

## **Pengelolaan sempadan danau di kawasan pertanian: ulasan bandingan Polandia, Tiongkok dan Indonesia**

### ***Lakeshore management in agricultural areas: a comparative review of Poland, China and Indonesia***

Prita Ayu Permatasari<sup>1,2\*</sup>, Raldi Hendro Toro Seputro Koestoer<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Sekolah Ilmu Lingkungan, Universitas Indonesia, Jakarta, Indonesia

<sup>2</sup>Pusat Penelitian Lingkungan Hidup, IPB University, Bogor, Indonesia

#### **Abstrak.**

Aktivitas antropogenik yang tinggi berdampak terhadap alih fungsi lahan yang mengancam ekosistem danau di berbagai belahan dunia. Kondisi sosial ekonomi masyarakat setempat menjadi salah satu faktor utama yang mempengaruhi penggunaan lahan di tepi danau. Kebijakan pemerintah terkait upaya perlindungan danau memegang peranan penting dalam pengelolaan ekosistem danau khususnya penggunaan lahan di sempadan danau. Artikel ini bertujuan untuk melihat pengelolaan danau di kawasan pertanian pada berbagai negara seperti Polandia, Tiongkok dan Indonesia. Dengan melakukan perbandingan tersebut, dapat diketahui pengelolaan ekosistem danau termasuk penggunaan lahan di sekitarnya. Melalui analisis studi kasus beberapa danau dan analisis kebijakan yang dikeluarkan oleh pemerintah pusat, diketahui pengaruh positif dan negatif masing-masing kebijakan terkait upaya pengelolaan danau. Hasil menunjukkan bahwa pada beberapa negara Eropa, kecenderungan penggunaan danau menjadi kawasan wisata semakin meningkat. Tiongkok, sebagai negara yang mengalami pertumbuhan ekonomi pesat, mulai mengonversi lahan pertanian dan mengembalikan fungsinya sebagai ekosistem danau. Sementara itu, tingginya kebutuhan pangan di Indonesia membuat lahan pertanian di sekitar danau sulit untuk dikonversi.

Kata kunci: danau, penggunaan lahan, kebijakan, sempadan, pengelolaan

#### **Abstract.**

High anthropogenic activities have an impact on land use change that threatens lake ecosystems in various parts of the world. The socio-economic condition of the local community is one of the main factors affecting land use on the lakeshores. Government policies related to lake protection are important in the lake ecosystems management, especially land use in the lakeshore zones. This paper aimed to investigate lake management in agricultural areas in various countries such as Poland, China, and Indonesia. By conducting this comparison, management of the lake ecosystems including the land use of the surrounding area have been discovered. Through case study analysis and policy analysis issued by the central government, the positive and negative effects of each policy related to lake management could be obtained. The results showed that in several European countries, the trend of lakes utilization for tourism areas is increasing. China, a country with rapid economic growth, has begun to restore agricultural land into wetlands and lake ecosystem. Meanwhile, the high demand for food in Indonesia causes agricultural areas in the lakeshore zones difficult to convert.

**Keywords:** lakes, land use, policies, lakeshores, management

## **1. PENDAHULUAN**

Danau merupakan salah satu ekosistem lahan basah yang memiliki peran penting bagi kehidupan manusia. Danau memiliki fungsi sebagai sumber air, sumber makanan, pengontrol banjir, dan penyedia jasa wisata bagi masyarakat (Ho and Goethals 2019). Berbagai penelitian bahkan menyebutkan bahwa danau di kawasan perkotaan memiliki fungsi sebagai pengatur iklim mikro dan penyedia habitat bagi berbagai spesies dan keanekaragaman hayati (Wondie 2018).

---

\*Korespondensi Penulis  
Email : [pritaapermatasari@gmail.com](mailto:pritaapermatasari@gmail.com)

Pada wilayah perdesaan, lahan di sekeliling danau sering dimanfaatkan sebagai lahan pertanian. Fungsi ini sangat terkait dengan tingginya potensi sumber air untuk kebutuhan irigasi (Fluet-Chouinard *et al.* 2016). Namun demikian, penggunaan lahan basah menjadi area pertanian menjadi salah satu faktor yang mendorong degradasi danau (Xie *et al.* 2018).

Ekosistem danau di kawasan perdesaan memiliki perbedaan dengan kawasan perkotaan dari sejarah terbentuknya dan ukurannya (Schueler and Simpson 2001). Jika danau kawasan perkotaan cenderung berukuran kecil dan dangkal, danau di kawasan perdesaan atau pertanian kebanyakan memiliki ukuran luas dan sering dimanfaatkan sebagai kawasan wisata, sumber air bagi masyarakat sekitar, maupun sumber irigasi pertanian (Schmidt *et al.* 2021). Tingginya pemanfaatan lahan di sekitar danau sebagai kawasan pertanian membuat badan air berisiko menerima aliran unsur hara konsentrasi tinggi yang berasal dari penggunaan pupuk (Wei *et al.* 2020). Tingginya unsur hara di badan air disertai dengan kondisi iklim yang hangat dapat memicu berkembangnya alga (Spears *et al.* 2022) dan eceng gondok (Pin *et al.* 2021). Tanpa pengelolaan yang layak, akan terjadi penurunan terhadap kualitas air untuk konsumsi masyarakat, keindahan panorama tempat wisata, maupun produksi ikan akibat menurunnya oksigen (Jean-Philippe *et al.* 2020).

Berbagai peran pemangku kepentingan sangat dibutuhkan untuk menjaga kelestarian ekosistem danau. Masyarakat sebagai pengguna jasa wisata sekaligus penduduk yang bertempat tinggal di sekitar kawasan danau memiliki peran penting dalam fungsi pengawasan danau (Chen *et al.* 2017). Pemangku kepentingan lain seperti pemerintah memegang peranan penting dalam proses pengendalian kebijakan terkait tata guna lahan di sekitar danau. Pada kawasan pertanian, kebijakan terkait pengendalian pencemaran danau yang berasal dari aliran nutrisi sangat diperlukan. Beberapa wilayah memberlakukan sistem penggunaan pupuk pertanian secara efisien untuk mencegah eutrofikasi (Chen *et al.* 2017; Wondie 2018). Di sisi lain, pengelolaan aspek lingkungan harus dilakukan tanpa merugikan perekonomian masyarakat dan negara.

Peran pemerintah dalam mengeluarkan kebijakan terkait pemanfaatan sempadan danau di setiap negara dapat mempengaruhi keberlanjutan ekosistem tersebut (Wen *et al.* 2021). Jarak sempadan danau dapat menentukan potensi keanekaragaman hayati, fungsi pengaturan iklim mikro, serta potensi sedimentasi danau. Pengelolaan danau yang baik akan memperhatikan penggunaan lahan di sekitar danau khususnya yang berada di sekitar wilayah sempadan danau (Keppeler *et al.* 2018). Makalah ini bertujuan untuk membandingkan pengelolaan sempadan danau di kawasan pertanian pada berbagai negara termasuk Indonesia serta melihat pengaruh positif dan negatif dari peraturan tersebut.

## **2. METODOLOGI**

### **2.1. Lokasi kajian dan waktu penelitian**

Danau Mazurian (Polandia), Danau Dongting (Tiongkok) dan Danau Limboto (Indonesia) merupakan danau yang dipilih untuk studi kasus pada ketiga negara tersebut. Ketiga danau ini merupakan danau berukuran besar yang terletak pada kawasan pertanian dan terletak pada tiga negara dengan sistem pemerintahan yang berbeda-beda. Selain itu, ketiga negara tersebut memiliki sistem perekonomian yang berbeda-beda (industri dan agraris). Penelitian ini membandingkan penggunaan dan pengelolaan lahan di sekitar danau pada beberapa dekade terakhir dan melihat dampaknya terhadap ekosistem danau.

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif untuk mendeskripsikan pengelolaan sempadan danau pada beberapa negara yaitu Polandia, Tiongkok, dan Indonesia. Pengumpulan data dilakukan dengan studi kepustakaan, yaitu metode untuk mencari informasi tentang penggunaan lahan di sekitar danau khususnya danau yang berada di sekitar wilayah pertanian serta bagaimana dampak penggunaan lahan tersebut terhadap kondisi ekosistem danau.

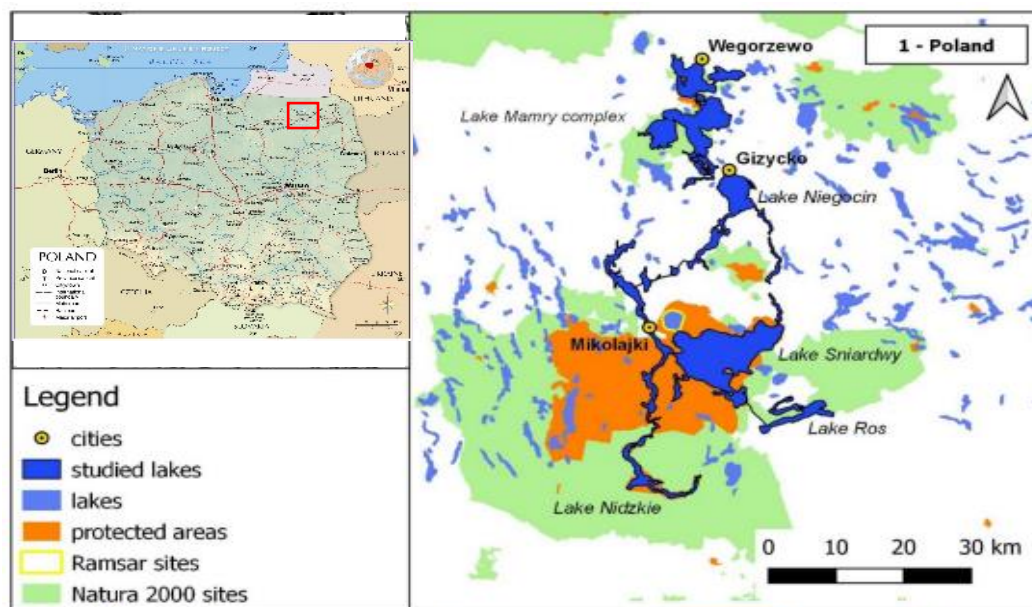
Data dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang berasal dari jurnal-jurnal ilmiah dan peraturan yang berlaku yang berasal instansi terkait. Beberapa data yang dikumpulkan dalam penelitian ini antara lain: penggunaan lahan dan dinamika perubahannya, pengaruh penggunaan lahan terhadap ekosistem danau, keterkaitan ekosistem danau dengan lingkungan alami, kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar danau, serta kebijakan pemerintah terkait dengan pengelolaan sempadan danau.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Danau Besar Mazurian (Polandia)

Kawasan Danau Besar Mazurian terletak di Utara Polandia dan berbatasan dengan Rusia (**Gambar 1**). Danau ini memiliki kawasan alami yang cukup tinggi dan 51% areanya termasuk ke dalam Natura 2000, yaitu jaringan kawasan alami yang dijadikan habitat berbagai spesies langka dan terancam punah yang dilindungi di Uni Eropa (UE). Pada periode 1989-2020, terdapat perubahan penggunaan lahan di sekitar Danau Besar Mazurian. Perubahan ini terjadi akibat meningkatnya kebutuhan lahan akan jasa pariwisata di sekitar danau (Furgala-Selezniow *et al.* 2022).

Polandia merupakan salah satu negara yang melakukan alih fungsi lahan pertanian menjadi kawasan alami. Selama 31 tahun (1989-2020), analisis perubahan lahan di sekitar Danau Besar Mazurian menunjukkan penurunan kawasan pertanian dan permukiman (masing-masing sebesar 42,6% dan 8,3%) menjadi peningkatan area pariwisata, hutan, dan kawasan semi alami (**Tabel 1**). Perubahan lahan tersebut terjadi akibat liberalisasi harga, internasionalisasi perdagangan, dan persaingan yang meningkat pada sektor pertanian (Furgala-Selezniow *et al.* 2020). Selain itu, penurunan sektor pertanian didorong oleh keinginan pemerintah untuk memaksimalkan keuntungan dengan menjadikan danau sebagai kawasan wisata sekaligus mengintensifkan program perlindungan lingkungan di sekitar danau.



**Gambar 1.** Lokasi Danau Mazurian.

Sumber: Furgala-Selezniow *et al.* (2022).

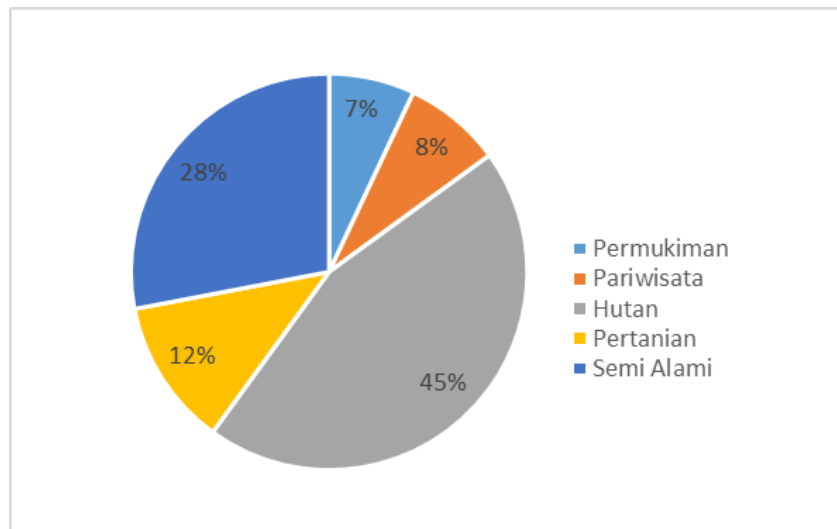
**Tabel 1.** Perubahan penggunaan lahan sekitar Danau Mazurian 1989-2020.

Penggunaan lahan	Luas perubahan (Ha)	Persentase perubahan
Permukiman	-39,3	-8,3
Pariwisata	285,5	152,9
Hutan	313,5	12,0
Pertanian	-626,7	-42,6
Kawasan semi alami	64,2	3,8

Sumber: Furgala-Selezniow *et al.* (2022).

Tingginya potensi wisata alam pada negara-negara di Eropa Tengah-Timur telah membuat kebutuhan jasa pariwisata di sekitar danau menjadi meningkat. Hal ini dapat memicu konflik antara penggunaan sempadan danau sebagai kawasan wisata dan perlindungan ekosistem. Konflik penggunaan lahan dan masalah lingkungan di zona tepi danau sebagian besar dapat diselesaikan dengan membuat peraturan yang sesuai yang mencakup batas spasial dan temporal pada kegiatan rekreasi yang diizinkan di sempadan danau. Polandia memiliki peraturan mengenai batas sempadan danau minimal 100 meter dari badan danau yang dimanfaatkan sebagai area penyangga (Furgala-Selezniow *et al.* 2020).

Meskipun memiliki potensi pariwisata yang cukup tinggi, kawasan permukiman di sekitar Danau Mazurian tidak mengalami peningkatan kawasan permukiman (**Gambar 2**). Danau Mazurian bukanlah satu-satunya lokasi wisata alam utama di Polandia. Oleh karena itu, jasa pariwisata di wilayah ini tidak memberikan dampak signifikan terhadap kebutuhan area permukiman. Selain itu, fasilitas pariwisata banyak berlokasi pada kawasan permukiman eksisting. Hal ini menunjukkan adanya kebijakan tata ruang yang baik di Polandia untuk mengonversi kawasan alami menjadi area terbangun khususnya permukiman (Furgala-Selezniow *et al.* 2021).



**Gambar 2.** Penggunaan lahan di sempadan Danau Mazurian tahun 2020.

Ekosistem danau di Polandia dikelola oleh administrasi pusat yang disebut sebagai “*Polish Waters*”. Tidak hanya sendiri, pemerintah melaksanakan pengelolaan danau dengan melibatkan banyak pemangku kepentingan seperti pengelola wisata, peneliti, masyarakat lokal, asosiasi pemancing, asosiasi transportasi danau, termasuk kementerian lain yang mengelola lingkungan dan kualitas air danau. Selain itu, pemerintah Polandia juga sudah menerapkan komunikasi 2 arah berupa konsultasi publik, pelibatan dan pemberdayaan masyarakat, serta kerja sama dengan berbagai pemangku kepentingan (Turkowski 2017).

Seperti negara-negara pasca-Komunis lainnya, Polandia mewarisi beban kebijakan terpusat yang tidak ramah lingkungan. Masuknya Polandia menjadi anggota *The Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD) dan UE memberikan suatu perubahan besar. Kedua organisasi tersebut bekerja sama dengan Polandia untuk mengembangkan politik ramah lingkungan dan menerima undang-undang hijau baru yang akan mengurangi dampak pertumbuhan ekonomi yang cepat setelah era komunisme. OECD dan UE juga telah memberikan Polandia berbagai instrumen dan dana untuk membuat pengelolaan lingkungan lebih mudah dan efektif (Waisová 2018).

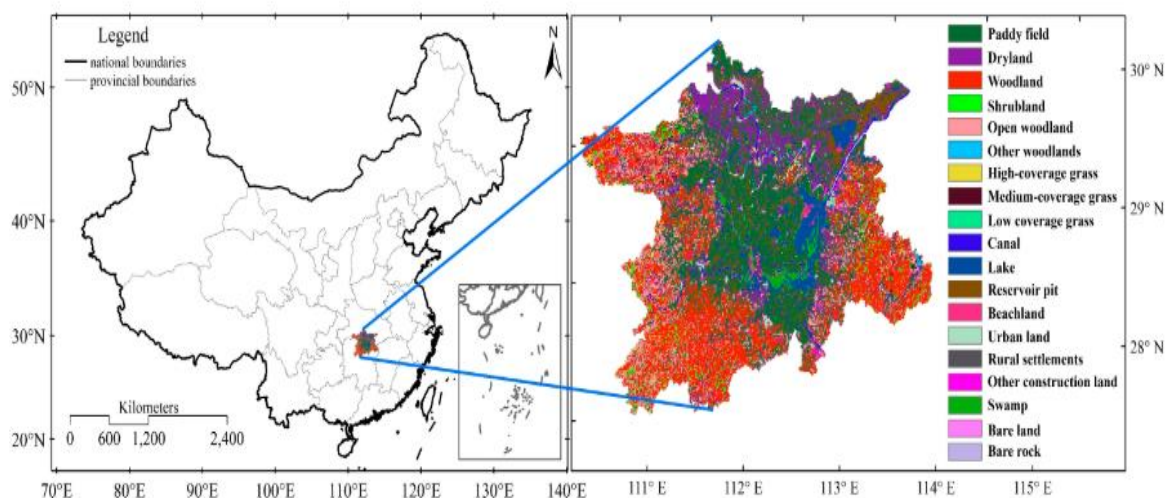
Sejalan dengan pola di masyarakat pasca-komunis lainnya di Eropa Tengah, nilai-nilai sosial telah berubah di Polandia seiring dengan meningkatnya minat terhadap kelestarian lingkungan. Berbeda dengan Hongaria yang memiliki masalah dengan demokrasi lingkungan, Polandia secara rutin melaporkan kondisi lingkungan sehingga informasi terkait lingkungan dapat diakses oleh masyarakat meskipun kondisi lingkungan di negara ini belum sepenuhnya baik. Polandia mengalami tantangan berupa efek limpahan polusi dari negara-negara tetangga akibat banyaknya jumlah sungai yang melintas dari negara tetangga. Inilah sebabnya mengapa kerja sama lingkungan dengan negara-negara tetangga dan negara-negara Eropa lainnya menjadi tujuan yang sangat penting (Waisová 2018).

Terlepas dari ideologi yang dianut oleh Polandia, saat ini pemerintah Polandia menjadi lebih terbuka terhadap sistem tata kelola pemerintahan. Hal ini dapat terlihat dari keterlibatan LSM yang semakin meningkat khususnya dalam pengelolaan lingkungan. Pemerintah memiliki prinsip bahwa ketika masyarakat, lembaga, maupun suatu individu membuat keputusan terkait pengelolaan maka akan berpengaruh terhadap ketersediaan air minum, kelestarian ekosistem, maupun potensi pariwisata. Hal ini sangat dibutuhkan khususnya ketika kawasan terbangun semakin meningkat dan pengelolaan ekosistem menjadi danau semakin krusial (Turkowski 2017).

### **3.2. Danau Dongting (Tiongkok)**

Danau Dongting terletak di Provinsi Hunan dan Hubei yang merupakan danau air tawar terbesar kedua di Tiongkok (**Gambar 3**). Danau ini merupakan sumber utama komoditas pertanian dan perikanan (Li *et al.* 2022). Seiring dengan peningkatan ekonomi masyarakat, pemerintah Wuhan (Ibukota Provinsi Hubei) membuat program pengembalian area pertanian menjadi danau. Setelah tahun 2000, dengan peningkatan kesadaran perlindungan danau, serangkaian rencana dan peraturan perlindungan danau diimplementasikan, seperti Peraturan Perlindungan Danau Wuhan (diimplementasikan pada 2002), perlindungan garis pantai utama danau (diimplementasikan sejak 2014) (Wen *et al.* 2021).

Adanya rencana perlindungan terhadap 166 danau di Wuhan mengedepankan tindakan penanggulangan untuk perlindungan danau dari berbagai perspektif, seperti pengelolaan kawasan tepi danau, sumber daya danau dan perlindungan ekologi, dan pengendalian pencemaran danau. Pelaksanaan tindakan perlindungan tersebut menandai transformasi perlindungan danau dari perumusan sistem hukum ke tingkat implementasi perlindungan khusus. Delimitasi kawasan tepi danau yang ditentukan oleh Peraturan Provinsi Hubei tentang perlindungan, sempadan danau memiliki batasan lebar 500 m di setiap danau (Wen *et al.* 2021).



**Gambar 3.** Lokasi Danau Dongting.

Sumber: Li *et al.* (2022)

Danau Dongting merupakan habitat bagi lumba-lumba tanpa sirip yang secara status dilindungi oleh WWF. Tingginya keanekaragaman hayati di danau ini membuat pemerintah melakukan upaya perlindungan terhadap ekosistem di sekitar danau. Pada tahun 1994, Danau Dongting diidentifikasi sebagai cagar alam nasional oleh negara dan terdaftar sebagai cagar keanekaragaman hayati yang sangat penting di Tiongkok. Danau Dongting menjalankan fungsi penting, seperti menjaga keseimbangan ekologi regional, menjamin keamanan air dan ekologi di Daerah Aliran Sungai Yangtze, dan menjaga ketahanan pangan nasional (Li *et al.* 2022).



Pada **Tabel 2** dapat diketahui derajat dinamika perubahan lahan di sekitar Danau Dongting pada tahun 2000-2018. Nilai negatif menunjukkan penurunan sedangkan positif menunjukkan kenaikan. Dalam 18 tahun terakhir diketahui bahwa lahan pertanian dan padang rumput mengalami penurunan. Penurunan lahan pertanian ini salah satunya digunakan untuk meningkatkan luas area danau sebagai konservasi air. **Gambar 4** menunjukkan penggunaan lahan di sempadan Danau Dongting pada tahun 2018.

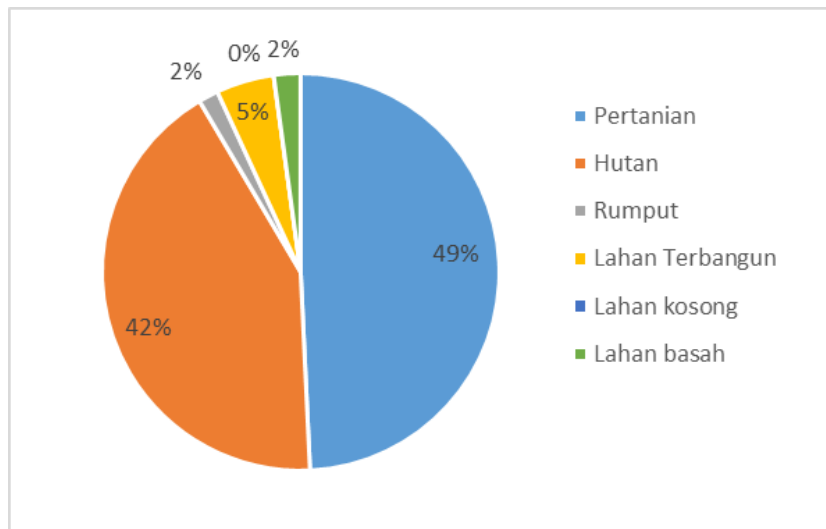
**Tabel 2.** Derajat dinamika perubahan penggunaan lahan Danau Dongting.

Penggunaan lahan	Derajat dinamika tahun 2000-2018
Pertanian	-0,33
Hutan	0,01
Padang rumput	-0,39
Badan air	0,26
Lahan terbangun	3,02
Lahan tidak digunakan	27,78
Lahan basah	1,58

Sumber: Li *et al.* (2022)

Pada musim dingin, beberapa danau di Provinsi Hubei menjadi lokasi penting yang dikunjungi oleh burung migran. Tingginya populasi burung migran di musim dingin ke area tersebut tidak terlepas dari beberapa faktor pendukung seperti kondisi vegetasi dan tinggi muka air yang ideal untuk habitat dan sumber makanan burung. Gangguan manusia menjadi faktor penghalang burung migran untuk mengunjungi lokasi. Semakin tinggi gangguan manusia maupun kedekatan lokasi dari jalan maka akan semakin sedikit populasi burung migran. Oleh karena itu, diperlukan pengelolaan yang baik dari pemerintah agar kegiatan wisata di danau pada musim dingin tidak mempengaruhi burung migran (Zou *et al.* 2019).

Kerugian ekonomi tahunan Tiongkok karena pencemaran lingkungan dan perusakan ekologi mencapai sekitar 6% dari produk domestik bruto (PDB). Sadar akan keseriusan ini, pemerintah Tiongkok semakin mementingkan tata kelola lingkungan. Kondisi perekonomian Tiongkok yang semakin meningkat membuat kesadaran masyarakat untuk melestarikan lingkungan semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan teori pada kurva lingkungan Kuznets yang berasumsi bahwa ketika perekonomian wilayah semakin maju, maka kerusakan lingkungan akan berhenti dan menurun (Wen *et al.* 2021).

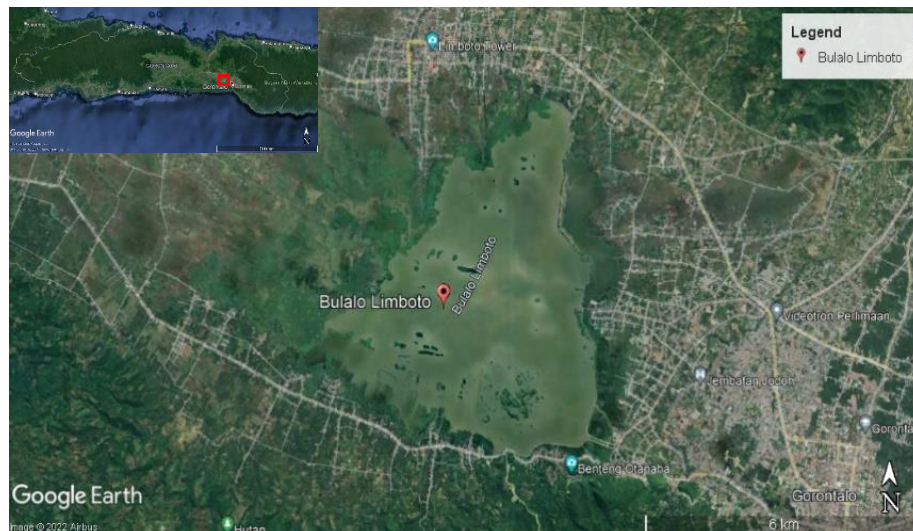


**Gambar 4.** Penggunaan lahan di sempadan Danau Dongting tahun 2018.

Sistem pemerintahan Tiongkok yang mempertahankan sentralisasi politik membuat tata kelola lingkungan menjadi semakin terpusat. Pemerintah provinsi diberi insentif baik secara politik maupun ekonomi oleh pemerintah pusat yang dicapai melalui kombinasi sentralisasi kekuasaan dan desentralisasi pembangunan ekonomi dan fiskal (Luo *et al.* 2019). Sentralisasi politik ini mengakibatkan adanya pengaruh yang tinggi dari pemerintah. Oleh karena itu, kinerja pemerintah provinsi dalam pengelolaan lingkungan sangat bergantung dari peningkatan dan penurunan kemauan politik pemerintah pusat dalam pengelolaan lingkungan.

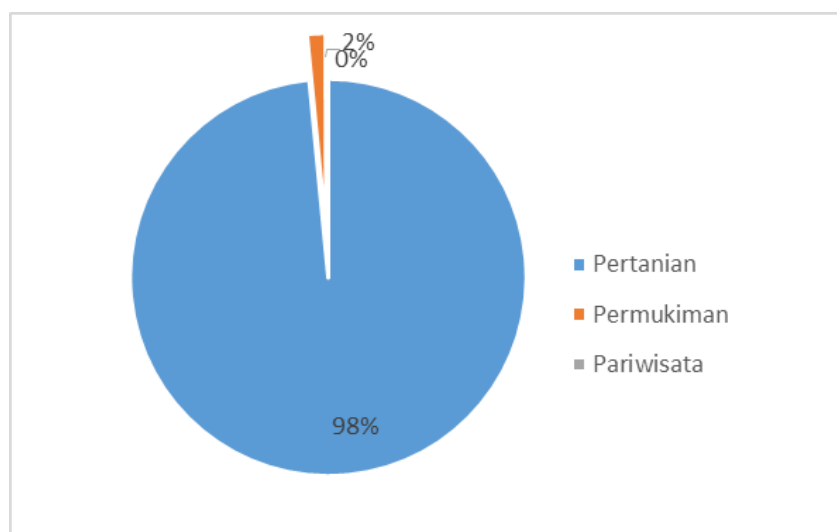
### 3.3. Danau Limboto (Indonesia)

Danau Limboto merupakan salah satu danau penting di Indonesia yang terletak di Provinsi Gorontalo (**Gambar 5**). Danau Limboto memperoleh air yang berasal dari 23 sungai. Potensi aliran air yang cukup tinggi membuat masyarakat memanfaatkan kawasan di sekitar danau sebagai lahan pertanian. Terlebih lagi, sebagai negara agraris, masyarakat Indonesia di kawasan perdesaan memiliki mata pencaharian utama sebagai petani. Tingginya penggunaan lahan pertanian membuat Danau Limboto mengalami ancaman tinggi terhadap penyusutan. Penggunaan lahan pada sempadan Danau Limboto dapat dilihat pada **Gambar 6**.



**Gambar 5.** Lokasi Danau Limboto.

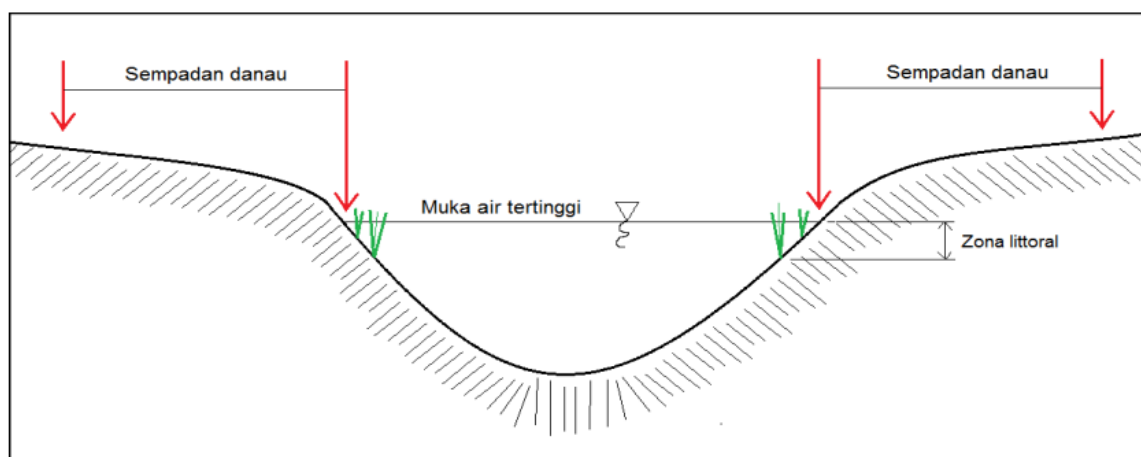
Aliran unsur hara yang berasal dari lahan pertanian membuat status trofik danau termasuk ke dalam eutrofikasi. Akibatnya, pertumbuhan eceng gondok cukup tinggi di badan air. Tingginya curah hujan di wilayah tropis pun berakibat terhadap tingginya risiko erosi (Morlock *et al.* 2019). Sedimentasi yang mengalir ke danau membuat badan air terancam mengalami pendangkalan. Adanya kebijakan pertanian sejak awal tahun 2000-an membuat aktivitas pertanian di wilayah ini meningkat. Hal ini berimbas terhadap peningkatan penggunaan irigasi sehingga aliran air sungai ke danau menjadi menurun. Terbatasnya air yang mengalir ke danau turut mendukung penyusutan danau. Terlebih lagi, perluasan area pertanian menurunkan kawasan hutan di sekitar danau (Kimijima *et al.* 2020).



**Gambar 6.** Penggunaan lahan di sempadan Danau Limboto tahun 2017.

Lemahnya tata kelola pada ekosistem Danau Limboto membuat masyarakat tidak mengetahui peraturan yang berlaku mengenai pengelolaan danau. Hal ini membuat masyarakat bersikap apatis terhadap pengelolaan danau. Selain itu, terdapat dua kepemimpinan terkait pengelolaan danau baik dari sisi pemerintah lokal maupun ketua adat. Masyarakat mengakui bahwa ketua adat memiliki peranan penting terhadap pengelolaan danau dan lebih dipatuhi dibandingkan pemerintah setempat (Rizal *et al.* 2019). Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah setempat perlu berupaya keras untuk mewujudkan tata kelola yang baik serta melakukan pendekatan yang baik kepada masyarakat setempat.

Pemerintah Indonesia melalui PerMenPUPR Nomor 28/PRT/M/2015 Tahun 2015 tentang Penetapan Garis Sempadan Sungai dan Garis Sempadan Danau, telah menetapkan definisi sempadan danau sebagai luasan lahan yang mengelilingi dan berjarak tertentu dari tepi badan danau yang berfungsi sebagai kawasan pelindung danau. Penetapan garis sempadan danau ini bertujuan untuk membatasi aktivitas manusia khususnya yang terkait dengan pembangunan, untuk menjaga kelestarian danau, serta untuk melindungi ekosistem danau dari kerusakan. Garis sempadan danau ditetapkan paling sedikit berjarak 50 (lima puluh) meter dari tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi (**Gambar 7**). Tepi muka air tertinggi yang pernah terjadi menjadi batas badan danau.



**Gambar 7.** Penetapan sempadan danau.

Sumber: PerMenPUPR (2015)

Fungsi sempadan danau sendiri terbagi menjadi 4 yaitu sebagai tempat penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan, pariwisata, olahraga, dan aktivitas budaya dan keagamaan. Beberapa bangunan yang memiliki keterkaitan erat dengan fungsi danau masih diperbolehkan untuk diletakkan pada sempadan danau seperti prasarana sumber daya air; jalan akses, jembatan, dan dermaga; jalur pipa gas dan air minum; rentangan kabel listrik dan telekomunikasi; prasarana pariwisata, olahraga, dan keagamaan; prasarana dan sanitasi; serta bangunan ketenagalistrikan. Di luar bangunan-bangunan tersebut maka secara bertahap seluruh bangunan harus ditertibkan untuk mengembalikan fungsi sempadan danau.

Pada beberapa danau besar di Indonesia, khususnya yang terletak di kawasan non-perkotaan, kawasan sekitar danau cenderung dimanfaatkan sebagai kawasan pertanian (Yani *et al.* 2019). Adanya aliran sungai yang terhubung ke danau membuat area di sekitar danau memiliki akses yang tinggi terhadap penyediaan air. Aliran air dari sungai di sekitar danau sering dimanfaatkan sebagai sumber air untuk irigasi pertanian. Terlebih lagi, faktor sosial ekonomi di sekitar kawasan danau sering menjadi penentu penggunaan lahan (Furgala-Selezniow *et al.* 2020).

### **3.4. Pengaruh kebijakan penggunaan lahan di ketiga negara**

Penurunan lahan pertanian pada kawasan danau di Polandia memberikan dampak positif berupa penurunan unsur hara yang mengalir ke ekosistem danau, Hal ini menurunkan risiko terjadinya eutrofikasi dan perkembangan alga di badan air. Di Indonesia, eutrofikasi sering terjadi akibat penggunaan pupuk berlebihan pada kawasan pertanian yang kemudian menjadi sumber pencemar nirtitik pada ekosistem perairan tawar seperti sungai, danau, dan waduk. Jika tidak dikelola dengan baik, tidak hanya berisiko menaikkan perkembangan alga tetapi juga pertumbuhan eceng gondok secara masif. Hal ini akan berdampak terhadap penurunan oksigen di badan air sehingga spesies ikan menurun (Fluet-Chouinard *et al.* 2016). Perubahan ekosistem tersebut akan menimbulkan ketidakseimbangan pada rantai makanan.

Isu ini tidak hanya terjadi di negara berkembang. Pada beberapa negara maju yang masih memanfaatkan lahan sekitar danau sebagai kawasan pertanian seperti Jepang, penggunaan pupuk, herbisida, dan pestisida mendapat pengawasan ketat agar tidak digunakan secara berlebihan dan menjadi pencemar nirtitik (*non point source*) pada ekosistem danau (Chen *et al.* 2017). Oleh karena itu, lahan pertanian sebaiknya tidak berbatasan langsung dengan badan air danau. Keberadaan hutan sebagai area penyangga di sempadan danau dapat memberikan manfaat penting untuk mencegah aliran limpasan dari lahan pertanian tidak langsung masuk ke badan air. Akar tanaman pada kawasan alami di sempadan danau juga memiliki kemampuan dalam menyerap nitrogen, fosfor, dan unsur hara lainnya yang berasal dari lahan pertanian sehingga badan air terlindung dari ancaman eutrofikasi (Wei *et al.* 2020)

Pengembangan kawasan danau menjadi kawasan pariwisata dapat memberikan dampak buruk jika tidak disertai dengan pengelolaan yang ketat. Kawasan pariwisata dapat memicu meningkatnya kebutuhan lahan terbangun untuk kawasan permukiman dan perdagangan yang dapat mengancam ekosistem di sekitar danau (Schmidt *et al.* 2021). Pengembangan ekosistem danau sebagai lokasi ekowisata berpotensi meningkatkan jumlah wisma tamu, restoran, dan hotel di dalam daerah tangkapan air, yang kemungkinan akan meningkatkan beban unsur hara ke danau (Spears *et al.* 2022). Fasilitas pariwisata berupa bangunan tempat tinggal memberikan dampak lain berupa timbunan sampah dari permukiman hingga aliran sanitasi yang mengalir ke badan air yang menimbulkan pencemaran *coliform* (Abdusalam *et al.* 2019).

Untuk mengatasi pencemaran limbah domestik diperlukan aturan yang ketat bagi jasa pariwisata dan perdagangan terkait pengolahan limbah yang memadai serta pengaturan jarak lokasi dengan area danau (Jiang *et al.* 2018). Adanya peraturan batas sempadan danau selebar 500 meter seperti yang diterapkan di Provinsi Hubei, Tiongkok dapat memberikan dampak positif terhadap kelestarian ekosistem danau. Sempadan danau yang luas dapat dimanfaatkan sebagai kawasan alami seperti hutan konservasi. Dengan adanya ekosistem alami di sekitar danau maka keanekaragaman hayati baik pada ekosistem terestrial maupun akuatik dapat meningkat (Nikolaus *et al.* 2021). Selain itu, kawasan vegetasi di sekitar danau dapat mencegah air limpasan yang berasal dari area terbangun untuk masuk langsung ke dalam badan air dan menimbulkan sedimentasi.

Konversi lahan pertanian di sekitar danau yang dimanfaatkan untuk perluasan area hutan atau kawasan semi-alami dapat menurunkan risiko sedimentasi dan kandungan unsur hara seperti nitrogen dan fosfor yang dapat mengganggu kualitas air (Wei *et al.* 2020). Selain itu, penggunaan lahan untuk kawasan hutan di sekitar ekosistem air tawar mampu menjaga habitat satwa dan keanekaragaman hayati di sekitar ekosistem sungai maupun danau (Jean-Philippe *et al.* 2020). Hal ini dapat menjaga konektivitas dan keberlanjutan ekosistem biotik dan abiotik di sekitar danau. Kawasan alami di sekitar danau bahkan dapat menjadi daya tarik tambahan bagi pengunjung wisata. Adanya kegiatan berkemah, interpretasi alam, *tracking*, fotografi satwa dan *birdwatching* dapat menjadi alternatif wisata bagi danau-danau di negara 4 musim saat danau membeku (Aneseyee *et al.* 2022). Hal ini memungkinkan kawasan danau untuk mendapatkan kunjungan wisatawan sepanjang tahun.

Danau-danau di kawasan pertanian Indonesia memiliki jarak yang sangat dekat dengan badan air seperti halnya di Danau Limboto. Apabila tidak disertai dengan jalur vegetasi sebagai penyangga, risiko eutrofikasi pada badan air semakin meningkat. Terlebih lagi, eceng gondok merupakan tanaman invasif yang tumbuh subur di ekosistem air tawar Indonesia (Prasetyo *et al.* 2022). Konversi lahan pertanian menjadi kawasan alami seperti halnya di Polandia dan Tiongkok sulit dilakukan di Indonesia mengingat kebutuhan masyarakat akan pangan masih cukup tinggi. Pemanenan eceng gondok untuk digunakan sebagai pupuk merupakan salah satu upaya untuk mengurangi risiko degradasi danau di Indonesia (Pin *et al.* 2021). Pemanfaatan biomassa ini diharapkan juga dapat meningkatkan perekonomian penduduk sekitar. Selain itu, pemanfaatan batas minimal sempadan danau seluas 50 meter diharapkan dapat digunakan sebagai jalur vegetasi yang dapat mengurangi *input* polutan ke badan air.

#### **4. KESIMPULAN DAN SARAN**

Danau di kawasan pertanian menghadapi ancaman berupa penurunan kualitas air akibat aliran nutrisi yang berasal dari penggunaan pupuk. Alih fungsi lahan dan sedimentasi juga meningkatkan risiko terhadap penyusutan danau. Berdasarkan ulasan perbandingan beberapa negara mengenai kebijakan terkait perlindungan sempadan danau, Polandia mulai berfokus terhadap pengembangan sempadan danau menjadi jasa wisata dibandingkan dengan pemanfaatan kawasan pertanian.

Adanya pertimbangan ekonomi membuat masyarakat melakukan alih fungsi lahan pertanian menjadi wisata dan kawasan alami yang dianggap lebih menguntungkan. Kebijakan alih fungsi lahan ini memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan ekosistem danau selama kawasan alami tidak mengalami konversi lahan. Pertumbuhan ekonomi di Tiongkok yang semakin meningkat dan disertai dengan degradasi lingkungan mendorong pemerintah untuk membuat program pengembalian ekosistem danau yang sempat mengalami penyusutan. Kebijakan ini bermanfaat untuk mengembalikan kelestarian ekosistem dan mendukung perbaikan lingkungan.

Di Indonesia, kebijakan terkait penggunaan lahan sempadan danau sudah tersedia. Namun, kebijakan tersebut belum sepenuhnya direalisasikan terutama di kawasan pertanian. Pada kasus Danau Limboto, lahan pertanian semakin meningkat sebagai imbas dari kebutuhan pangan. Oleh karena itu, dibutuhkan implementasi yang baik dari pemangku kepentingan agar lahan di sempadan danau dapat digunakan sesuai dengan kebijakan. Selain itu, diperlukan strategi khusus agar peningkatan lahan pertanian tidak menimbulkan degradasi danau.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- Abdusalam YH, Sujaul IM, Karim MD, Salah MG, Ali MI and Ramli NI. 2019. Assessment of water quality in the Vicinity of Chini Lake, Malaysia. *Bangladesh Journal of Botany* 48(4):1037–46. doi: 10.3329/bjb.v48i4.49052.
- Aneseyee AB, Abebaw A and Haile BT. 2022. Identification of suitable sites for the community-based ecotourism developments in Abijiata-Shalla Lakes National Park, Ethiopia. *Remote Sensing Applications: Society and Environment* 26:100750. doi: 10.1016/j.rsase.2022.100750.
- Chen X, Chen Y, Shimizu T, Niu J, Nakagami K, Qian X, Jia B, Nakajima J, Han J and Li J. 2017. Water resources management in the urban agglomeration of the Lake Biwa Region, Japan: an ecosystem services-based sustainability assessment. *Science of the Total Environment* 586(1):174–187. doi: 10.1016/j.scitotenv.2017.01.197.
- Fluet-Chouinard E, Messenger ML, Lehner B and Finlayson M. 2016. *Freshwater lakes and reservoirs*. Springer. Dordrecht.



- Furgała-Selezniow G, Jankun-Woźnicka M and Mika M. 2020. Lake regions under human pressure in the context of socio-economic transition in Central-Eastern Europe: the case study of Olsztyn Lakeland, Poland. *Land Use Policy* 90:104350. doi: 10.1016/j.landusepol.2019.104350.
- Furgała-Selezniow G, Jankun-Woźnicka M, Kruk M and Omelan A. 2021. Land use and land cover pattern as a measure of tourism impact on a lakeshore zone. *Land* 10(8):787. doi: 10.3390/land10080787.
- Furgała-Selezniow G, Jankun-Woźnicka M, Woźnicki P, Cai X, Erdei T and Boromisza Z. 2022. Trends in lakeshore zone development: a comparison of polish and Hungarian Lakes over 30-year period. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(4):2141. doi: 10.3390/ijerph19042141.
- Ho L and Goethals P. 2019. Opportunities and challenges for the sustainability of lakes and reservoirs in relation to the sustainable development goals (SDGs). *Water* 11(7):1–19. doi: 10.3390/w11071462.
- Jean-Philippe J, Anneville O, Arnaud F, Baulaz B, Bouffard D, Domaizon I, Bocaniov SA, Chèvre N, Dittrich M, Dorioz JM, Dunlop ES, Dur G, Guillard J, Guinaldo T, Jacquet S, Jamoneau A, Jawed Z, Jeppesen E, Krantzberg G, Lenters J, Leoni B, Meybeck M, Nava V, Nöges T, Nöges P, Patelli M, Pebbles V, Perga ME, Rasconi S, Ruetz CR, Rudstam L, Salmaso N, Sapna S, Straile D, Tammeorg O, Twiss MR, Uzarski D, Ventelä AM, Vincent WF, Wilhelm SW, Wängberg SA and Weyhenmeyer G. 2020. Scientists' warning to humanity: rapid degradation of the world's large lakes. *Journal of Great Lakes Research* 46(4):686–702. doi: 10.1016/j.jglr.2020.05.006.
- Jiang Y, Dinar and Hellegers P. 2018. Economics of social trade-off: balancing wastewater treatment cost and ecosystem damage. *Journal of Environmental Management* 211:42–52. doi: 10.1016/j.jenvman.2018.01.047.
- Keppeler FW, Souza AC, Hallwass G, Begossi A, Almeida MC, Isaac VJ and Silvano RAM. 2018. Ecological influences of human population size and distance to urban centres on fish communities in tropical lakes. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 28(5):1030–43. doi: 10.1002/aqc.2910.

- Kimijima S, Sakakibara M, Amin AKM, Nagai M and Arifin YI. 2020. Mechanism of the rapid shrinkage of Limboto Lake in Gorontalo, Indonesia. *Sustainability* 12(22):1–14. doi: 10.3390/su12229598.
- Li G, Chen W, Zhang X, Yang Z, Bi P and Wang Z. 2022. Ecosystem service values in the dongting lake eco-economic zone and the synergistic impact of its driving factors. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 19(5):3121. doi: 10.3390/ijerph19053121.
- Luo Z, Hu X, Li M, Yang J and Wen C. 2019. Centralization or decentralization of environmental governance-evidence from China. *Sustainability* 11(24):1–20. doi: 10.3390/SU11246938.
- Morlock MA, Vogel H, Nigg V, Ordoñez L, Hasberg A, Melles M, Russell JM and Bijaksana S. 2019. Climatic and tectonic controls on source-to-sink processes in the tropical, ultramafic catchment of Lake Towuti, Indonesia. *Journal of Paleolimnology* 61(3):279–95. doi: 10.1007/s10933-018-0059-3.
- Nikolaus R, Schafft M, Maday A, Klefoth T, Wolter C and Arlinghaus R. 2021. Status of aquatic and riparian biodiversity in artificial lake ecosystems with and without management for recreational fisheries: implications for conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 31(1):153–72. doi: 10.1002/aqc.3481.
- PerMenPUPR (Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat) Nomor 28/PRT/M/2015 tahun 2015 tentang penetapan garis sempadan sungai dan garis sempadan danau Republik Indonesia.
- Pin LA, Pennink BJW, Balsters H and Sianipar CPM. 2021. Technological appropriateness of biomass production in rural settings: addressing water hyacinths (*E. crassipes*) problem in Lake Tondano, Indonesia. *Technology in Society* 66:101658. doi: 10.1016/j.techsoc.2021.101658.
- Prasetyo S, Anggoro S and Soeprbowati TR. 2022. Water hyacinth *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms management in Rawapening Lake, Central Java. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation - International Journal of the Bioflux Society* 15(1).

- Rizal A, Subiyanto, Juahir H and Lananan F. 2019. Freshwater governance on Limboto Lake in Gorontalo Province of Indonesia. *Indian Journal of Public Health Research and Development* 10(4):782. doi: 10.5958/0976-5506.2019.00798.8.
- Schmidt M, Gonda R and Transiskus S. 2021. Environmental degradation at Lake Urmia (Iran): exploring the causes and their impacts on rural livelihoods. *GeoJournal* 86(5):2149–2163. doi: 10.1007/s10708-020-10180-w.
- Schueler T and Simpson J. 2001. Why urban lakes are different. *Watershed Protection Techniques* 3(4):747–750.
- Spears BM, Hamilton DP, Pan Y, Zhaosheng C and May L. 2022. Lake management: is prevention better than cure?. *Inland Waters* 12(1):173–186. doi: 10.1080/20442041.2021.1895646.
- Turkowski K. 2017. Governance of publicly owned lakes in poland - the current state and underlying conditions. *Economics and Environment* 1(60):92–102.
- Waisová Š. 2018. The environmental situation in the Visegrad Region: neglect and insufficient cooperation in the face of serious environmental threats. *Politics in Central Europe* 14(2):57–73. doi: 10.2478/pce-2018-0009.
- Wei W, Gao Y, Huang J and Gao J. 2020. Exploring the effect of basin land degradation on lake and reservoir water quality in China. *Journal of Cleaner Production* 268:122249. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.122249.
- Wen C, Zhan Q, Zhan D, Zhao H and Yang C. 2021. Spatiotemporal evolution of lakes under rapid urbanization: a case study in Wuhan, China. *Water* 13(9):1171. doi: 10.3390/w13091171.
- Wondie a. 2018. Ecological conditions and ecosystem services of wetlands in the Lake Tana Area, Ethiopia. *Ecohydrology and Hydrobiology* 18(2):231–44. doi: 10.1016/j.ecohyd.2018.02.002.
- Xie C, Huang X, Wang L, Fang X and Liao W. 2018. Spatiotemporal change patterns of urban lakes in China's major cities between 1990 and 2015. *International Journal of Digital Earth* 11(11):1085–1102. doi: 10.1080/17538947.2017.1374476.
- Yani A, Amin M, Rohman F, Suarsini E and Haerunnisa. 2019. Water quality and pollution index of Lake Tempe in South Sulawesi, Indonesia. *Pollution Research* 38(3):568–574.

Zou YA, Zhang PY, Zhang SQ, Chen CS, Li F, Deng ZM, Yang S, Zhang H, Li FY and Xie YH. 2019. Crucial sites and environmental variables for wintering migratory waterbird population distributions in the natural wetlands in East Dongting Lake, China. *Science of the Total Environment* 655:147–157. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.185.