



ISSN: 1979-4940
E-ISSN: 2477-0124

Editorial Office: Faculty of Law, Islamic University Of Kalimantan,
Jalan Adhyaksa No. 2 Kayutangi Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia (70123)
Email: al_adl@uniska-bjm.ac.id
Web: <http://ojs.uniska-bjm.ac.id>

Danau Toba Sebagai UNESCO Global Geopark Dalam Perspektif Hukum Lingkungan

^[1] Elvira Fitriyani Pakpahan ^[2] Mira Handayani Br Sebayang
^[3] Erwin Mendes Sibarani* & ^[4] Ayu Mustika Saragih
Fakultas Hukum, Universitas Prima Indonesia
Jl. Belanga No.1
Email: erwinmendessibarani@gmail.com*

*corresponding author

Submitted : 27 Juni 2022
Revised : 16 Desember 2022
Accepted : 9 Januari 2023
Published : 29 Januari 2023

Jurnal Al Adl by Universitas Islam Kalimantan Muhammad Arsyad Al Banjari is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). (CC-BY)

Abstract

An area known as a geopark is an area that has three fundamental pillars—conservation, education, and local economic development—and includes significant geological heritage and biodiversity, as well as integrated biodiversity and culture. Development in the fields of culture and tourism is multi-sectoral, interdisciplinary and based on a synergistic system, and is expected to be able to support efforts to educate society, advance civilization, foster national unity and strengthen international friendship. Transport and changes in the cultural and tourism sectors have led to new systems that are more reliable and sustainable. However, the improvements brought about by revolution and reform have not yet reached their full potential. The waters around Lake Toba before it was designated as a UNESCO Global Geopark experienced various disturbances to the preservation of nature due to floating net cages (KJA) animal feed, reduction of land to individual ownership, arbitrariness in the form of logging and waste generated by the community originating from the restaurant business, including oil vessel., which is contaminating the lake water. Toba Government Regulation Number 37 of 2014 concerning Soil and Water Conservation as a legal basis for structuring the Lake Toba Geopark tourism area as a legal umbrella must be holistic, fundamental and partly so that water damage to the surrounding environment can be overcome. This research aimed to analyze the impact of UNESCO's designation of Lake Toba as a Geopark. This research is juridical law research by conducting data collection activities in the form of secondary data. Data analysis used a quantitative descriptive method. The research results show that the government is still trying to maintain the sustainability and beauty of the area by providing education about the ecosystem and realizing Lake Toba as a World Geopark. The government also carries out rehabilitation, reclamation and reforestation of forests to prevent landslides on critical land. It has a Lake Toba Caldera website to implement information on the Toba Caldera area. The existence of Government Regulation Number 37 of 2014 can prevent and preserve the environment around Lake Toba.

Keywords: Lake Toba Geopark; Environmental Law.

Abstrak

Suatu kawasan yang dikenal sebagai geopark adalah kawasan yang memiliki tiga pilar dasar—konservasi, pendidikan, dan pengembangan ekonomi lokal—dan mencakup warisan geologis dan keanekaragaman hayati yang sangat penting, serta keanekaragaman hayati dan budaya yang terintegrasi. Pembangunan di bidang kebudayaan dan pariwisata bersifat multisektoral, interdisipliner, dan berlandaskan sistem sinergis, serta diharapkan mampu mendukung upaya mencerdaskan masyarakat, memajukan peradaban, membina persatuan bangsa, dan mempererat persahabatan internasional. Transportasi dan perubahan di sektor budaya dan pariwisata telah mengarah pada sistem baru yang lebih dapat diandalkan dan berkelanjutan. Namun, perbaikan yang dibawa oleh revolusi dan reformasi belum menghasilkan potensi penuhnya. Perairan di sekitar Danau Toba sebelum ditetapkan sebagai UNESCO Global Geopark mengalami berbagai gangguan kelestarian alam akibat pakan ternak keramba jaring apung (KJA), pengurangan lahan menjadi kepemilikan individu, kesewenang-wenangan berupa penebangan dan limbah yang ditimbulkan masyarakat yang bersumber dari usaha restoran, termasuk kapal minyak, yang mana hal ini mencemari air danau. Peraturan Pemerintah Toba Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air sebagai payung hukum penataan kawasan geowisata Geopark Danau Toba sebagai payung hukum harus bersifat holistik, fundamental dan sebagian agar nantinya kerusakan lingkungan sekitar dapat diatasi. Tujuan penelitian ini dilakukan untuk menganalisis bagaimana dampak penetapan Danau Toba sebagai Geopark dari UNESCO. Penelitian ini merupakan penelitian hukum yuridis yakni dengan melakukan kegiatan pengumpulan data berupa data sekunder. Analisis data menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemerintah masih berusaha mempertahankan kelestarian serta keindahan kawasan tersebut dengan memberikan edukasi tentang ekosistem dengan mewujudkan Danau Toba sebagai Geopark Dunia. Pemerintah juga melakukan rehabilitasi, reklamasi dan reboisasi hutan untuk mencegah terjadinya tanah longsor di lahan kritis dan memiliki website Kaldera Danau Toba sebagai implementasi informasi kawasan Kaldera Toba. Adanya Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2014 dapat mencegah dan melestarikan lingkungan di sekitar Danau Toba.

Kata Kunci: *Geopark; Danau Toba; Hukum Lingkungan.*

PENDAHULUAN

Keberlanjutan perekonomian Indonesia sangat dipengaruhi oleh industri pariwisata. Jika dikelola dengan baik, pertumbuhan sektor pariwisata akan memberikan kekayaan dengan meningkatkan akses ke perjalanan, penginapan, dan komunikasi, yang pada gilirannya menghasilkan peluang kerja yang cukup besar.¹

Berbeda dengan sektor industri dan pertanian yang cenderung stagnan, industri pariwisata berpotensi menjadi penggerak perekonomian Indonesia. Dari segi pendapatan, prospek lapangan kerja, taraf hidup, dan rangsangan sektor produksi lainnya di daerah, daerah, dan negara penerima wisatawan, salah satu sektor yang muncul dengan potensi untuk meningkatkan perekonomian secara signifikan adalah pariwisata.

¹ Fransiska Roslila Eva Purnomo Pardede & Ida Bagus Suryawan, "Strategi Pengelolaan Kabupaten Samosir Sebagai Daya Tarik Wisata Alam Di Provinsi Sumut," *urnal Desrtinasi Parawisata*, 1.1 (2010), hlm. 1-2.

Regulasi diperlukan untuk mengendalikan penyelenggaraan dan pertumbuhan sektor pariwisata guna mendorong pemerataan peluang usaha dan keuntungan serta mampu menjawab permasalahan kehidupan lokal, nasional, dan regional.²

Tujuan pengembangan industri pariwisata adalah untuk mendongkrak pendapatan pajak daerah (PAD). Untuk meningkatkan ekonomi lokal dan regional, pengembangan industri pariwisata harus aman, nyaman, menarik, mudah diakses, dan bertanggung jawab terhadap lingkungan.³ Kolaborasi pemerintah dan dunia usaha diperlukan untuk memperkuat industri pariwisata melalui penyediaan fasilitas, atraksi, dan hiburan yang menarik. Peningkatan pendapatan asli daerah harus dimungkinkan mengingat keragaman dan penyebaran tempat wisata di Kabupaten Toba. Berdasarkan tabel di bawah ini, saat ini terdapat sekitar 15 tempat wisata di Kabupaten Toba.⁴

Gagasan geopark, juga dikenal sebagai taman bumi, adalah salah satu metode pemanfaatan sejarah geologi secara penuh. Geopark secara langsung membantu lingkungan, terutama dalam hal konservasi sumber daya dan peningkatan penciptaan uang.⁵ Geopark adalah ide baru tentang bagaimana memanfaatkan warisan bumi secara terus menerus untuk menjamin kelangsungan hidup masyarakat daerah. Gagasan taman bumi sedunia yang diprakarsai UNESCO pada hakekatnya merupakan pola pembangunan kawasan berkelanjutan yang mengintegrasikan tiga keragaman: keragaman geologis, ekologis, dan budaya. Dengan melestarikan ketiga jenis yang ada disana, tujuan pengelolaan adalah untuk meningkatkan perekonomian masyarakat setempat.⁶

Danau Toba merupakan objek pariwisata di Indonesia yang merupakan warisan Tuhan bagi masyarakat Batak di Sumatera Utara dan sudah terkenal di mancanegara dengan luas $\pm 1.00 \text{ km} \times 30 \text{ km}$ dengan luar hampir mencapai 1.130 km. Keunikan Danau Toba, terdapat pulau Samosir di tengah-tengah danau dengan ketinggian $\pm 1.000 \text{ mpl}$. Pulau Samosir banyak dikunjungi para wisatawan dan menjadi daerah bagian Kabupaten Samosir karena sebagian besar daerahnya berada di kabupaten tersebut dengan ibukotanya Pangururan.

² Natalia Sihombing, "Strategi Pengembangan Sektor Pariwisata Kabupaten Toba Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah," *Jurnal Ilmu Sosial dan Politik*, I,2 (2021), hlm. 151-152.

³ B. M. Silaban, Z., Harianja, R. J., Tondang, Y. S., & Siregar, "Desain Model Toba Lake Trash Cleaners," *Jurnal Semnastek UISU*, 2019, hlm. 59-61.

⁴ Silaban, Z., Harianja, R. J., Tondang, Y. S., & Siregar. *Ibid*.

⁵ R.A Siregar & H. W. Wiaranegara, "Pengembangan Kawasan Pariwisata Danau Toba, Kabupaten Toba Samosir," *Jurnal Tata Loka*, 2018, hlm. 100.

⁶ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, "Geopark Tingkatkan Partisipasi dan Pendapatan Masyarakat Sekitar" <esdm.go.id >.

Sebagian daerah pulau Samosir dikelilingi beberapa kabupaten lainnya seperti Kabupaten Tobasa, Karo, Tapanuli Utara, Humbang Hasundutan, dan Dairi.¹

Upaya membangun dan mengembangkan nilai-nilai pariwisata Sumatera Utara melalui Danau Toba secara mandiri dan berkesinambungan sudah lama dilakukan sampai dibentuknya peraturan Keputusan Gubernur Sumatera Utara No. 188.44/404/KPTS /2013 pada tanggal 26 Juni 2013 tentang Tim Percepatan Pengajuan Geopark Kaldera Toba menjadi anggota dalam Global Geopark Networking UNESCO dengan tetap mengutamakan konservasi (pelestarian/perlindungan) sumber daya alam yang harus didukung oleh partisipasi masyarakat lokal. Melalui proses perjalanan yang panjang dan didukung berbagai elemen seperti pemerintah, non pemerintah dan masyarakat, sehingga Danau Toba menjadi UNESCO Global Geopark (UGG) oleh UNESCO pada bulan Juli 2020. Saat ini, Indonesia telah memiliki 5 UGG yakni, Danau Batur, Cileteuh, Gunung Sewu, Gunung Rinjani dan Danau Toba.

Geopark mempunyai tujuan untuk melestarikan berbagai warisan budaya untuk dipertahankan dan mengem-bangan potensi di sekitar geopark karena mengandung warisan geologi dan aspek lainnya. Nilai yang dianut dalam wilayah Geopark yang harus dikelola dengan baik terdiri dari geowisata, pendidikan dan konversi. Ketiga aspek ini harus diterapkan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Sejak Gunung Toba meletus di wilayah ini, menciptakan Danau Toba, danau terbesar di Indonesia, dan meninggalkan keindahan yang menakjubkan, lahirlah ide untuk membangun museum geopark. Pulau Samosir yang merupakan tempat tinggal suku Batak semula terbentuk akibat tergerusnya sebagian besar permukaan danau yang merupakan salah satu peristiwa geologis pasca pembentukan kaldera dari proses erosi akibat meletusnya gunung berapi Toba Purba. yang kemudian diisi dengan air hujan.⁷ Museum Geopark Kaldera Toba dibuka dengan tema Supervolcano, dengan Kaldera Toba yang tercipta akibat letusan gunung berapi di masa lalu menjadi fokus utama pengembangannya.

Karena kaldera Toba merupakan jalur geologi yang berasal dari letusan gunung berapi terbesar, tema supervolcano dipilih. Pemerintah Samosir mendirikan museum geopark yang dapat dijadikan sebagai potensi wisata untuk meningkatkan perekonomian masyarakat setempat dengan meningkatkan pendapatan masyarakat karena keunikan geologi, biologi, dan budaya yang terdapat di kawasan kaldera Danau Toba akibat letusan gunung api bersejarah yang terbentuk. latar belakang terbentuknya kawasan Danau Toba. Potensi tersebut diperkuat

⁷ <http://digilib.unimed.ac.id/> (diakses pada 9 Desember 2022)

dengan kehidupan komunal (sebagian besar suku Batak bermukim di dekat Danau Toba) yang berpusat pada kearifan lokal dan daya tarik utama budaya Batak.⁸

Upaya pemerintah Samosir untuk menarik wisatawan ke museum Geopark Kaldera Toba antara lain mempromosikan wisata lokal sebagai destinasi yang menarik dan bermanfaat bagi wisatawan, memperkuat dan meningkatkan reputasi pariwisata daerah di pasar domestik dan internasional, menyebarluaskan informasi tentang produk wisata yang baru dikembangkan, dan membangun dan memelihara hubungan media efektif. Pemerintah Samosir juga mengembangkan program untuk menarik pengunjung lokal dan mancanegara.⁹

Pada faktanya isu lingkungan yang krusial mengancam keberlangsungan pemanfaatan sumber daya alam bumi secara terus-menerus, mitigasi efek perubahan iklim, dan mencegah terjadinya kerusakan alam di daerah Geopark. Kesadaran yang dimunculkan tersebut sangat krusial dalam menghadapi keberlangsungan kelestarian lingkungan di sekitar Geopark dengan menetapkan berbagai peraturan pemerintah. Peraturan Pemerintah (PP) tentang Konservasi Tanah dan Air di sekitar Geopark tertuang dalam PP Nomor 37 Tahun 2014.¹⁰

Adapun tujuan dibentuknya peraturan tersebut untuk melindungi kondisi hayati dan nabati kawasan geowisata Geopark Danau Toba yang dapat digunakan untuk meningkatkan devisa negara dan perekonomian masyarakat lokal sehingga keterlibatan penduduk setempat perlu dibina dan dikembangkan untuk mendukung program peningkatan kesejahteraan mereka. Jika tidak dilakukan perlindungan hukum dapat menimbulkan kerusakan lingkungan di sekitarnya.¹¹ Perkembangan Geopark diawali dengan upaya melindungi warisan geologi di negara-negara EROPA dengan membentuk suatu organisasi non-pemerintahan yang bernama EGN (Europe Geopark Network) pada tahun 2001 (Zouros, 2004). Selanjutnya pada tahun 2004, UNESCO membentuk dan memfasilitasi organisasi yang akan beranggotakan lebih banyak lagi negara-negara yang ingin ikut bergabung sehingga terbentuklah GGN (Global Geopark Network).¹²

Situs geopark di Indonesia akan meningkatkan daya tarik Indonesia dalam industri pariwisata. Selain itu, pengembangan Geopark diharapkan dapat meningkatkan peluang kerja dan pendapatan masyarakat setempat (Hidayat & Nasution, 2019). Untuk memanfaatkan prospek investasi industri pariwisata ke depan, salah satu inisiatif pengembangan pariwisata

⁸ *Ibid.*

⁹ *Ibid.*

¹⁰ *Ibid.*

¹¹ *Ibid.*

¹² *Ibid.*

di kawasan Danau Toba adalah memasukkan Geopark Kaldera Toba ke dalam UNESCO Global Geopark Network (UGG).¹³

Hal ini dimaksudkan agar masyarakat dapat lebih menghargai warisan yang ada dan menyadari perlunya menjaga warisan tersebut sebagai akibat dari pemanfaatan warisan geologi ini oleh Geoparks untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap masalah kebumian dan permasalahan yang akan dihadapi. dan terjadi di dekatnya.¹⁴ Perluasan populasi Danau Toba telah memberikan pengaruh negatif yang signifikan terhadap lingkungan. Menurut kajian LIPI, sebagian kerusakan tersebut disebabkan oleh oknum yang membuang sampah domestik ke danau tersebut, serta variabel lain yang berpotensi mencemari perairan Danau Toba, termasuk rumah tinggal. Limbah, perahu motor atau kapal yang menghasilkan residu minyak dan lemak, hewan yang menghasilkan limbah dan limbah makanan, budidaya menggunakan keramba jaring apung yang menghasilkan residu pestisida dan pupuk, praktik kebersihan air, dan pencemaran air merupakan sumber pencemaran air.¹⁵

Beberapa kasus terganggunya kelestarian alam akibat dari Jaring Apung (KJA) yang kurang dikelola masyarakat, dimana pakan ternak ikan yang telah mencemarkan air danau. Contoh lain terkait pencemaran yang terjadi akibat pakan ikan dari yang tersisa (berjumlah 54.935,5 ton/tahun) adalah dari pengelola perusahaan PT. Regal Springs Group yang menyebabkan tumbuhnya tanaman eceng gondok dan ganggang di perairan danau.

Pencemaran juga dapat terjadi akibat penyuburan air danau akibat unsur N, P dan K dalam air.¹⁶

Selain itu, perairan danau telah mengalami penyusutan sebesar 22,15% dan 13,47% (mulai tahun 1985 sampai dengan 2001) tahun 2012.⁶ Kasus lainnya adalah hutan lindung sebesar ±1.500 Ha di Hutan Lindung Adian Tinjoan telah mengalami pengerukan oleh masyarakat Desa Sionggang Kabupaten Toba Samosir. Kasus perpindahan hak atas tanah masyarakat yang dulunya adalah milik pemerintah berstatus hutan lindung seluas ±575 Ha. Selain itu, terjadi penebangan hutan secara liar sehingga menyebabkan populasi Hutan Register 9 L mengalami penurunan yang cukup drastis. Ini mengindikasikan setiap tahun terjadi penyusutan lahan kawasan hutan milik negara.¹⁷

¹³ <https://digilib.itb.ac.id/assets/files/2020/>

¹⁴ *Ibid.*

¹⁵ Silaban, Z., Harianja, R. J., Tondang, Y. S., & Siregar. *Op.Cit.*, hlm. 59-61.

¹⁶ Arjuna Bakkara, "Kaldera Toba ditetapkan Jadi UNESCO Global Geopark, Kerusakan Danau Toba Masih Masih," *Tribun Medan Com* <https://medanbisnisdaily.com/news/online/read/2020/02/22/101392/kerusakan_kawasan_danau_toba_sudah_akut_ini_fakta_faktanya%0A>.

¹⁷ Bakkara. *Ibid.*

Masalah kerusakan hutan di daerah sekitar Danau Toba telah berlangsung setiap tahun, diperlukan penanganan yang serius karena ini bisa merusak ekosistem lingkungan hidup dan menjadi ancaman terhadap kelestarian wisata Danau Toba (Geopark). Melalui perlindungan hukum lingkungan diharapkan nantinya pembangunan Kaldera Danau Toba dapat membangkitkan semangat dan keinginan masyarakat untuk tetap menjaga kawasan tersebut demi mempertahankan nilai sangat berharga yang terkandung di dalamnya. Sepengetahuan penulis, belum ada topik yang mengkaji tentang hal ini sehingga diharapkan penelitian ini dapat menjadi pembaharuan dalam tata kelola Danau Toba yang saat ini sudah menjadi Global Geopark ditinjau dari aspek hukum lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis terkait penetapan Danau Toba sebagai UNESCO Global Geopark serta pengaruhnya terhadap kelestarian lingkungan sekitar yang ditinjau dari perspektif hukum lingkungan.

RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu untuk meninjau sekaligus untuk menganalisis dampak yang terjadi setelah penetapan Danau Toba Global Geopark dari aspek hukum lingkungan yang mengatur secara tegas tentang pelestarian alam serta atributnya dalam ruang lingkup Danau Toba.

METODE PENELITIAN

Dalam pembuatan sebuah karya ilmiah terutama karya ilmiah penelitian hukum diharuskan menggunakan metode penelitian hukum. Ilmu hukum berusaha untuk menampilkan hukum secara integral sesuai dengan kebutuhan kajian ilmu hukum itu sendiri, sehingga metode penelitian dibutuhkan untuk memperoleh arah penelitian yang komprehensif.¹⁸ Pendekatan yang digunakan adalah penelitian normatif empiris, yang melibatkan melihat masalah dari sudut hukum, sosial budaya, dan sudut terkait lainnya. Data sekunder diperoleh melalui penggunaan referensi, laporan kejadian nyata kerusakan lingkungan, jurnal ilmiah, publikasi ilmiah, makalah seminar, dan dokumen hukum. Untuk menjawab rumusan masalah tersebut, maka analisis data bersifat deskriptif, yaitu mendeskripsikan temuan secara kualitatif sesuai dengan apa yang ditemukan di lapangan dan mengkorelasikannya dengan teori, konsep, dan asas hukum yang relevan.

¹⁸ Yati Nurhayati, "Perdebatan Metode Normatif dengan Metode Empirik dalam Penelitian Ilmu Hukum Ditinjau dari Karakter, Fungsi dan Tujuan Ilmu Hukum," *Jurnal Al Adl*, 5.10 (2013), hlm. 14.

PEMBAHASAN

Geopark bertujuan melestarikan kondisi alam liar sesuai dengan Konsep Geopark yang mengandung berbagai aspek yang ada di dalamnya, seperti hal kawasan hutan dan perairan, keanekaragaman hayati, budaya masyarakat, ilmu pengetahuan, inovasi teknologi dan lainnya. Konsep geopark terutama ditujukan untuk mencegah kerusakan lingkungan.

Kerusakan lingkungan merupakan fenomena yang sering terjadi di berbagai media terutama di kawasan geopark. Hal ini berkaitan dengan rendahnya kesadaran masyarakat untuk menjaga lingkungan sekitar Danau Toba dan dipengaruhi oleh faktor-faktor internal yaitu perilaku masyarakat itu sendiri. Faktor yang juga menentukan yaitu peran pemerintah dalam membuat pedoman, atau acuan implementasi (peraturan) yang dijalankan secara bersama-sama belum maksimal.⁹

Sebelum Danau Toba ditetapkan sebagai Geopark UNESCO, sudah banyak kasus yang mengatasnamakan gangguan pelestarian, seperti kasus pencemaran air Danau Toba akibat limbah pakan ternak, limbah dari kapal-kapal minyak dan restoran yang menyebabkan pertumbuhan eceng gondok dan ganggang sehingga perairan Danau Toba mengalami pendangkalan. Kasus lainnya penebangan hutan liar menyebabkan luas hutan lindung menjadi berkurang. Diperkirakan mulai tahun 1985-2001, terjadi penyusutan luas lahan menjadi 22,15% dan 13,47% di sekitar Geopark Danau Toba, seperti kerusakan Lindung Adian Tinjoan berkisar \pm 1.500 Ha. Jika ini tidak ditangani secara serius, maka lahan wisata dan hutan lindung mengalami penyusutan yang signifikan.

Berikut ini gangguan kelestarian alam yang terjadi di Geopark Danau Toba dikelompokkan menjadi 2 topik, yaitu pencemaran kualitas air dan penebangan hutan liar (*illegal logging*).

Kualitas Air Danau Toba

Danau Toba, salah satu danau terbesar di Asia Tenggara, terletak di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia, dan dikelilingi oleh tujuh kabupaten: Kabupaten Toba Samosir, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Dairi, Kabupaten Humbang Hasundadi, dan Kabupaten Karo. Danau Toba berperan sebagai penghubung aktivitas sehari-hari penduduk setempat. Pemanfaatan air Danau Toba dapat dilakukan untuk beberapa hal, antara lain sebagai suplai air bersih bagi penduduk setempat, tempat penangkapan ikan dan budidaya ikan di keramba jaring apung, moda transportasi air, objek wisata, dan sumber air. Semua air

yang digunakan untuk pembangkit listrik lebih jauh ke hilir harus berkualitas baik. air danau yang bagus dan kondisi tertentu yang memuaskan.¹⁹

Hal ini berdampak baik dan buruk bagi masyarakat yang tinggal di sekitar Danau Toba yang mengandalkan air danau untuk kebutuhan sehari-hari. Manfaat pemanfaatan air danau tersebut adalah masyarakat yang tinggal di sekitar Danau Toba sangat diuntungkan dari air danau itu sendiri, termasuk di bidang ekonomi, dimana penduduk setempat menghasilkan ikan dan memanfaatkan perairan Danau Toba untuk kebutuhan sehari-hari. Pasokan air dalam akuakultur. Pemanfaatan air Danau Toba untuk pertanian, selain beras, bawang merah, dll, meningkatkan pendapatan penduduk setempat.

Di sisi lain, terdapat dampak negatif berupa munculnya pencemaran air di sekitar perairan Danau Toba akibat ketidakpedulian masyarakat terhadap lingkungan dan terjaganya kebersihan Danau Toba yang menurunkan kualitas air danau.²⁰ Hal ini disertai dengan penurunan derajat kesejahteraan masyarakat serta penurunan kualitas air. Bahan kimia dari pakan ikan (pelet) yang digunakan dalam pengolahan ikan apung oleh usaha budidaya ikan rakyat, serta limbah padat dan cair dari perusahaan peternakan babi PT Allegrindo, mencemari Danau Toba.²¹, pembuangan sampah rumah tangga tanpa izin, pembuangan sampah hotel, dan perambahan hutan oleh PT. Toba Pulp Lestari (TPL) merupakan rangkaian peristiwa yang memperburuk status Danau Toba.²² Meski dipandang terbatas, air bersih diperlukan untuk menjalankan segala aktivitas manusia. Air adalah masalah yang membutuhkan perhatian penuh dan teliti sebagai hasilnya.²³

Sutrisno dan Suci Astuti (2002) menyebutkan kriteria fisik air adalah transparan, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, suhu normal, dan tidak ada partikulat yang dapat berperan sebagai penanda bakteri (Sutjiyanto, 2003). Kehadiran dan kuantitas bakteri Coliform dalam air merupakan faktor biologis utama yang digunakan untuk menilai kualitasnya.²⁴

Bakteri *Escherichia coli* adalah jenis bakteri Coliform yang paling berbahaya karena meningkatkan kemungkinan bakteri patogen lain, yang sering ditemukan pada kotoran

¹⁹ Seminar Nasional dan Call PAPERS For, "No Title," *Seminar Inovasi Manajemen, Ekonomi dan Akuntansi* <<http://repository.uki.ac.id/6658/1/PengelolaanEkosistemDanauToba.pdf>>.

²⁰ "No Title" <<http://www.salingnews.com/dampak-pencemaran-danau-toba-bagi-masyarakat/>> [diakses 20 Februari 2019].

²¹ "No Title" <<https://sumutpos.co/2012/09/07/pt-alleggrindo-disinyalir-buang-limbah-ke-danau-toba/>> [diakses 15 Maret 2019].

²² "No Title" <<http://www.medanbisnisdaily.com/news/read/2016/03/07/220698/selamatkan-danau-tobadari-limbah-domestik/>> [diakses 15 Maret 2019].

²³ "No Title" <<http://digilib.unimed.ac.id/>>.

²⁴ *Ibid.*

manusia, juga akan hadir.²⁵ Introduksi spesies asing yang direncanakan atau tidak disengaja, juga dikenal sebagai spesies pendatang baru, menimbulkan risiko yang sama pentingnya bagi spesies asli di lingkungan Danau Toba. Terlepas dari kenyataan bahwa spesies impor bukan merupakan konsekuensi dari pencemaran, mereka dapat dikategorikan sebagai polutan karena mengancam kelangsungan hidup spesies asli.²⁶ Spesies eksotis sering memakan spesies asli atau bersaing untuk mendapatkan sumber daya seperti makanan dan tempat berkembang biak dengan spesies asli. Pengenalan penyakit baru oleh spesies asing dapat mengancam kelangsungan hidup ekosistem perairan secara keseluruhan. Kehidupan ikan dan biota lainnya di danau terganggu, karena spesies ini bukan bagian dari rantai makanan yang berkembang secara alami dari waktu ke waktu. Spesies dan populasi ikan Danau Toba dapat meningkat karena introduksi ikan non-asli. Ikan Batak mungkin hilang dari perairan Danau Toba akibat perubahan banyak faktor lingkungan atau masuknya banyak ikan.²⁷

Pencemaran sudah terjadi saat ini di kawasan Danau Toba. Adapun faktor yang paling menentukan antara lain limbah dari berbagai sumber, baik dari masyarakat (peternak ikan, perumahan) maupun perusahaan jaring apung. Hal ini dapat dilihat secara visual dari tingkat kekeruhan air yang disebabkan air tersebut mengandung berbagai organik.¹⁰

Kesimpulannya, pengelolaan Danau Toba saat ini telah melanggar peraturan yang ada yang menyebutkan bahwa apabila terjadi perubahan baku dan ukuran mutu lingkungan hidup yang tidak sesuai dengan yang ditetapkan, baik dalam bentuk fisik, kimia dan hAyat lingkungan dapat dikatakan sebagai kerusakan lingkungan hidup. Pada Pasal 1 angka 14-17 menjelaskan perubahan baku mutu lingkungan hidup dapat dilihat dari fisik tanah, air, kimia, fisik sekitarnya.²⁸

Demi mengatasi masalah ini, Kementerian Koordinator Bidang Kemaritiman segera menginisiasi rapat koordinasi pada tanggal 7 September 2018 untuk membahas masalah Keramba Jaring Apung (KJA), program penghijauan hingga membahas agropolitan untuk Danau Toba. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah dan Air, diterangkan bahwa bagi masyarakat yang melakukan pengelolaan sumber daya diharuskan menerapkan konservasi tanah dan air (Pasal 30 Ayat 1). Penegakan hukum atas kawasan geopark ditujukan untuk memelihara, menjaga, menata, mengelola kawasan tersebut

²⁵ *Ibid.*

²⁶ *Ibid*

²⁷ *Op.Cit.*

²⁸ Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Lingkungan Hidup.

dari campur tangan pihak lain yang ingin memanfaatkan kawasan tersebut yang tidak dengan sesuai prasyarat dan ketentuan peraturan yang telah ditetapkan.

Sepertinya halnya kegiatan membuang sampah ke dalam perairan, walaupun terkesan tidak memiliki dampak pada skala kecil, tetapi jika sudah melampaui batas ambang yang ditentukan dapat menyebabkan kerusakan lingkungan dan dapat dijerat pidana.

Selanjutnya kasus pengelolaan galian C yang pernah terjadi di kawasan Kaldera Gunung Batu yang berdampak terganggunya kondisi alam biotik dan budaya sosial di masyarakat. Terbentuknya suatu lembaga pemerintah untuk mengelola kawasan Geopark tersebut agar kejadian serupa tidak terjadi di kemudian hari.

Kolaborasi antara lintas sektoral dan program antara organisasi perangkat daerah (OPD) yaitu Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Samosir, Karo dan Simalungun sebagai lembaga utama bertugas menjaga, melestarikan areal geopark juga bersama-sama membuat program rehabilitasi hutan dan lahan, sosialisasi, serta pengawasan agar tidak terjadi perubahan fungsi lahan tersebut. OPD telah berusaha untuk memulihkan fungsi ekosistem kawasan geopark. Saat ini juga telah dibentuk kerjasama dengan organisasi masyarakat dalam membantu proses pengawasan Kaldera Danau Toba Geopark akibat dampak kerusakan lingkungan hidup di sekitarnya. Walaupun pencapaian keberhasilan belum maksimal karena terdapat hambatan seperti terbatasnya jumlah petugas dan petugas yang terampil dalam pemerintahan, baik pusat terutama daerah melakukan tugas dan kewenangan dalam pengelolaan pencemaran tersebut.

Penebangan hutan

Menurut Pasal 4 Undang-Undang Nomor 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan, yang mengatur bahwa kewenangan pemerintah atas hutan adalah, hutan sebagai sumber kekayaan alam yang dimiliki oleh rakyat Indonesia merupakan salah satu aset utama pembangunan nasional yang digunakan untuk memajukan kesejahteraan rakyat. orang-orang. Menurut Pasal ini, Negara mengelola seluruh hutan di wilayah negara Republik Indonesia, termasuk kekayaan alamnya, untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat.²⁹

Sumber daya alam seperti hutan memegang peranan penting dalam pembangunan suatu negara atau negara. Di atas lahan seluas 191 juta hektar di Indonesia, hutan menutupi

²⁹ "No Title" <<https://eprints.umm.ac.id/28204/1/jiptumpp-gdl-tricahyadi-31894-2-babi.pdf>>.

sekitar dua pertiga wilayahnya. Hutan ini mencakup berbagai habitat, antara lain hutan dataran tinggi tropis, hutan rawa gambut, hutan rawa air tawar, dan hutan bakau (mangrove).³⁰

Mengingat pentingnya peran dan tujuan hutan, upaya yang dilakukan untuk meminimalkan degradasi hutan dalam rangka melestarikan hutan. Degradasi hutan terlihat akibat menyusutnya luas hutan, yang secara langsung dapat mengganggu kemampuan hutan untuk beroperasi dan secara tidak langsung membahayakan keberadaan semua spesies di Bumi.³¹

Karena masyarakat perlu menghidupi keluarga mereka, penebangan liar saat ini merupakan kejahatan terorganisir yang tersebar luas dengan jaringan yang sangat besar. Prosedur penegakan hukum merupakan salah satu persoalan yang dihadapi industri kehutanan; beberapa contoh di lapangan menunjukkan kekurangannya. Oleh karena itu, upaya menghentikan penebangan liar menjadi lebih keras dan penting. Ekosistem Danau Toba semakin genting akibat pola penggunaan lahan yang mengabaikan prinsip konservasi, serta perambahan kawasan hutan dan penebangan liar. Pembakaran lahan juga dilakukan dengan sengaja untuk menyediakan padang rumput bagi hewan, dan seringkali menyebabkan api yang tidak terkendali yang berpindah ke daerah berhutan dan mengakibatkan kebakaran lahan dan hutan yang sangat besar.³² Praktek seperti ini menyebabkan penggunaan lahan yang berlebihan, terutama di dataran tinggi, yang tidak sesuai dengan kapasitas lahan dan mengakibatkan hilangnya hutan lindung di wilayah sekitar Danau Toba³³ perambahan hutan milik masyarakat, dan kerusakan pohon terutama pinus mencapai 60 Ha di Desa Hutapining, Kecamatan Ajibata, Kabupaten Samosir, dan Desa Ujung Bawang, Kabupaten Simalungun, seperti yang terjadi di hutan lindung Sicike Cike seluas 1.500 Ha.³⁴ Maka dari itu, perlu diberikan pemahaman yang terukur tentang keberadaan Geopark Danau Toba.³⁵

Sebagaimana tertuang dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2013 tentang Kehutanan, dijelaskan bahwa jika terjadi kerusakan hutan yang ditimbulkan oleh suatu aktivitas, maka pemerintah memberikan sanksi berupa denda dan hukuman badan yang cukup berat.³⁶ Seiring dengan proses pencapaian harapan bersama, masyarakat dan pemerintah juga

³⁰ <http://scholar.unand.ac.id/>

³¹ <https://media.neliti.com/media/publications/160900-ID-persepsi-masyarakat-di-sekitar-danau-tob.pdf>

³² *Ibid.*

³³ *Ibid.*

³⁴ *Ibid.*

³⁵ <http://scholar.unand.ac.id/>

³⁶ Dkk. Ali Abu Bakar, "Penerapan Sanksi Tindak Pidana Illegal Logging di Kawasan Hutan Lindung Ditinjau dari UU N0. 18 Tahun 2013 Tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan (Studi

berupaya mengatasi hambatan yang tidak mudah dalam pengembangan Geopark Danau Toba. Pemerintah Sumatera Utara sudah menetapkan berbagai peraturan untuk menjaga kelestarian Geopark, tertuang dalam Perda Provinsi Sumatera Utara Nomor 5 Tahun 2018 yang menjelaskan bahwa di sekitar kawasan geopark akan dikembangkan dan diberdayakan untuk berbagai pengembangan wisata atas aspek pariwisata untuk mendorong pendapatan masyarakat di sekitarnya.

Saat ini upaya yang dilakukan Pemerintah Provinsi Sumatera Utara melalui perencanaan berbagai sektor pengembangan dapat terintegrasi yaitu: pengembangan keterpaduan perwilayahan pariwisata, pengelolaan kemampuan masyarakat lokal untuk menciptakan inovasi dan kreatif terutama dari sektor ekonomi, serta kelembagaan maupun pemasaran pariwisata. Diharapkan kegiatan tersebut dapat mengumpulkan dukungan dari berbagai pihak, termasuk lembaga atau organisasi non pemerintah yang dapat menjadi investor dalam mengembangkan berbagai sektor pariwisata. Setelah pengelolaan geopark berlangsung selama 4 tahun (periode 2010-2020), nantinya hal ini akan menjadi bahan evaluasi, masukan untuk menetapkan strategi lanjutan di masa mendatang.

Di sisi lain, upaya pemerintah Kabupaten Samosir untuk mencegah pencemaran kualitas air Danau Toba juga telah dikembangkan *website* UNESCO Global Geopark Kaldera Toba yang bertujuan untuk mempermudah dalam pengelolaan geopark terutama ketersediaan informasi yang dibutuhkan berbagai pihak seperti masyarakat, pemerintah, maupun mancanegara. Informasi ini penting bagi masyarakat agar mengetahui batas dan aturan apa yang dapat diberlakukan untuk menjaga serta melestarikan kawasan Kaldera Toba.

PENUTUP

Paradigma “sumber daya tidak akan pernah habis” diubah oleh pemerintah dan masyarakat menjadi “eksploitasi tidak menguntungkan lagi”. Diperlukan kebijakan yang pro-alam, dengan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL), dengan setiap pembangunan yang dilakukan, termasuk terhadap kualitas air danau dan kawasan hutan sekitarnya. Komitmen pemerintah diperlukan untuk menggeser kebijakan perikanan dari pengelolaan yang berorientasi pada pengembangan usaha menuju pengelolaan yang berkelanjutan. Danau. Penetapan baku mutu lingkungan diperlukan untuk melestarikan keanekaragaman ekosistem

Kasus Kecamatan Bener Kelipah Kabupaten Bener Meriah),” *Jurnal Kajian Ilmu Hukum dan Syariah*, 3.1 (2018), hlm. 64-74.

danau yang harus dipantau, serta menjadi tolak ukur penilaian kualitas limbah yang dihasilkan oleh berbagai kegiatan komersial dan sipil.

Penetapan wilayah Geografi dapat meningkatkan upaya pemerintah daerah melalui kerjasama dengan lintas sektoral dan program serta dukungan atas kesadaran masyarakat setelah Danau Toba menjadi *Global Geopark* dapat mempengaruhi kelestarian lingkungan sekitarnya. Terbitnya Peraturan Pemerintah Nomor 37 Tahun 2014 tentang Pencegahan Dan Pemberantasan Perusakan Hutan dan Undang-Undang Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah Dan Air sebagai payung hukum penataan Geopark Danau Toba, membuat pemerintah daerah melakukan berbagai tindakan berupa mulai dari rehabilitasi, reklamasi dan juga reboisasi hutan untuk mencegah agar tidak terjadi tanah longsor pada lahan-lahan kritis serta memiliki website Kaldera Danau Toba sebagai implementasi informasi tentang kawasan Kaldera Toba. Dengan adanya payung hukum tersebut sebagai dasar hukum bagi pemerintah daerah dapat melestarikan lingkungan hidup di Danau Toba. Dimasa mendatang diharapkan pemerintah Provinsi Sumatera Utara beserta lintas sektoral dan program membuat kebijakan-kebijakan baru dalam melestarikan lingkungan kawasan Geopark Danau Toba terutama dalam meningkatkan pendapatan masyarakat di sekitarnya. Diharapkan juga upaya pemerintah melalui kerjasama dengan lintas sektoral dan program serta dukungan atas kesadaran masyarakat dalam mengatasi pencemaran lingkungan air dan penebangan hutan di sekitar kawasan Global Geopark Danau Toba.

DAFTAR PUSTAKA**Jurnal dan Publikasi Lainnya**

- Bakar, Ali Abu, Iskandar, Mizaj, dan Maulana, Reza. (2018) "Penerapan Sanksi Tindak Pidana Illegal Logging di Kawasan Hutan Lindung Ditinjau dari UU N0. 18 Tahun 2013 Tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan (Studi Kasus Kecamatan Bener Kelipah Kabupaten Bener Meriah)," *Jurnal Kajian Ilmu Hukum dan Syariah*, Vol. 3, No. 1: 64-74.
- Nurhayati, Yati, "Perdebatan Metode Normatif dengan Metode Empirik dalam Penelitian Ilmu Hukum Ditinjau dari Karakter, Fungsi dan Tujuan Ilmu Hukum," *Jurnal Al Adl*, 5.10 (2013), hlm. 14.
- Bakkara, Arjuna. (2020) "Kaldera Toba ditetapkan Jadi UNESCO Global Geopark, Kerusakan Danau Toba Masih Masif." *Tribun Medan Com.* <https://medan.tribunnews.com/2020/07/09/kaldera-toba-ditetapkan-jadi-unesco-global-geopark-kerusakan-danau-toba-masih-masif> (diakses 2 November 2020).
- Barus, T.A. Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap: "Keanekaragaman Hayati Ekosistem Danau Toba dan Upaya Pelestariannya", USU.
- Barus, T.A. 2019. "Faktor-Faktor Lingkungan Abiotik dan Keanekaragaman Plankton sebagai Indikator Kualitas Perairan Danau Toba". *Jurnal Manusia dan Lingkungan*, Vol. XI, No. 2, Juli, hal. 64 – 72.
- Budi Sitorus, Christina Natalia Sitorus (2017), Peran Transportasi Dalam Mendukung Kawasan Strategis Pariwisata Nasional Danau Toba, Vol.04, *Jurnal Manajemen Transportasi Logistik* No.01, 200
- Departemen Pendidikan Nasional. 2001. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Edisi Ketiga. Jakarta: Balai Pustaka.
- Fransiska Roslila Eva Purnomo Pardede & Ida Bagus Suryawan (2020), Strategi Pengelolaan Kabupaten Samosir Sebagai Daya Tarik Wisata Alam Di Provinsi Sumut, Vol.1 No.1, *Jurnal Destinasi Pariwisata*, 1-2.
- Garno, Yudhi Soetrisno., Rudi Nugroho., Hanif, M. (2020) "Kualitas Air Danau Toba di Wilayah Kabupaten Toba Samosir dan Kelayakan Peruntukannya," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol. 21, No 1: 118-124.
- Ginting, E., 2020. Pengaruh Aktivitas Manusia terhadap Kualitas Air di Perairan Parapat Danau Toba. Tesis Program Studi PSL, Medan: Pascasarjana USU.
- Hapsari, Dwi Meita, dan Ardiansyah, Bayu Krisna, (2020) Prospek Geopark Nasional Karangsembung Karangbolong terhadap Lima Kawasan Ekowisata di Kabupaten Kebumen Provinsi Jawa Tengah, *Jurnal Pembangunan Pemberdayaan Pemerintahan*) Vol. 5, No. 1: 67 – 82.
- Hidayat, Taufik Wal, dan Nasution I. (2019) "Persepsi Publik tentang Destinasi Pariwisata Danau Toba Sebagai Global Geopark Kaldera UNESCO," *Jurnal Ilmu Administrasi Publik*, Vol. 7, No. 2: 88-102.

- Kementerian Luar Negeri Republik Indonesia, (2021) "Kaldera Toba di tetapkan sebagai UNESCO Global Geopark." <https://kemlu.go.id/portal/id/read /1457/berita/kaldera-toba-ditetapkan- sebagai- unesco-global-geopark> (diakses 5 Mei 2021)
- Marpaung, Happy. 2020. Pengetahuan Kepariwisata. Bandung: Alfabeta
- Nanda, L. D., Tan, F., & Noer, M. (2018). tingkat Partisipasi Masyarakat dalam Program Penyelamatan dan Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan Danau Maninjau. *Jurnal Kebijakan Sosek*, 105–115.
- Natalia E, Sihombing (2021), Strategi Pengembangan Sektor Pariwisata Kabupaten Toba Dalam Upaya Meningkatkan Pendapatan Asli Daerah, Volume I No.2, *Jurnal Ilmu Sosial dan Politik*, Desember,151-152.
- Pendit, I Nyoman S. 1999. Ilmu Pariwisata Sebuah Pengantar Perdana. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Properveti Observasi. "Mengenal Geopark di Indonesia," <https://propertyobserver.id/mengenal-geopark-di-indonesia/> (diakses 12 Oktober 2021).
- Seminar Nasional dan Call For PAPERS, Seminar Inovasi Manajemen, Ekonomi dan Akuntansi.
- Silaban, Z., Harianja, R. J., Tondang, Y. S., & Siregar, B. M. (2019). Desain Model Toba Lake Trash Cleaners. *Jurnal Semnastek UISU*, 59–64.
- Simanjuntak, Eka Marito. (2019) "Danau Toba Sebagai Tujuan wisata dari Medan Sumatra Utara," Makalah ini merupakan Hasil Laporan Domestic Case Study, Sekolah Tinggi Pariwisata Ambarukmo Yogyakarta.
- Siregar, Hendrik Fasco, Nurhayati, Nurwulan, Siti. (2019) "Analisis Perlindungan Hukum terhadap Geopark Nasional Ciletuh Sebagai Kawasan Geowisata di Kabupaten Sukabumi Provinsi Jawa Barat," *Jurnal Surya Kencana Satu: Dinamika Masalah Hukum dan Keadilan*, Vol 10, No 1: 15-32.
- Siregar, R. A., Wiranegara, H. W., & Hermantoro, H. (2018). Pengembangan Kawasan Pariwisata Danau Toba, Kabupaten Toba Samosir. *Jurnal Tata Loka*, 100–112.
- Tambunan, Mona Tiur Asihwati, Hartiwiningsih, Fitriyono, R.A. (2014) "Tindak Pidana Pencemaran Air yang Dilakukan oleh Pelaku Usaha di Kampoeng Batik Laweyan Surakarta," *Recidive*, Vol 3 No 2: 190-198.
- Tobing, Rumiati Rosaline, Jahe, O., dan Sakti, A.K. (2019) "Pengembangkan web site UNESCO Global Geopark Kaldera Toba Kabupaten Samosir," (Lembaga Penelitian dan Pengembangan, Universitas Katolik Parahyangan), 4-26.
- Wiguna, I Kadek Alit Wiguna, Budiarta, I Gede, Citra, I Putu Ananda. (2017) "Dampak Aktivitas Penambangan Pasir dan Batu Terhadap Kelestarian Geopark di Kaldera Gunung Batur Kecamatan Kintamani Kabupaten Bangli," *Prodi Pendidikan Geografi, Universitas Pendidikan Ganesha Singaraja*, 171-181.
- Zulaikha, Siti. (2014) "Pelestarian Lingkungan Hidup Perspektif Hukum Islam dan Undang-Undang," *AKADEMIKA*, Vol. 19, No. 02 : 241-263.

Peraturan

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 2013 tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2014 tentang Konservasi Tanah Dan Air.

Keputusan Gubernur Sumatera Utara No. 188.44/404/KPTS /2013 tentang Tim Percepatan Pengajuan Geopark Kaldera Toba, 26 Juni 2013.

Peraturan Daerah Provinsi Sumatera Utara Nomor 5 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Provinsi Sumatera Utara Tahun 2017-2025.

Internet/Website

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral “Geopark Tingkatkan Partisipasi dan Pendapatan Masyarakat Sekitar” esdm.go.id (diakses 7 Desember 2022) esdm.go.id.

<https://digilib.itb.ac.id/assets/files/2020/>

<http://scholar.unand.ac.id/>

<https://eprints.umm.ac.id/>

<https://media.neliti.com/media/publications/160900-ID-persepsi-masyarakat-di-sekitar-danau-tob.pdf>

<http://www.salingnews.com/dampak-pencemaran-danau-toba-bagi-masyarakat/>,

<https://sumutpos.co/2012/09/07/pt-allegrindo-disinyalir-buang-limbah-ke-danau-toba/>

<http://www.medanbisnisdaily.com/news/read/2016/03/07/220698/selamatkan-danau-tobadari-limbah->

<http://digilib.unimed.ac.id/>