012). Kajian Kualitas Air Sungai Blukar Kabupaten Kendal dalam Upaya Pengendalian Pencemaran air Sungai. PPS, UNDIP
- Bilotta, G. S. and Brazier, R. E. (2008), Understanding the influence of suspended solids on water quality and aquatic biota. *Water Research* 42, 2849-2861
- Bengen, D. G. (2004). *Sinopsis Ekosistem dan Sumberdaya Pesisir dan Laut Serta Prinsip Pengelolannya*. Cetakan Ketiga. Bogor: Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- Clark, R. B. (1986). *Marine Pollution*. Oxford University Press. New York.
- Dahuri, R., J. Rais., S. P. Ginting., M.J. Sitepu. (2008). *Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*. Jakarta: PT. Pradnya Paramita.
- Djajadiningrat, T.S. (2001). *Untuk Generasi Masa Depan: Pemikiran, Tantangan, dan Permasalahan Lingkungan*. Studio Tekno Ekonomi Departemen Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri. ITB. Bandung
- Effendy H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Sumber daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Etik, Yuliasuti. (2011). Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Thesis MIL*. Undip.
- Ghozali, Imam (2013). *Aplikasi Analisis Multivariant dengan Program IBM SPSS, Edisi 7*. Semarang: Penerbit Undip.
- Haslam, S. M. (1995). *River Pollution and Ecological Perspectiv*. Chichester: J. Wiley and Sons.
- Irianto E. W. dan Triweko R. W. (2019). *Eutrofikasi Waduk dan Danau*. ITB Press.
- Manalu J. (2012). *Model Pengelolaan Teluk Youtefa Terpadu Secara Berkelanjutan*.

- Disertasi*. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Mason C. F. (1993). *Biology of Freshwater Pollution*. New York: Longman Scientific and Technical.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 *tentang Status Mutu Air dan Indeks Pencemaran Air*.
- Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 *tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Biota Laut*.
- Lee et al. (1978). Benthic Macroinvertebrate and Fish as Biological Indicator of Water Quality With Reference to Community Diversity Development. New York.
- Suwari (2010). Model Pengendalian Pencemaran Air pada Wilayah Kali Surabaya. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Selanno, D. A. J. (2009). Analisis Hubungan Antara Beban Pencemaran dan Konsentrasi Limbah Sebagai Dasar Pengelolaan Kualitas Lingkungan Perairan Teluk Ambon Dalam. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Sharma A, Ranga MM, Sharma PC. (2010). Water Quality Status of Historical Gundolav Lake at Kishangarh as a Primary Data for Sustainable Management. *South As J Tour Herit* 3: 149-158.
- Susana T. (2009). Tingkat Keasaman (pH) dan Oksigen Terlarut sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisdane. *Indones J Urban Environ. Tech*,5 (2) 33-39
- Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Kementerian Negara Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Walukow, A. F. (2021). *Rekayasa Model Pengelolaan Danau Terpadu Berwawasan Lingkungan*. Studi Kasus di Danau Sentani. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.