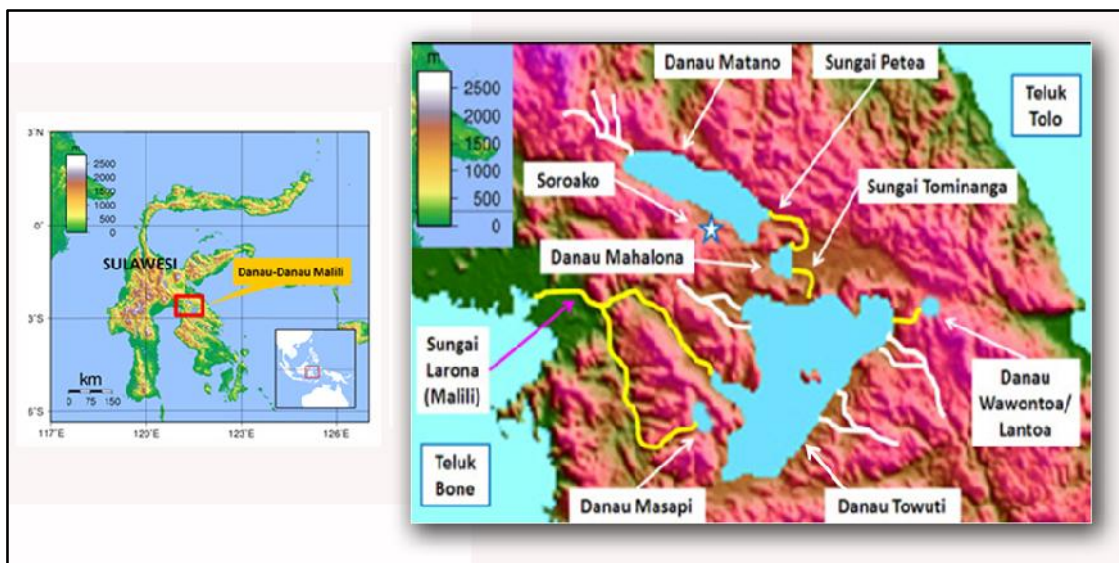


KOMPLEKS DANAU MALILI (MATANO, MAHALONA, TOWUTI, WAWONTOA, MASAPI)

Kompleks Danau Malili merupakan untaian danau yang terdiri dari Danau Matano, Danau Mahalona, Danau Towuti, Danau Wawontoa /Lantoa, dan Danau Masapi yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Nama Malili juga merupakan nama ibukota Kabupaten Luwu Timur, yang terletak di ujung utara Teluk Bone.



Gambar 1. Kompleks Danau Malili (Matano, Mahalona, Towuti, Wawontoa/Lantoa/, Masapi) dan sistem sungainya. Garis kuning menunjukkan sistem sungai yang menghubungkan masing-masing danau dan akhirnya bermuara ke Teluk Bone. Garis putih menunjukkan sungai pemasok air (*river inlet*).



Danau Matano



Danau Towuti

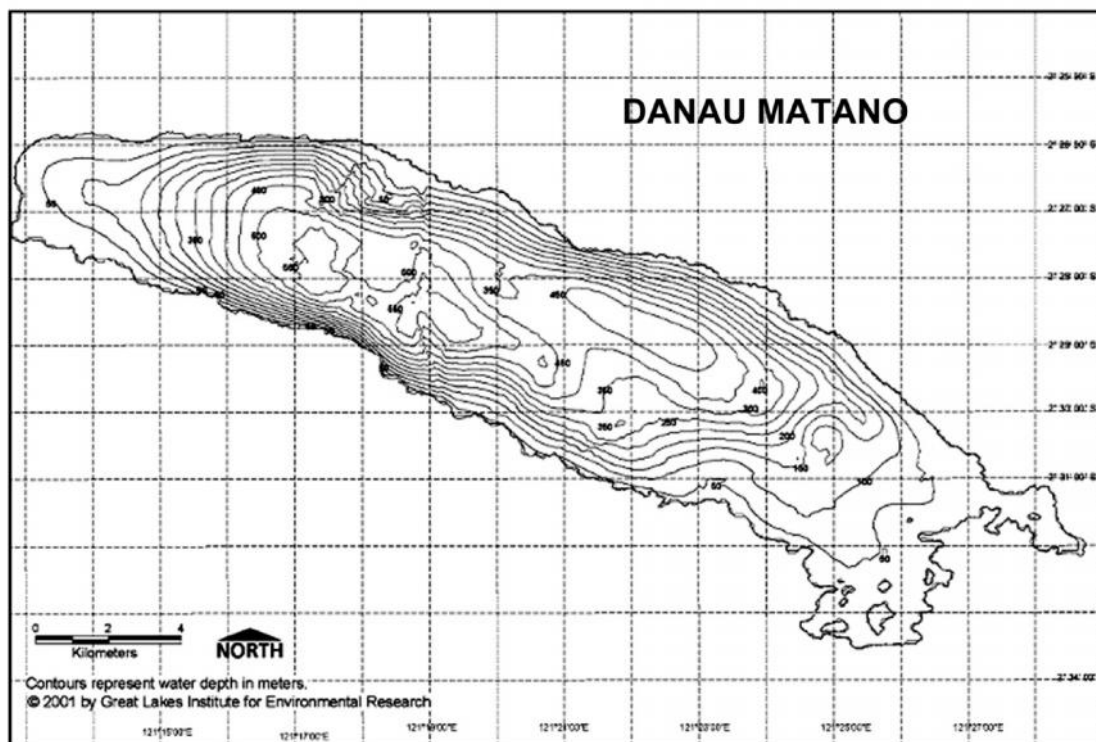
Gambar 2. Panorama Danau Matano (kiri), dan Danau Towuti (kanan).

Danau Matano merupakan sebuah danau tektonik purba yang terbentuk dari aktivitas pergerakan lempeng kerak bumi pada akhir masa Pliosin sekitar 1-4 juta tahun yang lalu. Posisi danau ini tepat berada di atas zona patahan/sesar aktif yang disebut “sesar Matano”. Selain danau Matano, di sekitar zona sesar ini juga terbentuk dua danau besar: Mahalona dan Towuti serta dua danau satelit yang ukurannya jauh lebih kecil, yaitu : Danau Wawontoa (disebut juga Danau Lantoa/ Lontoa) dan Danau Masapi (Gambar 1). Beberapa karakteristik Kompleks Danau Malili disampaikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Kompleks Danau Malili (dari berbagai sumber)

	Matano	Mahalona	Towuti	Wawontoa	Masapi
Luas area (km ²)	164,0	24,4	561,1	1,6	2,2
Ketinggian (m dpl)	382	310	283	586	434
Kedalaman maksimum (m)	590	73	203	3	4
Kecerahan Secchi (m)	20	20	22	<3	< 3

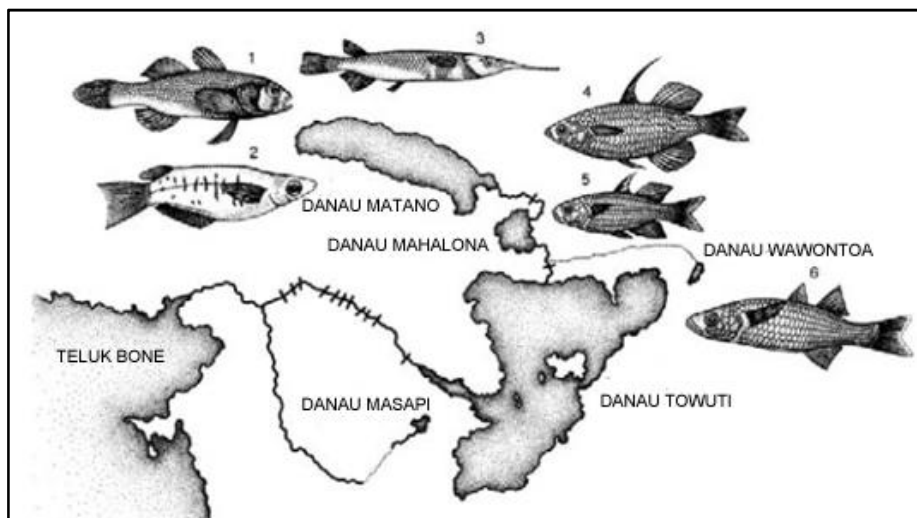
Perbedaan ketinggian pada tiap danau, menyebabkan dimungkinkannya aliran air dari danau yang letaknya lebih tinggi menuju ke danau yang lebih rendah. Air dari Danau Matano mengalir ke Danau Mahalona melalui Sungai Petea. Selanjutnya air dari Danau Mahalona mengalir ke Danau Towuti melalui Sungai Tominanga, sedangkan air dari Danau Towuti keluar melalui Sungai Larona (Malili) yang bermuara di Teluk Bone. Dua danau satelit kecil, yakni Danau Wawontoa dan Danau Masapi tidak berhubungan langsung dalam sistem sungai ini. Danau Masapi mengalir tersendiri ke Danau Larona/Malili (Gambar 1).



Gambar 3. Peta detail batimetri (kedalaman) Danau Matano. Bagian terdalam (590 m) terdapat di cekungan barat dengan dasar berada sekitar 208 m di bawah permukaan laut (Sabo *et al.* 2008)

Danau Matano memiliki perairan yang sangat dalam (danau terdalam ke-8 di dunia dan dan terdalam di Asia tenggara) dan merupakan satu-satunya danau di Nusantara yang bagian dasarnya yang terdalam berada di bawah level permukaan air laut (*cryptodepression*). Ketinggian Danau Matano adalah 382 m di atas permukaan laut, sedangkan kedalaman maksimumnya adalah 590 m, berarti bagian terdalam danau ini berada sekitar 208 m di bawah permukaan laut.

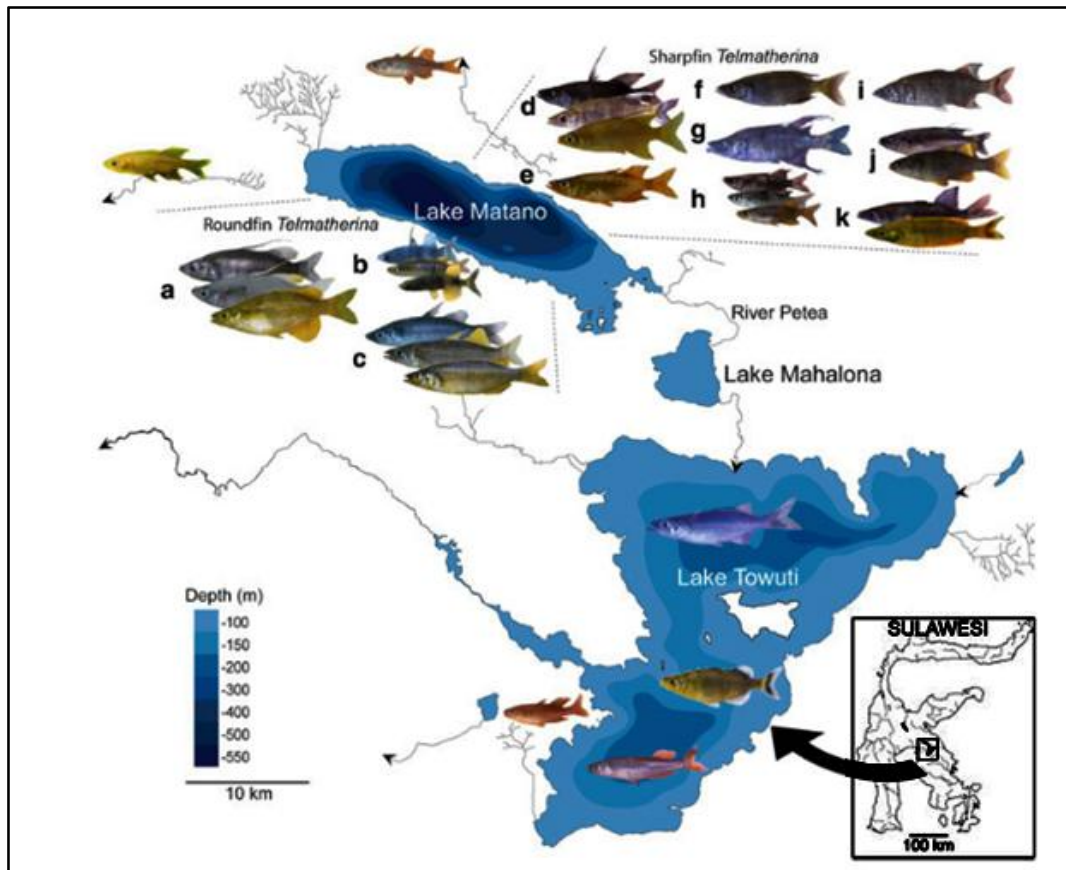
Perbedaan ketinggian danau satu dengan lainnya juga menjadi penghalang (*barrier*) bagi migrasi organisme antar danau terutama dari arah hilir menuju hulu. Hal ini menimbulkan pola penyebaran/distribusi organisme yang unik, dimana beberapa danau memiliki spesies endemiknya sendiri walaupun letak danau-danau tersebut saling berdekatan.



Gambar 4. Beberapa contoh keberagaman ikan-ikan endemik di Kompleks Danau Malili

- Danau Matano : 1. *Tamanka sarasinorum*; 2. *Oryzias matanensis*; 3. *Dermogenys weberi*
- Danau Mahalona : 4. *Telmatherina bonti*; 5. *Telmatherina celebensis*
- Danau Wawantoa : 6. *Paratherina labiosa*. (Göltenboth *et al.* 2006).

Kompleks Danau Malili yang tergolong danau purba yang telah berusia jutaan tahun disertai lokasi-lokasi danau yang terisolasi satu dengan lainnya, yang masing-masing mempunyai karakteristik yang berbeda telah menjadikan Kompleks Danau Malili ini menjadi lokasi yang sangat ideal untuk mengkaji teori biologi evolusi (*evolutionary biology*). Banyak kajian-kajian yang telah dilaksanakan di kawasan ini untuk mengkaji *adaptive radiation*, yakni proses evolusi yang mencoba menjelaskan terjadinya berbagai variasi spesies (*speciation*) yang merupakan adaptasi biota terhadap lingkungan yang sangat spesifik. Kombinasi kepurbaan dan variasi lingkungan yang sangat spesifik ini pulalah yang menjadikan kawasan Kompleks Danau Malili sangat kaya akan biota endemik. Demikian kayanya variasi spesies endemik yang ada di kawasan ini hingga Herder (2010) menyebutnya sebagai “*Wallace’s dream pond*” yang bisa dimaknai sebagai laboratorium alam yang super (*a superb natural laboratory*) untuk pengkajian hal-hal yang terkait dengan asal-usul terjadinya spesies (*speciation*). Bahkan kawasan danau ini dapat ditandingkan dengan Kepulauan Galapagos yang sangat terkenal keanekaragaman biotanya, yang telah mengantarkan lahirnya teori evolusi hayati melalui mekanisme seleksi alami yang dipelopori Charles Darwin.



Gambar 5. *Adaptive radiation* menghasilkan keanekaragaman bentuk dan warna ikan *Telmatherina* di Kompleks Danau Malili (Herder, 2010). (a) *Telmatherina antoniae* “large”, (b) *T. antoniae* “small”, (c) *T. prognatha*, (d) *T. sarasinorum*, (e) *T. sarasinorum* “big mouth”, (f) *T. sarasinorum* “large head”, (g) *T. sp.* “thick lip”, (h) *T. opudi*, (i) *T. abendanoni*, (j) *T. wahjui*, (k) *T. sp.* “elongated”.

Sebagai contoh Herder & Schliewen (2010) menunjukkan berbagai variasi ikan *Telmatherina* di kawasan ini. *Telmatherina* sering disebut sebagai ikan beseng-beseng, atau ikan pelangi Sulawesi (*Sulawesi rainbow*), tetapi penduduk lokal di sekeliling Danau Matano menyebut semua jenis *Telmatherina* sebagai ikan opudi. Sedikitnya sembilan variasi spesies *Telmatherina* yang tercatat di kawasan ini (Gambar 5).

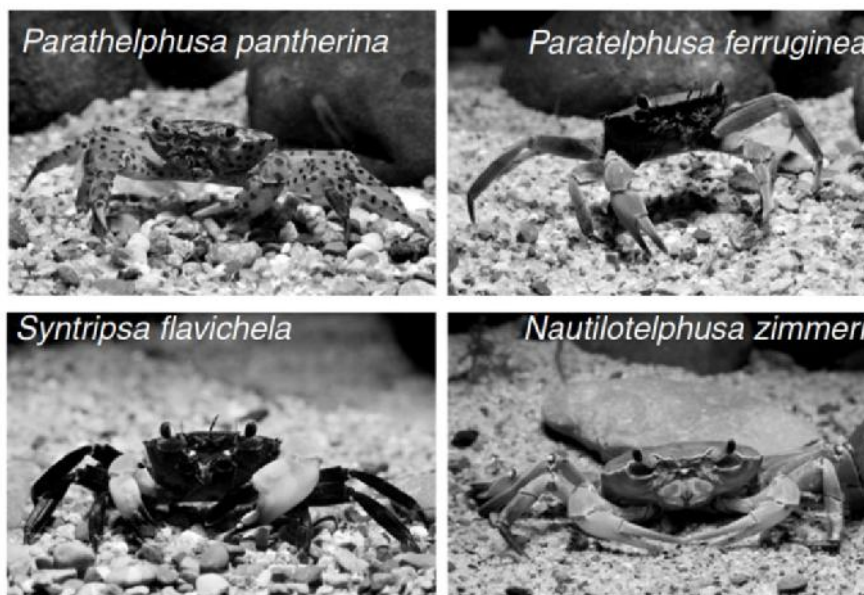


Gambar 6. Kiri: Ikan endemik Danau Matano, *Telmatherina sarasinorum*. Kanan: Ikan endemik Danau Towuti, *Glossogobius flavipinnis*.

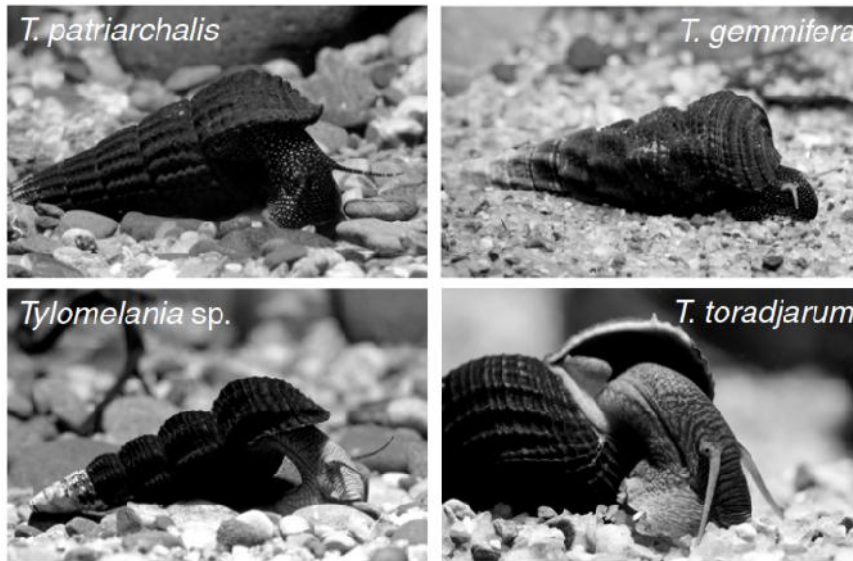


Gambar 7 . Udang endemik di Kompleks Danau Malili: (a) *Caridina dennerly*; (b) *Caridina woltereckae*; (c) *Caridina masapi*; (d) *Caridina holthuisi*.

Selain ikan, udang-udangan pun banyak yang bersifat endemik di kawasan Kompleks Danau Malili seperti: (a) *Caridina dennerly*; b) *Caridina woltereckae*; c) *Caridina masapi*; d) *Caridina holthuisi* (Gambar 7). Demikian pula berbagai ketam endemik di kawasan ini seperti *Parathelphusa pantherina*, *Parathelphusa ferruginea*, *Syntripsa flavichela* dan *Nautilotelphusa zimmeri* (Gambar 8). Selain itu siput/ gastropod *Tylomelania* tedapat sebanyak 28 spesies yang endemik di Kompleks Danau Malili, antara lain *Tylomelania patriarchalis*, *T. gemmifera* dan *T. toradjarum* (Gambar 9).



Gambar 8. Ketam endemik di Kompleks Danau Malili: (a) *Parathelphusa pantherina*, (b) *Paratelphusa ferruginea*, (c) *Syntripsa flavichela*, (d) *Nautilotelphusa zimmeri*. (von Rintelen *et al.* 2012)



Gambar 9. Beberapa spesies siput/ gastropod *Tylomelania* endemik dari Kompleks Danau Malili. (von Rintelen *et al.* 2012)

Bukan hanya makro-fauna berukuran besar yang menunjukkan endemisme yang tinggi di kawasan ini, tetapi juga mikro-fauna seperti zooplankton. Alekseev *et al.* (2013) misalnya menemukan copepoda endemik Danau Matano yang dinamai *Tropocyclops matanoensis* tahun 2013 (Gambar 10).

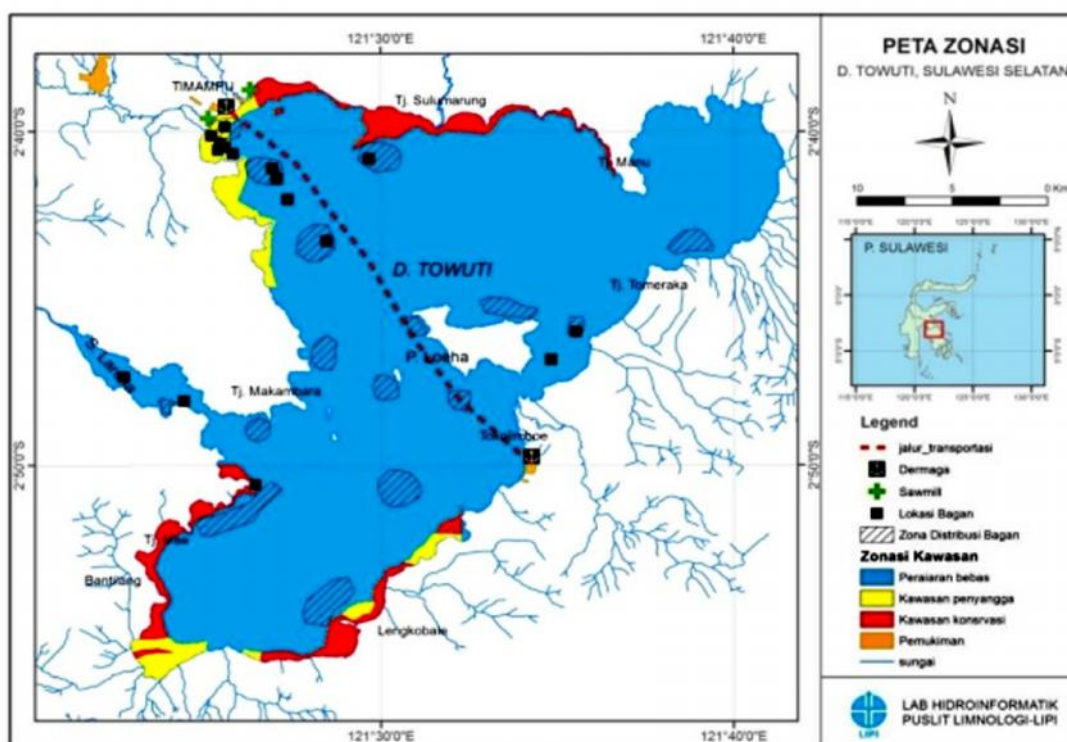
Kompleks Danau-Danau Malili merupakan salah satu “*biodiversity hotspot*” yang perlu mendapat perhatian penyelamatannya. *Biodiversity hotspot* adalah suatu kawasan yang kaya akan biota endemik namun kelestariannya semakin terancam. Beberapa sumber ancaman datang dari beberapa faktor misalnya pencemaran asal darat (*land based pollution*) baik dari limbah pemukiman, industri, dan pertanian. Pertambangan nikel oleh PT Vale Indonesia (dulu PT INCO) di Soroako dapat memberi dampak terhadap kondisi danau. Demikian pula pembalakan liar di sekitar danau yang sulit dikendalikan. Eksploitasi berlebihan terhadap ikan-ikan endemik yang diusahakan sebagai ikan hias untuk diekspor besar-besaran akan memberi dampak yang negatif. Demikian pula introduksi ikan-ikan pendatang seperti mujaer (*Oreochromis mossambicus*) dan nila (*Oreochromis niloticus*) akan mendesak kehidupan ikan-asli setempat. Salah satu contoh tentang makin turunnya keanekaragaman hayati di Danau Towuti diungkapkan dalam kajian mutakhir oleh Nasution *et al.* (2015) yang mengemukakan bahwa ikan yang ditemukan di Danau Towuti sebanyak 11 spesies, 9 diantaranya endemik, sedangkan sebelumnya Wirjoatmodjo *et al.* (2003) merekam sebanyak 29 spesies ikan di danau ini, 19 diantaranya endemik.

Meskipun Danau Matano dan Towuti merupakan rumah bagi banyak spesies endemik namun rupanya tidak didukung dengan



Gambar 10. Copepod endemik dari Danau Matano, *Tropocyclops matanoensis*, spesies yang baru ditemukan (Alekseev *et al.* 2013)

produktivitas perairan yang tinggi. Danau-danau ini tergolong danau oligotrofik (kesuburan rendah). Salah satu indikatornya adalah perairannya mempunyai kecerahan yang tinggi sampai lebih 20 m (diukur dengan cakram Secchi), disertai kandungan plankton yang sangat rendah. Sabo *et al.* (2008) bahkan menemukan biomassa fitoplankton di Danau Matano yang ekstrim rendah hanya $< 15 \mu\text{g.l}^{-1}$, hingga menempatkan Danau Matano dalam golongan perairan *ultra-oligotrophic* (kesuburan amat-sangat rendah), bahkan salah satu yang terendah di dunia. Rendahnya biomassa fitoplankton ini diduga sebagai kombinasi akibat rendahnya kandungan hara dan toksisitas logam. Demikian pula biomassa zooplanktonnya sangat rendah, hanya $2,5 \text{ mg.l}^{-1}$. Sementara itu kondisi lingkungannya menunjukkan lapisan perairan teratas yang produktif (lapisan eufotik) hanya sampai kedalaman sekitar 40 m saja. Pada kedalaman di bawah 100 m, kandungan oksigen sudah habis atau sudah bersifat anoksik (tanpa oksigen).



Gambar 11. Peta zonasi kawasan Danau Towuti (biru: perairan bebas; kuning: perairan penyangga; merah: kawasan konservasi; jingga: pemukiman). (Nasution *et al.* 2013).

Keprihatinan akan nasib yang menimpa Kompleks Danau Malili telah menimbulkan serangkaian upaya untuk menyelamatkan danau-danau ini. Kajian yang dilaksanakan oleh Nasution *et al.* (2013) misalnya mengemukakan Peta Zonasi Danau Towuti (Gambar 11) yang mendasari pengembangan konsep-konsep konservasi Danau Towuti melalui enam pendekatan konservasi meliputi: 1) sistem nilai/etika, 2) sistem pengembangan usaha dalam pemanfaatan sumberdaya, 3) sistem hukum/peraturan dalam pengelolaan dan pemanfaatan sumberdaya, 4) perpaduan Iptek dan Kearifan Ekologi Lokal, 5) model pengelolaan sumberdaya secara komanajemen, dan 6) simbolisasi karya seni dalam kehidupan konservasi. Dari kegiatan ini akan disusun Naskah Akademik Konservasi Danau Towuti, sebagai acuan dan yang akan diakomodasi dalam bentuk Peraturan Daerah Pengelolaan Danau Towuti.

Danau-danau purba seperti Kompleks Danau Malili tidak saja menarik dalam masalah keanekaragaman hayatinya yang sangat kaya akan spesies endemik, tetapi kepurbaannya juga menarik dikaitkan dengan sejarahnya yang telah berusia jutaan tahun. Banyak peneliti dari mancanegara bekerjasama dengan peneliti Indonesia mencoba mengungkap sejarah bumi masa lalu dengan membor dasar danau jeluk (*deep lake*) di kawasan ini. Lapisan



Gambar 12. Pemboran sedimen dasar Danau Towuti (*Towuti Drilling Project*) (www.mongabay.co.id)

sedimen yang terpendam di dasar danau merupakan kunci untuk mengungkap informasi tentang iklim serta perubahannya di masa lampau. *Towuti Drilling Project* misalnya merupakan kerjasama lima negara (Amerika Serikat, Jerman, Swis, Kanada dan Indonesia) yang digagas sejak tahun 2007. Hasil pemboran sedimen ini dapat mengungkap kondisi iklim sampai sekitar 700.000 tahun lampau. Diharapkan kajian ini dapat pula lebih menjelaskan proses terjadinya danau-danau purba di kawasan ini. Pengetahuan kita tentang sejarah perubahan iklim masa lampau merupakan kunci untuk dapat memahami perubahan iklim global masa depan.

ACUAN

- Alekseev, V. R., D. G. Haffner, J. Valiant, F. M. Yusoff. 2013. Cyclopoid and calanoid copepod biodiversity in Indonesia. *Journal of Limnology* 72 (s 2): 245-274.
- Crowe, S.A., A. H. O'Neill, S. Katsev, P. Hehanussa, G. D. Haffner, B. Sundby, A. Mucci & D. A. Fowle . 2008. The biochemistry of tropical lakes: A case study from Lake Matano, Indonesia. *Limnology and Oceanography*. 53 (1): 319 – 331.
- Göltenboth, F., K. H. Timotius, P. P. Milan & J. Margraf (eds). 2006. *Ecology of Insular Southesat Asia. The Indonesian Archipelago*. Elsevier, Amsterdam: 557 pp.
- Hadiaty, R. K. & S. Wirjoatmodjo. 2002. Studi pendahuluan biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Matano, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia* 2 (2): 23-29.
- Herder, F. & U. K. Schliewen. 2010. Beyond sympatric spesiation: Radiation of sailfin silverside fishes in the Malili Lakes (Sulawesi). In M. Glubrecht (ed.). *Evolution in Action*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Hoese, D. F., R. K. Hadiaty & F. Herder. 2015. Review of the dwarf *Glossogobius* lacking head pores from the Malili lakes, Sulawesi, with a discussion of the definition of the genus. *Raffles Bulletin of Zoolog* 63: 14-26.
- Lehmusluoto, P., B. Mahbub, N. Terangna, S. Sudarmadji, Rusmiputro, F. Achmad, L. Boer, S. Brahmana, B. Priadi, B. Setiadji, O. Sayuman & A. Margana. 1997. National inventory

- of major lakes and reservoirs in Indonesia. Expedition Indodanau Technical Report: 71 pp.
- Nasution, S. H., Sulastri, & Z. A. Muchlisin. 2015. Habitat characteristics of Lake Towuti, South Sulawesi, Indonesia - the home of endemic fishes. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation International Journal of the Bioflux Society*. 8 (2): 213 – 223.
- Nasution, S. H., Sulastri, Lukman, S. Koeshendrajana, I. Ridwansyah & R. Dina. 2013. Penyusunan konsep konservasi Danau Towuti dan Danau Toba melalui pendekatan enam komponen konservasi. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI, Cibinong 3 Desember 2013*: 417- 440.
- Rusdianto, E. 2015. Menguak masa lalu lewat sedimen Danau Towuti. Seperti apa? www.mongabay.co.id.
- Sabo, E., D. Roy, P. B. Hamilton, P.E. Hehanussa, R. McNeely & G. D. Haffner. 2008. The plankton community of Lake Maano: factors regulating plankton composition and relative abundance in an ancient, tropical lake of Indonesia. *Hydrobiologia* (2008) 615: 225-235.
- von Rintelen, T.v., K.von Rintelen, M. Glaubrecht, C. D. Schubart & F. Herder. 2012. Aquatic biodiversity hotspots in Wallacea: the species flocks in the ancient lakes of Sulawesi, Indonesia. In (eds. D. J. Gower *et al.*): *Biotic Evolution and Environmental Change in Southeast Asia*. University Press. The Systematic Association 2012: 290 – 316.
- Whitten, T., M. Mustafa & G. S. Hendersen. 1987. *The Ecology of Sulawesi*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta: 777 pp.

Jakarta, 20 Maret 2016
Anugerah Nontji
email: anugerah_nontji@yahoo.com