



Sekolah Pascasarjana
Universitas Pancasila

SIMEA
12 Agt 2017
Jakarta

SEMINAR NASIONAL
dan CALL For PAPERS
SEMINAR INOVASI MANAJEMEN,
EKONOMI DAN AKUNTANSI

BLUE ECONOMY
MENEMBUS GLOBALISASI

Keynote Speaker

: Prof. Roy Sembel, Ir. MBA, Ph.D, CSA
(Dekan IPMI International Business School dan Praktisi Bisnis)

Invited Speakers

: Prof. Augusty Ferdinand, MBA, Ph.D
(Direktur Pusat Kajian Science of Marketing Strategic and HRD Universitas Diponegoro)

Prof. H. Bambang Purwoko, Ph.D
(Kaprosdi Doktor Ilmu Ekonomi Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila)

Nadiem Makarim, MBA (Direktur GOJEK)

Cakupan Artikel : Management, Accounting, Banking, Economics, Finance, dengan cakupan: Financial Management, Marketing management, Entrepreneurship, Strategic Management, Public Economic Policy, Monetary Policy, Industry Management, Education Management, Human Resource Management, Islamic Economy, Public Sector Accounting, Taxation, Accounting Information System, Financial Accounting, Islamic Finance, Tourism Economy, Production Management, and other related area.

Tempat : Hotel Balairung, Jalan Matraman,
Jakarta Pusat
Waktu : Sabtu, 12 Agustus 2017

Pembayaran transfer ke BNI 46 Cab. Universitas Pancasila
Atas nama : Rutin Sekolah Pascasarjana
Nomor Rekening : 0410480831
Slip Pembayaran dikirim ke: regpayment@univpancasila.ac.id

Informasi Penting :

Submit Abstract : 1 April sd 23 Juli 2017
Dikirim ke : abstrak@univpancasila.ac.id
Submit Full Papers : 1 Mei sd 6 Agustus 2017
Dikirim ke : fulltext@univpancasila.ac.id

Informasi :

Edy Supriyadi (0815-9407165)
Widarto Rachbini (0877-84673150)
Gatut Luhur Budiono (0817-0942493)
JMV Mulyadi (0815-9976418)
www.simea.univpancasila.ac.id

Biaya Registrasi :

Tanggal 1 April sd 30 Juni 2017
Early Bird : Rp 500.000,- Presenter
Rp 400.000,- Peserta

Tanggal 1 Juli sd 6 Agustus 2017
Regular : Rp 600.000,- Presenter
Rp 500.000,- Peserta

Informasi :
Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila
Jl. Borobudur no. 7 Jakarta Pusat Telp: 021-2305310
Website: www.simea.univpancasila.ac.id

OUTPUT : Seminar Kit, Sertifikat, Proceeding Seminar dan
Jurnal Nasional Ekobisman, JPREP dan Link Journal Terindeks SCOPUS



Pengelolaan Ekosistem Danau Toba Secara Berkelanjutan

Poster No.222, dibuat oleh Posma Sariguna Johnson Kennedy (posmahutasoit@gmail.com)
Dalam Seminar Nasional SIMEA, Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila
Blue Economy Menembus Globalisasi, 12 Agustus 2017



Bagaimana keadaan ekosistem Danau Toba,
Apa yang harus diperhatikan
untuk menjaga kelestarian alamnya
secara berkesinambungan?

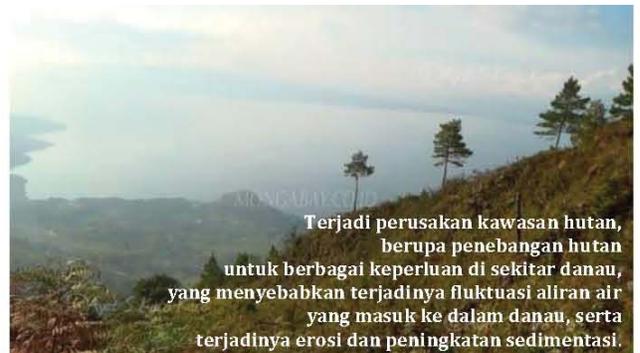
Foto: www.kelilingnusantara.com



MASALAH UTAMA



Penurunan kualitas air sebagai akibat dari berbagai limbah yang dibuang ke dalam danau sehingga menimbulkan pencemaran, seperti limbah domestik/perhotelan, limbah pertanian, limbah dari budidaya perikanan di dalam jaring apung serta limbah minyak yang berasal dari aktivitas transportasi air.



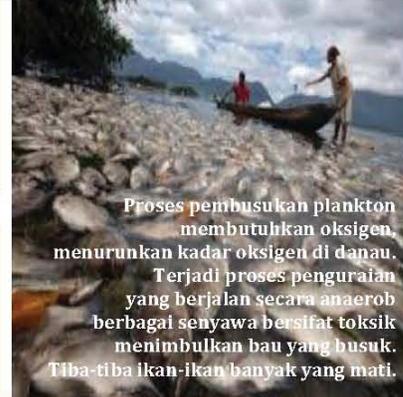
Terjadi perusakan kawasan hutan, berupa penebangan hutan untuk berbagai keperluan di sekitar danau, yang menyebabkan terjadinya fluktuasi aliran air yang masuk ke dalam danau, serta terjadinya erosi dan peningkatan sedimentasi.

KEADAAN EKOSISTEM DANAU TOBA

keramba jaring apung (kejangung) berskala besar



Pertumbuhan yang tidak terkendali dari phytoplankton dan eceng gondok



Proses pembusukan plankton membutuhkan oksigen, menurunkan kadar oksigen di danau. Terjadi proses penguraian yang berjalan secara anaerob berbagai senyawa bersifat toksik menimbulkan bau yang busuk. Tiba-tiba ikan-ikan banyak yang mati.

daya dukung berlebih

Masuknya spesies baru seperti ikan begu-begu



Hilangnya ikan batak, ikan mas dan ikan mujahir

PENGELOLAAN EKOSISTEM DANAU TOBA

- Pemerintah dan masyarakat mengubah paradigma dari prinsip 'sumberdaya tidak akan pernah habis' menjadi 'melakukan eksploitasi tidak lagi menguntungkan'.
- Perlu komitmen pemerintah untuk menggeser kebijakan perikanan dari pengelolaan berorientasi pada pengembangan usaha menuju pada pengelolaan yang berkelanjutan.
- Perlu adanya kebijakan yang pro kepada alam, dengan analisa mengenai dampak lingkungan (AMDAL) setiap pengembangan yang akan dilakukan, termasuk pada kualitas air danau dan kawasan hutan sekitar danau.
- Menetapkan baku mutu lingkungan sebagai acuan untuk menilai kualitas limbah yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas bisnis dan masyarakat. Untuk pelestarian keanekaragaman hayati ekosistem danau, perlu dilakukan pemantauan kualitas habitat yang dapat mendukung pertumbuhan populasi organisme air.
- Komitmen pemimpin daerah untuk menjaga kelestarian lingkungan dengan melakukan sosialisasi serta pelatihan kepada masyarakat.



Sumber: Dokumen ITEMP, Balai Lingkungan Keairan, Pengelolaan Danau dan Waduk di Indonesia, Pusat Litbang SDA

Pengelolaan Ekosistem Danau Toba Secara Berkelanjutan (*Sustainable Development*)¹

Suzanna Josephine L.Tobing¹, Posma Sariguna Johnson Kennedy²

¹Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Indonesia Jakarta

²Fakultas Ekonomi Universitas Kristen Indonesia Jakarta

*Korespondensi: yosephine.tobing@uki.ac.id, posmahutasoit@gmail.com,

ABSTRACT

The government issued about ten leading tourist destinations, one of which is Lake Toba. The prepared Toba region is an area of 500 hectares for eco tourism. This paper aim is to see the main problem experienced by Lake Toba ecosystem, by conducting environmental observations and literature review. From the observation, the main problems is the reduction of water quality as a result of various waste discharged into the lake causing pollution. In addition, the destruction of forest areas causes fluctuations in water flow into the lake, the occurrence of erosion and increased sedimentation. Therefore, there needs a pro-nature policy, an analysis of the environmental impact, and socialization to the community and local government to maintain environmental sustainability. Nor we should focus on estimating the number of fishing business units that generate the value of maximum sustainable business.

ABSTRAK

Pemerintah mengeluarkan sepuluh destinasi wisata unggulan, dimana salah satunya adalah Danau Toba. Wilayah Toba yang disiapkan adalah seluas 500 hektare untuk "*eco tourism*" melalui Peraturan Presiden mengenai Badan Otoritas Pariwisata Danau Toba. Dalam mewujudkan hal tersebut, perlu diperhatikan permasalahan utama yang dialami ekosistem Danau Toba. Paper ini bertujuan melihat hal tersebut dengan melakukan pengamatan lingkungan dan kajian pustaka. Dari hasil pengamatan permasalahan utama yang dialami adalah penurunan kualitas air sebagai akibat dari berbagai limbah yang dibuang ke dalam danau sehingga menimbulkan pencemaran, seperti limbah domestik/perhotelan, limbah pertanian, limbah dari budidaya perikanan di dalam jaring apung, serta limbah minyak yang berasal dari aktivitas transportasi air. Selain itu terjadi perusakan kawasan hutan, berupa penebangan hutan untuk berbagai keperluan di sekitar danau yang menyebabkan fluktuasi aliran air ke dalam danau, terjadinya erosi dan peningkatan sedimentasi. Karena itu perlu adanya kebijakan yang pro kepada alam, adanya analisa mengenai dampak lingkungan setiap pengembangan yang akan dilakukan, dan sosialisasi serta pelatihan kepada masyarakat dan komitmen pemimpin daerah untuk menjaga kelestarian lingkungan. Tidak dilakukan penangkapan berlebih agar stok ikan mempunyai kesempatan untuk berkembang. Pengelolaan harus difokuskan pada perkiraan jumlah unit usaha penangkapan yang menghasilkan nilai Usaha Maksimum Lestari. Jika melebihi itu maka akan menghasilkan tangkapan yang menurun karena terjadinya tangkap lebih.

Keywords: environmental, sustainable development, water quality

PENDAHULUAN

Sekitar tiga perempat bagian dari permukaan bumi tertutup air dengan ekosistemnya sendiri-sendiri. Terdiri dari tiga ekosistem, yaitu perairan air tawar, air laut, dan air payau; air laut dan air payaulah merupakan bagian yang terbesar, yaitu lebih dari 97%. Jumlah keseluruhan air yang terdapat di planet bumi adalah sekitar 1,4 miliar kilometer kubik. Dari jumlah tersebut volume air tawar hanya berkisar 36 juta kilometer kubik atau hanya sekitar 2,6%, hanya tersedia sekitar 34.000 kilometer kubik yang dapat dimanfaatkan langsung oleh manusia dan makhluk hidup lain. Bila dibandingkan dengan ekosistem daratan dan lautan, luas ekosistem air tawar, seperti sungai dan danau, sangatlah kecil. Tetapi ekosistem yang kecil ini adalah habitat bagi sebagian besar spesies yang ada di bumi. Di ekosistem air tawar hidup 10% spesies lebih banyak

¹ Prosiding Simea 2017.Seminar “ Inovasi Manajemen, Ekonomi dan Akuntansi “. Blue Economy. Menembus Gobalisasi. ISBN: 978-602-72937-1-.Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila. Sabtu, 12 Agustus 2017. Jakarta.

bila dibandingkan dengan yang terdapat di daratan. Sebanyak 12% dari seluruh fauna yang terdapat di bumi, termasuk 41% dari seluruh spesies ikan yang telah teridentifikasi hidup di ekosistem air tawar yang luasnya hanya sekitar 1% dari keseluruhan area permukaan bumi. [Barus, 2007]

Pemerintah mengeluarkan sepuluh destinasi wisata unggulan, dimana salah satunya adalah Danau Toba di Provinsi Sumatera Utara. Wilayah Toba yang disiapkan adalah seluas 500 hektare untuk "*eco tourism*" melalui Peraturan Presiden mengenai Badan Otoritas Pariwisata Danau Toba. Yang harus diperhatikan di sini adalah Danau Toba merupakan ekosistem air tawar, dimana kondisi beserta ekosistemnya tampak semakin kritis dari waktu ke waktu akibat degradasi yang berkepanjangan. Kawasan permukaan danau tertutup eceng gondok dengan wilayah yang sangat luas, seperti di sekitar Pangururan, Samosir, Balige, Laguboti, Porsea, sekitar Tongging, dan dekat pantai Silalahi. Selain itu, lahan-lahan kritis di sekitar lereng danau dan kawasan sekitar Danau Toba terus meluas. Makin menjamurnya keramba apung di berbagai tempat di sekitar pantai danau. Pemerintah dan masyarakat perlu bertanggung jawab menetapkan pengelolaan sumberdaya alam Indonesia untuk kepentingan kesejahteraan seluruh masyarakat, dengan memperhatikan kelestarian dan keberlanjutan sumberdaya tersebut.

Melihat hal tersebut paper ini ingin melihat bagaimana keadaan ekosistem Danau Toba dan hal-hal apa yang harus diperhatikan untuk menjaga kelestarian alamnya secara berkesinambungan.

TINJAUAN PUSTAKA

Indonesia merupakan negara yang kaya akan sumberdaya alam baik *renewable* maupun *non renewable*. Hilangnya atau berkurangnya ketersediaan sumberdaya akan berdampak sangat besar bagi kelangsungan hidup umat manusia di muka bumi (Fauzi, 2004). Rees (1990) dalam Fauzi (2004), menyatakan sesuatu yang dikatakan sebagai sumberdaya harus ada pengetahuan, teknologi atau keterampilan untuk memanfaatkannya, dan harus ada permintaan terhadap sumberdaya tersebut. Sumberdaya alam adalah faktor produksi yang digunakan untuk menyediakan barang dan jasa dalam kegiatan ekonomi.

Secara umum sumberdaya alam dapat diklasifikasi kedalam dua kelompok [Nahib, 2007]:

- 1) Kelompok stok atau *non renewable*, sumberdaya ini dianggap memiliki cadangan yang terbatas, sehingga eksploitasinya terhadap sumberdaya tersebut akan menghabiskan cadangan sumberdaya. Sumber stok dikatakan tidak dapat diperbaharui (*non renewable*) atau terhabiskan (*exhaustible*).
- 2) Kelompok *flow*, jenis sumberdaya ini dimana jumlah dan kualitas fisik dari sumberdaya berubah sepanjang waktu. Berapa jumlah yang dimanfaatkan sekarang, dapat mempengaruhi atau juga tidak mempengaruhi ketersediaan sumberdaya di masa mendatang. Sumberdaya ini dikatakan dapat diperbaharui (*renewable*) yang regenerasinya ada yang tergantung pada proses biologi dan ada yang tidak.

Beberapa perbedaan pokok antara pengelolaan sumberdaya alam tidak terbarukan dengan model ekonomi konvensional terlihat pada tabel 1 berikut ini (Nahib, 2007):

Tabel 1. Perbedaan Pokok Sumberdaya Alam Tidak Terbarukan dan Konvensional

Parameter	Model Ekonomi Kompetitif	Model Sumberdaya Non Renewable
Maksimasi keuntungan (maksimasi profit, π)	penerimaan marjinal (p) sama dengan biaya marjinal (BM) atau $p = BM$	Stok yang tidak diekstraksi, mempunyai nilai oppurtunitasnya atau $P = BM$

		+ λ
Ekstrasi Sumberdaya	Investasi karena nilai rente sumberdaya terkaait waktu. Penentuan rente / keuntungan tidak dihitung masa kini juga masa sekarang	Terkendala Stok, pada waktu tertentu stok akan habis. Peran waktu sangat krusial, intertemporal

Sumber : Fauzi (2004)

Pengelolaan sumberdaya alam seharusnya dilakukan dengan pendekatan ekonomi sumberdaya alam. Sumberdaya alam seharusnya dimanfaatkan seoptimal mungkin untuk kesejahteraan generasi sekarang dan generasi yang akan datang (*sustainable*). Ilmu ekonomi sumberdaya telah dimulai pada tahun 1970-an, dengan tujuan efisiensi (antar penduduk), *optimality* (antar sumberdaya) dan *sustainability* (antar generasi). Ekonomi sumberdaya dilandasi suatu sistem etika yang termasuk dalam *teleological ethic*, yakni *utilitarianism* bahwa sumberdaya alam haruslah memberikan kesejahteraan (utilitas) untuk sebagian besar masyarakat (Sahat, 2006).

Sumber kesalahan dalam pengelolaan sumberdaya di Indonesia adalah, pemerintah kurang mengawasi dampak yang ditimbulkan oleh adanya kegiatan eksploitasi yang dilakukan. Disamping itu peta yang merekam kondisi sumberdaya tidak/belum tersedia dengan lengkap, yang merupakan bukti yang penting untuk menilai kerusakan lingkungan. Informasi-informasi ini seharusnya dijadikan sebagai bahan untuk menentukan kebijakan.

Pengelolaan Sumberdaya Perikanan²

Sumber daya perikanan, sesuai tempat ekosistemnya dibagi menjadi: perikanan laut yang bersifat ekstraktif dan perikanan darat di air tawar yang bersifat budi daya. Sedangkan berdasarkan output, perikanan dapat dibagi menjad empat golongan, yaitu : golongan ikan, baik di laut dan di air tawar; golongan berkulit keras, termasuk udang (udang bukan ikan tetapi itu termasuk usaha perikanan); golongan binatang lunak, kerang dan cumi-cumi; dan golongan binatang lainnya, sotong, penyu, ubur-ubur. Perikanan darat terdiri dari tambak, kolam, sawah, sungai dan danau. Pada perikanan darat terdapat juga yang bersifat ekstraktif yaitu penangkapan di perairan umum. Orang yang bermata pencaharian di perikanan laut disebut nelayan, orang yang membu-didayakan ikan disebut petani ikan (bukan peternak ikan).

Kebijakan perikanan tangkap di Indonesia menggunakan sasaran pengelolaan yang ditentukan oleh nilai MSY (*maximum sustainable yield*). Sasaran pengelolaan perikanan tangkap Indonesia telah ditetapkan 80% dari nilai MSY (Departemen Kelautan dan Perikanan/DKP). Karena keuntungan ekonomi maksimum berada di bawah nilai MSY, maka perlu prinsip kehati-hatian dalam perhitungan ekonomi. Perhitungan MSY ini didasarkan pada penelitian Schaefer, dilakukan dengan asumsi bahwa stok ikan berada pada kondisi keseimbangan, dimana usaha dibidang penangkapan dipertahankan konstan, hasil tangkap dan populasi spesies yang dieksploitasi juga tetap konstan. Namun, pada kondisi dimana perikanan tangkap berkembang secara bertahap, populasi ikan membutuhkan waktu penyesuaian terhadap tekanan alat tangkap yang lebih banyak dan periode waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keseimbangan tidak pernah diketahui.

² Wiadnya, R. Djohani, M.V. Erdmann, A. Halim, M. Knight, Peter J. Mous, Jos Pet, L. Pet-Soede, *Kajian Kebijakan Pengelolaan Perikanan Tangkap di Indonesia*, The Nature Conservancy – Southeast Asia Center for Marine Protected Areas, Bali, 2007.

Metode MSY inilah yang digunakan oleh DKP, seperti juga banyak institusi perikanan lainnya di dunia dalam menduga potensi hasil tangkapan negaranya. Secara esensial, DKP menelusuri informasi tentang jumlah armada perikanan dengan jumlah total hasil tangkapan dari armada tersebut, dengan perhitungan sederhana bisa dihasilkan suatu penduga potensi hasil tangkap dan juga ukuran atau jumlah alat yang beroperasi untuk menghasilkan potensi tersebut. Potensi hasil tangkapan inilah disebut dengan hasil tangkapan maksimum berimbang lestari (*maximum sustainable yield*) atau MSY.

Hasil penelitian dari para ahli menunjukkan bahwa banyak stok ikan sudah mengalami penurunan secara terus menerus sejak pertama kali ditangkap, dan populasi ikan berkurang 80% dalam 15 tahun sejak pertama kali dieksploitasi. Implikasinya adalah bahwa banyak stok populasi ikan yang tidak pernah mencapai kondisi keseimbangan. Setelah kerusakan terjadi, baru disimpulkan bahwa jumlah usaha penangkapan (termasuk wilayah Indonesia Bagian Timur) saat ini sedang mengalami kepunahan terlalu tinggi. Setelah stok ikan terkuras dan kolaps, disimpulkan bahwa hasil tangkap tidak berasal dari suatu stok dalam kondisi keseimbangan, tetapi dari suatu stok yang masih mengalami penurunan. Kebanyakan jenis perikanan tangkap di Indonesia ternyata mengeksploitasi stok ikan yang mengalami penurunan, bukan yang berada pada kondisi keseimbangan. Oleh karena itu, penduga MSY dapat jauh lebih tinggi dibandingkan dengan hasil tangkapan sebenarnya dalam mempertahankan stok perikanan Indonesia secara berkelanjutan atau lestari.

Evaluasi terhadap status perikanan hanya bermanfaat jika pengelolaan harus difokuskan pada perkiraan jumlah unit usaha penangkapan yang menghasilkan nilai MSE (*maximum sustainable effort*) atau Usaha Maksimum Lestari (*nilai effort* yang menghasilkan tangkapan MSY). Hampir semua analisis yang dilakukan terhadap perikanan tangkap sebenarnya sudah menunjukkan kondisi dimana MSE sudah terlewati, sehingga perikanan menghasilkan tangkapan yang menurun karena terjadinya tangkapan yang lebih (Widodo 2003 dalam Wiadnya 2007). Jika pengelolaan perikanan tidak memperhatikan MSE, menunjukkan tidak terdapat strategi yang jelas tentang pembatasan usaha penangkapan. Sistem perijinan usaha yang ada seharusnya dapat digunakan untuk membatasi jumlah usaha melalui pembatasan jumlah ijin usaha, baik untuk membatasi kapasitas penangkapan maupun prosedur untuk menghentikan perijinan ketika batas kapasitas penangkapan sudah tercapai.

Kualitas Danau di Indonesia³

Danau/situ di Indonesia dengan kategori besar yaitu dengan luas > 50 ha berjumlah sekitar 500 buah. Danau tersebut tersebar merata di setiap pulau besar (Sumatra, Jawa, Kalimantan Sulawesi, Papua) kecuali Pulau Bali. Selain kategori danau besar, terdapat juga danau atau waduk kecil yang jumlahnya ribuan yang sering dikenal sebagai situ berukuran besar. Danau yang terbesar adalah Danau Toba yang terletak 905 meter dpl, panjang 275 km, lebar 150 km dengan luas 1.130 km², dan kedalaman maksimum 529 m di bagian utara dan 429 m di bagian selatan. Danau Toba merupakan danau terdalam kesembilan di dunia dan merupakan danau tipe vulkanik kaldera yang terbesar di dunia. Danau yang terdalam di Indonesia adalah danau Montana di Sulawesi Tengah dengan kedalaman maksimum 590 m dan merupakan danau terdalam ketujuh di dunia.

Penelitian kualitas air danau di Indonesia sudah dilakukan sejak tahun 1928, dikenal dengan Sunda Expedition. Studi yang dilakukan saat itu baru pada taraf penelitian sifat fisika, kimia, dan biologi. Selanjutnya penelitian yang dilakukan bersifat sporadis, artinya hanya satu atau dua danau saja yang diteliti dan dilakukan oleh beberapa instansi termasuk Puslitbang

³ Balai Lingkungan Keairan, *Pengelolaan Danau dan Waduk di Indonesia*, Pusat Litbang SDA.

Sumber Daya Air. Danau yang diteliti pada waktu itu antara lain Danau Batur, Bratan, Buyan, Tamblingan di Bali (1980), Danau Maninjau, Singkarak, Diatas, Dibawah di Sumatra Barat (1983 - 1984). Penelitian danau diseluruh Indonesia baru dilaksanakan kembali pada tahun 1992-1994. Jumlah danau alamiah yang diteliti ada sebanyak 19 buah yang tersebar dari Sabang sampai Merauke. Dari penelitian tersebut diperoleh hasil bahwa beberapa danau mengalami masalah, antara lain: terjadinya sedimentasi (berkurangnya kedalaman), berkurangnya volume, berkurangnya luas, terjadinya pencemaran organik, berkurangnya populasi ikan bahkan beberapa jenis ikan endemik hampir hilang.

Danau yang mengalami sedimentasi yang berat diantaranya adalah Danau Tondano, Tempe, Limboto di Sulawesi, Danau Jampang, Semayang, Melintang di Kalimantan. Danau Rawapening di Jawa Tengah dan danau lainnya mengalami sedimentasi ringan. Danau yang mengalami pengurangan luas antara lain Danau Limboto, Rawapening, Cidanau di Banten. Danau yang ditumbuhi oleh eceng gondok sehingga menutupi luas danau lebih dari 10% antara lain danau Rawa Pening, Kerinci di Jambi. Danau yang mengalami penurunan muka air yang nyata, yang disebabkan airnya digunakan untuk membangkitkan listrik antara lain Danau Toba, Maninjau, dan Singkarak. Danau yang mengalami pencemaran oleh bahan nutrien (nitrogen, posfat) yang berasal dari limbah penduduk, pertanian, akitifitas perikanan dengan Keramba Jaring Apung (KJA) antara lain Danau Maninjau, Tondano, dan Toba. Danau yang mengalami berkurangnya populasi ikan dan hampir punah ikan yang bersifat endemik adalah ikan bilik di Danau Singkarak, ikan Depik di Danau laut Tawar di Kabupaten Aceh Tengah.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada paper ini adalah pengamatan lapangan dan studi literatur atau penelitian kepustakaan Metode ini merupakan metode pengumpulan data pustaka yang digali melalui beragam informasi kepustakaan, berbagai literatur yang terkait dengan rumusan masalah, dikumpulkan sebagai suatu kesatuan dokumen yang digunakan untuk menjawab permasalahan (Syaodih, 2009).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemahaman mengenai berbagai faktor lingkungan seperti faktor fisik, kimia dan biologi ekosistem Danau Toba adalah suatu hal yang sangat penting. Walaupun sudah banyak dilakukan penelitian oleh berbagai pihak mengenai ekosistem Danau Toba, tetapi umumnya masih bersifat sesaat dan temporal saja, sehingga tidak mendapatkan gambaran kondisi ekologis danau secara menyeluruh. Hal ini menyebabkan pengetahuan tentang karakteristik ekosistem Danau Toba masih sangat terbatas.

Kondisi Ekosistem Kawasan Danau Toba⁴

Masyarakat di kawasan ekosistem Danau Toba hidup dalam beragam marga dan tradisi yang tetap dipegang teguh hingga kini. Kearifan lokal banyak mewarnai seluk beluk masyarakat sehingga tidak dapat diabaikan dalam menyusun perencanaan pembangunan setempat. Kegiatan perekonomian sebagian besar masyarakat di Kawasan Danau Toba masih mengandalkan pada sektor pertanian, termasuk kegiatan peternakan dan perikanan. Ditinjau dari karakteristik budidaya pertanian yang dilakukan, umumnya dilakukan pada lahan kering untuk budidaya tanaman pangan, tanaman perkebunan dan kehutanan. Sementara pengusaha kegiatan pertanian pada lahan basah hanya dilakukan untuk tanaman pangan.

⁴ Dokumen LTEMP No.0401

Penduduk yang bermukim di dalam Kawasan Danau Toba secara administratif tersebar di 490 desa dan kelurahan dari 35 wilayah kecamatan, yang meliputi: 9 kecamatan di Kabupaten Toba Samosir, 3 kecamatan di Kabupaten Tapanuli Utara, 2 kecamatan di Kabupaten Dairi, 1 kecamatan di Kabupaten Karo, dan 7 kecamatan di Kabupaten Simalungun, 8 kecamatan di Kabupaten Samosir dan 5 kecamatan di Kabupaten Humbang Hasundutan. Penduduk yang bermukim di Kawasan Danau Toba menempati areal seluas 5.814,39 km persegi. Ekosistem Kawasan Danau Toba (EKDT) terletak di pegunungan Bukit Barisan Propinsi Sumatera Utara. Menurut wilayah administrasi pemerintahan, EKDT meliputi 7 (tujuh) Kabupaten, yaitu : (1) Kabupaten Tapanuli Utara, (2) Kabupaten Humbang Hasundutan, (3) Kabupaten Toba, (4) Kabupaten Samosir, (5) Kabupaten Simalungun, (6) Kabupaten Karo, dan (7) Kabupaten Dairi.

Daerah Tangkapan Air (DTA) Danau Toba memiliki luas lebih kurang 369.854 Ha, yang terdiri dari 190.314 Ha daratan di pulau Sumatera (keliling luar danau), 69.280 Ha daratan pulau Samosir (di tengah danau) dan 110.260 Ha berupa perairan Danau Toba-nya sendiri (luas permukaannya). Permukaan Danau Toba terletak pada ketinggian 903 meter dpl, sedangkan DTA Danau Toba ini berada pada ketinggian sampai dengan 1.981 meter dpl. Kondisi topografi pada EKDT didominasi oleh perbukitan dan pegunungan, dengan kelereng lapangan dari datar (kemiringan lahan 0 -8 %), landai (kemiringan lahan 8 – 15 %), agak curam (kemiringan lahan 15 -25 %), curam (kemiringan lahan 25 - 45 %), sangat curam sampai dengan terjal (kemiringan lahan > 45 %). Daerah yang datar meliputi lebih kurang 27,2 % dari total DTA, daerah yang landai 30,6 %, daerah yang agak curam 24,0 %, daerah curam 16,5 % dan daerah yang sangat curam sampai terjal lebih kurang 1,7 % dari total DTA.

Berdasarkan pada Klasifikasi Tanah menurut *Balai Rehabilitasi Lahan dan Konservasi Tanah (BRLKT) Wilayah I*, DTA Danau Toba di bagian timur merupakan jenis tanah Kompleks Litosol dan Regosol yang sangat peka terhadap erosi, bagian tenggara jenis Podsolik Coklat (peka erosi) dan jenis tanah kompleks pegunungan. Di bagian barat DTA ini jenis tanah podsolik coklat (peka erosi), sedangkan di Pulau Samosir jenis tanahnya sebagian besar merupakan jenis tanah Brown Forest (agak peka erosi). Menurut Klasifikasi Iklim Oldeman, EKDT termasuk ke dalam tipe iklim dengan: bulan basah (curah hujan ≥ 200 mm/bulan) berturut-turut pada kawasan ini bervariasi antara kurang dari 3 bulan sampai dengan 7–9 bulan, sedangkan bulan kering (curah hujan ≤ 100 mm/bulan) berturut-turut antara 2–3 bulan.

Dari tujuh stasiun penakar hujan yang terdapat di EKDT (Parapat, Sidamanik, Situnggaling, Balige, Siborong-borong, Dolok Sanggul, dan Pangururan) diketahui bahwa curah hujan tahunan di kawasan ini berkisar antara 2.200 sampai dengan 3.000 mm/tahun. Puncak musim hujan terjadi pada bulan November-Desember dengan curah hujan antara 190–320 mm/bulan. Sedangkan puncak musim kemarau terjadi selama bulan Juni-Juli dengan curah hujan berkisar antara 54–151 mm/bulan. Suhu udara bulanan di EKDT ini berkisar antara 18,0 –19,7 derajat celsius di Balige, dan antara 21,0 – 20,0 di Sidamanik. Suhu udara selama musim kemarau cenderung agak lebih tinggi dibandingkan dengan selama musim hujan. Sedangkan angka kelembaban tahunannya berkisar antara 79–95 %. Pada bulan-bulan musim kemarau kelembaban udara cenderung agak rendah dibandingkan pada bulan-bulan musim hujan. Evaporasi bulanan di EKDT ini berkisar antara 74-88 mm/bulan. Angka evaporasi selama musim-musim kemarau cenderung lebih tinggi dibandingkan selama musim hujan.

Air yang masuk ke dalam Danau Toba berasal dari air hujan yang langsung jatuh di Danau Toba dan air yang berasal dari sungai-sungai yang masuk ke dalam danau. Di sekeliling danau terdapat 19 Sub DTA yang merupakan daerah tangkapan air 19 sungai yang masuk ke dalam danau. Sungai-sungai tersebut adalah: S. Sigubang, Bah Bolon, Sungai Guloan, S. Arun, S. Tomok, S. Pulau Kecil/Sibandang, S. Halian, S. Simare, S. Aek Bolon, S. Mandosi, S. Gongpan, S. Bah Tongguran, S. Mongu, S. Kijang, S. Sinabung, S. Ringo, S. Prembakan, S. Sipultakhuda

dan S. Silang.

Pada kondisi hujan normal masukan air dari sungai-sungai tersebut berkisar antara 41,613 meter kubik perdetik pada bulan Juli (puncak musim kemarau) sampai dengan 124,914 meter kubik perdetik pada bulan November (puncak musim hujan). Pada tahun kering 1997, debit aliran masuk ke dalam danau dari sungaisungai tersebut berkisar antara 8,56 meter kubik perdetik pada bulan Januari sampai dengan 62,539 meter kubik perdetik pada bulan April. Sedangkan pada tahun basah 1999, debit aliran masuk ke dalam danau dari sungai-sungai tersebut berkisar antara 83,535 meter kubik perdetik pada bulan Agustus sampai dengan 493,812 pada Mei. Pada kondisi hujan normal (tahun1991) masukan air yang berasal dari curah hujan langsung ke dalam danau berkisar antara 1,1 mm pada bulan Februari sampai dengan 8,2 mm pada bulan Mei. Pada tahun kering 1997, jumlah air masuk ke dalam danau dari curah hujan langsung tersebut berkisar antara 1,1 pada bulan April sampai dengan 5,5 mm pada bulan Desember. Sedangkan pada tahun basah 1999, debit aliran masuk ke dalam danau dari sungai-sungai tersebut berkisar antara 1,0 mm pada bulan Februari sampai dengan 2,9 mm pada bulan September dan November.

Berdasarkan pengamatan tercatat bahwa tinggi rata-rata air bulanan Danau Toba ini berkisar antara 903,65 m dpl (bulan September) sampai dengan 904,04 m dpl (bulan Mei). Sedangkan tinggi muka air maksimum bulanan berkisar antara 904,62 m dpl (bulan September) sampai dengan 905,23 m dpl (bulan Mei). Tinggi muka air minimum bulanan berkisar antara 902, 28 m dpl (bulan Agustus) sampai dengan 902,88 m dpl. (bulan Februari). Kisaran paling lebar tinggi muka air danau bulanan antara 902,28 m dpl–905,23 m dpl, dengan demikian perbedaan tinggi muka air danau maksimum-minimum paling lebar yang terjadi selama periode ini sebesar 2,95 meter. Rata-rata debit pelepasan air bulanan dari Danau Toba ini berkisar antara meter kubik perdetik (bulan November) sampai dengan 94,59 meter kubik perdetik (bulan April). Sedangkan debit pelepasan air maksimum bulannya berkisar antara 107,6 meter kubik perdetik (bulan November) sampai dengan 183,1 meter kubik perdetik (bulan April). Debit pelepasan air minimum bulannya berkisar antara 21,1 meter kubik perdetik (bulan Agustus) sampai dengan 41,7 meter kubik perdetik (bulan September).

Kondisi *oligotrofik* Danau Toba menyebabkan daya dukung danau untuk perkembangan dan pertumbuhan organisme air, seperti plankton dan bentos sangat terbatas. Dari penelitian yang sudah dilakukan di beberapa kawasan Danau Toba menunjukkan bahwa populasi plankton dan bentos di Danau Toba adalah rendah. Komunitas plankton (fitoplankton dan zooplankton) merupakan basis dari terbentuknya suatu rantai makanan, oleh sebab itu plankton memegang peranan yang sangat penting dalam suatu ekosistem danau. Dengan demikian maka dapat dimengerti bahwa keanekaragaman ikan di Danau Toba juga tidak terlalu tinggi. Hal ini disebabkan bahwa sumber nutrisi utama ikan secara alamiah umumnya adalah berbagai jenis plankton dan bentos tersebut.[Barus, 2004]

Di dalam perairan danau ini terdapat berbagai jenis ikan baik ikan endemik (asli) maupun ikan yang diintroduksi ke perairan ini yang merupakan hasil budidaya (penebaran, kertamba maupun jaring apung. Jenis ikan yang merupakan jenis ikan endemik yang keberadaannya saat ini hampir punah adalah Ikan Batak atau “ihan” (*Neolissochillus thienemanni*) terdiri dari dua spesies yaitu : *Lissochilus sumatranus* dan *Labeobarbus soro*. Jenis ikan ini berdasarkan kriteria IUCN (*International Union for the Conservation of Nature*) sudah diklasifikasikan sebagai terancam punah (*endangered*). Jenis ikan ini dahulu sering dihidangkan sebagai sajian istimewa untuk berbagai acara pesta adat bagi masyarakat setempat, tetapi kini masyarakat yang tinggal di sekitar danau sudah sangat sulit untuk menemukan ikan tersebut.

Di perairan danau ini juga terdapat remis yang endemik yang dikenal namanya sebagai *Remis Toba* (*Corbicula tobae*). Sedangkan berbagai jenis ikan lain yang alami maupun hasil budidaya yang bukan endemis, misalnya adalah ikan mas, mujair, nila, tawes, lele, gabus dan

sebagainya. Dari beberapa hasil penelitian di Danau Toba, dijumpai 14 spesies ikan, dimana yang akhir-akhir ini sering didapat adalah ikan mujahir (*Tilapia mossambica*), ikan kepala timah (*Aplocheilus panchax*), ikan seribu (*Lebistes reticulatus*), ikan gurami (*Osphronemus goramy*), ikan sepat (*Trichogaster trichopterus*), ikan gabus (*Channa striata*), ikan lele (*Clarias batrachus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), dan ikan nila.

Di perairan Danau Toba juga terdapat berbagai jenis tumbuhan air seperti berbagai jenis ganggang dan enceng gondok. Keberadaan tumbuhan enceng gondok ini pada saat ini sangat mengkhawatirkan dilihat dari perkembangan pertumbuhan dan penyebarannya. Total luas permukaan danau yang tertutup enceng gondok telah mencapai 381,8 hektar, mencakup lebih kurang 23 kecamatan di tiga wilayah kabupaten yaitu Tapanuli Utara, Toba samosir dan Simalungun. Kondisi yang paling parah terdapat di perairan danau yang masuk ke dalam wilayah kabupaten Simalungun.

Permasalahan Kelestarian Ekosistem Danau Toba

Permasalahan utama yang dialami ekosistem Danau Toba adalah penurunan kualitas air sebagai akibat dari berbagai limbah yang dibuang ke dalam danau sehingga menimbulkan pencemaran, seperti limbah domestik/perhotelan, limbah pertanian, limbah dari budidaya perikanan di dalam jaring apung, serta limbah minyak yang berasal dari aktivitas transportasi air. Hal ini terutama dapat dilihat di kawasan sekitar Parapat, Haranggaol, Balige, dan Tongging. Selain itu terjadi perusakan kawasan hutan, berupa penebangan hutan untuk berbagai keperluan di sekitar danau, yang menyebabkan terjadinya fluktuasi aliran air yang masuk ke dalam danau serta terjadinya erosi dan peningkatan sedimentasi.

Pemanfaatan Danau Toba sebagai tempat budidaya ikan sistem jaring apung merupakan salah satu pemanfaatan perairan Danau Toba bagi peningkatan kesejahteraan masyarakat. Akibat dari rendahnya pengelolaan yang dilakukan serta perkembangan budidaya ikan sistem jaring apung yang sangat pesat di Danau Toba, khususnya di perairan Haranggaol, menyebabkan telah terjadi kematian ikan-ikan mas serta menimbulkan kerugian material yang tidak sedikit. Berdasarkan penelitian, terjadinya kematian masal ikan di perairan Haranggaol Danau Toba disebabkan oleh serangan virus herpes koi. Namun demikian kemungkinan faktor lain yang menyebabkan terjadinya kasus kematian masal ikan tersebut adalah penurunan kualitas air di perairan Haranggaol. Kegiatan budidaya ikan dalam jaring apung yang sudah berlangsung selama lebih dari 10 tahun, telah menyebabkan terjadinya akumulasi berbagai senyawa kimia yang pada akhirnya menimbulkan kondisi yang toksik terhadap ikan-ikan budidaya. [Panjaitan, 2005].

Pemanfaatan air Danau Toba yang sangat beragam yaitu sebagai sumber air bersih bagi masyarakat sekitar, sebagai tempat kegiatan penangkapan ikan dan budidaya ikan dalam keramba jaring apung, kegiatan transportasi air, pariwisata, sebagai sumber air untuk pembangkit listrik di daerah hilir, di satu sisi membutuhkan kualitas air danau yang baik serta memenuhi persyaratan-persyaratan tertentu. Sebaliknya Danau Toba juga digunakan sebagai tempat membuang berbagai jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan pertanian di sekitar kawasan Danau Toba, limbah domestik dari permukiman dan perhotelan, limbah nutrisi dari sisa pakan ikan yang tidak habis dikonsumsi oleh ikan yang dibudidayakan, limbah dari pariwisata dan transportasi air. Apabila proses pencemaran terus berlanjut tanpa ada upaya-upaya untuk meminimalkan pencemaran yang terjadi, maka beban ekosistem Danau Toba akan semakin berat dan pada akhirnya akan merugikan semua pihak yang berkepentingan.

Secara kasat mata di beberapa kawasan Danau Toba terlihat tumbuhnya berbagai jenis tumbuhan air terutama jenis eceng gondok yang telah menutupi lapisan permukaan danau. Hal ini terjadi akibat proses *eutrofikasi* (pengayaharaan) yang merupakan suatu gejala peningkatan unsur hara, terutama fosfor dan nitrogen di suatu ekosistem air. Unsur hara tersebut terutama berasal

dari limbah cair yang dibuang ke suatu ekosistem air secara terus menerus sehingga terakumulasi dalam jumlah yang banyak. Peningkatan unsur hara tersebut akan meningkatkan proses pertumbuhan berbagai jenis tumbuhan air yang sangat cepat sehingga terjadi ledakan populasi vegetasi yang sering disebut sebagai *blooming*. Biomassa dari vegetasi ini setelah mati akan mengalami proses pembusukan/dekomposisi yang dilakukan oleh bakteri dan berlangsung secara aerob, artinya proses tersebut membutuhkan ketersediaan oksigen terlarut di dalam air. Akibat proses dekomposisi tersebut kandungan oksigen terlarut akan semakin sedikit, bahkan apabila proses tersebut terus berlangsung dapat menimbulkan kondisi anaerob karena kandungan oksigen terlarut sudah sangat sedikit. Dalam kondisi tidak tersedia oksigen terlarut, proses penguraian akan berjalan secara anaerob yang menghasilkan berbagai senyawa yang bersifat toksik dan menimbulkan bau yang busuk.

Bahaya potensial yang tidak kalah pentingnya yang mengancam spesies-spesies asli di ekosistem Danau Toba adalah masuknya spesies pendatang yang disebut sebagai spesies eksotis, baik yang dilakukan secara sengaja maupun tidak sengaja. Meskipun spesies pendatang bukan akibat dari pencemaran, tetapi spesies eksotis ini dapat digolongkan sebagai polutan yang mengancam kehidupan spesies asli. Sering terjadi bahwa spesies eksotis memangsa spesies asli atau berkompetisi dengan spesies asli untuk mendapatkan makanan dan tempat untuk berkembang biak. Bahkan mungkin terjadi bahwa spesies eksotis membawa penyakit baru yang dapat membahayakan keseluruhan kehidupan di ekosistem air tersebut. Ikan yang dipasok secara tidak alami di Danau Toba dapat saja meningkatkan jenis dan populasi ikan, tetapi karena ikan-ikan ini bukan merupakan bagian dari rantai makanan yang sudah terbentuk secara alami dalam kurun waktu yang lama, maka kehidupan ikan dan biota lain di danau tersebut menjadi terganggu. Hilangnya ikan batak dari perairan Danau Toba dapat terjadi sebagai akibat perubahan berbagai faktor lingkungan atau juga akibat dari intervensi ikan-ikan yang banyak dimasukkan ke dalam danau.

Bahaya lain yang perlu diperhatikan adalah bahwa pencemaran Danau Toba sejak masyarakat memulai budidaya ikan di keramba jaring apung (kejagung). Ketika kejagung hanya dimiliki masyarakat lokal, pencemaran tidak begitu terdengar, tetapi ketika masuknya perusahaan dan pengusaha keramba jaring apung berskala besar, mulailah terlihat betapa berbahayanya budidaya kejagung jika melebihi daya dukung (*carrying capacity*) lingkungan. Bahaya kejagung yang mengerikan adalah terjadinya penyuburan (*eutrofikasi*) danau. Penyuburan terjadi akibat sisa-sisa pakan itu. Sisa-sisa pakan itu berfungsi sebagai pupuk yang menjadi sumber makanan bagi tumbuh-tumbuhan di danau Toba. Penyuburan danau mengakibatkan phytoplankton bertumbuh secara tidak terkendali (*blooming*). Ketika terjadi *blooming* plankton, maka ketika plankton mati mengalami proses pembusukan. Proses pembusukan ini membutuhkan oksigen. Karena proses pembusukan plankton membutuhkan oksigen maka terjadi persaingan oksigen antara pembusukan plankton dengan kebutuhan oksigen dengan ikan-ikan di danau. Tidak heran, jika tiba-tiba ikan-ikan banyak yang mati. Jadi, jika ada wawancara Kepala Dinas Perikanan di media yang bukan latar belakang perikanan atau biologi seringkali secara sembarangan menyebutkan penyebab kematian ikan secara mendadak dalam jumlah yang besar.

Dampak kehadiran kejagung yang melebihi daya dukung (*carrying capacity*) selain menimbulkan *blooming* adalah membludaknya tumbuhan enceng gondok (*Eicornia sp*) dan tumbuhan lumut. Menurut pengamatan saya di sekitar Danau Toba, para nelayan mengatakan ketika mereka melempar jala ke danau maka jala itu mengapung diatas lumut. Itulah salah satu bukti pertumbuhan tanaman lumut tidak terkendali lagi di danau Toba. Jika ini tidak diatasi, maka ada kemungkinan kapal yang melewati Danau Toba akan terjebak lumut. Memang pertumbuhan lumut ini dapat juga diakibatkan ekosistem Danau Toba yang telah rusak.

Selain itu juga berdasarkan klausul di Organisasi Danau se-Dunia (*World Lakes*) disebutkan tidak diperbolehkan menanam spesies baru ke danau secara sembarangan, kecuali telah diteliti apakah spesies itu mengganggu ekosistem baru atau tidak. Contohnya adalah masuknya spesies baru seperti ikan begu-begu (betutu) yang dipertimbangkan untuk meningkatkan ekonomi masyarakat di sekitar danau Toba. Faktanya, pasca ditaburnya ikan betutu, ikan mas (*cyprinus carpio*), ikan mujahir hampir punah. Untuk menghindari hal semacam ini, perlu dibuat Peraturan Daerah (Perda) tentang larangan untuk menabur spesies secara sembarangan. Dan, jika masyarakat di sekitar Danau Toba memelihara ikan, tidak diperbolehkan membeli benih ikan di luar wilayah danau. Sebab, rentan sekali membawa penyakit. Seperti benih yang berasal dari Bogor maupun dari Bukit Tinggi ada kemungkinan membawa penyakit herpes dan penyakit yang lain. Solusi untuk menghindari penyakit ini adalah masyarakat memiliki pembenihan di sekitar danau Toba.

Pengelolaan Ekosistem Danau Toba

Sudah banyak undang-undang atau peraturan yang dibuat mengenai pengelolaan sumber daya air dan yang terkait dengan pengelolaan sumber daya air, akan tetapi pada kenyataannya konservasi sumber daya air, pengendalian daya rusak air terhadap sumber daya air pada danau dan waduk, situ, embung dan sungai masih jauh dari harapan malahan semakin rusak baik kuantitas maupun kualitas airnya. Beberapa faktor yang menyebabkan kendala dalam melakukan pengelolaan sumber daya air antara lain: a) Banyaknya instansi yang terkait dalam melakukan pengelolaan DAS waduk, yaitu setiap instansi lebih mementingkan sektornya dari pada konservasinya; b) Banyaknya instansi yang terkait dalam pemanfaatan air danau atau waduk sehingga menimbulkan konflik kepentingan; c) Perbedaan batas ekologis dan administratif, sehingga ada keengganan pemerintah tempat berlokasinya danau/waduk untuk melakukan upaya konservasi yang optimal; d) Masih lemahnya kapasitas kemampuan instansi pengelola dalam melakukan konservasi; e) Kurangnya pemahaman dan kesadaran, pengetahuan dan kemampuan untuk melakukan konservasi bagi penduduk yang ada di sekitar DAS ataupun penduduk yang bermukim di sekitar danau/waduk. [Balai Lingkungan Keairan, Pusat Litbang SDA]

Fungsi ekosistem Danau Toba sangat beranekaragam sehingga diperlukan strategi pengelolaan yang efisien agar kelestarian ekosistem Danau Toba dapat tetap dipertahankan sejalan dengan pemanfaatan yang dilakukan untuk berbagai kepentingan. Pengelolaan ekosistem Danau Toba tidak dapat dilakukan oleh satu pihak tertentu saja, melainkan sinergi dari upaya terpadu oleh berbagai pihak baik, dari instansi pemerintah, ilmuwan, investor serta didukung oleh peran serta yang aktif dari masyarakat. Upaya pengelolaan harus bertujuan menjaga keseimbangan ekosistem danau dan pemanfaatan potensi sumber daya alam yang ada secara efektif dan efisien dengan memperhatikan daya dukung ekosistem danau. Dalam pengelolaan ekosistem, perlu ditetapkan baku mutu lingkungan ekosistem Danau Toba sebagai acuan untuk melakukan pemantauan terhadap kualitas ekosistem danau. Baku mutu lingkungan ini digunakan sebagai indikator lingkungan yang digunakan sebagai dasar penilaian terhadap terjadinya kerusakan ekosistem danau, dan berfungsi sebagai pedoman bagi setiap kegiatan yang akan memanfaatkan potensi sumber daya alam danau tersebut.

Untuk mengendalikan pencemaran air di Danau Toba, maka langkah awal yang dapat dilakukan adalah melakukan identifikasi terhadap sumber dan jenis pencemar yang timbul. Baku mutu lingkungan yang sudah ditetapkan tersebut digunakan sebagai acuan untuk menilai kualitas limbah yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas masyarakat. Untuk itu perlu tersedianya sarana pengolahan limbah cair maupun limbah padat, sehingga semua limbah yang dihasilkan tidak dibuang langsung ke dalam danau, tetapi harus diolah terlebih dahulu sampai dapat memenuhi baku mutu lingkungan. Dalam upaya pelestarian keanekaragaman hayati ekosistem Danau Toba

penting juga dilakukan pemantauan kualitas habitat yang dapat mendukung pertumbuhan populasi organisme air. Perlu diidentifikasi zona perairan yang berfungsi sebagai tempat berkembang biak berbagai jenis organisme air, termasuk zona perairan sebagai tempat pemijahan ikan secara alami, untuk dilakukan upaya konservasi, sehingga organisme air dapat tumbuh dan berkembang secara optimal.

Gagasan untuk menjadikan Danau Toba sebagai Taman Nasional sangatlah relevan dengan mengoptimalkan partisipasi masyarakat. Jika kawasan Danau Toba menjadi Taman Nasional, maka masyarakat Danau Toba yang mengelola taman itu dapat menggunakan sistem kompensasi. Sistem kompensasi ini disebut perdagangan carbon (*carbon trade*), misalnya adalah negara-negara maju memajukan industrinya, sementara negara tropis seperti Indonesia menjaga hutannya. Masyarakat pinggiran danau Toba perlu menanam tanaman keras dengan sistem kompensasi. Mereka tidak lagi menanam tanaman berumur pendek. Hal ini untuk menghindari longsor dan lain sebagainya. Masyarakat juga dapat beternak seperti kambing, sapi, kerbau yang tidak mengganggu kelestarian Danau Toba. Para pengusaha hotel dan restoran wajib memberi kompensasi untuk melestarikan Danau Toba. Semua usaha yang memperoleh penghasilan dari Danau Toba bertanggungjawab untuk melestarikan danau. Taman Nasional akan mengakibatkan kedatangan turis yang dapat mendorong perekonomian masyarakat meningkat. Peningkatan ekonomi rakyat dapat berasal dari kompensasi sumbangan karbon dari pohon, peternakan, kehadiran turis, hasil tangkapan ikan dan lain sebagainya.

Jikalau kondisi danau seperti sekarang terus berlanjut tanpa adanya perbaikan yang radikal, maka Danau Toba akan seperti kasus-kasus danau di Afrika yang rusak ekosistemnya. Oleh sebab itu dalam mengelola Danau Toba haruslah berkelanjutan (*sustainable*). Berbagai kajian dan upaya pengelolaan perlu teru dilakukan agar dapat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang daya dukung ekosistem Danau Toba. Sehingga pemanfaatan ekosistem Danau Toba bagi berbagai kepentingan tidak menyebabkan terjadinya gangguan keseimbangan ekologi di danau tersebut.

KESIMPULAN DAN SARAN

Danau Toba memiliki permasalahan utama terhadap lingkungan ekosistemnya adalah penurunan kualitas air sebagai akibat dari berbagai limbah yang dibuang ke dalam danau sehingga menimbulkan pencemaran, seperti limbah domestik/perhotelan, limbah pertanian, limbah dari budidaya perikanan di dalam jaring apung, serta limbah minyak yang berasal dari aktivitas transportasi air. Selain itu terjadi perusakan kawasan hutan, berupa penebangan hutan untuk berbagai keperluan di sekitar danau yang menyebabkan fluktuasi aliran air ke dalam danau, terjadinya erosi dan peningkatan sedimentasi. Pada kawasan Danau Toba terlihat gejala peningkatan unsur hara, terutama fosfor dan nitrogen dalam ekosistem airnya yang menyebabkan kandungan oksigen terlarut menjadi sangat sedikit. Dalam kondisi ini proses penguraian akan berjalan secara *anaerob* sehingga menghasilkan berbagai senyawa yang bersifat toksik dan menimbulkan bau yang busuk.

Pelestarian keanekaragaman hayati ekosistem Danau Toba yang harus dilakukan adalah menjaga dan mengelola kualitas air. Hal penting yang perlu dilakukan adalah pemantauan terhadap kualitas habitat yang dapat mendukung pertumbuhan populasi organisme air. Perlu diidentifikasi zona perairan yang berfungsi sebagai tempat berkembang biak berbagai jenis organisme air, termasuk zona perairan sebagai tempat pemijahan ikan secara alami, untuk kemudian dilakukan upaya konservasi sehingga organisme air dapat tumbuh dan berkembang secara optimal. Selain itu juga tidak dilakukan penangkapan berlebih, sehingga jika jumlah usaha penangkapan sedemikian tinggi, stok ikan tidak mempunyai kesempatan untuk berkembang. Pengelolaan harus difokuskan pada perkiraan jumlah unit usaha penangkapan yang menghasilkan

nilai usaha maksimum lestari. Jika melebihi itu maka akan menghasilkan tangkapan yang menurun karena terjadinya tangkap lebih.

Saran yang dapat disampaikan melalui paper ini adalah: a) Perlunya komitmen pemerintah untuk menggeser kebijakan perikanan dari pengelolaan beorientasi pada pengembangan usaha menuju pada pengelolaan yang berkelanjutan, bisa menerima atau bahkan menginginkan hasil tangkap yang stabil, serta menurunkan jumlah usaha penangkapan kalau diperlukan; b) Pemerintah dan masyarakat Indonesia secara keseluruhan melihat prinsip bahwa ‘sumberdaya tidak akan pernah habis’ tidak berlaku, atau eksploitasi tidak lagi menguntungkan; c) Jangan lagi menambah tekanan terhadap sumberdaya ikan yang berada pada kondisi tereksplorasi penuh atau bahkan mengalami penangkapan berlebih; d) Perlu adanya kebijakan yang pro kepada alam dengan adanya analisa mengenai dampak lingkungan setiap pengembangan yang akan dilakukan; e) Komitmen pemimpin daerah untuk menjaga kelestarian lingkungan dengan melakukan sosialisasi serta pelatihan kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- Barus, T.A. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap : ”Keanekaragaman Hayati Ekosistem Danau Toba dan Upaya Pelestariannya”, USU, 3 Februari 2007.
- Barus, T.A. 2004. ”Faktor-Faktor Lingkungan Abiotik dan Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba”. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. XI, No. 2, Juli 2004, hal. 64 – 72.
- Balai Lingkungan Keairan, *Pengelolaan Danau dan Waduk di Indonesia*, Pusat Litbang SDA.
- Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Fauzi, Akhmad. 2006. *Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Ginting, E., 2002. *Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Kualitas Air di Perairan Parapat Danau Toba*. Tesis Program Studi PSL, Medan: Pascasarjana USU.
- LTEMP, Dokumen LTEMP No.0401
- Nahib, Irmadi, *Pengelolaan Sumberdaya Tidak Pulih Berbasis Ekonomi Sumber Daya*, Pusat Survei Sumberdaya Alam Laut – BAKOSURTANAL, 2007.
- Panjaitan, P., 2005. “Kajian Timbulnya Wabah Virus Herpes Koi di Perairan Danau Toba dan Alternatif Pemecahannya”. Makalah, disampaikan pada seminar nasional *Penanggulangan Kematian Masal Ikan Mas di Danau Toba*, 3 Maret 2005, Medan: Univ. HKBP Nommensen.
- Sahat MHS. 2006. *Ekonomi Sumberdaya Alam Kelautan*. Bahan Kuliah Ekonomi Sumberdaya Kelautan Tropika.
- Syaodih, Nana. (2009). *Metode Penelitian Pendidikan*, Bandung: PT. Remaja Rosdakarya
- Wiadnya, R. Djohani, M.V. Erdmann, A. Halim, M. Knight, Peter J. Mous, Jos Pet, L. Pet-Soede, *Kajian Kebijakan Pengelolaan Perikanan Tangkap di Indonesia*, The Nature Conservancy –

Southeast Asia Center for Marine Protected Areas, Bali, 2007.