

KONDISI TERKINI PERIKANAN TANGKAP DI DANAU TOBA, SUMATRA UTARA

Rahmi Dina, Lukman, Taofik Jasalesmana, dan Imroatusshoolikhah
Pusat Penelitian Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
rahmi.dina@limnologi.lipi.go.id

ABSTRAK

Kegiatan perikanan tangkap merupakan salah satu bentuk pemanfaatan Danau Toba yang penting sebagai sumber protein sekaligus sebagai mata pencaharian masyarakat sekitarnya. Tulisan ini bertujuan menyampaikan informasi kondisi terkini ikan dan perikanan tangkap di Danau Toba. Pengambilan data dilakukan pada Agustus 2016 di tiga titik yaitu Tulas, Boho, Palipi dan Oktober 2017 di lima titik yaitu Aek Rangat, Ambarita, Bakara, Silintong, dan Sipolha. Alat tangkap yang digunakan adalah jaring insang dengan tujuh jenis ukuran mata jaring berbeda. Data yang digunakan terdiri dari data primer berupa jenis ikan yang tertangkap dan wawancara dengan nelayan sebagai responden kunci melalui survei. Selain itu juga digunakan data sekunder yaitu data produksi ikan yang diperoleh dari Dinas Kelautan Perikanan Propinsi Sumatra Utara. Selama pengambilan contoh ditemukan sebanyak 12 jenis ikan yaitu *Oreochromis niloticus*, *Mystacoleucus padangensis*, *Glossogobius giurus*, *Parambasis apogonoides*, *Barbodes binotatus*, *Ospronemus gouramy*, *Osteochilus vittatus*, *Cyprinus carpio*, *Claria batrachus*, *Oxyeleotris marmorata*, *Puntius javanicus*, *Puntigrus tetrazona*, dan *Amphilopus citrinellus* serta krustasea asing yaitu Lobster Air Tawar (LAT), *Cherax quadricarinatus*. Jenis ikan asing baru yang dominan adalah ikan kaca (*Parambasis apogonoides*) dan tidak dimanfaatkan sama sekali. Alat tangkap yang dominan digunakan nelayan adalah jaring insang ukuran mata jaring mulai dari 3 inci dengan target ikan nila serta perangkap dengan target LAT. Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) yang sebelumnya merupakan target utama penangkapan menggunakan bagan saat ini sulit ditemukan dan hampir tidak ada bagan yang beroperasi. Dibandingkan dengan data produksi tahun 2011, produksi ikan bilih pada tahun 2016 sekitar 3, 36%.

Kata kunci: Danau Toba, jenis ikan, perikanan tangkap

PENDAHULUAN

Danau Toba, terletak di Sumatra Utara, merupakan danau terluas di Indonesia dan termasuk dalam kategori danau yang luas di dunia dengan luas 1.150 km², elevasi 906 m, serta danau terdalam urutan ke sembilan di dunia dengan kedalaman maksimum 529 m (Herdendorf, 1982). Selain itu, berdasarkan proses terbentuknya Danau Toba tergolong danau vulkanik-tektonik dan merupakan danau kaldera terluas di dunia yang terbentuk sekitar 71.500±4000 tahun yang lalu (Gopal & Ghosh, 2009).

Danau Toba sebagai danau multifungsi dimanfaatkan untuk air minum, Mandi Cuci Kakus (MCK), Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), daerah tujuan wisata, dan perikanan baik budidaya dengan sistem Karamba Jaring Apung (KJA) maupun perikanan tangkap. Potensi perikanan Danau Toba tergolong rendah (Kartamihardja, 1987) terkait dengan status trofik perairan Danau Toba yang kurang subur yaitu pada kondisi oligotrofik sampai mesotrofik (Nomosatryo & Lukman, 2011).

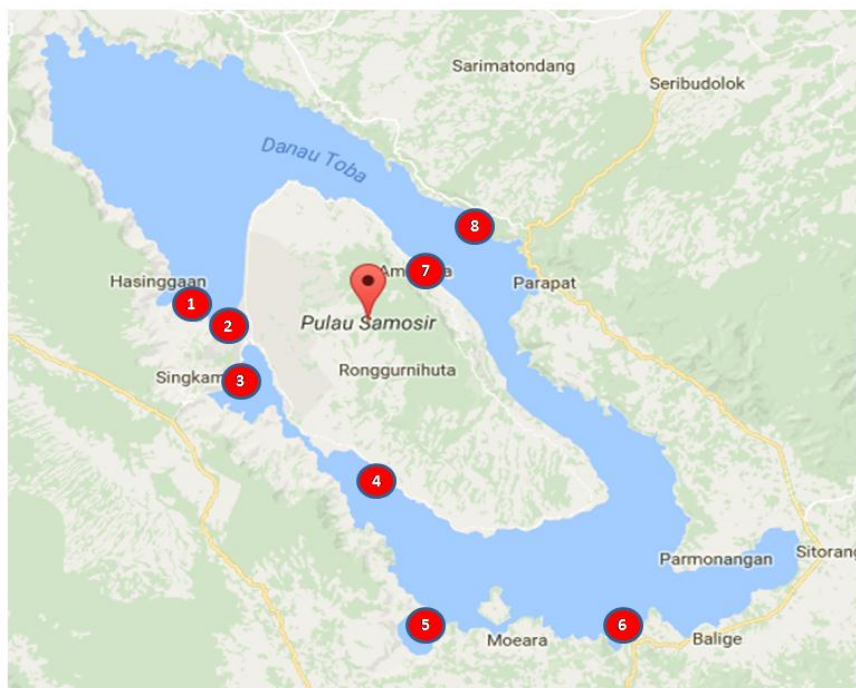
Sebagai upaya pengelolaan untuk meningkatkan produksi perikanan, introduksi ikan telah dilakukan sejak sekitar tahun 1950an (Soerjani *et al.*, 1979). Selain itu, introduksi ikan yang berhasil dilakukan yaitu introduksi ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) dari Danau Singkarak pada tahun 2003, namun produksinya dilaporkan menurun (Kartamihardja *et al.*, 2015). Alat tangkap yang digunakan nelayan untuk menangkap ikan bilih saat itu adalah bagan (Koeshendrajana, 2011; Kartamihardja *et al.*, 2015). Oleh sebab itu tulisan ini bertujuan untuk menyampaikan informasi mengenai kondisi terkini ikan dan perikanan tangkap di Danau Toba.

METODE PENELITIAN

Survei lapangan dilakukan sebanyak dua kali yaitu Agustus 2016 di tiga titik (Tulas, Boho, Palipi/1, 3, 4) dan Oktober 2017 di lima titik (Aek Rangat, Ambarita, Bakara, Silintong, dan Sipolha/2, 5, 6, 7, dan 8) (Gambar 1). Data yang digunakan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer meliputi jenis ikan yang tertangkap di perairan Danau Toba serta data kegiatan penangkapan ikan. Data sekunder berupa data produksi ikan diperoleh dari Dinas Kelautan dan Perikanan Propinsi Sumatra Utara.

Data jenis ikan diperoleh dengan *sampling* ikan menggunakan jaring insang dengan tujuh ukuran mata jaring berbeda (3/4; 1; 1,5; 2; 2,5; 3; dan 3,5 inci) dengan tinggi 2 m dan panjang tiap ukuran mata jaring 25

m. Jaring insang dioperasikan pada malam hari selama lebih kurang 12 jam di tiap lokasi. Ikan yang tertangkap diawetkan menggunakan larutan formalin 10% untuk selanjutnya diidentifikasi di Laboratorium Ikan, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI. Data kegiatan penangkapan ikan diperoleh melalui wawancara dengan responden kunci yaitu penangkap di tiap lokasi terdiri dari nelayan jaring, pemancing dan nelayan bagan yang pernah beroperasi.



1= Tulas; 2=Aek Rangat; 3= Boho; 4= Palipi;
5= Bakara; 6= Silintong; 7= Ambarita; 8= Sipolha

Keterangan: Titik Koordinat Pengambilan Contoh diplot ke Google Map.

Gambar 1. Lokasi Pengambilan Contoh

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Jenis Ikan yang Ditemukan

Selama survei tertangkap 12 jenis ikan yang tergolong dalam 7 famili (Tabel 1). Beberapa jenis yang dilaporkan pada hasil penelitian sebelumnya dan tidak ditemukan pada survei ini adalah *Panchax panchax*, *Mystus* sp, *Ophiocephalus striatus*, *Ophiocephalus micropeltes*, *Oreochromis mossambicus*, *Lissochilus* sp, *Rasbora jacobsoni*, *Neolissochilus thienemanni*, *Tor* spp, *Hampala macrolepidota*, *Rasbora* sp, *Redigobius isognathus*, *Nemacheilus fasciatus*, *Trichogaster trichopterus*, dan *Lebistes reticulatus*. Selain itu juga ditemukan beberapa jenis yang belum ditemukan pada survei sebelumnya yaitu *Parambassis apogonoides*, *Puntigrus tetrazona*, *Mystacoleucus padangensis*, *Glossogobius giurus*, dan *Apmphilopus citrinellus**.

Jenis ikan yang tidak ditemukan lagi pada survei ini umumnya adalah ikan ekonomis penting sebagai ikan konsumsi dengan harga relatif tinggi. Sebaliknya ikan-ikan yang baru dilaporkan pada survei ini merupakan jenis ikan yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat kecuali *Mystacoleucus padangensis* (ikan bilih/pora-pora mega). Sebagai informasi jenis *Apmphilopus citrinellus* bukan merupakan hasil tangkapan jaring penelitian, namun diberikan oleh nelayan di Aek Rangat dan menurut nelayan jenis *Apmphilopus citrinellus* ditemukan di perairan tersebut. Ikan pora-pora asli, *Barbodes binotatus* hanya ditemukan di Tulas sebanyak satu ekor, selanjutnya *Barbodes gonionotus* dan *Puntigrus tetrazona* hanya ditemukan di Sipolha. Selain itu juga ditemukan satu jenis krustasea asing yaitu Lobster Air Tawar (LAT), *Cherax quadricarinatus* yang bernilai ekonomi penting sebagai ikan konsumsi.

Perubahan jenis ikan di perairan Danau Toba yaitu hilangnya beberapa ikan asli serta ditemukannya ikan-ikan asing. Hilangnya ikan asli dapat disebabkan beberapa faktor, seperti disampaikan Njiru *et al* (2010) bahwa beberapa kemungkinan penyebab penurunan keragaman jenis ikan di Danau Victoria, Afrika Selatan yaitu penangkapan intensif; introduksi ikan eksotis, salah satunya *O.niloticus*; hibridisasi chichlid; dan

perubahan habitat. Hal yang sama juga diduga menjadi penyebab hilangnya ikan asli di D. Toba terutama akibat penangkapan berlebih dan adanya ikan eksotis.

Tabel 1. Jenis Ikan yang Ditemukan di Perairan Danau Toba

Famili	Jenis Ikan	2016-2017 ^{a)}	2003 ^{b)}	1987 ^{c)}
Ambassidae	<i>Parambasis apogonoides</i>	√		
Aplocheilidae	<i>Panchax panchax</i>		√	
Bagridae	<i>Mystus</i> sp		√	
Channidae	<i>Ophiocephalus striatus</i>		√	√
	<i>Ophiocephalus micropeltes</i>			√
Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	√	√	
	<i>O. mossambicus</i>		√	√
	<i>Apmphilopus citrinellus</i> *	√		
Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	√		√
Cyprinidae	<i>Barbodes binotatus</i>	√		√
	<i>Barbodes gonionotus</i>	√		√
	<i>Puntigrus tetrazona</i>	√		
	<i>Osteochilus vittatus</i>	√		√
	<i>Cyprinus carpio</i>	√	√	√
	<i>Mystacoleucus padangensis</i>	√		
	<i>Lissochilus</i> sp		√	√
	<i>Rasbora jacobsoni</i>			√
	<i>Neolissochilus thienemanni</i>		√	
	<i>Tor</i> spp		√	
	<i>Hampala macrolepidota</i>		√	
	<i>Rasbora</i> sp		√	
Eleotridae	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	√	√	
Gobiidae	<i>Glossogobius giurus</i>	√		
	<i>Redigobius isognathus</i>		√	
Nemacheilidae	<i>Nemacheilus fasciatus</i>			√
Osphronemidae	<i>Osphronemus gouramy</i>	√		√
	<i>Trichogaster trichopterus</i>			√
Poeciliidae	<i>Lebistes reticulatus</i>		√	√

a) Hasil survei ini

b) Krismono dan Sarnita (2003)

c) Kartamihardja (1987)

* dari nelayan

Berikut adalah distribusi tangkapan sebagian besar ikan di beberapa lokasi pada tahun 2017:

Tabel 2. Distribusi Tangkapan (persentase individu) Ikan di Beberapa Lokasi

No	Jenis Ikan	Aek Rangat	Ambarita	Bakara	Silintong
1	<i>Oreochromis niloticus</i>	0,9%	20,7%	7,7%	
2	<i>Mystacoleucus padangensis</i>	2,6%			
3	<i>Glossogobius giurus</i>	42,1%	27,6%	7,7%	62,1%
4	<i>Parambasis apogonoides</i>	50,9%	41,4%	75,0%	24,1%
5	<i>Osteochilus vittatus</i>	0,9%		1,9%	
6	<i>Cyprinus carpio</i>		6,9%		
7	<i>Ospronemus gouramy</i>			1,9%	
8	<i>Clarias batrachus</i>	1,8%			3,4%
9	<i>Oxyeleotris marmorata</i>	0,9%	3,4%	5,8%	10,3%

Berdasarkan tabel di atas diketahui bahwa jenis *Mystacoleucus padangensis* (ikan bilih) hanya ditemukan di satu lokasi dengan persentase kecil yaitu 0.9% (3 ind). Selain di Aek Rangat, ikan bilih juga ditemukan di Tulas dalam jumlah lebih banyak yaitu 31 ekor. Ikan bilih merupakan ikan introduksi dari D Singkarak, Sumatra Barat oleh Kementerian Kelautan Perikanan pada 03 Januari 2003 untuk meningkatkan produksi perikanan Danau Toba setelah melalui kajian ilmiah mendalam (Kartamihardja dan Purnomo, 2006), namun saat ini ikan bilih hampir tidak ditemukan lagi di Danau Toba. Hal ini diduga salah satunya karena penangkapan yang sangat intensif, berdasarkan informasi dari nelayan diketahui bahwa pada tahun 2010-2011 produksi ikan bilih menggunakan bagan mencapai 200-500 kg/bagan/malam.

Berbeda dengan ikan bilih jenis *Parambassis apogonoides* yang dikenal dengan nama lokal ikan kaca merupakan ikan asing yang tidak sengaja masuk ke perairan danau dan tidak dimanfaatkan oleh masyarakat setempat. Saat ini ikan kaca telah mendominasi di perairan Danau Toba. Ikan kaca merupakan ikan berukuran kecil dengan ukuran yang ditemukan antara 39-76 mm dengan nilai tengah rata-rata 56 mm, median, 58 mm, dan modus 59 mm. Tingkat kematangan gonad beragam yaitu belum dan sudah matang gonad dan didominasi oleh ikan yang sudah matang gonad. Hal ini menunjukkan bahwa populasi ikan kaca di perairan Danau Toba telah mantap. Sebaran ikan kaca cukup luas seperti dilaporkan Kottelat dan Widjanarti (2005) bahwa ikan kaca juga ditemukan di perairan sungai dan danau kawasan Taman Nasional Danau Sentarum dengan nilai pH perairan relatif rendah (Dharyati, 2012). Roberts (1989) dalam Rainboth (1996) melaporkan bahwa jenis *Parambassis apogonoides* merupakan tipe *mouth brooder* yaitu ikan yang memelihara telur di mulutnya sampai anaknya bisa berenang bebas, selain itu juga dilaporkan bahwa makanannya berupa invertebrata akuatik. Selanjutnya hasil analisis lambung ikan kaca (*Parambassis siamensis*) di Danau Toba menunjukkan bahwa ikan kaca tergolong ikan omnivora cenderung karnivora dengan jenis makanan plankton, tumbuhan, serangga, telur ikan, dan detritus (Hedianto dan Kartamihardja, 2015).

Keberadaan ikan asing di suatu perairan bisa menjadi jenis invasif yaitu jenis yang mampu mempertahankan populasinya pada ekosistem alami atau semi alami dan berpengaruh negatif secara, lingkungan, ekonomi, bahkan kesehatan manusia (Lodge et al., 2006 dalam Belle & Yeo, 2010). Baker (1974) seperti dikutip Geiger et al. (2005) mengajukan kriteria spesies akuatik menjadi invasif yaitu kemampuan menyebar tinggi melalui telur atau larva yang berenang, kemampuan reproduksi secara seksual dan aseksual, fekunditas tinggi, berumur pendek dan waktu perkembangan juvenil singkat, kemampuan adaptasi terhadap tekanan lingkungan tinggi, toleransi terhadap keragaman lingkungan tinggi, permintaan untuk kebutuhan manusia tinggi, omnivor, dan *brood care* dimana semakin banyak karakter yang dimiliki maka potensi untuk menjadi spesies invasif semakin besar. Selain kriteria jenisnya Gherardi (2006) seperti dikutip oleh Gherardi (2010) juga menyampaikan beberapa atribut terkait kerentanan suatu habitat terhadap spesies invasif. Beberapa atribut tersebut adalah a) kesesuaian iklim; b) habitat yang sudah terganggu; c) keanekaragaman hayati rendah; d) tidak adanya predator; e) adanya relung kosong; dan f) rendahnya konektivitas jejaring makanan.

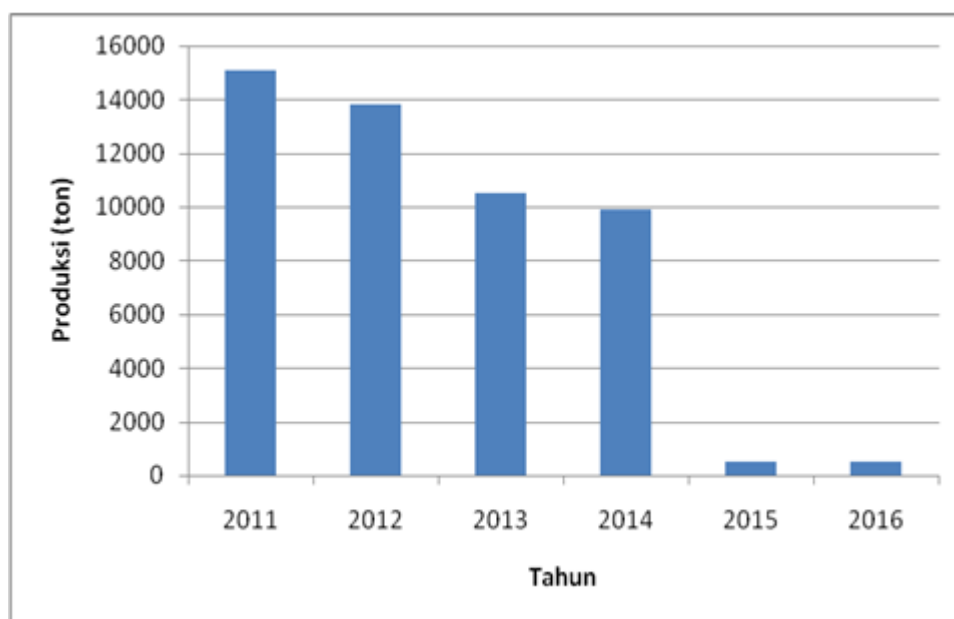
Dengan demikian berdasarkan karakteristik yang dimiliki ikan kaca di perairan Danau Toba, maka potensinya untuk menjadi jenis invasif tinggi. Oleh sebab itu sebaiknya perlu penanganan ikan kaca salah satunya dengan memanfaatkannya. Seperti dilaporkan Kottelat dan Widjanarti (2005) bahwa jenis *Parambassis apogonoides* maupun *Parambassis* lainnya dimanfaatkan sebagai pakan ikan yang dipelihara di danau. Selain itu jenis *Parambassis* lainnya yaitu *Parambassis ranga* dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi dengan harga rendah di India dan Bangladesh dengan kadar nutrisi tinggi (Gupta, 2016) karena mengandung beberapa mineral penting dan vitamin A yang cukup tinggi dibandingkan ikan-ikan kecil lainnya (Roos et al., 2007).

b. Profil Perikanan Tangkap Danau Toba Saat Ini

Kartamihardja (1987) menyatakan bahwa potensi perikanan perairan Danau Toba rendah yaitu 6,1 -- 24,2 kg ikan/ ha/ tahun berdasarkan produktivitas primernya dan Tjahjo et al. (1998) juga melaporkan pendugaan potensi perikanan Danau Toba berkisar antara 5,84 -- 30,95 kg/ ha/ tahun. Upaya introduksi ikan-ikan konsumsi telah sejak lama dilakukan terutama ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sehingga produksi ikan mujair pernah mencapai 86% dari tangkapan total (Kartamihardja, 1987). Sampai saat ini berdasarkan catatan Pusat Pembenihan Ikan Ambarita jenis ikan yang ditebar adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan tawes (*Barbodes gonionotus*), dan ikan nilam (*Osteochilus vittatus*).

Seperti disampaikan sebelumnya bahwa jenis ikan introduksi lainnya yang berhasil berkembang yaitu ikan bilih. Ikan bilih diintroduksi tahun 2003 oleh Kementerian Kelautan Perikanan berdasarkan hasil kajian ilmiah mendalam. Pada tahun 2010-2011 produksi sempat sangat tinggi yaitu mencapai 200-500 kg/bagan/malam dengan menggunakan alat tangkap utama bagan. Populasi ikan bilih saat ini hampir punah dan tidak ada lagi

nelayan yang menangkap ikan bilih. Rendahnya keberlanjutan perikanan bilih sudah diprediksi oleh Sari dan Koeshendrajana (2011) berdasarkan tinjauan aspek sosial ekonomi. Produksi ikan bilih dalam kurun waktu lima tahun terakhir terlihat pada Gambar 2.



Sumber data: Dinas Kelautan Perikanan Propinsi Sumatra Utara

Gambar 2. Produksi ikan bilih dalam lima tahun terakhir (2011-2016)

Berdasarkan hasil survei lapangan kedua diketahui bahwa tangkapan ikan bilih hanya satu ekor di satu lokasi, tangkapan ikan mas yang relatif sedikit serta tidak tertangkapnya ikan mujair. Hasil wawancara dengan nelayan menunjukkan bahwa saat ini alat tangkap utama yang digunakan adalah jaring insang ukuran mata jaring mulai dari 3 inch dengan target ikan nila serta perangkap dengan target LAT. Alat tangkap bagan yang sebelumnya digunakan untuk menangkap ikan bilih sudah tidak ada yang beroperasi. Hasil tangkapan ikan nila berkisar 2 sampai 5 kg per hari dengan harga Rp.22.000--24.000/ kg. Hasil tangkapan LAT rata-rata 5kg/100 bubu/hari dengan harga Rp. 15.000 (untuk ukuran kecil), Rp. Rp.25.000 (ukuran sedang) dan Rp.40.000 (ukuran besar) per kilogram.

Fakta di atas menunjukkan pentingnya upaya pengelolaan perikanan baik di Danau Toba maupun danau lainnya. Rekomendasi upaya pengelolaan yang sudah disampaikan berdasarkan hasil kajian sebelumnya (Koeshendrajana, 2011; Kartamihardja *et al.*, 2015) perlu direalisasikan seperti zonasi, pengaturan alat tangkap, dan pengendalian jenis invasif.

KESIMPULAN

Jenis ikan yang ditemukan sebanyak 12 jenis ditambah satu krustasea yaitu Lobster Air Tawar (*Cherax quadricarinatus*). Ikan dominan adalah ikan kaca (*Parambasis apogonoides*) yang sangat berpotensi invasif. Ikan bilih (*Mystacoleucus padangensis*) sudah hampir tidak ditemukan lagi dan saat ini target utama perikanan tangkap adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan Lobster Air Tawar (LAT).

UCAPAN TERIMA KASIH

Kajian ini merupakan bagian dari kegiatan DIPA Pusat Penelitian Limnologi LIPI yaitu "Kajian Pengelolaan Danau Berbasis Daya Dukung Ekosistem-Danau Toba". Penulis berterimakasih kepada Koordinator kegiatan dan semua tim yang telah ikut membantu jalannya penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Belle CC, Yeo DJ. 2010. New Observation of The Exotic Redclaw Crayfish *Cherax quadricarinatus* (von Martens 1868) (Crustacea:Decapoda:Parastacidae) in Singapore. *Nature in Singapore* 3:99-102.

- Dharyati, E. 2012. Hasil Tangkap dan Karakteristik Lingkungan Danau Sentarum DAS Kapuas Kalimantan Barat. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*: 269-286.
- Geiger W, Alcorlo P, Baltanas A, Montes C. 2005. Impact of Introduced Crustacean on the Trophic Webs of Mediterranean wetlands. *Biological Invasion* 7: 49-7.
- Gherardi F. 2010. Invasive Crayfish and Freshwater Fishes of the World. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 29 (2): 241-254.
- Gopal, B and D. Ghosh. 2009. Lakes and Reservoirs of Asia. *Encyclopedia of Inland Waters*: 501–512.
- Gupta, S. 2016. An Overview on Indian Glassy Fish, *Parambassis ranga* (Hamilton, 1822). *Bioscience Discovery*, 7(1):63-66.
- Hedianto, D.A., dan E. S. Kartamihardja. 2015. Karakteristik Biologi dan Dampak Introduksi Ikan Kaca (*Parambassis siamensis*, Fowler 1937) di Danau Toba. Prosiding Forum Nasional Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan – V: 139-152.
- Herdendorf, C.E. 1982. Large Lakes of The World. *J. Great Lakes Res.* 8(3):379-412.
- Kartamihardja, E.S. 1987. Potensi Produksi dan Pengelolaan Perikanan di Danau Toba, Sumatra Utara. *Bulletin Penelitian Perikanan Darat* Vol 6 (1): 65-77.
- Kartamihardja, E.S., dan K. Purnomo. 2006. Keberhasilan Introduksi Ikan Bilih (*Mystacoleucus padangensis*) ke Habitatnya yang Baru di Danau Toba, Sumatra Utara. *Prosiding Seminar Nasional Ikan – IV*: 1-9.
- Kartamihardja, E.S., Dimas Angga Hedianto, dan Chairulwan Umar. 2015. Strategi Pemulihan Sumber Daya Ikan Bilih (*Mystacoleucus Padangensis*) dan Pengendalian Ikan Kaca (*Parambassis Siamensis*) di Danau Toba, Sumatera Utara. *Kebijakan Perikanan Indonesia* Vol.7 No.2: 63-69.
- Koeshendrajana, S. 2011. Kebijakan dan Strategi Pengelolaan Perikanan Tangkap di Danau Toba Paska Introduksi Ikan Bilih. *Kebijakan Perikanan Indonesia* Vol.3 No.1: 1-12.
- Kottelat, M and E.Widjanarti. 2005. The Fishes of The Danau Sentarum Nasional Park and Lakes Area, Kalimantan Barat, Indonesia. *The Raffles Bulletin of Zoology* Supplement No. 13: 139-173.
- Krismono, A. S. N., dan A.S. Sarnita. 2003. Penilaian Ulang Lima Lokasi Suaka Perikanan di Danau Toba Berdasarkan Kualitas Air dan Parameter Perikanan Lainnya. *JPPI Edisi Sumberdaya dan Penangkapan* Vol 9 (3): 1-11.
- Njiru, M., O.C.Mkumbo, dan M Van Der Knaap. 2010. Some Possible Factors Leading to Decline in Fish Species in Lake Victoria. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 13: 3-10.
- Nomosatryo & Lukman, 2011. Ketersedian Hara di Perairan Danau Toba, Sumatera Utara. *Limnotek*, Vol. 18(2): 20 -29
- Rainboth, W.J. 1996. FAO Fish Identification Field Guide for Fishery Purposes: Fishes of The Cambodian Mekong. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nation. 265 p.
- Roos N, Wahab MA, Chamnan C and Thilsted SH, 2007. The Role of Fish in Food Based Strategies to Combat Vitamin A and Mineral Deficiencies in Developing Countries. *J. Nutr.*, 137: 1106-1109.
- Sari, Y.D., dan S. Koeshendrajana. 2011. Status Keberlanjutan Pemanfaatan Ikan Bilih di Danau Toba (Tinjauan Aspek Ekonomi dan Sosial). *Sosial Ekonomi Kelautan Perikanan* Vol 6 (1): 17-28.
- Soerjani, M., S. Wargasmitha, A. Djalil, & S. Tjitrosoedirdjo, 1979. Survei Ekologi Danau Toba. *Laporan Akhir*. Thn.1978 – 1979. Univ. Indonesia- Dep. PU.24 hal.