

DANAU TOBA

Danau Toba terletak di pegunungan Bukit Barisan Propinsi Sumatra Utara, dengan posisi geografis antara $2^{\circ} 21' 32''$ – $2^{\circ} 56' 28''$ Lintang Utara dan $98^{\circ} 26' 35''$ – $99^{\circ} 15' 40''$ Bujur Timur. Jaraknya kurang lebih 176 km arah selatan kota Medan, ibukota Propinsi Sumatra Utara. Danau ini berbatasan dengan tujuh wilayah administratif kabupaten yakni kabupaten Samosir, Toba Samosir, Simalungun, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, Dairi dan Karo.

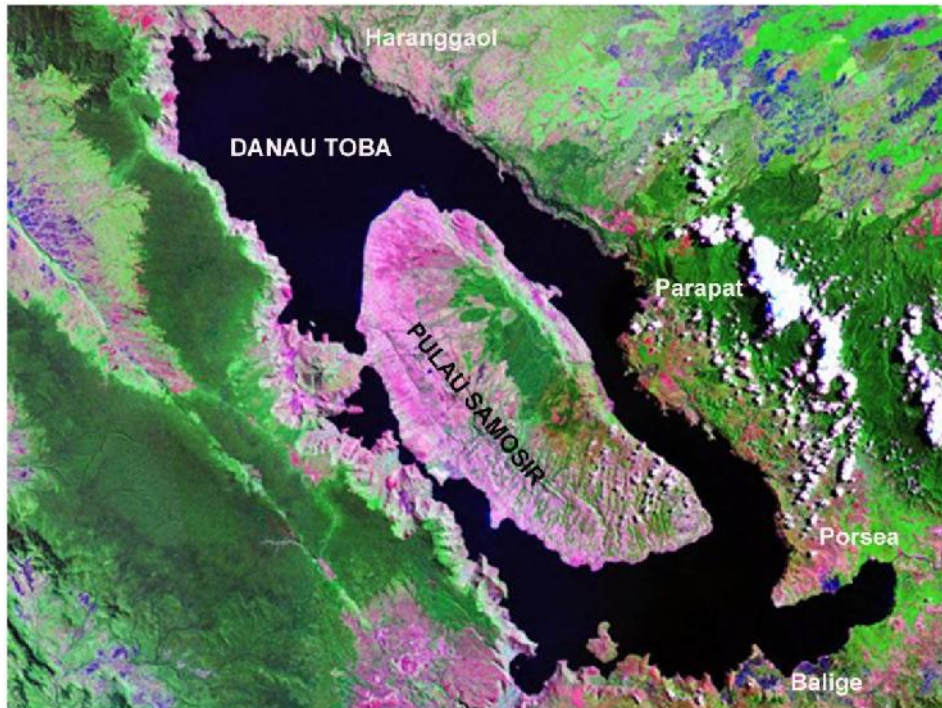
Luas permukaan air Danau Toba adalah 1.124 km^2 yang merupakan danau terbesar di Asia Tenggara. Luas daratan DTA (Daerah Tangkapan Air)nya adalah 2.486 km^2 . Permukaan danau berada pada ketinggian 903 m dpl (di atas permukaan laut). Panjang maksimumnya kurang lebih 50 km dan lebar maksimumnya sekitar 27 km.



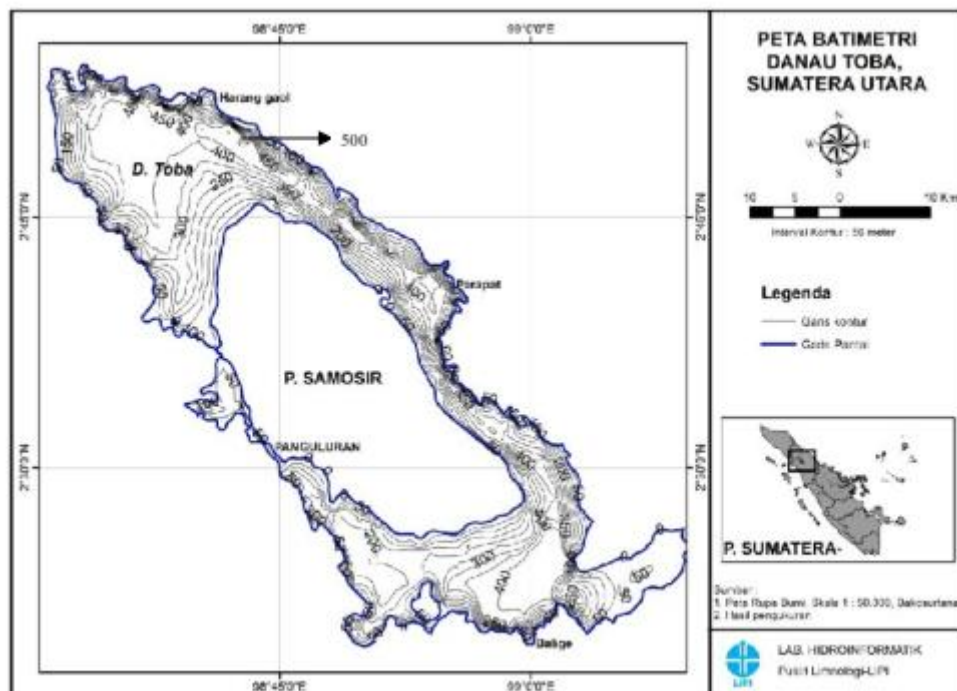
Gambar 1. Panorama Danau Toba (paketwisataadanautoba.net)

Karakteristik morfologi dasar Danau Toba yang membentang dari barat-laut ke tenggara membentuk dua cekungan besar yakni cekungan utara dan cekungan selatan yang dipisahkan oleh adanya Pulau Samosir. Kedalaman maksimum Danau Toba adalah 508 m (yang merupakan danau terdalam ke-9 di dunia) terdapat di cekungan utara, sedangkan di cekungan selatan kedalaman maksimumnya mencapai 420 m. Kedalaman rata-ratanya adalah 228 m. Volume air keseluruhan danau diperkirakan $256,2 \text{ km}^3$. Di tengah Danau Toba terdapat Pulau Samosir dengan luas 630 km^2 , yang merupakan pulau terbesar di dunia yang berada di dalam

suatu pulau. Debit keluaran (*outflow*) adalah sekitar $100 \text{ m}^3/\text{dt}$, hingga dapat diperkirakan waktu tinggal (*retention time*) atau waktu yang diperlukan untuk membilas seluruh volume danau adalah sekitar 81 tahun, yang cukup panjang dibandingkan dengan danau-danau lain di Indonesia.



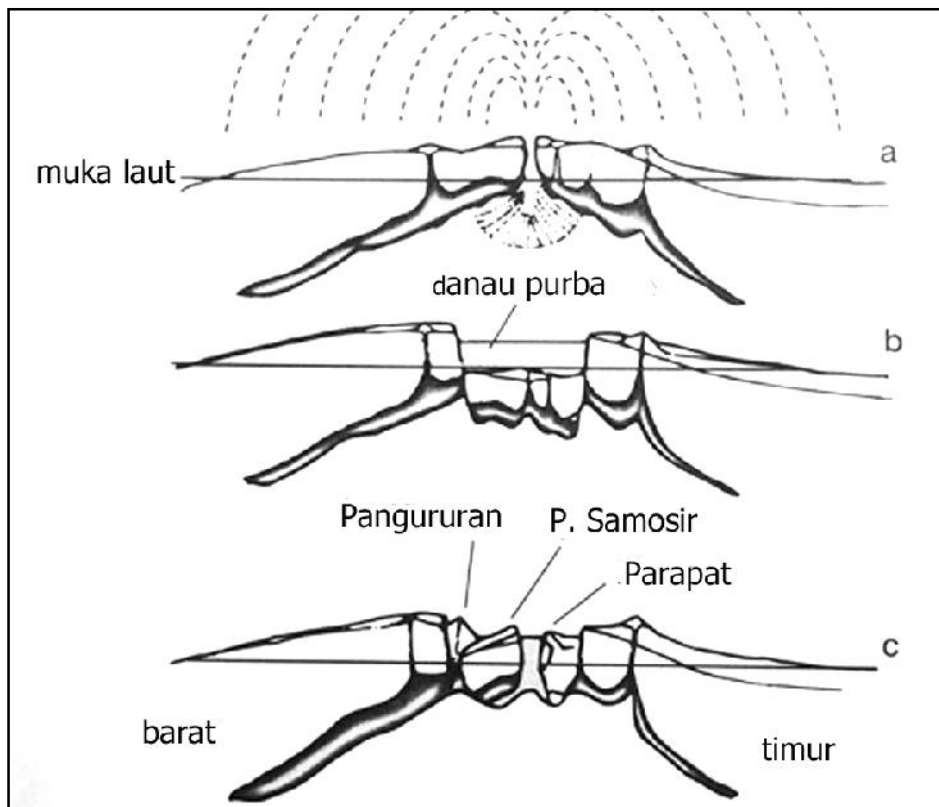
Gambar 2 . Citra satelit Danau Toba dan Pulau Samosir



Gambar 3. Peta batimetri (kedalaman air) Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)

Tabel 1. Karakter morfometri Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)

No.	Parameter	Dimensi	Sumber
1.	Luas permukaan (km ²)	1.124	Citra Landsat
2.	Keliling (km)	428,7	idem
3.	Panjang maksimum (km)	50,2	idem
4.	Lebar maksimum (km)	26,8	idem
5.	Kedalaman maksimum (m)	508	Peta batimetrik
6.	Volume (x 10 ⁹ m ³)	256,2	Peta batimetrik
7.	Kedalaman rata-rata (m)	228	Perhitungan
8.	Kedalaman relatif (Z _r) (%)	1,34	Perhitungan
9.	Luas DTA (km ²)	2.486	Citra Landsat
10.	Rasio luasDTA/luas permukaan danau	2,21	Perhitungan
11.	Pengembangan garis pantai (SLD)	3,61	Perhitungan



Gambar 4. Sejarah terjadinya Danau Toba. (a). Setelah tekanan besar mendorong kerak bumi mencuat ke atas, celah utama terbuka dan letusan maha dahsyat terjadi. (b) Hilangnya magma yang demikian besar menyebabkan kerucut vulkanik runtuh dan danau purba (*ancient lake*) terbentuk. Tekanan meningkat lagi dan kerucut vulkanik tua dipaksa naik kembali, dan letusan lebih kecil terjadi. (c) Kerucut kedua pecah menjadi dua bagian membentuk Pulau Samosir dan Semenanjung Parapat (Hehuwat, 1982).

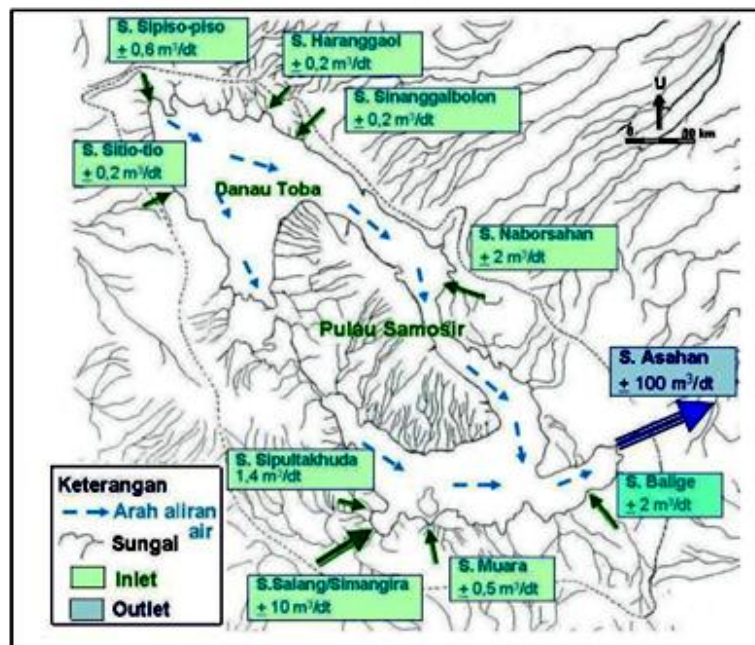
Dilihat dari proses pembentukannya, Danau Toba tergolong danau vulkano-tektonik. Sejarah Danau Toba dimulai sekitar 75.000 tahun lalu, yang dari sudut geologi masih termasuk resen (*recent*). Sesar Semangko yang dalam, mendorong magma (*molten material*) mencuat ke permukaan bumi. Hal ini menimbulkan tekanan yang sangat besar yang membentuk gunung api maha besar (*super volcano*) yang dikenal sebagai Tumor Batak. Kemudian gunung api raksasa ini erupsi dengan dahsyat. Sekitar 1.500 hingga 2.000 km³ material yang dimuntahkan. Dengan sedemikian banyaknya material yang dimuntahkan dari kantong magma, puncak gunung api itu pun runtuh dan membentuk danau kawah. Beberapa seri erupsi lebih kecil menyusul kemudian yang membentuk gunung api kedua di dalam kawah, dan ketika ini pun kemudian runtuh, gunung api itu pun terpecah menjadi dua bagian, yang sebelah barat membentuk Pulau Samosir, dan lereng sebelah timur kemudian membentuk semenanjung antara Parapat dan Porsea. Erupsi kedua itu terjadi sekitar 30.000 tahun lalu.

Kejadian erupsi Gunung Toba purba itu dinyatakan sebagai erupsi gunung berapi terdahsyat di bumi yang pernah diketahui. Debu yang disemburkan pada kejadian erupsi menyebar ke seluruh bumi. Ketebalan debu yang mengendap di India mencapai 15 cm dan di sebahagian Malaysia bahkan mencapai ketebalan 9 m. Bumi yang bertahun-tahun diliputi debu mengakibatkan perubahan iklim global yang signifikan, dengan penurunan suhu global ±3,5 °C. Bencana ini dinyatakan sebagai penyebab terjadinya zaman es.

Tak hanya dipengaruhi oleh aktivitas vulkanik dari dapur magma, Danau Toba ternyata juga sangat dipengaruhi oleh kegiatan tektonik yang mengimpitnya, sehingga kalangan geolog menyebutnya sebagai danau *vulkano-tektonik*.

Curah hujan tahunan yang terdapat di kawasan Daerah Tangkapan Air Danau Toba berkisar antara 1.700 sampai dengan 2.400 mm/tahun, sedangkan puncak musim hujan terjadi pada bulan November – Desember dengan curah hujan antara 190 – 320 mm/bulan dan puncak musim kemarau terjadi selama bulan Juni – Juli dengan curah hujan berkisar 54 – 151 mm/bulan. Hujan yang jatuh di daratan diterima di Daerah Tangkapan Air (DTA) di atas Danau Toba yang seluruhnya mempunyai luas 4.311 km². Selanjutnya air dari DTA dialirkan lewat banyak sungai ke danau, sehingga Danau Toba merupakan wilayah pengumpul air.

Berdasarkan data dari Badan Pelaksana Kordinasi Pengelolaan Ekosistem Kawasan Danau Toba, dalam wilayah DTA Danau Toba terdapat 205 sungai yang bermuara ke Danau Toba. Dari daratan Sumatra terdapat



Gambar 5. Pola regim aliran sungai di Danau Toba (Lukman & Ridwansyah, 2010)

142 sungai sedangkan Daratan Samosir menyumbang 63 sungai. Tidak semua sungai-sungai itu mengalir sepanjang tahun, sebagian besar berupa sungai-sungai kecil yang bersifat musiman (*intermittent*). Sementara itu satu-satunya pintu keluar (*outlet*) air dari Danau Toba hanyalah melalui Sungai (Sei) Asahan yang bermuara di pantai timur Sumatra.

Di pintu keluar (*outlet*) di Siruar, telah dibangun bendung untuk mengendalikan tinggi muka air Danau Toba. Dengan adanya bendung pengendali Siruar itu maka Danau Toba sudah tidak lagi berfungsi sepenuhnya sebagai danau alami. Tinggi muka air Danau Toba dikendalikan secara mekanis oleh Bendung Siruar. Dengan demikian Danau Toba menjadi satu-satunya bendungan alami terluas di dunia. Bendung Siruar itu semula dimaksud untuk mendukung Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) Asahan di Sigura-gura dengan kapasitas 4 x 73,2 MW dan PLTA Tangga 4 x 81,1 MW (total kapasitas terpasang 617,2 MW) yang mulai beroperasi tahun 1983 oleh PT Indonesia Asahan Aluminium (Inalum).



Gambar 6. Bendung pengendali Siruar, mengendalikan aliran keluar (*outflow*) dari Danau Toba ke Sungai Asahan, hingga Danau Toba tidak lagi berfungsi sepenuhnya sebagai danau alami.

Kualitas air Danau Toba dipengaruhi oleh berbagai faktor antara lain limbah domestik/pemukiman, pertanian, perikanan, industri, pelayaran dan pariwisata, baik yang berasal dari daratan (*land based*) maupun yang berasal dari kegiatan di perairan danau. Dengan makin pesatnya pertumbuhan penduduk yang bermukim di sekitar danau berikut beragam kegiatannya maka kualitas air cenderung menurun.

Kajian Lukman (2010) mengenai kualitas air di Danau Toba menunjukkan suhu yang berkisar 26,4 - 27,4 °C, pH cenderung basa (>7,3), kecerahan 6,0 - 11,5 m, konduktivitas antara 0,160 - 0,166 mS/cm, kadar oksigen terlarut cukup tinggi (> 7,0 mg/l), kadar Total N antara 0,163 - 0,840 mg/l dan Total P antara 0,015 - 0,399 mg/l sedangkan kadar Ortho P < 0,04 mg/l.

Studi yang dilaksanakan oleh Lukman & Ridwansyah (2010) menunjukkan bahwa lapisan epilimnion yang produktif dan dapat berfotosintesis terdapat di bagian atas pada kedalaman 0 – 30 m, dan lapisan peralihan atau metalimnion berada di bawahnya pada kedalaman 30 – 100 m, sedangkan lapisan terbawah yakni lapisan hipolimnion pada kedalaman lebih dari 100 m. Kadar oksigen terlarut yang terukur di permukaan relatif tinggi (6 – 7 mg/l), namun menurun drastis pada kedalaman 100 m, dan umumnya menunjukkan kondisi sangat minim (2 mg/l) pada kedalaman 200 m dan seterusnya.

Salah satu faktor yang menentukan produktivitas suatu perairan adalah kandungan fitoplanktonnya yang terkait dengan kandungan nutien dalam perairan. Penelitian fitoplankton di Danau Toba oleh Lukman (2010) menemukan 28 genus fitoplankton dari empat kelas yaitu Bacillariophyta (7 genus), Chlorophyta (12 genus), Cyanophyta (6 genus) dan Phyrophyta (3 genus) dengan kelimpahan berkisar antara 53 – 622 indiv./l. Secara keseluruhan kelimpahan fitoplankton tersebut sangat rendah dan mencirikan perairan yang miskin atau oligotrofik.

Mengenai keanekaragaman hayati di perairan Danau Toba dapat disebutkan bahwa di danau ini terdapat hewan endemik yang hanya terdapat di danau ini yakni ikan *Neolissochilus thienemanni sumtranus* dan kerang *Corbicula tobae*. Ikan *Neolissochilus thienemanni sumtranus* yang oleh penduduk setempat disebut “ihan” sudah terancam punah dan masuk



Gambar 7. Ikan batak ihan, *Neolissochilus thienemanni sumtranus*, ikan endemik di Danau Toba yang terancam punah.

dalam *Red List Status* di IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) sejak tahun 1996. Ikan ini sering juga disebut “ikan batak”, namun istilah “ikan batak” digunakan pula untuk beberapa jenis ikan lainnya dari genus *Tor* yang tampilan morfologinya memang mirip karena berada di bawah familia yang sama yakni Cyprinidae. Ikan batak dari genus *Tor* sering disebut sebagai jurung-jurung, lazim digunakan dalam prosesi adat Batak sebagai simbol kesuburan.

Selain ikan yang memang asli sebagai penghuni danau ini, terdapat juga beberapa jenis ikan pendatang atau diintroduksi ke danau ini. Beberapa jenis asli di Danau Toba antara lain *Aplochilus panchax*, *Nematochellus pfeifferae*, *Homaloptera gymnogaster*, *Channa gachua*, *Channa striata*, *Clarias batrachus*, *Barbonymus gonionotus*, *B. schwanefeldii*, *Danio albolineatus*, *Osteochilus vittatus*, *Puntius binotatus*, *Rasbora jacobsoni*, *Tor tambra*, *Betta imbellis*, *Betta taeniata* dan *Monopterus albus*. Jenis ikan asli lain yang populasinya menurun adalah ikan pora-pora atau undalap (*Puntius binotatus*).

Ikan yang diintroduksi misalnya *Cyprinus carpio* (ikan mas) dan *Oreochromis niloticus* (ikan nila). Kedua jenis ikan introduksi itu kini banyak dimanfaatkan dalam pembudidayaan ikan di danau dengan menggunakan Karamba Jaring Apung (KJA) di Danau Toba.

Budidaya ikan dengan menggunakan KJA telah berkembang sangat pesat di Danau Toba hingga cenderung ke tingkat eksploitasi lebih (*over exploitation*) yang akhirnya tidak lagi memberikan keuntungan per unit usaha. Pertumbuhan jumlah unit KJA yang tak terkendali bahkan telah pula menimbulkan masalah lingkungan yang parah.

Kegiatan budidaya ikan sistem KJA di Danau Toba telah dilakukan oleh masyarakat sejak tahun 1986. Tahun 2005 telah ada 2.815 unit KJA, dua tahun berikutnya (tahun 2007) telah berlipat ganda menjadi 5.612 unit, sedangkan tahun 2009 sudah menjadi 6.269 unit. Jumlah ini terus meningkat, dan diperkirakan sudah jauh melampaui daya dukung lingkungannya.



Gambar 8. Budidaya ikan dengan Keramba Jaring Apung (KJA) yang sangat intensif di perairan Haranggaol, Danau Toba.



Gambar 9. Kematian massal ikan di KJA (Karamba Jaring Apung) di Danau Toba pada pekan pertama bulan Mei 2016 mengakibatkan lebih 1500 ton ikan mati. (horasnews.com)

Terkait dengan masalah KJA ini, Badan Litbang Kelautan dan Perikanan (2015) merekomendasikan perlunya langkah moratorium dan rasionalisasi pengelolaan KJA, yakni

dengan menghentikan penambahan baru KJA dan mengurangi jumlah unit KJA yang ada hingga ke tingkat yang rasional sesuai dengan daya dukung lingkungannya serta pengaturan persebarannya di danau. Namun implementasinya tentu bukanlah hal yang mudah karena akan menyangkut berbagai aspek sosial-ekonomi-politik lokal yang pelik.

Sementara itu korban karena kematian massal ikan di KJA masih sering terjadi. Kasus mutakhir di Haranggaol, pantai sebelah utara Danau Toba, pada pekan pertama bulan Mei 2016, terjadi kematian massal ikan dalam KJA yang mengakibatkan sekitar 1.500 ton ikan mati dan menimbulkan kerugian pada para nelayan hingga miliaran Rupiah. Diperkirakan jumlah KJA di Danau Toba saat itu mencapai sekitar 7.000 unit (Gambar 8 & 9). Bencana ini diakibatkan karena lapisan air di bagian bawah yang telah kehabisan oksigen (anoksik) terangkat ke permukaan (*over turn*) hingga menimbulkan kematian massal ikan. Sumber utama peristiwa ini adalah karena pemberian pakan berlebihan (*over feeding*) pada ikan dalam KJA, hingga banyak pakan tersisa yang mengendap ke lapisan bawah, ditambah pula feses (kotoran) ikan yang menyebabkan terakumulasinya bahan organik di lapisan bawah permukaan. Penguraian bahan organik ini oleh mikroba mengkonsumsi banyak oksigen hingga menyebabkan oksigen di bawah permukaan perairan habis disertai sulfide (belerang) yang beracun. Apabila terjadi perubahan cuaca yang mengakibatkan turunnya suhu air permukaan maka air tanpa oksigen di lapisan bawah ini akan naik ke permukaan hingga menyebabkan musibah matinya ikan secara massal di permukaan.

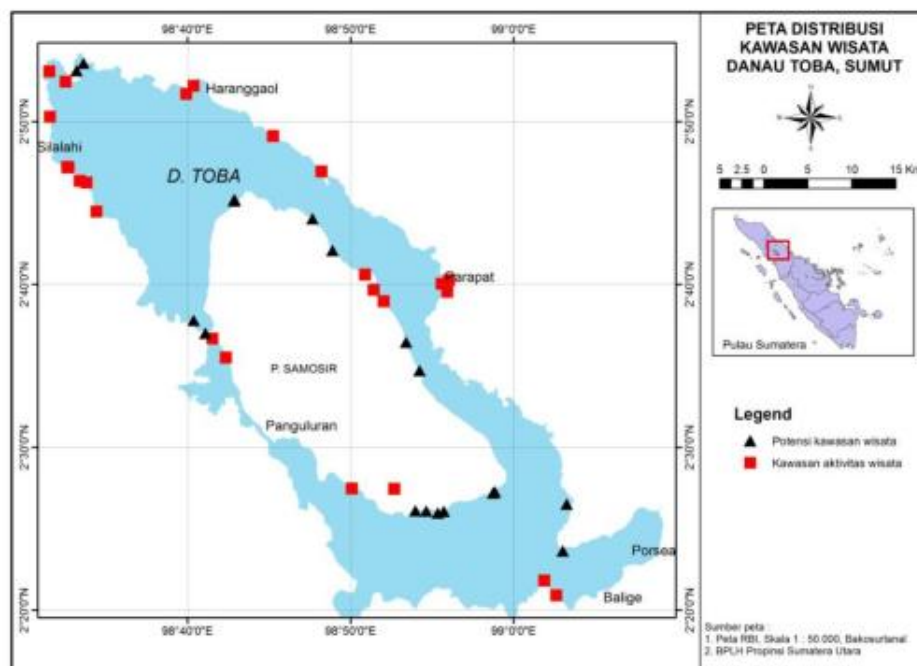
Pengembangan KJA yang tak terkendali tidak saja berkontribusi terhadap terjadinya penurunan kualitas air perairan Danau Toba. Kondisi ini diperparah dengan kontribusi limbah dari pemukiman, resor dan hotel yang tumbuh sepanjang pantai, dan limbah pertanian dari daratan sekitarnya. Masyarakat setempat semakin sulit untuk mendapatkan akses air yang berkualitas baik. Eutrofikasi atau penyuburan perairan terjadi hingga memicu makin berkembangnya gulma air eceng gondok (*Eichornia crassipes*) di beberapa wilayah. Selain itu, pertumbuhan jumlah unit KJA yang sedemikian pesat telah mengurangi nilai estetika lingkungan yang merupakan nilai penting untuk pengembangan pariwisata Danau Toba.



Gambar 10 . Danau Toba merupakan kawasan pariwisata penting di Indonesia.

Salah satu fungsi penting Danau Toba adalah sebagai kawasan pariwisata. Kota Parapat merupakan pusat pariwisata Danau Toba. Dari sini berbagai lokasi wisata di kawasan pantai Danau Toba dapat dicapai lewat transportasi air. Berbagai jenis objek wisata terdapat di Danau

Toba dan sekitarnya antara lain wisata alam, wisata budaya, wisata olah raga dan alam, wisata religi, dan wisata sejarah.



Gambar 11 . Peta distribusi kawasan wisata dan potensi wisata Danau Toba (Lukman, 2013)

Lokasi pariwisata di wilayah Danau Toba hampir tersebar disepanjang danau, baik yang bersentuhan dengan perairan maupun tidak (Gambar 11). Tercatat 15 dusun/desa yang menunjang pariwisata, bahkan Parapat, Balige dan Pangururan selain lokasi wisata juga merupakan pusat-pusat bisnis. Selain itu terdapat 12 lokasi yang memiliki potensi yang belum dikembangkan.

ACUAN

- Arjuna, J. 2010. Danau Toba, pemanfaatan dan permasalahannya. <http://serasah.blogspot.co.id>.
- Balitbang KP, 2015. Balitbang KP rekomendasikan moratorium dan rasionalisasi KJA Danau Toba dan Waduk Citarum. (www.balitbangkp.kkp.go.id)
- Hehuwat, F. 1982. Tao Toba: Tumor Batak, tufa Toba, depresi vulkano-tektunik. Sejarah terjadinya Danau Toba. *Suara Alam* 16: 18-20.
- Lehmusluoto, P., B. Machbub, N. Terangna, S. Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S.S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. Expedition Indodanau Technical Report. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. Revised Edition: 71 pp.
- Lukman. 2010. Karakteristik komunitas fitoplankton dan kaitannya dengan ketersediaan hara di perairan Danau Toba. Seminar Nasional Biologi. Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta 24-25 September 2010.

- Lukman. 2013. *Danau Toba. Karakteristik limnology dan mitigasi ancaman lingkungan dan pengembangan karamba jarring apung*. LIPI Press 2013: 106 hlm.
- Lukman & I. Ridwansyah. 2010. Kajian kondisi morfometri dan beberapa parameter stratifikasi perairan Danau Toba. *Limnotek* 17(2): 158-170.
- Pusat Penelitian Limnologi LIPI. Danau Toba. <http://danau.limnologi.lipi.go.id/danau>.
- Sagala, E. P. 2012. Komparasi indeks keanekaragaman dan indeks saprobik plankton untuk menilai kualitas perairan Danau Toba, Propinsi Sumatera Utara. Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012: 220 – 233.
- Whitten, T., S. Damanik, J. Anwar, N. Hisyam. 2000. *The ecology of Sumatra*. The cology of Indonesia Series. Volume I. Periplus: 478 hlm.
- Wikipedia. Danau Toba. (id.wikipedia.org).

Jakarta, 9 Mei 2016
Anugerah Nontji
Email: anugerah_nontji@yahoo.com