

Tema 1: Pengendalian Pencemaran dan Pengelolaan Kualitas Air Perairan Darat

KONDISI KUALITAS PERAIRAN DANAU MANINJAU PASCA KEMATIAN MASSAL IKAN

Tri Suryono, M. Badjoeri, Yoyok Sudarso, Aan Dianto dan Octavianto Samir

UPT Loka Alih Teknologi Penyehatan Danau-LIPI

Jl. Raya Maninjau-Lubuk Basung, Km. 4, Bayur, Tanjung Raya, Agam, Sumatera Barat
tris@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Danau Maninjau sebagai danau besar yang ada di Sumatera Barat saat ini menjadi target danau prioritas nasional dalam hal penanganan pemulihian akibat kerusakan dan pencemaran. Semakin meningkatnya aktivitas antropogenik maka beban pencemar yang masuk ke badan air Danau Maninjau semakin meningkat, mengakibatkan kondisi Danau Maninjau semakin memprihatinkan. Periode pertengahan tahun 2016 sampai awal tahun 2017 telah terjadi kematian ikan secara massal diseluruh Danau Maninjau. Frekuensi kematian ikan tahun 2016 tercatat sebanyak 9 kejadian dengan total mencapai 4000 ton, dengan asumsi harga ikan Rp. 20.000,-/kg maka kerugian yang diderita pembudidaya ikan di Danau Maninjau sekitar Rp. 80.000.000.000,-. Hasil monitoring kualitas perairan Danau Maninjau yang dilakukan oleh Loka Alih Teknologi Penyehatan Danau dari bulan Januari sampai dengan September 2017 menunjukkan konsentrasi oksigen terlarut pada permukaan sampai kedalaman 10 meter sangat fluktuatif berkisar antara 0,01 – 12,9 mg/L dengan rata-rata konsentrasi 3,1 mg/L. Konsentrasi oksigen terlarut dengan nilai diatas batas minimal yang ditentukan (4 mg/L) diperoleh mulai permukaan sampai kedalaman 3-4 m dan mulai kedalaman 5 m kondisi oksigen turun drastis mendekati 0 mg/L. Kondisi tersebut masih sangat risikan untuk kehidupan biota perairan khususnya ikan. Kondisi suhu dan pH masih dalam kisaran normal pada umumnya yaitu suhu 26,20 – 32,0 °C dan pH berkisar antara 6,37 – 9,4.

Kata kunci : Kualitas perairan, Danau Maninjau, kematian ikan.

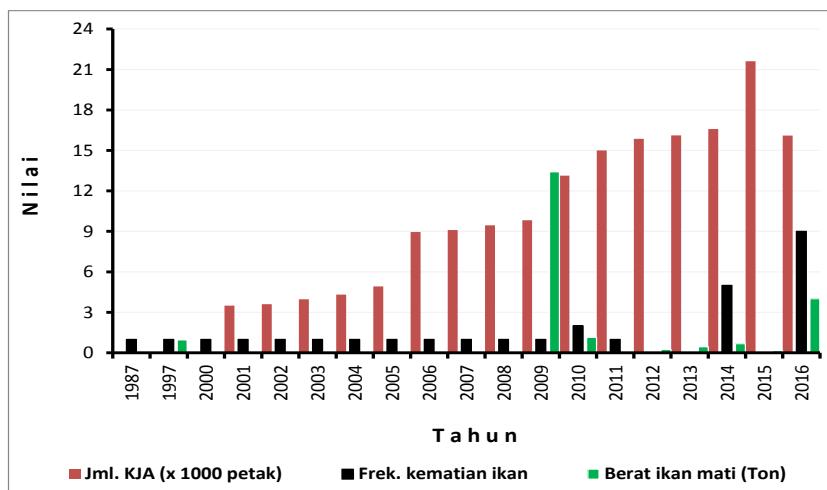
PENDAHULUAN

Indonesia memiliki potensi perairan darat yang cukup besar berupa danau, waduk, situ dan sungai. Kurang lebih 521 danau dan 596 situ, hampir 80% mengalami penurunan kualitas perairan akibat berbagai aktifitas antropogenik. Salah satu kondisi perairan danau yang mengalami kerusakan adalah Danau Maninjau. Danau ini merupakan danau vulkanik yang terbentuk dari kaldera letusan Gunung Sitinjau, terletak di Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Agam, propinsi Sumatera Barat. Danau Maninjau berada pada ketinggian 461,5 m dpl dengan panjang maksimal 16.460 m dan lebar 7.500 m, luas areal keseluruhan Danau Maninjau 97.375.000 m² dan panjang pantai 52,68 km sedangkan kedalaman rata-rata 105 m dan maksimal 165 m, dengan volume air total sebesar 10.226.001.629 m³. Daerah tangkapan air Danau Maninjau sekitar 13.260 ha dengan pola penggunaan lahan 76,5 % berupa hutan, 13,4 % sawah, 7,9 % ladang atau kebun dan 2,2 % pemukiman (Fakhrudin *et al.*, 2001). Kondisi Danau Maninjau saat ini seperti kondisi perairan pada umumnya sudah mengalami pencemaran dan penyuburan akibat meningkatnya beban limbah yang masuk dari aktivitas antropogenik disekitar badan air danau.

Perubahan penggunaan lahan menurut beberapa ahli umumnya disebabkan oleh adanya kebutuhan dan keinginan manusia. Menurut Mc. Neill *et al.*, (1998) faktor-faktor yang mendorong perubahan penggunaan lahan adalah politik, ekonomi, demografi dan budaya. Aspek politik adalah adanya kebijakan yang dilakukan oleh pengambil keputusan yang mempengaruhi terhadap pola perubahan penggunaan lahan.

Penyuburan air akibat masukan unsur hara dari lingkungan di sekitarnya menjadi salah satu masalah utama hampir di seluruh perairan danau. Hal ini sangat berkaitan dengan kondisi daerah tangkapan air yang dipenuhi oleh berbagai aktivitas antropogenik. Sebagai contoh, Garno (2002) melaporkan beban pencemaran unsur hara dari kegiatan industri dan pemukiman di daerah aliran sungai (DAS) Citarum Hulu mencapai sekitar 34.032 ton N/hari dan 5,5 ton P/hari yang masuk ke Waduk Saguling. Secara umum telah diketahui bahwa peningkatan konsentrasi unsur hara memacu pertumbuhan fitoplankton (Boyd, 1992; Hofmann & Hofle, 1993; Szyper & Ebeling, 1993; Chrismadha & Ali, 2007), dan meningkatkan resiko terjadinya peledakan populasi alga (*algal bloom*) dan kerusakan kualitas air.

Eksplorasi budidaya ikan dengan Keramba Jaring Apung (KJA) seperti yang terjadi di danau Maninjau dan pencemaran akibat buangan aliran pertanian dan dari aktivitas manusia telah menyebabkan degradasi lingkungan perairan seperti penurunan kualitas air dan *blooming* alga beracun ataupun penutupan gulma air di beberapa perairan danau di Indonesia. Degradasi lingkungan di Danau Maninjau telah menimbulkan bencana lingkungan seperti kematian ikan massal, penurunan populasi ikan lokal yang endemik ataupun yang berpotensi ekonomi, dan polusi udara berupa bau busuk, yang berdampak tidak saja pada kerugian secara ekonomi, ketersediaan sumberdaya air bersih dan nilai-nilai estetika ekosistem danau, tetapi juga terhadap kesehatan masyarakat di sekitar danau (Gambar 1.).



Gambar 1. Grafik jumlah KJA, frekwensi kematian ikan dan perkiraan berat ikan mati di Danau Maninjau (Badjoeri, 2017).

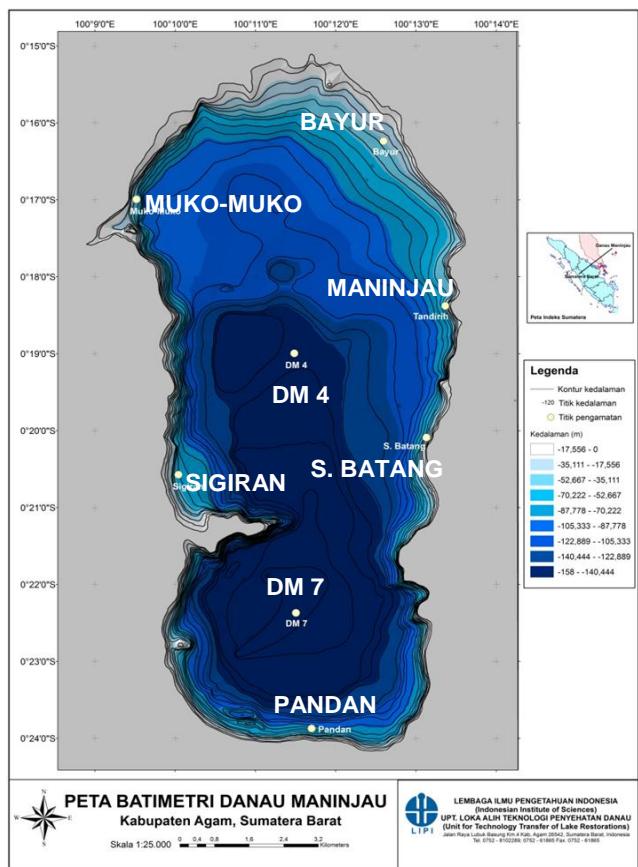
Perkembangan selama satu dasawarsa dilaporkan telah terjadi dampak negatif dari berbagai aktivitas pemanfaatan perairan Danau Maninjau secara tidak terkendali, yaitu pada tahun 1997 pertama kali terjadinya bencana kematian ikan secara massal yang mencapai 950 ton dan mengakibatkan kerugian hingga Rp. 2,7 Miliar (Syandri, 2004). Bencana ini berulang-ulang terjadi, ditahun 2009 dilaporkan sekitar 13.413 ton ikan mati dengan kerugian mencapai Rp. 150 miliar dan tahun 2010 yang mencapai 1.150 ton ikan mati (Nasution *et al.*, 2011). Sulastri (2001) juga melaporkan telah terjadi *blooming blue green algae* (*Micocystis*) yang menyebabkan air danau berwarna kehijauan dan berbau tidak sedap.

Pengelolaan ekosistem perairan umumnya dilakukan dengan upaya mengurangi masuknya beban pencemar yang ada di perairan dengan menggunakan unit pengolah limbah, sehingga kondisi perairan masih dalam rentang kualitas yang masih sesuai ambang batas baku mutu perairan yang dikeluarkan oleh pemerintah. Pengelolaan habitat dengan menitik beratkan pada kondisi perairan yang ideal sesuai peruntukannya belum banyak dilakukan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kondisi kualitas perairan Danau Maninjau setelah kejadian kematian massal ikan budidaya KJA. Sasaran dari penelitian ini adalah memberikan informasi tentang kondisi kualitas perairan Danau Maninjau dalam kurun waktu 2017.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Danau Maninjau dengan 8 titik stasiun sampling berdasarkan aktivitas antropogenik ataupun keterwakilan setiap kondisi morfologis Danau Maninjau (Gambar 2. dan Tabel 1.) mulai Januari – September 2017.



Gambar 2. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Kualitas Air Danau Maninjau

Tabel 1. Deskripsi lokasi sampling kualitas perairan Danau Maninjau

Kode	Lokasi	Posisi	Keterangan
St. 1	Maninjau/Tan-dirih	00° 17' 32,4" LS 100° 13' 26,7" BT	Terdapat hotel, <i>home stay</i> , rumah penduduk, restoran
St. 2	Bayur	00° 16' 23,9" LS 100° 12' 39,2" BT	Pusat KJA Terdapat pasar tradisional
St. 3	DM 4	00° 18' 15,1" LS 100° 11' 14,7" BT	Pemukiman penduduk relatif padat Wilayah terdalam bagian utara
St. 4	Muko-muko	00° 17' 24,1" LS 100° 08' 58,8" BT	<i>Intake PLTA</i> Outlet Danau Maninjau Kawasan wisata
St. 5	Sigiran	00° 20' 32,6" LS 100° 09' 52,0" BT	Pemukiman penduduk Area persawahan Lokasi KJA
St. 6	DM 7	00° 22' 12,7" LS 100° 11' 14,7" BT	Sisi terdalam bagian selatan
St. 7	Pandan	00° 22' 39,3" LS 100° 12' 55,5" BT	KJA sedikit Area persawahan Pemukiman penduduk
St. 8	Sungai Batang	00° 20' 7,5" LS 100° 12' 59,0" BT	Terdapat Pasar tradisional Pemukiman penduduk KJA cukup padat

Parameter-parameter kualitas perairan yang diambil di perairan Danau Maninjau tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Parameter kualitas perairan yang diambil.

No	Parameter	Metode	Keterangan
1.	Suhu [$^{\circ}\text{C}$]	YSI Proplus	- Insitu
2.	Konduktivitas [mS/cm]	YSI Proplus	- Insitu
3.	Oksigen terlarut [mg/L]	YSI Proplus	- Insitu
4.	pH [-]	YSI Proplus	- Insitu
5.	o-PO_4 [mg/L]	Spektrofotometri/Brucine	- Eksitu
6.	NO_3 [mg/L]	Spektrofotometri/Ammonium molybdate (APHA, 2012)	- Eksitu
7.	NO_2 [mg/L]	Spektrofotometer/	- Eksitu
8.	NH_4 [mg/L]	Spektrofotometer/	- Eksitu
9.	TN [mg/L]	Spektrofotometer/	- Eksitu
10.	Klorofil-a [mg/m ³]	Aseton	- Eksitu

Status kesuburan perairan Danau Maninjau dihitung berdasarkan perhitungan indeks TSI Carlson's (1977) dengan menggunakan beberapa parameter kunci antara lain: Total Fosfat, Klorofil-a dan Kecerahan perairan. Tingkat kesuburan perairan Danau Maninjau dihitung berdasarkan perhitungan TSI Carlson's seperti rumus berikut:

$$\begin{aligned} \text{TSI-TP} &= 14,42 \times \ln[\text{TP}] + 4,15 \quad (\mu\text{g/L}) \\ \text{TSI-Klor-a} &= 30,6 + 9,81 \times \ln[\text{Klor-a}] \quad (\mu\text{g/L}) \\ \text{TSI-SD} &= 60 - 14,41 \times \ln[\text{Sechi}] \quad (\text{meter}) \\ \text{Rata-rata TSI} &= \frac{(\text{TSI-TP} + \text{TSI-Klor-a} + \text{TSI-SD})}{3} \end{aligned}$$

Dimana:

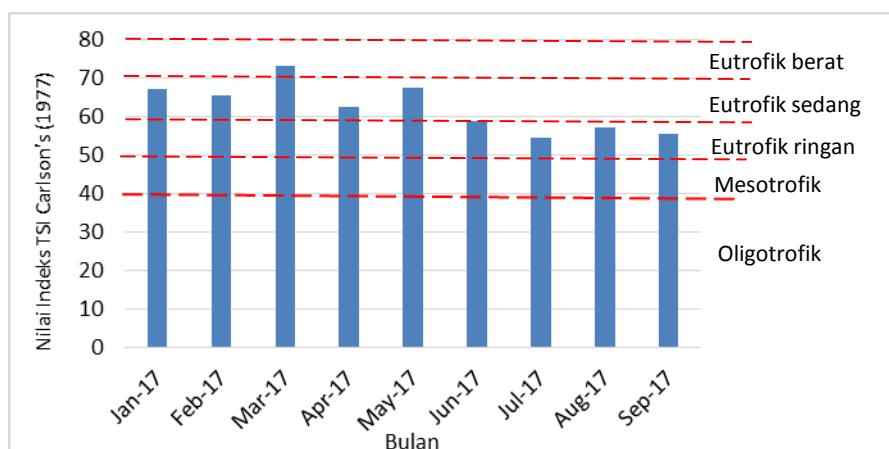
- TSI-TP : Nilai indeks kesuburan untuk Total Fosfat
- TSI-Klor-a : Nilai indeks kesuburan untuk Klorofil-a
- TSI-SD : Nilai indeks kesuburan untuk kecerahan perairan

Kriteria nilai TSI Carlson's (1977) adalah sebagai berikut:

- $30 \leq \text{TSI}$ = Ultraoligotrofik
- $30 \leq \text{TSI} < 40$ = Oligotrofik
- $40 \leq \text{TSI} < 50$ = Mesotrofik
- $50 \leq \text{TSI} < 60$ = Eutrofik ringan
- $60 \leq \text{TSI} < 70$ = Eutrofik sedang
- $70 \leq \text{TSI} < 80$ = Eutrofik berat
- $\text{TSI} \geq 80$ = Hipereutrofik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tingkat kesuburan perairan Danau Maninjau selama monitoring setiap bulan seperti ditunjukkan pada Gambar 3.

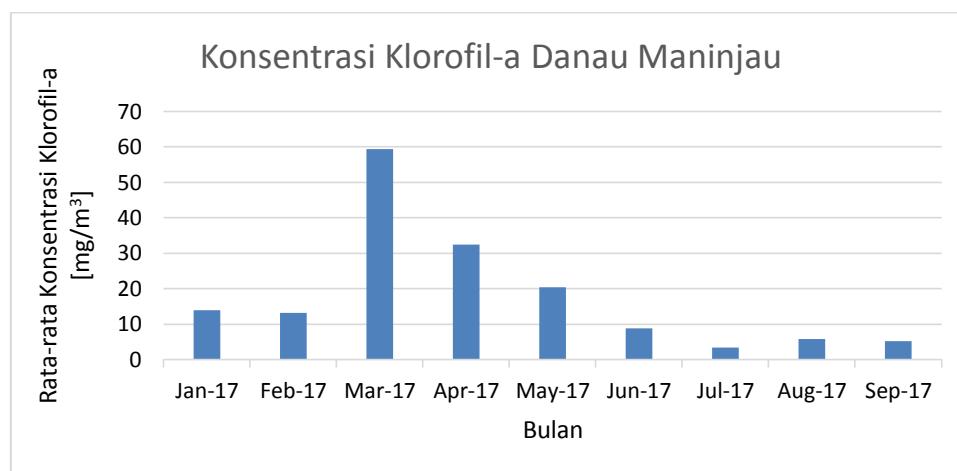


Gambar 3. Status trofik perairan Danau Maninjau Januari – September 2017.

Hasil perhitungan indeks kesuburan perairan TSI Carlson's seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Bulan Maret 2017 dengan nilai TSI antara 71,059 (Muko-muko) sampai 77,356 (Sigiran) dengan rata-rata nilai indeksnya yaitu 73,45 dengan kategori eutrofik berat. Sementara status trofik terendah yaitu eutrofik ringan diperoleh pada bulan Juli 2018 dengan nilai TSI berkisar antara 51,798 (Bayur) sampai 58,054 (DM4) dengan nilai rata-rata TSI bulan Juli 2018 sebesar 54,749. Sedangkan nilai rata-rata tertinggi tingkat kesuburan perairan Danau Maninjau diperoleh dari lokasi St. 7 yaitu Jorong Pandan yaitu 64,45 dengan kategori eutrofik sedang,. Kondisi ini diduga akibat adanya penumpukan unsur hara yang terdorong ke wilayah Pandan akibat pengaruh tanjung yang sedikit banyak mempengaruhi arah angin maupun arus air Danau Maninjau.

Kecenderungan status trofik pada bulan Maret 2017 yang tinggi juga diakibatkan karena semenjak terjadinya kematian ikan massal selama tahun 2016 (9 kejadian) yang terjadi hampir di semua wilayah Danau Maninjau mulai dari Muko-muko sampai Pandan, dan banyak petani ikan yang membuang bangkai ikan ke badan air danau sehingga ikan-ikan mati tersebut membusuk serta berakibat meningkatnya kandungan organik yang terlarut dalam air danau yang memicu pertumbuhan pitoplankton.

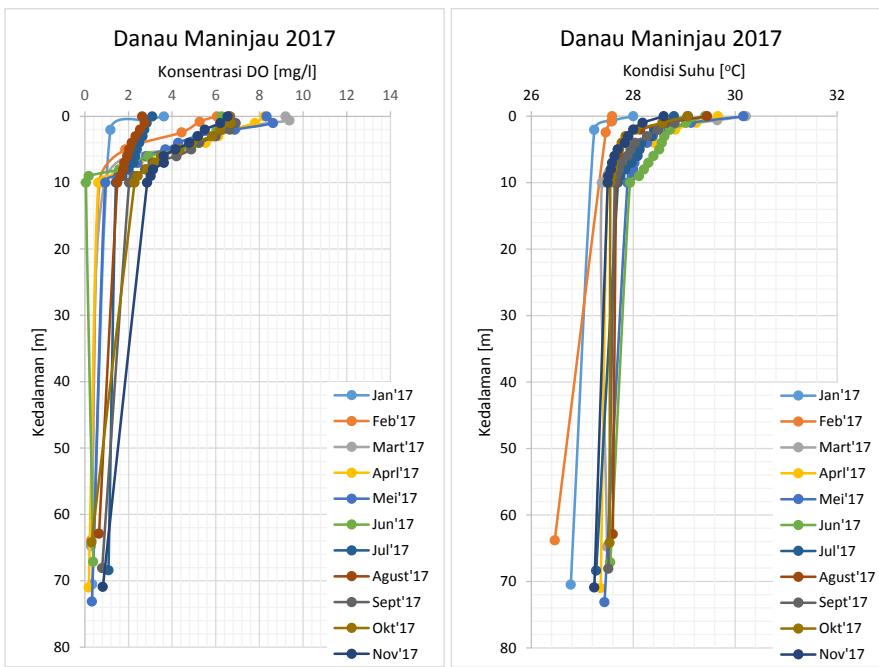
Secara fisik perairan Danau Maninjau berwarna hijau tua. Kondisi tersebut seharusnya dapat meningkatkan konsentrasi oksigen terlarut di air pada siang hari akibat proses fotosintesis, akan tetapi hal itu tidak terjadi karena kondisi iklim di kawasan Danau Maninjau tidak mendukung, dimana sepanjang pagi sampai sore hari, selalu diliputi awan mendung dan hujan, sehingga proses fotosintesis tidak bisa berjalan dan konsentrasi oksigen terlarut masih sangat minim terutama pada kolom kedalaman mulai 3 m, sehingga pada malam harinya oksigen bisa habis dikonsumsi oleh aktivitas respirasi bakteri, ikan dan plankton yang melimpah dan akhirnya akan terjadi kondisi hipoksia danau yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan ikan terutama yang berada di dalam KJA.



Gambar 4. Konsentrasi rata-rata klorofil-a perairan Danau Maninjau tahun 2017

Peledakan populasi alga (*alga blooming*) yang dipicu oleh tingginya kandungan nutrien ditandai dengan tingginya kandungan klorofil-a yang menyebabkan air danau berwarna hijau pekat. Konsentrasi klorofil-a berfluktuasi, dengan konsentrasi tertinggi 59,34 mg/m³, terjadi pada bulan Maret 2017 (Gambar 4) . Tingginya kandungan organik dan klorofil-a diindikasikan dengan turbiditas yang tinggi sehingga penetrasi cahaya ke air bagian dalam terhambat. Kecerahan air danaupun menurun. Kecerahan air danau terus menurun kurang dari 1 m dan terendah terjadi pada bulan Maret 2017 hanya berkisar 0,5 m yang mengindikasikan danau sudah mengalami eutrofifikasi berat.

Kandungan oksigen terlarut (DO) merupakan parameter kunci kualitas air dalam menentukan kondisi kualitas ekosistem danau sehat atau sakit. Organisme akuatik terutama ikan membutuhkan oksigen untuk hidup dan berkembang. Tinggi rendahnya oksigen terlarut mengindikasikan bahwa ekosistem danau sehat atau sakit. Danau yang sehat dalam menunjang pertumbuhan dan reproduksi ikan mempunyai kandungan oksigen terlarut 7-8 mg/L secara diurnal, sedangkan danau dengan kandungan oksigen terlarut 4 – 6 mg/L, sudah mengindikasikan ekosistem yang kurang sehat dan danau dengan kandungan oksigen terlarut < 4 mg/L sudah dikategorikan ekosistem yang sakit (Weiner, 2000).



Gambar 5. Konsentrasi rata-rata oksigen terlarut dan kondisi suhu perairan Danau Maninjau Januari – November 2017

Konsentrasi rata-rata oksigen terlarut perairan Danau Maninjau seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Selama monitoring mulai bulan Januari - November 2017, menunjukkan konsentrasi yang belum stabil terutama pada kolom perairan dari permukaan sampai kedalaman 10 m sebagai tempat KJA dibuat. Konsentrasi oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 0,02 – 12,88 mg/L dengan rata-rata konsentrasi 4,23 mg/L. Konsentrasi tertinggi diperoleh dari monitoring bulan Maret 2017 hampir di semua lokasi di sisi selatan Danau Maninjau (Sigiran, DM 7, Pandan dan Sungai Batang), dengan rata-rata konsentrasi oksigen terlarutnya tinggi dipermukaan pada siang hari, yang berkisar antara 10,53 – 12,88 mg/L atau sudah mencapai jenuh. Kondisi oksigen terlarut yang diatas saturasi ini diakibatkan kondisi plankton yang ada kemungkinan kelimpahannya banyak sehingga pada siang hari akan terjadi surplus oksigen sebagai akibat sisa proses fotosintesis, tetapi pada malam hari akan menimbulkan permasalahan karena akan terjadi defisit oksigen. Tingginya konsentrasi oksigen terlarut tersebut untuk beberapa wilayah mengindikasikan bahwa laju oksidasi yang dihasilkan proses fotosintesis oleh plankton lebih tinggi daripada proses dekomposisi mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik yang terlarut di perairan Danau Maninjau.

Konsentrasi klorofil-a di perairan danau secara umum mulai bulan Februari sampai dengan bulan Mei kecenderungannya tinggi dengan paling tinggi bulan Maret 2017 hingga mencapai rata-rata konsentrasi 59,34 mg/m³. Kondisi ini tentunya berpengaruh terhadap proses fotosintesis yang berakibat meningkatnya konsentrasi oksigen terlarut di perairan Danau Maninjau, tetapi kondisi tersebut tidak terjadi karena faktor iklim kawasan Danau Maninjau yang cenderung berawan dan hujan sehingga cahaya matahari yang dibutuhkan dalam proses fotosintesis tidak ada sehingga oksigen terlarut diperairan tetap kecil 2,5 – 8,5 mg/L dengan rata-rata 5,7 mg/L (permukaan sampai kedalaman sechi), sedangkan pada kedalaman 3 – 10 m hanya berkisar antara 0,02 – 5,2 mg/L dengan rata-rata 2,98 mg/L. Kondisi ini sangat tidak mendukung untuk kehidupan perikanan karena pada malam hari akan terjadi kondisi kekurangan oksigen akibat proses respirasi oleh bakteri, plankton maupun ikan. Perairan tawar kandungan oksigen terlarut berkisar antara 8 mg/liter pada suhu 25 °C. Konsentrasi oksigen terlarut pada perairan alami biasanya kurang dari 10 mg/l (Mc Neely *et al.* 1979).

Konsentrasi oksigen terlarut selama monitoring meskipun ada kenaikan yang cukup signifikan hingga melewati konsentrasi oksigen jenuh, tetapi belum mampu menunjang kehidupan ikan yang ada karena konsentrasi tinggi hanya di peroleh di permukaan sampai kedalaman 3 m. Selanjutnya lebih dalam dari 3 m konsentrasi oksigen terlarut hanya berkisar 3 – 4 mg/L kondisi ini tentunya tidak baik untuk ikan-ikan yang ada di karamba terlebih dengan kepadatan tebar yang banyak (7.000 – 10.000 ekor/KJA) sehingga akan menimbulkan permasalahan berupa kematian ikan khususnya ikan budidaya sistem KJA.

Hasil monitoring setiap bulan juga menunjukkan bahwa pada kedalaman 10 m rata-rata sudah menunjukkan kondisi anoksik (konsentrasi oksigen terlarut mendekati nol) kondisi ini menimbulkan

permasalahan dengan semakin naiknya konsentrasi sulfida di kolom perairan tempat budidaya ikan KJA akibatnya ikan semakin banyak yang mati selain kekurangan oksigen juga mengalami keracunan sulfida (Henny dan Nomosatryo, 2012).

Kondisi suhu perairan Danau Maninjau selama monitoring berkisar antara 27 – 31,7 °C dengan rata-rata 28,42 °C kisaran suhu tersebut menunjukkan kondisi normal dari suatu perairan. Secara umum kondisi suhu akan membagi kolom perairan menjadi tiga bagian dengan adanya perbedaan tiap bagianya. Suhu pada kolom permukaan biasanya memiliki profil perbedaan yang kecil dan lebih hangat sampai kedalam tertentu (zona epilimnion), sedangkan profil suhu pada bagian tengah kondisi suhunya lebih rendah dari permukaan serta memiliki perbedaan yang relatif besar dan merupakan lapisan termoklin. Lapisan termoklin ini akan menjaga kondisi perairan lebih stabil dan tidak mengalami pembalikan massa air. Bagian yang lebih dalam lagi disebut lapisan hipolimnion dimana kondisi suhunya lebih dingin dan profilnya sampai kedalaman dasar nyaris sama tidak ada perbedaan.

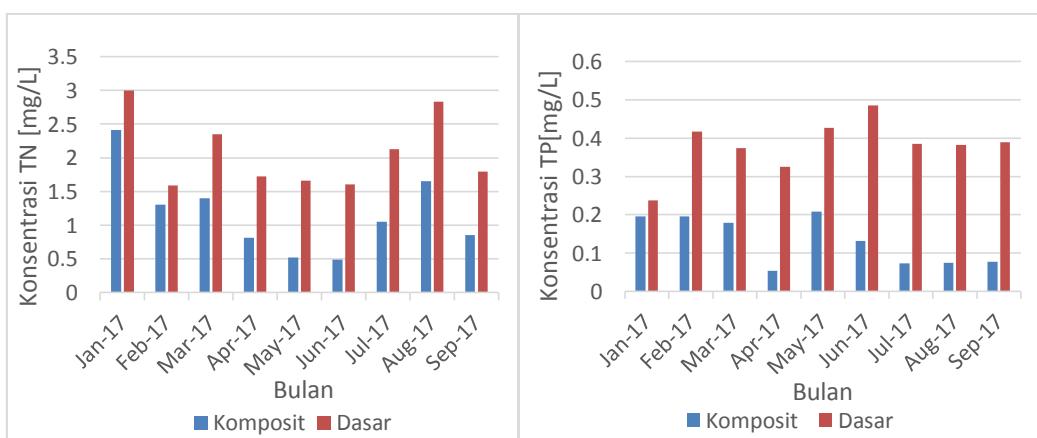
Lapisan epilimnion Danau Maninjau secara umum terdapat pada kedalaman 0 – 10 m, sedangkan lapisan metalimnion antara 10 – 20 m artinya hanya 3 % dari total volume Danau Maninjau. sedangkan lapisan hipolimnion berdasarkan profil suhunya mulai kedalaman 20 m hal ini menjadikan kolom lapisan hipolimnion sangat tebal sekitar 94% dari total volume danau.

Kondisi lapisan hipolimnion biasanya cenderung mengalami kondisi hipoksia atau kondisi perairan dengan konsentrasi oksigen terlarut sangat kecil mendekati nol. Hasil rata-rata pengukuran konsentrasi oksigen terlarut selama tahun 2017 menunjukkan kondisi kolom perairan Danau Maninjau yang mengalami hipoksia terus bergerak ke permukaan hingga mencapai kedalaman 7 m hampir ditemukan di seluruh lokasi pengambilan sampel yang artinya mencapai 97% dari volume total perairan Danau Maninjau sudah bersifat anoksik. Hasil monitoring bulan Juli dan Agustus 2017 kondisi perairan Danau Maninjau paling buruk dimana pada kedalaman 4 m sudah mengalami kondisi hipoksia atau sekitar 97,6% kolom perairan Danau Maninjau sudah anoksik.

Kondisi profil suhu Danau Maninjau yang demikian fluktuatif dan sangat tipis perbedaannya menunjukkan bahwa Danau Maninjau termasuk danau dengan stratifikasi yang lemah yang menyebabkan danau sangat rentan terhadap pengadukan apabila terjadi persamaan suhu dari lapisan air permukaan sampai lapisan dalam (hipolimnion) akibat dipicu oleh perubahan cuaca di kawasan Danau Maninjau baik hanya hujan apalagi diikuti oleh badai dengan kecepatan angin yang besar menyebabkan kondisi hipoksia bergerak ke air permukaan dengan cepat.

Kondisi Nutrien

Kandungan nutrien terutama nitrogen dan fosfor yang sangat penting untuk pertumbuhan tanaman/alga. Melimpahnya kandungan nutrien, dengan cukup cahaya dan hangat, air yang tidak bergerak dan kurang pengadukan dapat menyebabkan peledakan populasi alga (*algae bloom*) yang dikenal dengan istilah eutrofikasi.



Gambar 6. Konsentrasi rata-rata TN dan TP perairan Danau Maninjau Januari – September 2017

Konsentrasi TN seperti ditunjukkan gambar 4, berkisar antara 0,49 – 2,41 mg/L dengan rata-rata selama monitoring 1,34 mg/L. Konsentrasi TN yang diambil secara komposit (permukaan sampai kedalaman 3x sechi) rata-rata lebih rendah dari pada konsentrasi di dasar kolom perairan Danau Maninjau secara berturut

turut berkisar $0,174 - 7,246 \text{ mg/L}$ rata-rata $3,71 \text{ mg/L}$ (komposit) sedangkan di dasar konsentrasi TN berkisar antara $0,914 - 7,246 \text{ mg/L}$ rata-rata $4,08 \text{ mg/L}$.

Nitrogen di dalam air bisa dalam bentuk partikulat dan ion antara lainnya ammonia, nitrit dan nitrat. Proses perubahan bentuk nitrogen dari ammonia menjadi nitrit dan selanjutnya menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri nitrifikasi yang memerlukan oksigen tinggi, sehingga proses nitrifikasi ini juga salah satu penyebab terjadinya penurunan oksigen terlarut di perairan. Kandungan ammonia juga berpengaruh terhadap terjadinya kadar racun (toksik) ammonia terhadap kehidupan ikan pada waktu suhu tinggi (terik matahari pada siang hari) dan kondisi pH > 8.

Hasil monitoring bulanan kondisi pH perairan Danau Maninjau menunjukkan kecenderungan diatas 8 yaitu berkisar antara $8,21 - 8,69$ dengan rata-rata $8,16$. Kondisi ini perlu menjadikan kewaspadaan karena berpotensi terjadinya keracunan oleh ammonia ($1,92 - 3,47 \text{ mg/L}$ rata-rata $2,28 \text{ mg/L}$). Kadar nitrat di perairan alami hampir tidak pernah lebih dari $0,1 \text{ mg/liter}$. Kadar nitrat yang lebih dari 5 mg/L menggambarkan terjadinya pencemaran antropogenik. Pada perairan yang menerima limpasan dari daerah pertanian yang banyak mengandung pupuk, kadar nitrat dapat mencapai $1,000 \text{ mg/L}$ (Davis & Cornwell 1991). Kadar nitrit di perairan relatif kecil karena segera dioksidasi menjadi nitrat. Senyawa nitrat dapat dihasilkan dari proses oksidasi sempurna senyawa nitrogen di perairan (Effendi 2003).

Unsur fosfor di perairan tidak seperti unsur nitrogen yang digunakan plankton untuk pertumbuhan, pada kondisi perairan yang aerob fosfor akan terbentuk menjadi mineral dengan besi dan kalsium yang selanjutnya terendapkan ke dasar danau. Fosfat akan terlepaskan kembali ke kolom perairan apabila di dasar danau banyak terbentuk hidrogen sulfida, karena sulfida akan mengikat kembali zat besi yang awalnya sudah berikatan dengan fosfor. Besi bebas yang terdapat di danau akan bereaksi dengan sulfida membentuk mineral besi sulfida (FeS) menyebabkan tidak tersedianya kandungan besi bebas untuk mengikat fosfat di danau (Smolder dalam Henny dan Nomosatyo, 2012). Apabila besi bebas tidak tersedia, sulfida dapat bereaksi dengan besi yang terikat pada besi fosfat kompleks membentuk mineral besi sulfida yang menyebabkan fosfat terlepas ke perairan (Lamers *et al.*, 1998; Caraco *et al.*, 1989).

Menurut Goldman *et al.* (1983) unsur P merupakan kunci dalam produktivitas primer dan kesuburan suatu perairan yang biasanya terdapat dalam jumlah sedikit, sehingga unsur ini sering dianggap sebagai faktor pembatas bagi produktivitas perairan. Konsentrasi fosfat $0,005 - 0,01 \text{ mg/L}$ dapat menyebabkan peledakan populasi fitoplankton di perairan danau yang dikenal dengan eutrofikasi danau (Wiener, 2000).

Konsentrasi TP seperti ditunjukkan gambar 5, berkisar antara $0,054 - 0,42 \text{ mg/L}$ dengan rata-rata selama monitoring $0,207 \text{ mg/L}$. Konsentrasi TP yang diambil secara komposit (permukaan sampai kedalaman 3x sechi) rata-rata lebih rendah yaitu berkisar antara $0,038 - 0,509 \text{ mg/L}$ dengan rata-rata $0,274 \text{ mg/L}$ dibandingkan dengan konsentrasi TP di dasar danau yang berkisar antara $0,093 - 0,658 \text{ mg/L}$ drngan rata-rata $0,376 \text{ mg/L}$.

Rasio TN:TP Danau Maninjau hasil monitoring tahun 2017 adalah 6, hal ini sedikit berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya yang rata-rata rasio TN:TP > 12 (Meutia, *dkk.* 2002; Nomosatyo, *dkk.* 2002; Triyanto, *dkk.* 2005; Suryono *dkk.*, 2007) yang menunjukkan bahwa fosfor berpotensi menjadi faktor pembatas di D. Maninjau. Meskipun nilai rasio TN : TP tergolong rendah tetapi perlu diwaspadai karena Danau Maninjau pernah terjadi blooming *Microcystis* pada tahun 2000 (Syandri dalam Sulastri, 2009). Menurut Retnaningdyah, *et al* (2010) pertumbuhan *Microcystis* mempunyai korelasi positif terhadap rasio N dan P di Waduk Sutami pada konsentrasi nitrat tinggi, jadi semakin tinggi rasio NP dalam suatu perairan akan semakin tinggi pula kelimpahan *Microcystis*.

KESIMPULAN

Danau Maninjau saat ini sedang mengalami kondisi "Sakit" akibat pencemaran air yang sudah melewati daya dukung danau. Kondisi tersebut memicu terjadinya kematian massal ikan selama 2 tahun terakhir (2016 – 2017), yang menimbulkan kerugian ekonomi yang tidak sedikit, kerusakan ekologi dan gangguan kesehatan masyarakat. Kualitas air Danau Maninjau yang dipicu kondisi iklim di kawasan danau mengakibatkan terjadinya permasalahan tersebut. Terutama adalah konsentrasi ketersediaan oksigen terlarut yang ada di perairan Danau Maninjau, yang masih fluktuatif dan hanya terjadi pada kolom permukaan air, sehingga akan terjadi kekurangan oksigen terlarut di malam hari maupun siang hari dengan kondisi iklim mendung dan hujan.

Status trofik perairan Danau Maninjau sudah tergolong eutrofik sedang hingga eutrofik berat, tetapi secara umum tergolong eutrofik sedang. Rasio NP perairan Danau Maninjau rata-rata cenderung rendah, tetapi perlu kewaspadaan dan kontrol beban pencemar yang masuk, utamanya unsur hara, karena Danau Maninjau memiliki sejarah pernah mengalami blooming *Microcystis*. Khususnya untuk wilayah Danau Maninjau

sisi selatan seperti Sigiran, DM 7, Pandan dan Sungai Batang karena wilayah ini aktivitas KJAnya relatif banyak tetapi jauh dari posisi outlet danau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih penulis ucapan kepada Loka Alih Teknologi Penyehatan Danau yang telah memberikan dukungan dana dan prasarana dalam penelitian juga kepada seluruh staf peneliti, teknisi, perekaya, administrasi dan honorer (Endra Triwisesa, Nasrul Muit, Sutrisno, Slamet Baryadi, Robi Fidria dan Rudi Yuda Permana) yang telah membantu kelancaran kegiatan mulai persiapan dan pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Caraco, N.F., J.J. Cole, and G.E. Likens. (1989). Evidence for Sulphur-Controlled Phosphorus Release From Sediment of Aquatic Systems. *Nature*, 341, 316-318.
- Cynthia Henny dan S. Nomosatryo. 2012. Dinamika Sulfida Di Danau Maninjau : Implikasi Terhadap Pelepasan Fosfat Di Lapisan Hipolimnion. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI*, 2012.
- Davis ML, Cornwell DA. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. Second Edition. Mc Graw Hill, Inc., New York. 822 p.
- Effendi H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, Yogyakarta. 258 p.
- Goldman CR, Horne AJ. 1983. *Limnology*. Mc Graw Hill International Book Company. New York. 464 p.
- Lamers, L.P.M., H.B.M. Tomassen, and J.G.M. Roelofs. (1998). Sulfate Induced Eutrophication and Phytoxicity. *Freshwater Wetland*, 32, 199-205
- McNeely RN, Nelmanis VP and Dwyer L. 1979. *Water Quality Source Book. A guide to Water Quality Parameter*. Inland Waters Directorate. Water Quality Branch. Ottawa. Canada: 89 p.
- Meutia, Ami A., S. Aiman, R. Djuawansyah, Sulastri, G. Bayu Aji, Firmansyah, Triyanto, D.I. Hartoto, Yoyok, S, S. Nomosatryo dan Sugiarti. 2002. Penyehatan Danau Maninjau Yang Berbasis Masyarakat. Puslit Limnologi, LIPI, Tidak dipublikasikan.
- Nasution, Z., Y.D. Sari dan H.M. Huda. 2011. Perikanan Budidaya di Danau Maninjau: Antisipasi Kebijakan Penanganan Dampak Kematian Ikan. *J. Kebijakan Sosial Ekonomi dan Perikanan*. Vol. 1(1): 19-31
- Nomosatryo, S., D.I. Hartoto, Sulastri, Sugiarti, I. Ridwansyah dan M. Badjoeri. 2002. Kondisi Parameter Fisikokimia Limnologis Danau Maninjau, Laporan Teknis Proyek Penelitian Sumberdaya Perairan Darat Puslit Limnologi-LIPI. hal :182 – 190.
- Retnaningdyah, Catur, Suharjono, Agoes Soegianto dan Bambang Irawan. 2010. Blooming Stimulation of *Microcystis* in Sutami Reservoir Using Nutrients Nitrate and Phosphate in Different Ratio, *J.Trop.Life.Science.*, Vol. I (1) : 42 – 46.
- Sulastri. 2009, Pengembangan Sistem Konservasi Sumberdaya Perairan Danau untuk Pemanfaatan Berkelanjutan di Danau Maninjau, Sumatera Barat. Laporan Teknis 2009. Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Cibinong. 66 hal.
- Sulastri. 2001. *Permasalahan Danau Maninjau dan Pendekatan Penyelesaiannya*. Puslit Limnologi. LIPI. Tidak dipublikasi.
- Suryono, T., Triyanto., D.I. Hartoto, Cynthia H.A., F. Sulawesty., Ivana Yuniar., Sutrisno., S. Nomosatryo., Y. Mardiyati. dan Sugiarti. 2007. Kajian karakteristik limnologi Danau Maninjau Paska Program Penyehatan Danau Sebagai Dasar Penyusunan Kebijakan. Laporan Teknis Proyek Penelitian Sumberdaya Perairan Darat Puslit Limnologi-LIPI. Hal. : 69 – 111.
- Triyanto, dkk. . 2005. Kajian Karakteristik Limnologi Danau Maninjau Paska Program Penyehatan Danau Sebagai Dasar Penyusunan Kebijakan Pengelolaan Danau Yang Berkelanjutan. Laporan Teknis DIPA 2005 Puslit Limnologi LIPI. Hal 254 – 297
- Weiner, E. R.. 2000. *Applications of Environmental Chemistry: A practical Guide for Environmental Professionals*. CRC Press LLC, Boca Raton. pp 276.