

## ZONASI EKOSISTEM PERAIRAN DANAU TOBA UNTUK PEMANFAATAN PERIKANAN BERKELANJUTAN

### ZONATION OF LAKE TOBA WATERS ECOSYSTEM FOR SUSTAINABLE FISHERIES DEVELOPMENT

Endi Setiadi Kartamihardja<sup>2</sup>, Zulkarnaen Fahmi<sup>2</sup> dan Chairulwan Umar<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan

Teregistrasi I tanggal: 13 November 2014; Diterima setelah perbaikan tanggal: 22 April 2015;

Disetujui terbit tanggal: 24 April 2015

E-mail: endi\_prpt@indo.net.id

#### ABSTRAK

Danau Toba merupakan danau terluas (112.400 ha) dan termasuk salah satu danau kritis dari 15 danau di Indonesia serta merupakan danau warisan dunia yang perlu dilestarikan. Perairan danau ini dimanfaatkan oleh berbagai sektor pemanfaat yaitu sumber bahan baku air minum, pariwisata, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perikanan, dan transportasi (perhubungan). Di sektor perikanan, Danau Toba dimanfaatkan untuk kegiatan perikanan tangkap dan perikanan budidaya. Kegiatan perikanan tangkap yang berkembang adalah perikanan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) dan kegiatan perikanan budidaya dalam keramba jaring apung ikan nila merah dan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) serta ikan mas (*Cyprinus carpio*) berkembang sejak tahun 1988. Pengembangan perikanan berkelanjutan di suatu badan air adalah salah satu tujuan utama yang harus dilakukan dan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pembangunan berkelanjutan di antara sektor pemanfaat lainnya. Untuk keperluan tersebut, zonasi perairan danau adalah prasyarat mutlak yang harus dilakukan untuk menjamin keberlanjutan pemanfaatan ekosistem perairan Danau Toba. Zonasi Danau Toba untuk pengembangan perikanan yang dibahas dalam makalah ini merupakan salah satu rancangan zonasi yang tidak dapat dipisahkan dari tata ruang ekosistem danau untuk pengembangan berkelanjutan bagi seluruh sektor pemanfaat.

**KATA KUNCI:** Zonasi, perikanan, pembangunan berkelanjutan, Danau Toba

#### ABSTRACT

*Lake Toba, a largest lake with a total surface waters area of 112,400 ha was classified as one of critical lakes among 15 lakes in Indonesia and also as one of the heritage lakes in the world which should be sustained. The lake ecosystem was utilized by multi sectors i.e., source of drinking waters, tourism, electric power generation, transportation, and fisheries. In fisheries sector, the lake was utilized for capture fisheries and floating cage fish culture development. Capture fisheries of the small fish (bilih), *Mystacoleucus padangensis* was being developed since 2005 and floating net cage culture of red tilapia and Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and common carp (*Cyprinus carpio*) was implemented since 1998 as the main activities developed in the lake. Sustainable development of fisheries is a main objective while a sustainable integrated development among others sector is a whole lake ecosystem objective. Therefore, zoning of the Toba Lake ecosystem for fisheries development which was presented and discussed in this paper was an integral part of whole zoning of the lake ecosystem.*

**KEYWORDS:** Zoning, fisheries, sustainable development, lake ecosystem, Toba Lake

#### PENDAHULUAN

Ekosistem perairan Danau Toba mempunyai luas permukaan air 1.103-1.124 km<sup>2</sup>, kedalaman maksimum 500-600 m, panjang garis pantai 294 km dan volume air 256,200 juta m<sup>3</sup> serta waktu tinggal air sekitar 81,2 tahun (Lehmusluoto & Badrudin, 1997; Mudjodo *et al.*, 2006; Wijopriyono *et al.*, 2010; Lukman & Ridwansyah, 2010). Danau Toba merupakan

perairan strategis Nasional dan termasuk salah satu danau kritis dari 15 danau kritis di Indonesia serta merupakan danau tekto-vulkanik terbesar di dunia dan salah satu danau "heritage" dunia yang perlu dilestarikan.

Danau Toba dimanfaatkan oleh berbagai sektor pemanfaat, yaitu sumber bahan baku air minum, pariwisata, Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA),

Korespondensi penulis:

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan  
Jl. Cilalawi, No.1 Jatiluhur, Jawa Barat

perikanan, dan transportasi (perhubungan). Dewasa ini, berbagai isu dan permasalahan yang menimpa Danau Toba antara lain sedimentasi, pencemaran dari limbah domestik, perhotelan, peternakan, transportasi air, dan perikanan budidaya dalam keramba jaring apung (KJA) sedang berlangsung (BKPEKDT, 2008).

Proses penyuburan perairan (eutrofikasi) danau Toba juga terjadi yang diindikasikan oleh meningkatnya tingkat kesuburan perairan dari perairan oligotrofik menjadi mesotrofik sampai eutrofik, meskipun kondisi eutrofik hanya ditemukan di beberapa kawasan seperti di perairan danau yang tepiannya padat pemukiman penduduk, perhotelan, peternakan dan kawasan budidaya KJA di Haranggaol (Lukman, 2013; Lukman, 2011; Utomo *et al.*, 2013).

Sektor perikanan (perikanan tangkap dan budidaya) sebagai salah satu sektor di antara sektor pemanfaat lainnya harus dikelola secara terpadu dan berkelanjutan sehingga memberikan manfaat optimal bagi kelestarian sumberdaya ikan, ekosistem danau dan kesejahteraan masyarakat. Dalam kaitan dengan hal tersebut, zonasi atau penataan ruang ekosistem perairan danau untuk pembangunan perikanan berkelanjutan menjadi bagian penting yang tidak terpisahkan dari tata ruang ekosistem danau Toba secara terpadu. Zona pemanfaatan danau untuk perikanan adalah bagian dari zona pemanfaatan sumber air yaitu ruang pada sumber air yang dialokasikan, baik sebagai fungsi lindung maupun sebagai fungsi budidaya. Dalam hal ini, pemanfaatan Danau Toba yang multi-sektor dan isu penting yang sedang terjadi menghendaki perlunya penerapan konsep pembangunan ekosistem danau yang berkelanjutan (ILEC, 2005). Pada hakekatnya, tata ruang danau Toba berperan penting untuk mencapai pemanfaatan sumber daya optimal dengan menghindari konflik pemanfaatan sumber daya, mencegah timbulnya kerusakan lingkungan hidup serta meningkatkan keselarasan.

## STATUS DAN PERKEMBANGAN PERIKANAN

### Perikanan Tangkap

Kegiatan perikanan yang berkembang di perairan Danau Toba adalah perikanan tangkap dan perikanan budidaya dalam keramba jaring apung (KJA). Dewasa ini, kegiatan perikanan tangkap yang mengandalkan sumber daya ikan liar, didominasi oleh perikanan bilih (masyarakat menyebut ikan pora-pora), *Mystacoleucus padangensis* yang berhasil diintroduksi pada tahun 2003 oleh peneliti dari Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan (P4KSI), Badan Penelitian dan

Pengembangan Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan (Kartamihardja & Sarnita, 2010). Pada tahun 2012, hasil tangkapan ikan bilih mencapai 45.000 ton atau sekitar 10 kali lipat dari total hasil tangkapan ikan (4.554 ton) sebelum ikan ini diintroduksi dan sekitar dua kali lipat hasil tangkapan ikan lemuru di Selat Bali (Kartamihardja *et al.*, 2013a). Nilai hasil tangkapan ikan bilih sejak tahun 2005 sampai dengan 2012 berkisar antara 155-255 milyar rupiah (Kartamihardja *et al.*, 2013a). Keberhasilan introduksi ikan bilih ini telah menjadi salah satu paket teknologi yang direkomendasikan untuk diterapkan dalam rangka peningkatan produksi ikan dan kesejahteraan masyarakat di perairan umum daratan, khususnya di perairan danau dengan karakteristik yang hampir sama dengan karakteristik Danau Toba (Kartamihardja *et al.*, 2013b).

Produksi tangkapan ikan bilih yang tinggi tersebut ditunjang dengan ketersediaan makanan alami yang melimpah dan belum dimanfaatkan oleh jenis ikan lain serta ketersediaan makanan dari sisa pakan yang lolos ke luar jaring dan kotoran ikan dari budidaya ikan dalam KJA. Di samping itu, perkembangan populasi ikan bilih di Danau Toba ditunjang oleh banyaknya kawasan pemijahan ikan bilih, yaitu di sungai-sungai yang bermuara di danau seperti Sungai Sipangolu (Kec. Bakara), Sungai Sipiso-piso (Kec. Tongging), Sungai Sisodang (Kec. Tomok) dan Sungai Naborsahan (Kec. Ajibata) serta beberapa sungai di daerah Silalahi I dan Silalahi II dan beberapa sungai kecil di Pulau Samosir (Kartamihardja *et al.*, 2012). Namun demikian, akhir-akhir ini hasil tangkapan ikan bilih mulai menurun yang disebabkan oleh belum ditetapkannya kawasan konservasi ikan bilih, penangkapan masih berlangsung di sungai dan muaranya yang masuk danau sebagai tempat pemijahan dan asuhan ikan bilih, penangkapan menggunakan alat tangkap dengan ukuran mata jaring lebih kecil dari 1 inci dan alat tangkap yang merusak, permainan harga jual ikan bilih dimana ikan ukuran kecil dibeli dengan harga lebih tinggi dari ikan ukuran besar dan belum adanya peraturan daerah mengenai pengelolaan dan konservasi sumber daya ikan bilih di Danau Toba (Kartamihardja *et al.*, 2013a). Kegiatan perikanan tangkap ini telah menyerap tenaga kerja sekitar 4.000 orang nelayan belum termasuk pedagang pengumpul, pengolah dan pemasaran hasil serta telah berdampak positif terhadap ekonomi dan sosial masyarakat sekitar Danau Toba (Koeshendrajana, 2011).

Produktivitas perikanan tangkap yang telah tinggi tersebut perlu dipertahankan dan dikelola secara rasional agar tetap memberikan dampak pemanfatan

yang cukup besar bagi kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, untuk optimasi pemanfaatan sumber daya ikan (ikan bilih dan sumber daya ikan lainnya) dan pelestariannya diperlukan langkah-langkah pengelolaan (Kartamihardja, 2009; Kartamihardja et al., 2013a; Koeshendrajana, 2011) antara lain:

- a) Penetapan kawasan suaka untuk melindungi habitat pemijahan, asuhan dan kawasan perlindungan sumber daya ikan bilih serta sumber daya ikan lainnya.
- b) Pengaturan dan pengendalian alat tangkap yang merusak sumber daya ikan dan lingkungannya;
- c) Penetapan zonasi perairan danau Toba bagi pemanfaatan perikanan dan sektor lainnya dalam kerangka pemanfaatan multi-guna yang melibatkan berbagai sektor pemanfaat.

### **Perikanan Budidaya**

Sejak tahun 1988, kegiatan perikanan budidaya yang berkembang adalah budidaya ikan dalam KJA. Sampai dengan tahun 2012 telah berkembang sebanyak 7.891 unit KJA yang terdiri dari 152 buah KJA bentuk empat persegi panjang ukuran 12x6 m dan dalam 4 m; 294 buah KJA bentuk silinder ukuran diameter 18 m dan dalam 8 m milik PT AN; 30 buah KJA bentuk silinder ukuran diameter 18 m dan dalam 8 m milik PT. ALM; dan 7.500 petak KJA ukuran 4x4 m dan dalam 3 m milik masyarakat (Utomo et al., 2013). Pada tahun 2012, produksi ikan budidaya KJA mencapai 75.559 ton yang terdiri dari 40.009 ton ikan Nila dari KJA PT AN; 1.800 ton ikan nila dari KJA PT ALM dan 33.750 ton ikan Nila dan Mas dari KJA masyarakat (DKP Provinsi Sumatera Utara, 2013).

Secara ekologis, daya dukung perairan berkorelasi dengan produktivitas budidaya ikan di danau. Perairan dengan daya dukung yang tinggi akan menghasilkan produktivitas budidaya yang tinggi pula (Beveridge, 1984). Namun demikian, kegiatan budidaya ikan dalam KJA yang melebihi daya dukung perairan akan berdampak negatif terhadap kualitas ekologis perairan danau melalui proses eutrofikasi (penyuburan) karena masuknya sisa pakan ikan yang tidak termakan, kotoran dan urin ikan yang terutama berupa unsur N (nitrogen) dan P (fosfor), menurunkan fungsi ekosistem danau dan sekaligus menurunkan daya dukung perairan (Dillon & Rigler, 1975). Oleh karena itu, penerapan budidaya ikan intensif di danau yang berkelanjutan harus dilakukan secara hati-hati, biomassa ikan yang dipelihara tidak melebihi daya dukung perairan dan menjamin kelestarian sumber daya ikan liar sebagai target penangkapan dan

kelestarian ekosistem danau. Secara fisik keberadaan budidaya ikan KJA di Danau Toba di samping harus ditata sesuai dengan daya dukung perairan juga harus sesuai dengan tata ruang danau bagi berbagai kepentingan. Dengan perkataan lain, pengembangan perikanan dalam KJA di Danau Toba harus didasarkan pada pengembangan akuakultur dengan pendekatan ekosistem (*Ecosystem approach to aquaculture (EAA)*) yaitu usaha untuk menyeimbangkan tujuan masyarakat yang beragam, dengan mempertimbangkan ilmu pengetahuan dan ketidakpastian dari biotik, abiotik dan manusia sebagai komponen ekosistem termasuk interaksi, alur dan proses dan menerapkan pendekatan secara terpadu antar sektor dalam batas operasional dan ekologis (Boto et al., 2013).

### **ZONASI UNTUK PEMBANGUNAN PERIKANAN BERKELANJUTAN**

#### **Landasan Hukum dalam Tata Ruang Danau Toba**

Secara umum, berbagai peraturan perundangan yang terkait dengan Tataruang Ekosistem Danau Toba antara lain meliputi: (1) Peraturan Pemerintah Nomor 26 Tahun 2008 tentang Rancangan Tata Ruang Nasional yang dibuat untuk melaksanakan ketentuan Pasal 20 ayat (6) Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 tentang Penataan Ruang; (2) Peraturan Daerah Provinsi Daerah Tingkat I Sumatera Utara Nomor I Tahun 1990 Tentang Penataan Kawasan Danau Toba; (3) Peraturan Daerah Nomor 7 Tahun 2003 Tentang Tata Ruang Wilayah Provinsi 2003 -2018; (4) Keputusan Gubernur Sumatera Utara Nomor: 660/067.K Tahun 2003 Tentang Kebijakan Umum Pelestarian Ekosistem Kawasan Danau Toba; dan (5) Peraturan Gubernur Sumatera Utara Nomor 30 Tahun 2008 Tentang Badan Koordinasi Pengelolaan Ekosistem Kawasan Danau Toba.

Peraturan perundangan yang telah tersedia tersebut cukup memadai sebagai landasan kuat untuk menetapkan tataruang (zonasi) Danau Toba bagi pembangunan perikanan berkelanjutan sebagai salah satu sektor pemanfaat perairan danau di antara sektor pemanfaat lainnya.

Ditinjau dari sektor perikanan, aspek legal/peraturan perundangan yang berkaitan dengan pemanfaatan dan konservasi sumber daya ikan antara lain meliputi: (1) Undang-Undang Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan yang telah diperbaharui dengan Undang-Undang Nomor 45 tahun 2009; (2) Undang-Undang Nomor 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup; (3) Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya

Alam Hayati dan Ekosistemnya; (4) Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup; dan (5) Peraturan Pemerintah Nomor 60 tahun 2007 tentang Konservasi Sumberdaya Ikan.

Secara legal, pengembangan budidaya ikan dalam KJA intensif di danau yang berkelanjutan telah diatur dalam peraturan sebagai berikut: (1) Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau Dan/ Atau Waduk. Dalam penetapan rencana tata ruang daerah tangkapan air danau/waduk dan pemberian izin kegiatan yang lokasinya dapat mempengaruhi kualitas air danau/waduk diatur dalam Pasal 5 ayat ab dimana harus mempertimbangkan daya tampung beban pencemaran air danau/waduk. Daya tampung beban pencemaran air yang dimaksud adalah kemampuan air danau dan air waduk untuk menerima masukan beban pencemaran tanpa mengakibatkan air danau dan air waduk menjadi cemar (Pasal 1, ayat 5); dan (2) Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No.12/Men/2010 tentang Pengembangan Minapolitan. Dalam peraturan ini dinyatakan bahwa setiap pengembangan usaha perikanan harus berkesesuaian dengan Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) (Pasal 7a), dan proyeksi arah pengembangan harus memuat kelayakan lingkungan berdasarkan daya dukung dan daya tampung (Pasal 7f).

### Kriteria Zonasi untuk Perikanan Tangkap

Dewasa ini, perikanan bilih (pora-pora) merupakan kegiatan perikanan tangkap utama dan yang dominan di perairan Danau Toba. Perikanan bilih ini telah berdampak positif terhadap peningkatan produksi total ikan, perekonomian dan kesejahteraan masyarakat perikanan di sekitar danau Toba maupun masyarakat pedagang ikan pendatang terutama dari Sumatera Barat (Koeshendrajana, 2011). Perikanan bilih tersebut akan memberikan dampak pemanfaatan yang optimal dan lestari jika didukung dengan penerapan teknologi pengelolaan dan konservasinya. Untuk itu, pengembangan kawasan konservasi ikan bilih menjadi bagian penting yang harus diterapkan disamping penerapan regulasi penangkapannya.

Ikan bilih melakukan reproduksi dengan cara berruaya ke sungai yang masuk Danau Toba. Kriteria yang digunakan untuk penetapan kawasan konservasi ikan bilih adalah sungai yang ideal untuk reproduksi ikan bilih dengan karakteristik sebagai berikut (Kartamihardja & Sarnita, 2010):

(1) berair jernih, dasar sungai berpasir dan atau kerikil,

(2) kecepatan arus air berkisar antara 40-60 cm/detik dan kedalaman air antara 20-40 cm dengan suhu air berkisar antara 26,0-28,0 °C.

(3) Sungai yang masuk Danau Toba selalu berair sepanjang tahun, diperkirakan sekitar 50 buah sungai. Namun demikian untuk keperluan kawasan konservasi ikan bilih penetapan 11 sungai sebagai kawasan konservasi utama ikan bilih dianggap cukup memadai.

(4) Kawasan utama ikan bilih tertutup bagi penangkapan dengan jenis alat tangkap dan waktu sepanjang tahun, karena reproduksi ikan bilih berlangsung setiap hari.

Zonasi yang diusulkan untuk pengembangan perikanan bilih, khususnya 11 kawasan utama untuk konservasi ikan bilih tertera pada Gambar 1. Penetapan kawasan konservasi ikan bilih tersebut harus diikuti dengan regulasi penangkapannya sebagai berikut: penangkapan ikan tidak boleh dilakukan di sungai dan muaranya yang masuk danau, alat tangkap jaring insang (doton) dan bagan (sulangat) yang digunakan harus mempunyai mata jaring lebih besar dari 1 inci karena ikan bilih pertama kali matang gonad (Lm) pada ukuran panjang 8 cm, dan daerah penangkapan di depan muara sungai harus mempunyai jarak lebih dari 200 m dari tepi mulut sungai.

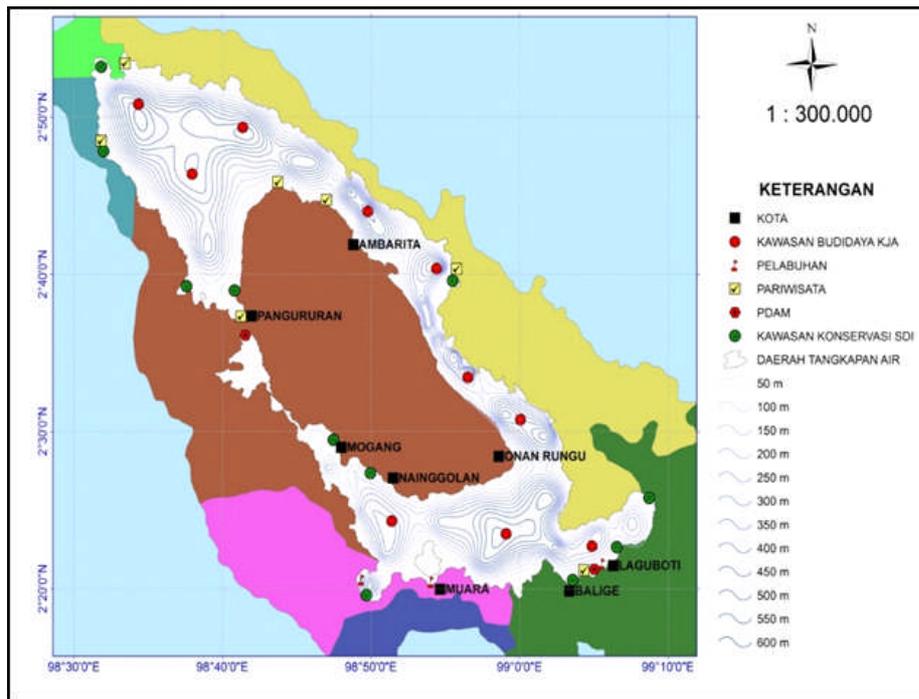
### Kriteria Zonasi untuk Perikanan Budidaya

Pada tahun 2012, daya dukung perairan danau Toba untuk perikanan budidaya di KJA, yaitu *banyaknya biomassa ikan yang dapat diproduksi dengan tidak mengubah kondisi kualitas air danau* ditaksir sebesar 35.282 ton ikan per tahun (Lukman, 2013). Nilai daya dukung tersebut dihitung berdasarkan kandungan P (fosfor) yang diukur di bagian littoral danau yang kandungan P nya lebih tinggi dari kandungan P di bagian tengah danau. Total daya dukung Danau Toba diperkirakan lebih tinggi, mencapai 50.000 ton ikan/th jika kandungan P yang digunakan dalam perhitungan daya dukung termasuk kandungan P yang diukur di bagian tengah danau. Pada tahun 2012, produksi total ikan budidaya KJA mencapai 75.559 ton sehingga terjadi kelebihan produksi ikan di atas daya dukungnya sebesar 25.559 ton atau 51%. Dengan demikian, kapasitas produksi ikan budidaya KJA yang ada harus diturunkan sekitar 25.559 ton atau setara dengan 16.700 unit KJA ukuran 4x4x3 m<sup>3</sup> dengan asumsi 1 unit KJA menghasilkan rata-rata produksi ikan 3 ton/th. Pada prinsipnya, produksi ikan yang telah dicapai saat ini sebesar

75.559 ton/th masih dapat dipertahankan dengan cara merelokasi unit KJA sesuai dengan usulan zonasi yang telah dibuat menjadi 10 kawasan utama budidaya KJA (Gambar 1).

Oleh karena setiap zonasi memiliki kondisi tingkat kesuburan perairan yang berbeda maka jumlah unit KJA untuk setiap kawasan juga berbeda, kawasan budidaya dengan tingkat kesuburan oligotrofik (miskin hara) akan mempunyai daya dukung lebih besar

dibandingkan dengan kawasan dengan tingkat kesuburan mesotrofik (kesuburan sedang) (Ross et al., 2013). Setiap kawasan utama budidaya tidak boleh memproduksi ikan lebih besar dari 7.500 ton ikan per tahun atau setara dengan 1.670 unit KJA ukuran 4x4x3 m<sup>3</sup>. Kawasan budidaya KJA di Haranggaol harus direlokasi dan dikurangi karena sudah melebihi daya dukung dan secara fisik terlalu padat sehingga tingkat trofik di kawasan ini sudah termasuk hypertrofik (Lukman, 2010; Utomo et al., 2013).



Gambar 1. Zonasi perairan Danau Toba untuk pemanfaatan perikanan berkelanjutan.  
 Figure 1. Zonation of Lake Toba for sustainable fisheries utilization.

Kriteria yang digunakan untuk zonasi budidaya ikan dalam KJA adalah sebagai berikut:

- (1) Kawasan budidaya KJA berada di kawasan dengan daya dukung sama atau lebih kecil dari daya dukung perairan dengan tingkat trofik tertinggi mesotrofik.
- (2) Kedalaman air lebih dari 50 m dengan jarak dari tepi pantai lebih dari 100 m dan jarak antar unit kepemilikan KJA minimum 100 m,
- (3) Keramba jaring apung tidak diletakkan di depan muara sungai, karena air sungai sudah membawa kandungan fosfor,

- (4) Keramba jaring apung tidak berada di kawasan suaka perikanan, kawasan wisata, jalur transportasi, dan kawasan intake (sumber) air untuk kebutuhan air minum.

Zonasi ekosistem perairan Danau Toba untuk pengembangan perikanan tangkap dan budidaya ini harus selaras dan terpadu dengan pengembangan sektor pemanfaat lainnya seperti ditegaskan dalam salah satu prinsip dari dua belas prinsip dalam pengelolaan perikanan dengan pendekatan ekosistem (*ecosystem approach for fisheries management*) bahwa pendekatan ekosistem harus melibatkan seluruh sektor pemanfaat dan disiplin ilmu (Boto et al., 2013; UNEP & CBD, 2000; UNEP, 2010).

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

### Kesimpulan

Kegiatan perikanan tangkap dan budidaya keramba jaring apung di Danau Toba merupakan salah satu kegiatan pemanfaat ekosistem perairan danau disamping pemanfaat lainnya. Zonasi danau untuk pengembangan perikanan harus mengacu pada kriteria yang telah ditetapkan dan selaras serta harus merupakan bagian dari tata ruang ekosistem danau secara terpadu di antara pengembangan sektor pemanfaat lainnya. Oleh karena itu, pengembangan perikanan berkelanjutan harus ditujukan untuk menciptakan keseimbangan kesehatan ekosistem danau dengan kesehatan manusia sebagai pemanfaat sumberdaya. Zonasi ekosistem Danau Toba harus ditetapkan secara legal dan memenuhi tujuan pembangunan berkelanjutan ekosistem danau.

### Rekomendasi

Beberapa rekomendasi yang perlu diterapkan dalam kaitannya dengan zonasi ekosistem Danau Toba untuk pengembangan perikanan berkelanjutan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- (1) Daya dukung Danau Toba untuk budidaya ikan dalam KJA tidak boleh melebihi jumlah produksi ikan budidaya yang setara dengan jumlah unit KJA. Pada saat ini, jumlah KJA tidak boleh ditambah dan harus direlokasi dan disitribusikan sesuai dengan zonasi yang diusulkan.
- (2) Usulan zonasi untuk pengembangan perikanan berkelanjutan di Danau Toba ini, harus merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari Rencana Tata Ruang Ekosistem Kawasan Danau Toba yang akan ditetapkan sebagai Peraturan Presiden.
- (3) Secara administratif perairan Danau Toba termasuk ke dalam 7 kabupaten, oleh karena itu, usulan zonasi ini perlu ditindaklanjuti dan diperkuat dengan menetapkan Peraturan Daerah (PERDA) di tingkat Provinsi Sumatera Utara dan selanjutnya PERDA pada tingkat kabupaten harus mengacu pada PERDA Provinsi.
- (4) Penerapan zonasi untuk pengembangan perikanan berkelanjutan ini perlu dikonsultasikan dengan seluruh pemangku kepentingan (*stakeholders*) yang terkait dengan pemanfaatan ekosistem Danau Toba.
- (5) Sistem pengawasan dan monitoring serta evaluasi terhadap penerapan zonasi dan dampaknya

terhadap keberlanjutan perikanan dan kelestarian ekosistem Danau Toba perlu dikembangkan.

### DAFTAR PUSTAKA

- Beveridge, M.C.M. 1984. Cage and pen fish farming: Carrying capacity models and environmental impact. *FAO Fish. Tech. Pap.*, 255: p. 1–131.
- BKPEKDT (Badan Koordinasi Pengelolaan Ekosistem Kawasan Danau Toba). 2008. *Rona Awal Ekosistem Kawasan Danau Toba*. 139 hal.
- Boto, I., S. Phillips & M. D'Andrea. 2013. Fish-farming: the new driver of the blue economy. *Brussels Rural Development Briefings a series of meetings on ACP-EU Development Issues*. 51 pp.
- Dillon, P.J & F.H. Rigler. 1975. A simple method for predicting the capacity of a lake for development based on a lake trophic status. *J. Fish. Res. Board Can.*, 32: p. 1519–1531.
- DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) Provinsi Sumatera Utara, 2013. Kebijakan pengembangan perikanan di Danau Toba. Disampaikan pada *Workshop Pemanfaatan dan Pelestarian Ekosistem Danau Toba*. Puslit Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan. KKP, Jakarta, 25 Nopember 2013.
- ILEC. 2005. Managing lakes and their basins for sustainable use: *A Report for lake basin managers and stakeholders*. International Lake Environment Committee Foundation. Kosatsu. Japan. 166 pp.
- Kartamihardja, E.S. 2009. Pengelolaan sumber daya ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) Introduksi di Danau Toba. *J.Kebijak.Perikan.Ind. Vol.1 (2)*: 87-98.
- Kartamihardja, E.S & A. Sarnita. 2010. *populasi ikan bilih di Danau Toba. Keberhasilan Introduksi Ikan Implikasi Pengelolaan dan Prospek Masa Depan*. Cetakan edisi ke-2. Pusat Penelitian Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan. 50 hal.
- Kartamihardja, E.S., C. Umar, E. Prianto, Y. Priatno & S. Koeshendrajana. 2012. Penerapan model optimasi produksi sumber daya ikan bilih melalui penerapan kawasan konservasi di Danau Toba,

- Sumatera Utara. *Laporan IPTEKMAS Puslit Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan*, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan, KKP. 75 hal.
- Kartamihardja, E.S., C. Umar, E. Prianto, Y. Priatno, Z. Nasution & L. Sadiyah. 2013a. *Naskah Akademik Rancangan Peraturan Daerah Tentang Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumber Daya Ikan serta Ekosistem Danau Toba Secara Bersama*. Puslit Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan, KKP. 42 hal.
- Kartamihardja, E.S., A. Sarnita, K. Purnomo & S. Koeshendrajana. 2013b. *Rekomendasi teknologi introduksi ikan bilih, *Mystacoleucus padangensis* di Danau Toba, Sumatera Utara*. Buku Rekomendasi Teknologi Kelautan dan Perikanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan, KKP.
- Koeshendrajana, S. 2011. Kebijakan dan strategi pengelolaan perikanan tangkap di Danau Toba pasca introduksi ikan bilih. *J.Kebijak.Perikan.Ind.* Vol.3 (1): 1-12.
- Lehmusluoto, P. & M. Badrudin. 1997. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesian. General Limnology. *Expedition Indodanau Tech.* Rep. 72 pp.
- Lukman. 2010. Faktor-faktor pertimbangan dalam penetapan tata ruang perairan danau Studi Kasus Danau Toba. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi V*, Tahun 2010. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. hal 354-369.
- Lukman. 2011. Pengembangan keramba jaring apung pertimbangan daya dukung dan ancamannya terhadap lingkungan perairan danau. *dalam* Anwar, H.Z & H. Haryono (Eds). *Perspektif terhadap kebencanaan dan lingkungan di Indonesia: Studi Kasus dan Pengurangan Dampak Resikonya*. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI. p. 173-193
- Lukman. 2013. Aspek positif pengembangan karamba jaring apung (KJA) di waduk dan danau. Disampaikan pada *Workshop Pengelolaan Lingkungan Perikanan Budidaya di Perairan Umum*. Bogor, 2-4 Oktober 2013.
- Lukman & I. Ridwansyah. 2010. Kajian kondisi morfometri dan beberapa parameter stratifikasi perairan Danau Toba. *Limnotek*. 17 (2): 158-170.
- Mudjodo, H., P. Simanjuntak, P. Hehanussa & Lufiandi. 2006. Lake Toba. Experience and Lessons Learned Brief. *LakeNet*. 18 pp.
- Ross, L.G., T.C. Telfer, L. Falconer, D. Soto & J. Aguilar-Manjarrez, eds. 2013. *Site selection and carrying capacities for inland and coastal aquaculture*. FAO/Institute of Aquaculture, University of Stirling, Expert Workshop, 6–8 December 2010. Stirling, the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. *Fisheries and Aquaculture Proceedings* No. 21. Rome, FAO. 46 pp.
- UNEP & CBD. 2000. Decisions adopted by the conference of the parties to the convention on biological diversity at its fifth meeting - *Annex III*. COP 5. Nairobi, Kenya.

UNEP. 2010. Blue Harvest: Inland Fisheries as an Ecosystem Service. *WorldFish Center, Penang, Malaysia*. 68 pp.

Utomo, A.D., A. K. Gafar, S. Kaban & A. Sudrajat. 2013. *Kajian dampak keramba jaring apung di Danau Toba, Sumatera Utara*. Balai Penelitian

Perikanan Perairan Umum, Puslit Pengelolaan Perikanan dan Konservasi Sumberdaya Ikan. Badan Litbang Kelautan dan Perikanan, KKP. 18 hal.

Wijopriono, K. Purnomo, E.S. Kartamihardja & Z. Fahmi. 2010. Fisheries Resources and Ecology of Toba Lake. *Ind. Fish. Res. J.10 (1)*: p. 7-14.