

<https://doi.org/10.56552/jisipol.v5i2.133>

Dampak Adanya Pertumbuhan Eceng Gondok dalam Skala Besar Terhadap Ekosistem di Kawasan Danau Toba

¹⁾Nisa Sartika L. Tobing, ²⁾Rahma Hayati

^{1), 2)}Jurusan Sosiologi, Universitas Sumatera

Email: tobingnisa37@gmail.com, rahmashiny12@usu.ac.id

Abstract

Lake Toba, as one of Indonesia's natural wonders, is experiencing serious challenges related to environmental damage and water pollution caused by the large-scale growth of water hyacinth. The growth of water hyacinth is the result of irresponsible human activities, such as the disposal of domestic, industrial, agricultural and other waste that enriches nutrients in lakes. The aim of this research is to investigate the impact of large-scale water hyacinth growth in Lake Toba on the lake ecosystem. By using B.F.'s behavioral theory. Skinner as a framework, this research identifies human behaviors that contribute to water hyacinth growth and evaluates interventions that may be needed to address this problem. The research method used is library and literature study, with behavioral theory analysis to understand the relationship between stimulus and response in the context of water hyacinth growth. The research results show that human behavior, such as waste disposal and daily activities, plays an important role in the growth of water hyacinth in Lake Toba. The negative impacts of growing water hyacinth include decreasing water quality, increasing nutrient content, and disturbing animal life in the lake. By better understanding the factors that influence the growth of water hyacinth and its impacts, it is hoped that more effective interventions can be designed to maintain the sustainability of the Lake Toba ecosystem.

Keywords: Behaviour, Impact, Toba Lake, Eceng Gondok Growth

Abstrak

Danau Toba, sebagai salah satu keajaiban alam Indonesia, mengalami tantangan serius terkait kerusakan lingkungan dan pencemaran air yang disebabkan oleh pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar. Pertumbuhan eceng gondok ini menjadi akibat dari aktivitas manusia yang tidak bertanggung jawab, seperti pembuangan limbah domestik, industri, pertanian, dan limbah lainnya yang memperkaya nutrisi di danau. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki dampak pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar di Danau Toba terhadap ekosistem danau. Dengan menggunakan teori perilaku B.F. Skinner sebagai kerangka kerja, penelitian ini mengidentifikasi perilaku manusia yang berkontribusi terhadap pertumbuhan eceng gondok dan mengevaluasi intervensi yang mungkin diperlukan untuk mengatasi masalah ini. Metode penelitian yang digunakan adalah studi pustaka dan literatur, dengan analisis teori perilaku untuk memahami hubungan antara stimulus dan respons dalam konteks pertumbuhan eceng gondok. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku manusia, seperti pembuangan limbah dan aktivitas sehari-hari, memainkan peran penting dalam pertumbuhan eceng gondok di Danau Toba. Dampak negatif dari pertumbuhan eceng gondok termasuk penurunan kualitas air, meningkatnya kandungan nutrisi, dan gangguan terhadap kehidupan satwa di danau. Dengan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan eceng gondok dan dampaknya, diharapkan dapat dirancang intervensi yang lebih efektif untuk menjaga keberlangsungan ekosistem Danau Toba.

Kata Kunci: Perilaku, Dampak, Danau Toba, Pertumbuhan Eceng Gondok

PENDAHULUAN

Danau Toba merupakan danau kawah terbesar di dunia yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, berjarak 176 km sebelah barat kota Medan, sebagai Ibu Kota Provinsi wilayah tersebut. Danau Toba (2.88° LU – 98.5° 2E dan 2.35° LU – 99.1° BT) merupakan danau terluas di Indonesia dengan ukuran 90×30 km² dan juga sebagai danau kaldera tektonik kuartar (kaldera raksasa) terbesar di dunia. Sebagai danau tektonik vulkanik terbesar di dunia, Danau Toba memiliki panjang 87 km ke arah Barat Laut sampai Tenggara, lebar 27 km, tinggi 904 meter di atas permukaan laut dan kedalaman danau terdalam dengan dalam setinggi 505 meter.

Kawasan Danau Toba merupakan bagian dari Pusat Pengembangan Terpadu Perkotaan WPS Medan – Tebing Tinggi – Dumai – Pekanbaru seluas 369.854 hektar. Secara administratif, kawasan ini mencakup bagian dari wilayah administrasi dari delapan kabupaten yaitu Kabupaten Toba, Kabupaten Samosir, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Karo, Kabupaten Dairi, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kabupaten Simalungun, dan Kabupaten Pak Pak Barat. Secara fisik, kawasan Danau Toba merupakan kawasan di sekitar Danau Toba yang batas-batasnya berdasarkan batas daerah aliran sungai dan deliniasi CAT.

Danau Toba memiliki potensi yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sekitar kawasan Danau Toba yaitu sebagai cadangan air karena air Danau Toba dimanfaatkan oleh masyarakat pembuatan air baku untuk air minum dan keperluan lain, sebagai objek wisata dimana Danau Toba memiliki pemandangan alam yang indah yang mempunyai potensi besar sebagai objek wisata dan juga Danau Toba dimanfaatkan sebagai sarana transportasi yang menghubungkan antar Kabupaten sekitar kawasan Danau Toba, dan yang terakhir adalah sebagai budidaya perikanan. Namun, Danau Toba saat ini menghadapi masalah serius terkait kerusakan lingkungan dan pencemaran air, yang disebabkan oleh perilaku masyarakat yang ada di sekitarnya.

Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ningsih, et al., (2019) dalam penelitiannya yang berjudul *"Persepsi Masyarakat Terhadap Tanaman Eceng Gondok Rawa Pening Di Desa Banyubiru Kabupaten Semarang"*. Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Persamaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah objek yang diteliti adalah sama-sama meneliti dampak negatif dari adanya pertumbuhan eceng gondok di dalam ekosistem di kawasan danau. Sedangkan perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Objek dalam penelitian sebelumnya adalah dampak adanya pertumbuhan eceng gondok di Danau Rawa Pening sedangkan dalam penelitian ini yang menjadi objeknya adalah dampak adanya pertumbuhan eceng gondok di Danau Toba.
- Fokus dalam penelitian sebelumnya adalah persepsi masyarakat dalam dampak eceng gondok yang ada dalam kawasan Danau Rawa Pening sedangkan dalam penelitian ini fokus penelitiannya adalah dampak adanya pertumbuhan eceng gondok di kawasan danau Toba dengan menggunakan teori Behaviour yang dikemukakan oleh B. F. Skinner.

Dalam penelitian sebelumnya di atas, peneliti memanfaatkan penelitian sebelumnya (Ningsih, et al., 2019) sebagai dasar, tetapi mengalih lebih dalam bagaimana dampak adanya pertumbuhan eceng gondok di kawasan Danau Toba terhadap ekosistem di Danau Toba. Dan penelitian ini menggunakan teori Behaviour oleh B.F. Skinner sebagai alat untuk menganalisis penelitian ini.

Kawasan ekosistem Danau Toba pada saat ini mengalami kerusakan lingkungan dan pencemaran air yang sangat besar sebagai akibat dari aktivitas masyarakat. Sumber pencemaran air berupa pertumbuhan gulma air eceng gondok (*Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms) yang tumbuh dalam skala besar sepanjang pesisir Danau Toba. Eceng gondok adalah tanaman yang dianggap gulma yang dapat merugikan lingkungan sekitar terutama penurunan kualitas air. Eceng gondok mempunyai tingkat pertumbuhan yang tinggi. Pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar ini dapat dilihat dari kawasan permukaan danau yang tertutup eceng gondok dengan wilayah yang sangat luas, seperti di sekitar Pangururan, Samosir, Balige, Laguboti, Porsea, sekitar Tongging, dan dekat pantai Silalahi. Pertumbuhan eceng gondok yang berskala besar ini menyebabkan dampak negatif terhadap ekosistem di kawasan Danau Toba, yaitu menurunkan kualitas air dan mengganggu kehidupan satwa di Danau Toba yang menghambat perkembangan satwa di Danau Toba.

Tanaman eceng gondok yang tumbuh subur di permukaan air danau, memiliki tingkat kehijauan yang tinggi dan berkembang biak dengan cepat melalui vegetatif. Keberadaannya di kawasan Danau Toba memiliki dampak negatif bagi ekosistem di kawasan Danau Toba. Penelitian ini bertujuan untuk menggali dampak negatif dari adanya pertumbuhan eceng gondok berskala besar di Danau Toba terhadap ekosistem di Danau Toba dengan menggunakan teori Behaviour oleh B.F. Skinner. Penelitian ini penting dilakukan karena pertumbuhan eceng gondok yang berskala besar yang telah merusak ekosistem Danau Toba. Adanya dampak negatif dari pertumbuhan eceng gondok tersebut menjadi hal mendasar dalam melakukan penulisan jurnal ini. Dengan adanya tulisan ini diharapkan bermanfaat sebagai informasi mengenai dampak yang ditimbulkan dari pertumbuhan eceng gondok yang berskala besar di kawasan Danau Toba dan bagaimana solusi untuk menyelesaikan dampak yang ditimbulkan oleh keberadaan eceng gondok tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Kondisi Kawasan Danau Toba

Danau Toba adalah sebuah keindahan alam yang sangat mengesankan. Danau Toba adalah sebuah danau tekto-vulkanik yang terletak di Provinsi Sumatera Utara, Indonesia, memiliki dimensi panjang sekitar 100 kilometer dan lebar sekitar 30 kilometer. Danau Toba merupakan yang terbesar di Indonesia dan Asia Tenggara. . Kawasan sekitar Danau Toba meliputi tujuh kabupaten, yaitu Kabupaten Toba, Kabupaten Samosir, Kabupaten Simalungun, Kabupaten Tapanuli Utara, Kabupaten Humbang Hasundutan, Kabupaten Pakpak Barat, dan Kabupaten Dairi. Keberadaan Danau Toba adalah fenomena alam yang sangat mengagumkan. Danau ini diperkirakan terbentuk akibat letusan hebat Gunung Toba sekitar 74.000 tahun yang lalu. Dengan luas yang mencapai lebih dari 1.145 kilometer persegi

dan kedalaman sekitar 450 meter, Danau Toba sebenarnya menyerupai lautan daripada danau.

Dari perspektif ilmiah, Danau Toba terbentuk karena aktivitas letusan Gunung Toba, yang merupakan gunung berapi dengan potensi letusan yang tinggi. Gunung Toba mengalami tiga letusan utama dalam sejarahnya. Yang pertama terjadi sekitar 800.000 tahun yang lalu, menghasilkan kaldera di wilayah selatan Danau Toba, yang mencakup area Porsea dan Parapat. Letusan kedua terjadi sekitar 500.000 tahun yang lalu dan membentuk kaldera di sebelah utara Danau Toba, melibatkan wilayah Haranggaol dan Silalahi. Letusan ketiga adalah letusan terakhir dan juga yang paling dahsyat dalam sejarah aktivitas Gunung Toba. Letusan ini terjadi sekitar 73.000 hingga 75.000 tahun yang lalu dan dikenal sebagai salah satu peristiwa penting yang memengaruhi peradaban dunia. Ini terjadi karena jumlah besar magma yang dikeluarkan oleh Gunung Toba, melebihi 2.800 kilometer kubik, dan letusan ini mencapai skala sekitar 8.0 pada Indeks Ledakan Vulkanik (Luthfi, 2020).

Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Tanaman eceng gondok masuk dalam *famili Pontederiaceae*. Tanaman ini dapat ditemukan di wilayah tropis dan subtropis. Eceng gondok termasuk dalam kategori gulma perairan yang memiliki kemampuan untuk beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan memiliki tingkat reproduksi yang cepat. Tanaman ini tumbuh optimal di perairan dangkal yang keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30 derajat Celsius dan rentang kondisi pH antara 4 hingga 12. Di perairan yang dalam dan bening, terutama di daerah dataran tinggi, pertumbuhan eceng gondok menjadi sulit. Eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap air dan menguapkannya ke atmosfer melalui proses evaporasi (Ratnani, Hartati, & Kurniasari, 2011).

Eceng gondok adalah tanaman yang mengapung di air, sering kali memiliki akar yang menancap ke dalam tanah. Tinggi tanaman ini mencapai sekitar setengah meter. Secara fisik, eceng gondok tidak memiliki batang, memiliki daun tunggal berbentuk oval dengan ujung dan pangkal meruncing. Pangkal tangkai daunnya menggelembung, permukaan daunnya halus dan berwarna hijau. Bunga eceng gondok termasuk dalam kategori bunga majemuk yang berbentuk bulir dengan kelopak yang berbentuk tabung dan akarnya merupakan jenis akar serabut. Umumnya, eceng gondok tumbuh secara vegetatif, terutama melalui stolon. Kondisi yang optimal untuk pertumbuhannya memerlukan periode sekitar 11 hingga 18 hari. Tanaman eceng gondok sering diindetikkan dengan tanaman pengganggu.

Kemampuan pertumbuhan yang sangat cepat pada eceng gondok telah mengubahnya menjadi tanaman gulma di beberapa perairan di Indonesia. Tanaman ini tumbuh subur di berbagai lingkungan, termasuk kolam dangkal, tanah berawa, aliran air yang melambat, danau, waduk, serta sungai. Eceng gondok memiliki kemampuan adaptasi terhadap perubahan kondisi ekstrem, seperti perubahan tingkat air, arus air, fluktuasi ketersediaan nutrisi, variasi pH, suhu, dan juga paparan bahan beracun dalam air. Pertumbuhan yang cepat ini sebagian besar disebabkan oleh ketersediaan air yang kaya nutrisi, terutama tinggi kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium. Di daerah perairan danau, eceng gondok sering

ditemukan tumbuh di bibir pantai dengan jarak mencapai 5 hingga 20 meter. Hal ini dapat mengakibatkan pengurangan volume air dan pendangkalan sungai, karena tanaman ini mampu menyerap air dalam jumlah yang sangat besar. Danau yang ada di Indonesia semakin banyak ditumbuhi oleh eceng gondok, misalnya pada Danau Toba yang telah ditumbuhi tanaman eceng gondok sepanjang garis tepi Danau Toba.

Teori Behaviour

Teori Behaviour adalah kerangka teori yang fokus pada studi perilaku manusia. Pendekatan behavioral menekankan peran pembelajaran dalam menjelaskan tindakan manusia, yang berkaitan dengan rangsangan (stimulus) yang memicu respon yang tunduk pada hukum-hukum mekanis. Asumsi dasar dalam teori ini adalah bahwa perilaku sepenuhnya dipengaruhi oleh aturan, dapat diprediksi, dan dapat diatur. Konsep utama dalam teori ini adalah bahwa seseorang terlibat dalam perilaku tertentu karena mereka telah memperolehnya melalui pengalaman masa lalu, mengaitkan perilaku tersebut dengan ganjaran. Sebaliknya, perilaku dapat dihentikan jika tidak mendapatkan ganjaran atau menerima hukuman. Dalam pandangan teori ini, baik perilaku yang bermanfaat maupun yang merugikan adalah hasil pembelajaran.

Teori perilaku dalam bidang sosiologi merujuk pada penerapan prinsip-prinsip psikologi dalam kajian sosiologi, dengan fokus pada hubungan antara akibat dari perilaku individu di dalam lingkungan sosial. Salah satu tokoh yang memainkan peran dalam pengembangan teori perilaku adalah B.F. Skinner. Menurut B.F. Skinner teori belajar behaviorisme adalah hubungan antara stimulus dengan respon yang ditunjukkan individu atau subyek terjadi melalui interaksi dengan lingkungan (Ariesta, 2018). Teori ini menekankan bahwa tingkah laku yang ditunjukkan seseorang merupakan akibat dari interaksi antara stimulus dengan respon. Teori perilaku berorientasi pada lingkungan menekankan bahwa perilaku manusia dipengaruhi oleh interaksi dengan lingkungan. Teori perilaku dalam sosiologi membahas sejarah hubungan antara konsekuensi dari perilaku yang terjadi dalam konteks individu dengan perilaku saat ini. Dengan memahami dampak dari perilaku masa lalu, kita dapat memprediksi apakah individu akan mengulangi perilaku yang sama dalam situasi saat ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi pustaka (*library research*) dan literatur. Studi pustaka (*library research*) dan literatur melibatkan serangkaian aktivitas yang terkait dengan mengumpulkan data dari sumber-sumber pustaka, membaca, mencatat, dan mengolah bahan-bahan penelitian. Adapun teknik pengumpulan data maupun narasi melalui beberapa jurnal yang terkait dengan judul topik penelitian yang diangkat. Teori yang diadopsi dalam penelitian ini adalah teori pendekatan Behavioral oleh B.F. Skinner, yang memfokuskan pada stimulus dan perilaku masyarakat di kawasan Danau Toba dalam konteks pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Danau Toba adalah danau alami berukuran besar yang terletak di Sumatera Utara, Indonesia. Danau ini memiliki panjang sekitar 100 kilometer, lebar sekitar 30 kilometer, dan kedalaman sekitar 508 meter. Danau Toba merupakan danau terbesar di Indonesia dan danau vulkanik terbesar di dunia. Danau Toba terbentuk sebagai akibat dari letusan gunung berapi super masif berkekuatan VEI 8 sekitar 69.000 sampai 77.000 tahun yang lalu (Arjuna, 2013). Saat ini, ekosistem Danau Toba mengalami gangguan yang mengakibatkan penurunan dalam pemberian jasa-jasa ekosistem yang semula optimal.

Adapun bentuk-bentuk penurunan ekosistem kawasan di Danau Toba, yaitu sebagai berikut :

1. Kualitas Air

Kualitas air di Danau Toba telah menjadi perhatian utama. Peningkatan aktivitas manusia, termasuk pertanian dan perkembangan industri, dapat mempengaruhi kualitas air dan mengakibatkan peningkatan polusi serta tingkat nutrisi dalam danau. Pencemaran air danau ini dapat berdampak negatif pada biota air, termasuk ikan dan organisme lain.

2. Invasi Spesies Asing

Sejumlah spesies tumbuhan air invasif, seperti eceng gondok (water hyacinth), telah menyebar di Danau Toba. Eceng gondok tumbuh secara eksponensial dan dapat mengganggu ekosistem asli dengan menghambat aliran air dan cahaya matahari ke dalam air.

3. Pengelolaan Pariwisata

Pariwisata merupakan sumber pendapatan penting untuk wilayah Danau Toba, pengembangan pariwisata yang tidak terkendali dapat mengakibatkan tekanan ekologis. Pengelolaan pariwisata yang bijak dan berkelanjutan sangat penting untuk menjaga ekosistem dan keberlanjutan lingkungan.

Kualitas air Danau Toba sangat rendah dengan minimnya kandungan oksigen merupakan menjadi permasalahan ekosistem di Danau Toba (Ariyanti, 2019) . Hal ini dikarenakan menurunnya kadar kandungan oksigen diakibatkan pembuangan limbah ke Danau Toba sehingga menimbulkan pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar. Pertumbuhan eceng gondok di Danau Toba disebabkan oleh pembuangan limbah domestik, hotel, pertanian, serta berbagai limbah lainnya ke danau yang mengakibatkan meningkatnya kandungan nutrisi serta kaya akan nitrogen, fosfat dan potasium (proses eutrofikasi) . Dalam hal ini, perilaku manusia yang tidak bertanggung jawab terhadap lingkungan sekitarnya memicu pertumbuhan eceng gondok yang merusak ekosistem Danau Toba. Pertumbuhan eceng gondok yang berskala besar tersebut menyebabkan masalah lingkungan, dimulai dari rusaknya atau penurunan kualitas air danau, menurunnya daya tarik wisata peningkatan kadar nutrisi, penurunan oksigen terlarut dalam air dan meningkatkan kandungan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor yang dapat memicu eutrofikasi, akibat dari eceng gondok yang menyebar dengan cepat hingga tepi pesisir danau (Sofia, 2022). Eutrofikasi dapat menyebabkan pertumbuhan alga yang berlebihan dan mengganggu keseimbangan ekosistem

danau. Selain itu, pertumbuhan eceng gondok juga dapat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air lainnya di Danau Toba.

Teori behaviorial B.F. Skinner berfokus pada perubahan perilaku sebagai hasil dari pengalaman. Menurut teori ini, perilaku tertentu dapat diperkuat atau dilemahkan melalui penguatan (reinforcement) atau hukuman (punishment). Penguatan dapat berupa penguatan positif (menambahkan sesuatu yang diinginkan) atau penguatan negatif (menghilangkan sesuatu yang tidak diinginkan). Sebaliknya, hukuman dapat berupa hukuman positif (menambahkan sesuatu yang tidak diinginkan) atau hukuman negatif (menghilangkan sesuatu yang diinginkan). Pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar di ekosistem kawasan Danau Toba dapat dilihat sebagai hasil dari perilaku masyarakat setempat. Misalnya, aktivitas seperti mandi, cuci, budidaya perikanan (keramba jaring apung), pembuangan limbah domestik, hotel, pertanian, serta berbagai limbah lainnya di atas baku mutu yang diperbolehkan telah menyebabkan peningkatan kesuburan di wilayah perairan Danau Toba yang memicu pesatnya perkembangan dan pertumbuhan eceng gondok.

Dalam konteks teori behaviour Skinner, perilaku masyarakat ini dapat dipandang sebagai respon terhadap stimulus tertentu. Misalnya, kebutuhan untuk membuang limbah atau melakukan aktivitas sehari-hari dapat bertindak sebagai stimulus. Responnya adalah perilaku pembuangan limbah atau aktivitas lainnya yang berkontribusi terhadap pertumbuhan eceng gondok. Jika perilaku ini menghasilkan hasil yang diinginkan oleh individu atau masyarakat (misalnya, kemudahan dalam membuang limbah), maka menurut teori Skinner, perilaku tersebut akan diperkuat. Namun, dampak negatif dari pertumbuhan eceng gondok pada ekosistem Danau Toba menunjukkan bahwa ada kebutuhan untuk intervensi untuk mengubah perilaku ini. Dalam konteks teori Skinner, ini bisa melibatkan pengenalan hukuman (misalnya, denda untuk pembuangan limbah ilegal) atau penguatan negatif, misalnya, menghilangkan hasil negatif melalui pendidikan lingkungan dan peningkatan kesadaran tentang dampak ekologis dari perilaku tersebut.

Secara keseluruhan, teori behaviour B.F. Skinner memberikan kerangka kerja untuk memahami bagaimana perilaku masyarakat dapat berkontribusi terhadap masalah lingkungan seperti pertumbuhan eceng gondok di Danau Toba dan bagaimana intervensi dapat dirancang untuk mendorong perubahan perilaku yang lebih berkelanjutan.

Dalam rangka menjaga keberlangsungan ekosistem Danau Toba, diperlukan kesadaran dan tanggung jawab dari masyarakat untuk menjaga lingkungan sekitarnya. Pemerintah juga perlu melakukan upaya-upaya untuk mengurangi dampak negatif dari pertumbuhan eceng gondok dengan cara mengelola limbah secara efektif dan mempromosikan keberlanjutan lingkungan.

PENUTUP

Danau Toba sebagai salah satu keajaiban alam Indonesia, menghadapi serangkaian masalah lingkungan yang mengancam keberlangsungan ekosistemnya. Adanya pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar merupakan salah satu bukti kerusakan ekosistem di Danau Toba. Pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar di Danau Toba

merupakan dampak dari aktivitas masyarakat yang tidak bertanggung jawab, seperti pembuangan limbah domestik, industri, pertanian, dan limbah lainnya yang memperkaya nutrisi di danau dan memicu pertumbuhan eksplisit tanaman eceng gondok tersebut. Hal ini menyebabkan ketidakseimbangan ekosistem di kawasan Danau Toba seperti mengganggu atau bahkan merusak ikan dan hewan air yang di Danau Toba. Dalam teori B. F. Skinner yaitu teori behaviour, mengatakan bahwa kerangka kerja untuk memahami bagaimana perilaku manusia dapat mempengaruhi masalah lingkungan seperti pertumbuhan eceng gondok dalam skala besar di Danau Toba. Perilaku ini dapat diperkuat atau diubah melalui penguatan atau hukuman. Dalam teori behaviour (perilaku) B.F. Skinner menyatakan bahwa perilaku manusia dipengaruhi oleh konsekuensi, seperti penguatan positif atau negatif. Jika perilaku ini menghasilkan hasil yang diinginkan (misalnya, kemudahan dalam membuang limbah), maka perilaku tersebut diperkuat. Namun, dampak negatif dari pertumbuhan eceng gondok menunjukkan perlunya perubahan perilaku. Intervensi yang tepat perlu dilakukan untuk mengubah perilaku masyarakat yang berkontribusi terhadap pertumbuhan eceng gondok. Hal ini bisa melibatkan penerapan hukuman untuk aktivitas yang merugikan lingkungan dan penguatan positif untuk perilaku yang berkelanjutan secara lingkungan.

Oleh karena itu, untuk menjaga keberlangsungan ekosistem Danau Toba, diperlukan pendekatan yang melibatkan kesadaran masyarakat, edukasi lingkungan, dan tindakan pemerintah. Ini melibatkan penerapan hukuman, misalnya, denda untuk pembuangan limbah ilegal) atau penguatan negatif (menghilangkan hasil negatif) untuk mendorong perubahan perilaku yang lebih berkelanjutan. Kesadaran akan dampak lingkungan dari perilaku ini sangat penting untuk menciptakan perubahan positif. Dalam konteks ini, teori perilaku B.F. Skinner memberikan kerangka kerja untuk memahami bagaimana perilaku manusia dapat berkontribusi terhadap masalah lingkungan dan bagaimana intervensi dapat dirancang untuk menciptakan perubahan perilaku yang lebih berkelanjutan dan menjaga keberlangsungan ekosistem Danau Toba.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariesta, F. W. (2018, November 23). *Teori Belajar Abad 21: Behaviorisme Vs Kognitivisme*. Retrieved November 11, 2023, from PGSD BINUS: <https://pgsd.binus.ac.id/2018/11/23/teori-belajar-abad-21-behaviorisme-vs-kognitivisme/#:~:text=Skinner%20teori%20belajar%20behaviorisme%20adalah,int eraksi%20antara%20stimulus%20dengan%20respon.>
- Ariyanti, D. S. (2019, Januari 13). *Kerusakan Lingkungan Danau Toba Dinilai Sudah Parah*. Retrieved November 11, 2023, from Sumatera bisnis: <https://sumatra.bisnis.com/read/20190113/533/878050/kerusakan-lingkungan-danau-toba-dinilai-sudah-parah>

- Arjuna, J. (2013). Danau Toba, Kondisi Kekinian, Permasalahan Dan Pengelolaannya. 1-20.
- Dewantara , E. F., Purwanto, Y. J., & Setiawan, Y. (2021). Strategi Pengendalian Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Di Perairan Waduk Jatiluhur, Jawa Barat (Management Strategy of Water Hyacinth (Eichornia crassipes) inJatiluhur Reservoir, West Java). *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan* , 63-74.
- Higley, J. (2010). Elite Theory and Elites. In K. T. Leicht, & J. C. Jenkins, *Handbook of Global Politics*. New York: Springer.
- Kingsley, T. (1996). Perspective on Devolution. *Journal of The American Planning Association Volume 62, No.4*.
- Koirudin. (2005). *Sketsa Kebijakan Desentralisasi di Indonesia: Format Masa Depan Otonomi Menuju Kemandirian Daerah*. Malang: Averroes Press.
- Koswara. (2000). *Makna Otonomi Daerah*. Jakarta: Jurnal Ilmu Pemerintahan - Masyarakat Ilmu Pemerintahan Indonesia (MIPI).
- Luthfi, W. (2020, Januari 05). *Mengenal Danau Toba, Danau Vulkanik Terbesar Di Dunia*. Retrieved Oktober 11, 2023, from goodnewsfromindonesia: <https://www.goodnewsfromindonesia.id/2020/01/05/mengenal-danau-toba-danau-vulkanik-terbesar-di-dunia>
- Mawhood, P. (1987). *Local Government in the Third World*. John Wiley and Son.
- Migdal, J. &. (2005). Rethinking the State. In K. Schlichte, *The dynamics of state: the formation and crises of the state domination*. Burlington: Ashgate.
- Mills, C. W. (2000). *The Power Elite*. Oxford University Press.
- Mosca, G. (1939). *The Ruling Class*. New York: McGraw - Hill.
- Ningsih, Y. W., Kurniawan, T., Rahmawati, A. N., Permatasari, D. A., Ghunarso, D. A.-H., Pratama, R. A., et al. (2019). Persepsi Masyarakat Terhadap Tanaman Eceng Gondok Rawa Pening Di Desa Banyubiru Kabupaten Semarang. *Jurnal Geografi, Edukasi dan Lingkungan (JGEL)*, 83-91.
- Pareto, V. (1935). *The Mind and Society: A Treatise On General Sociology* . New York: Dover.

- Ratnani, R. D., Hartati, I., & Kurniasari, L. (2011). Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Untuk Menurunkan Kandungan Cod (Chemical Oxygen Demand), Ph, Bau, Dan Warna Pada Limbah Cair Tahu. *Momentum*, 41-47.
- Sidel, J. T. (1999). *Capital, Coercion, and Crime: Bossism in The Philippines*. Stanford: Stanford University Press.
- Sidel, J. T. (2005). Bosisme dan Demokrasi di Filipina, Thailand dan Indonesia; Menuju Kerangka Analisis Baru Tentang Orang Kuat Lokal. In J. Harriss, *Politisasi Demokrasi Politik Lokal Baru*. Jakarta: Demos.
- Sofia, H. (2022, Juli 12). *Eceng gondok dan konsep destinasi wisata berkelanjutan di Danau Toba*. Retrieved November 11, 2023, from antaranews: <https://www.antaranews.com/berita/2991485/eceng-gondok-dan-konsep-destinasi-wisata-berkelanjutan-di-danau-toba>
- Syaukani, H., Gaffar, A., & Rasyid, R. (2002). *Otonomi Daerah dalam Negara Kesatuan*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Tobing, S. J., & Keneddy, P. S. (2017). Pengelolaan Ekosistem Danau Toba Secara Berkelanjutan (sustainable Development). *Sekolah Pascasarjana Universitas Pancasila*, 1-15.