



Kesenjangan Pengetahuan dan Perilaku Masyarakat terhadap Pencemaran Air dan Eceng Gondok Danau Tondano

Bukroanah Amir Makkau*, Bintang Sri Rezeki Panjaitan, Adi Yeremia Mamahit, Andi Pramesti Ningsih, Wa Ode Ningsih, Ardal Gudalih, Jelita Ziliwu, Nikita Manengkey, Min Timpalen, Gabriel Wariki

Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Manado, Tondano, Indonesia

Email: *bukroanahmakkau@unima.ac.id

Abstract

Lake Tondano is a strategic freshwater ecosystem in North Sulawesi that is increasingly affected by anthropogenic pressure and water hyacinth proliferation. This study aimed to describe community knowledge, attitudes, and self-reported behaviors related to water pollution and water hyacinth in lakeshore villages. A descriptive quantitative field survey was conducted on 14 March 2026 in Leleko, Sendangan, and Talikuran Villages, Remboken District, Minahasa Regency. Thirty residents who lived near and interacted with Lake Tondano were selected purposively. Primary data were collected through observation, interviews, and questionnaires, while questionnaire responses were analyzed using frequencies and percentages. Women comprised 56.7% of respondents, with a mean age of 46.6 years. Basic environmental knowledge was relatively favorable: 76.7% agreed that household waste causes water pollution and 73.3% recognized that waste disposal into waterways reduces water quality. However, only 36.7% agreed that water hyacinth can reduce dissolved oxygen and 36.7% recognized it as an indicator of nutrient pollution. A descriptive knowledge-behavior gap was evident because 20.0% reported disposing garbage into the lake, 43.3% had household drainage flowing toward the lake, and 53.3% reported disposing household liquid or solid waste into the lake. Community-based education should therefore be accompanied by improved waste and wastewater infrastructure, source-control measures, and participatory water hyacinth management.

Keywords: Lake Tondano, Water Pollution, Water Hyacinth, Environmental Behavior, Household Waste

Abstrak

Danau Tondano merupakan ekosistem air tawar strategis di Sulawesi Utara yang menghadapi tekanan antropogenik dan pertumbuhan eceng gondok. Penelitian ini bertujuan menggambarkan pengetahuan, sikap, dan perilaku masyarakat terkait pencemaran air dan eceng gondok pada desa pesisir danau. Penelitian menggunakan survei lapangan kuantitatif deskriptif yang dilaksanakan pada 14 Maret 2026 di Desa Leleko, Sendangan, dan Talikuran, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa. Sebanyak 30 masyarakat yang tinggal dan berinteraksi dengan Danau Tondano dipilih secara purposive. Data primer dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner; analisis artikel difokuskan pada distribusi frekuensi dan persentase jawaban kuesioner. Responden perempuan sebesar 56,7% dengan rerata umur 46,6 tahun.

Pengetahuan dasar lingkungan relatif baik: 76,7% setuju bahwa limbah rumah tangga menyebabkan pencemaran air dan 73,3% memahami bahwa pembuangan sampah ke badan air menurunkan kualitas air. Namun, pemahaman ekologis lebih teknis masih terbatas; hanya 36,7% yang setuju bahwa eceng gondok dapat mengurangi oksigen terlarut dan 36,7% mengenalinya sebagai indikator pencemaran nutrisi. Terlihat kesenjangan deskriptif antara pengetahuan dan perilaku karena 20,0% responden masih membuang sampah ke danau, 43,3% memiliki saluran air rumah tangga yang mengalir ke danau, dan 53,3% melaporkan pembuangan limbah rumah tangga cair atau padat ke danau. Edukasi berbasis masyarakat perlu dipadukan dengan perbaikan infrastruktur sampah dan air limbah, pengendalian sumber pencemar, serta pengelolaan eceng gondok secara partisipatif.

Kata Kunci: Danau Tondano, Pencemaran Air, Eceng Gondok, Perilaku Lingkungan, Limbah Rumah Tangga

PENDAHULUAN

Danau air tawar menyediakan berbagai jasa ekosistem, tetapi tekanan dari aktivitas manusia di daerah tangkapan dan permukiman pesisir dapat menurunkan mutu air serta mempercepat eutrofikasi. Pada Danau Tondano, analisis bioindikator dan parameter fisik-kimia telah menunjukkan kondisi eutrofik menuju hipertrofik serta adanya tekanan pencemaran pada sebagian lokasi (Setyono & Himawan, 2018). Pemantauan yang lebih mutakhir juga menunjukkan mutu air berada pada kategori sedang hingga marginal dengan nitrat, amonium, dan total suspended solids sebagai parameter penting dalam variasi kualitas air (Onibala et al., 2025). Temuan tersebut menegaskan bahwa persoalan Danau Tondano bukan hanya masalah estetika, tetapi berkaitan dengan beban pencemar dan fungsi ekologis danau.

Eceng gondok merupakan salah satu bentuk tekanan ekologis yang terlihat nyata di Danau Tondano. Pemetaan berbasis wahana udara nirawak pada Danau Tondano menunjukkan keberadaan tutupan eceng gondok yang luas pada area tertentu, sedangkan studi lokal lain menunjukkan tanaman ini juga berinteraksi dengan kontaminan perairan dan dapat mengakumulasi logam (Sompie, dkk., 2025; Sayow, dkk., 2024; Worang, dkk., 2026). Secara ekologis, hamparan eceng gondok dapat mengubah penetrasi cahaya, oksigen terlarut, kekeruhan, dan fungsi ekosistem perairan; pengendaliannya memerlukan pendekatan terintegrasi dan bukan sekadar pengangkatan biomassa sesaat (Tobias, dkk., 2019; Kato & Kato-Noguchi, 2026).

Sebagian penelitian tentang Danau Tondano lebih banyak menempatkan kualitas air, bahan pencemar, pemetaan vegetasi air, atau pemanfaatan biomassa sebagai fokus utama (Pin, dkk., 2021; Onibala, dkk., 2025; Sayow, dkk., 2024). Bukti mengenai bagaimana masyarakat pesisir memahami pencemaran, memaknai eceng gondok, dan sekaligus menjalankan praktik pembuangan sampah maupun air limbah rumah tangga masih relatif terbatas. Padahal, pengetahuan lingkungan tidak selalu otomatis berubah menjadi perilaku. Penelitian perilaku pengelolaan sampah menunjukkan bahwa tindakan dipengaruhi pula oleh norma, persepsi kendali, kondisi situasional, serta tersedianya sarana pendukung (Wu, dkk., 2022; Raghu & Rodrigues, 2022; Karim, dkk., 2022).

Kesenjangan tersebut penting bagi kesehatan masyarakat karena intervensi yang hanya meningkatkan pengetahuan dapat kurang efektif apabila masyarakat tetap menghadapi keterbatasan layanan persampahan, drainase, atau pengelolaan air limbah. Kajian sistematis juga menunjukkan bahwa faktor fasilitas, kemudahan, norma sosial, pengetahuan, dan dukungan kebijakan berperan dalam perilaku pengelolaan sampah rumah tangga (Apriani, dkk., 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menggambarkan karakteristik responden, pengetahuan dan sikap mengenai pencemaran

air dan eceng gondok, serta perilaku aktual terkait pembuangan sampah dan limbah rumah tangga pada masyarakat pesisir Danau Tondano di Kecamatan Remboken. Kebaruan kajian terletak pada penyajian terpadu perspektif masyarakat mengenai pencemaran, pemahaman ekologis eceng gondok, dan jalur pembuangan limbah rumah tangga sebagai dasar perancangan intervensi kesehatan lingkungan yang lebih kontekstual.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan survei lapangan. Pengumpulan data dilaksanakan pada 14 Maret 2026 di Desa Leleko, Desa Sendangan, dan Desa Talikuran, Kecamatan Remboken, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Populasi sasaran adalah masyarakat yang tinggal di wilayah pesisir Danau Tondano dan berinteraksi dengan sumber daya danau dalam kehidupan sehari-hari. Sampel sebanyak 30 responden dipilih menggunakan purposive sampling berdasarkan kriteria tempat tinggal di wilayah penelitian serta keterkaitan aktivitas dengan lingkungan danau. Data primer dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan kuesioner, sedangkan data sekunder digunakan untuk mendukung gambaran lokasi.

Analisis dalam artikel ini difokuskan pada data kuesioner. Variabel yang dianalisis meliputi karakteristik responden, pengetahuan dan sikap mengenai pencemaran air, pengetahuan dan sikap mengenai eceng gondok, kesiapan partisipasi masyarakat, serta tiga indikator perilaku aktual berupa pembuangan sampah ke danau, arah saluran air rumah tangga, dan pembuangan limbah rumah tangga cair atau padat ke danau. Jawaban pernyataan pengetahuan dan sikap menggunakan empat kategori, yaitu tidak setuju, cukup setuju, setuju, dan sangat setuju. Untuk memudahkan interpretasi, proporsi persetujuan dihitung dari gabungan jawaban setuju dan sangat setuju berdasarkan frekuensi pada data sumber. Data disajikan secara deskriptif dalam frekuensi, persentase, rerata, simpangan baku, median, dan rentang tanpa uji inferensial.

HASIL

Karakteristik Responden

Sebanyak 30 responden dianalisis. Responden perempuan lebih banyak dibandingkan laki-laki. Umur responden berkisar 30-75 tahun dengan rerata 46,6 tahun dan median 45,5 tahun. Karakteristik ini menunjukkan bahwa data terutama menggambarkan pandangan orang dewasa yang tinggal di kawasan pesisir Danau Tondano.

Tabel 1. Karakteristik responden penelitian

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin laki-laki	13	43,3
Jenis kelamin perempuan	17	56,7
Total Responden	30	100

Pengetahuan dan Sikap terhadap Pencemaran Air

Pengetahuan dasar mengenai pencemaran air cenderung lebih kuat pada aspek yang dekat dengan aktivitas sehari-hari. Sebanyak 76,7% responden menyetujui bahwa limbah rumah tangga menyebabkan pencemaran air dan persentase yang sama menyatakan menghindari membuang sampah ke sungai atau selokan. Sebanyak 73,3% memahami bahwa pembuangan sampah ke badan air menurunkan kualitas air. Sebaliknya, persetujuan terhadap dampak deterjen berlebihan terhadap sumber air lebih rendah, yaitu 46,7%.

Tabel 2. Persetujuan responden terhadap pernyataan pencemaran air

Pernyataan	Setuju (n)	Persentase (%)
Limbah rumah tangga menyebabkan pencemaran air	23	76,7
Perubahan warna, bau, atau rasa menandakan pencemaran	17	56,7
Pembuangan sampah ke badan air menurunkan kualitas air	22	73,3
Penggunaan deterjen berlebihan dapat mencemari sumber air	14	46,7
Menghindari membuang sampah ke sungai atau selokan	23	76,7
Pencemaran air dapat menyebabkan penyakit pada manusia	20	66,7
Air tercemar dapat merusak ekosistem perairan	19	63,3
Berperan aktif menjaga kebersihan sumber air	20	66,7

Pengetahuan, Sikap, dan Partisipasi terkait Eceng Gondok

Pemahaman responden terhadap dampak yang mudah diamati relatif lebih tinggi dibandingkan mekanisme ekologis yang lebih teknis. Sebanyak 66,7% menyetujui bahwa pertumbuhan eceng gondok berlebihan dapat menutup permukaan air dan 63,3% menyatakan eceng gondok yang tidak dikendalikan dapat merusak kualitas lingkungan. Sebaliknya, hanya 36,7% yang menyetujui bahwa eceng gondok dapat mengurangi kadar oksigen, 36,7% mengenalinya sebagai indikator pencemaran nutrien, dan 36,7% menyatakan pertumbuhan eceng gondok dapat menyebabkan kematian ikan. Dukungan terhadap tindakan kolektif cukup kuat: 73,3% menilai masyarakat perlu dilibatkan dalam pengendalian eceng gondok dan 66,7% bersedia ikut menjaga kebersihan danau.

Tabel 3. Persetujuan responden terkait eceng gondok dan partisipasi masyarakat

Pernyataan	Setuju (n)	Persentase (%)
Eceng gondok tumbuh cepat pada perairan tercemar	15	50,0
Pertumbuhan berlebihan dapat menutup permukaan air	20	66,7
Eceng gondok dapat mengurangi kadar oksigen dalam air	11	36,7
Banyaknya eceng gondok mengganggu aktivitas masyarakat	15	50,0
Eceng gondok menjadi indikator pencemaran nutrien	11	36,7
Pertumbuhan eceng gondok dapat menyebabkan kematian ikan	11	36,7
Limbah organik mempercepat pertumbuhan eceng gondok	13	43,3
Eceng gondok tidak terkendali merusak kualitas lingkungan	19	63,3
Pembersihan rutin penting untuk menjaga kualitas air	16	53,3

Pernyataan	Setuju (n)	Persentase (%)
Masyarakat perlu dilibatkan dalam pengendalian eceng gondok	22	73,3
Pengelolaan limbah yang baik dapat mengurangi pertumbuhan eceng gondok	25	83,3
Bersedia ikut menjaga kebersihan danau dari pencemaran dan eceng gondok	20	66,7

Perilaku Aktual terkait Danau

Tiga indikator perilaku menunjukkan bahwa praktik yang berpotensi menambah beban pencemar masih ditemukan. Sebanyak 6 responden (20,0%) menyatakan masih membuang sampah ke danau, 13 responden (43,3%) memiliki saluran air rumah tangga yang mengalir ke danau, dan 16 responden (53,3%) menyatakan membuang limbah rumah tangga cair atau padat ke danau. Pola ini memperlihatkan kesenjangan deskriptif antara pengetahuan atau sikap yang relatif positif dengan perilaku aktual yang dilaporkan.

Tabel 4. Perilaku aktual responden yang berpotensi menambah beban pencemar

Indikator perilaku	Ya (n)	Persentase (%)
Membuang sampah ke danau	6	20,0
Saluran air rumah tangga mengalir ke danau	13	43,3
Membuang limbah rumah tangga cair atau padat ke danau	16	53,3

PEMBAHASAN

Temuan utama penelitian ini adalah adanya pola pengetahuan yang tidak seragam. Responden lebih mudah mengenali sumber pencemaran yang dekat dengan pengalaman sehari-hari, seperti limbah rumah tangga dan sampah, dibandingkan proses ekologis yang lebih teknis. Pola tersebut relevan dengan kondisi Danau Tondano yang telah dilaporkan mengalami tekanan antropogenik dan eutrofikasi. Setyono dan Himawan (2018) menemukan status trofik yang mengarah dari eutrofik ke hipertrofik, sedangkan Onibala dkk. (2025) menunjukkan bahwa nitrat, amonium, dan TSS berkontribusi penting pada variasi mutu air. Dengan demikian, keterbatasan pemahaman masyarakat mengenai pencemaran nutrisi menjadi area edukasi yang strategis karena berkaitan dengan mekanisme yang mendorong produktivitas berlebih di perairan.

Pemahaman mengenai eceng gondok juga memperlihatkan perbedaan antara dampak yang kasatmata dan proses yang tidak langsung terlihat. Sebagian besar responden menyadari bahwa hamparan eceng gondok dapat menutup permukaan air, tetapi proporsi yang memahami penurunan oksigen, pencemaran nutrisi, dan potensi gangguan terhadap ikan jauh lebih kecil. Temuan ini memiliki dasar ekologis yang kuat. Tobias dkk. (2019) menunjukkan bahwa keberadaan eceng gondok dapat memengaruhi oksigen terlarut dan kekeruhan, sedangkan kajian mutakhir menekankan dampaknya terhadap penetrasi cahaya, kualitas habitat, fungsi ekosistem, dan aktivitas sosial-ekonomi (Kato & Kato-Noguchi, 2026). Pada konteks Danau Tondano, hasil pemetaan dan studi kualitas air terbaru menguatkan bahwa pertumbuhan eceng gondok dan dinamika mutu air perlu dilihat sebagai persoalan yang saling berhubungan dengan beban nutrisi dan aktivitas manusia (Sompie dkk., 2025; Onibala dkk., 2025).

Kesenjangan antara pengetahuan dan perilaku merupakan temuan paling relevan bagi perancangan intervensi kesehatan lingkungan. Meskipun tiga perempat responden

memahami dampak limbah rumah tangga atau sampah terhadap kualitas air, lebih dari separuh melaporkan pembuangan limbah cair atau padat ke danau dan hampir separuh memiliki saluran air rumah tangga yang menuju danau. Hasil ini tidak dapat ditafsirkan sebagai hubungan sebab-akibat karena penelitian bersifat deskriptif, tetapi menunjukkan bahwa pengetahuan saja belum cukup untuk menjelaskan praktik sehari-hari. Studi perilaku lingkungan menunjukkan bahwa tindakan pengelolaan sampah dipengaruhi oleh pengetahuan sekaligus norma pribadi, kontrol perilaku yang dirasakan, dukungan situasional, dan ketersediaan fasilitas (Wu dkk., 2022; Raghu & Rodrigues, 2022). Studi di Indonesia juga menunjukkan bahwa pengetahuan dan sikap lingkungan berhubungan dengan perilaku pengelolaan sampah, namun lingkungan pendukung tetap penting agar perilaku yang diharapkan dapat dilakukan secara nyata (Karim dkk., 2022; Yusuf & Fajri, 2022).

Implikasinya, strategi di wilayah pesisir Danau Tondano sebaiknya tidak berhenti pada penyuluhan. Edukasi perlu dipadukan dengan penyediaan jalur pengumpulan sampah, pengelolaan air limbah domestik, perbaikan drainase, serta mekanisme pemantauan yang mencegah pembuangan langsung ke danau. Tinjauan mengenai perilaku pemilahan sampah rumah tangga memperlihatkan bahwa kemudahan fasilitas, dukungan kebijakan, norma sosial, dan partisipasi komunitas merupakan faktor yang berulang kali memengaruhi praktik pengelolaan sampah (Apriani dkk., 2025). Dengan demikian, intervensi yang menempatkan seluruh beban perubahan pada individu berisiko kurang efektif apabila pilihan yang lebih aman secara lingkungan belum tersedia.

Modal sosial masyarakat dalam penelitian ini memberi peluang untuk pendekatan partisipatif. Sebanyak 73,3% responden menyetujui keterlibatan masyarakat dalam pengendalian eceng gondok dan 66,7% menyatakan bersedia ikut menjaga kebersihan danau. Pengelolaan eceng gondok yang terintegrasi dapat memadukan pengurangan beban nutrisi, pengangkatan biomassa secara terencana, pemanfaatan biomassa yang aman, serta keterlibatan masyarakat. Pin dkk. (2021) menunjukkan bahwa pemanfaatan biomassa eceng gondok di Danau Tondano perlu dinilai dari aspek teknologi, ekonomi, lingkungan, dan sosial secara bersamaan. Perspektif ini penting agar kegiatan pembersihan tidak hanya bersifat insidental, tetapi terhubung dengan pengendalian sumber pencemar dan manfaat bagi masyarakat.

Dari perspektif kesehatan masyarakat, temuan penelitian lebih tepat diposisikan sebagai informasi mengenai perilaku lingkungan dan potensi jalur pencemaran, bukan bukti bahwa responden telah mengalami penyakit akibat Danau Tondano. Penelitian tidak mengukur parameter kualitas air secara langsung dan tidak menilai kejadian penyakit, sehingga hubungan kausal antara perilaku pembuangan limbah, kualitas air, eceng gondok, dan outcome kesehatan tidak dapat ditetapkan. Namun, keberadaan studi lokal mengenai kualitas air, logam berat, dan dinamika eceng gondok memperkuat urgensi pengendalian sumber pencemar dan pemantauan lingkungan secara berkelanjutan (Sayow dkk., 2024; Worang dkk., 2026; Onibala dkk., 2025).

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan. Jumlah responden hanya 30 orang dan dipilih secara purposive sehingga hasil tidak dapat digeneralisasikan untuk seluruh masyarakat Kecamatan Remboken atau seluruh pesisir Danau Tondano. Pengumpulan data dilakukan pada satu periode dan perilaku diukur berdasarkan laporan responden sehingga berpotensi dipengaruhi bias ingatan dan keinginan memberikan jawaban yang dianggap baik. Selain itu, tidak tersedia pengukuran laboratorium kualitas air atau pemetaan sumber pencemar pada tingkat rumah tangga. Penelitian selanjutnya perlu menggunakan sampel yang lebih besar dan representatif, menggabungkan survei perilaku dengan pengukuran kualitas air, serta mengevaluasi perubahan sebelum dan sesudah intervensi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian pada 30 masyarakat pesisir Danau Tondano di Desa Leleko, Sendangan, dan Talikuran menunjukkan bahwa pengetahuan dasar mengenai pencemaran air relatif baik, tetapi pemahaman mengenai mekanisme ekologis eceng gondok, terutama kaitannya dengan oksigen terlarut dan pencemaran nutrien, masih terbatas. Pada saat yang sama masih ditemukan praktik pembuangan sampah, aliran drainase rumah tangga ke danau, dan pembuangan limbah cair atau padat ke danau, sehingga terdapat kesenjangan deskriptif antara pengetahuan atau sikap dengan perilaku yang dilaporkan. Kondisi ini menunjukkan bahwa perbaikan lingkungan tidak cukup dilakukan melalui peningkatan pengetahuan saja. Pemerintah desa, pemerintah daerah, pengelola lingkungan, Puskesmas, akademisi, dan masyarakat disarankan mengembangkan intervensi terpadu berupa edukasi ekologis yang kontekstual, perbaikan sarana persampahan dan pengelolaan air limbah domestik, pengendalian sumber nutrien, kegiatan pengelolaan eceng gondok secara partisipatif, serta pemantauan kualitas air secara berkala. Penelitian lanjutan perlu menggunakan sampel yang lebih representatif dan mengintegrasikan data perilaku, kualitas air, serta evaluasi intervensi agar dapat menghasilkan dasar kebijakan yang lebih kuat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada pemerintah dan masyarakat Desa Leleko, Desa Sendangan, dan Desa Talikuran, Kecamatan Remboken, serta seluruh pihak yang mendukung pengumpulan data lapangan. Apresiasi juga disampaikan kepada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan dan Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Manado.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriani, Y., Liquiddanu, E., & Hisjam, M. (2025). Tinjauan sistematis tentang faktor-faktor yang mempengaruhi perilaku pemilahan sampah rumah tangga. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan*, 9(2), 178-197. <https://doi.org/10.36813/jplb.9.2.178-197>
- Kato, M., & Kato-Noguchi, H. (2026). The impact of water hyacinth (*Pontederia crassipes*) on freshwater ecosystems: Ecological and socioecological significance. *Sustainability*, 18(11), 5390. <https://doi.org/10.3390/su18115390>
- Karim, S. A., Rauf, B. A., Amir, F., Lullulangi, M., & Wabdillah. (2022). The effect of environmental knowledge, local wisdom, and attitudes towards community behavior in managing waste in large-type housing in Soppeng Regency. *American Journal of Environmental Science and Engineering*, 6(1), 1-6. <https://doi.org/10.11648/j.ajese.20220601.11>
- Onibala, M., Thambas, A. H., & Riogilang, H. (2025). Analisis kualitas air di Danau Tondano menggunakan evaluasi temporal, WQI, CCME-WQI, dan PCA. *Jurnal Sosial Teknologi*, 5(5), 1597-1618. <https://doi.org/10.59188/journalsostech.v5i5.32095>
- Pin, L. A., Pennink, B. J. W., Balsters, H., & Sianipar, C. P. M. (2021). Technological appropriateness of biomass production in rural settings: Addressing water hyacinths (*E. crassipes*) problem in Lake Tondano, Indonesia. *Technology in Society*, 66, 101658. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101658>
- Raghu, S. J., & Rodrigues, L. L. R. (2022). Solid waste management behavior among the student community: Integrating environmental knowledge and situational factors into the theories of planned behavior and value belief norm. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(10), 1842-1874. <https://doi.org/10.1080/09640568.2021.1949969>
- Sayow, F., Polii, B. J. V., & Sinolungan, M. T. M. (2024). Analysis of the heavy metal content of Hg, Pb and Cu in water, sediment and eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) plants in Lake

- Tondano. Jurnal Agroekoteknologi Terapan, 5(1), 156-167. <https://doi.org/10.35791/jat.v5i1.55423>
- Setyono, P., & Himawan, W. (2018). Analyses of bioindicators and physicochemical parameters of water of Lake Tondano, North Sulawesi Province, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(3), 867-874. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190315>
- Sompie, T. P. F., Tombokan, F. R., Mentang, S., Moningka, M. M. L., & Sudarno. (2025). Utilization of unmanned aerial vehicles (UAVs) for mapping the distribution of water hyacinth and evaluating water quality dynamics in Lake Tondano. *Global Journal of Engineering and Technology Advances*, 25(2), 185-189. <https://doi.org/10.30574/gjeta.2025.25.2.0313>
- Tobias, V. D., Conrad, J. L., Mahardja, B., & Khanna, S. (2019). Impacts of water hyacinth treatment on water quality in a tidal estuarine environment. *Biological Invasions*, 21, 3479-3490. <https://doi.org/10.1007/s10530-019-02061-2>
- Worang, M., Lawalata, H. J., Tengker, A., Roring, V., Posumah, D., & Rampengan, M. (2026). Identification of endophytic bacteria from water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) in Lake Tondano as potential agents for lead bioremediation. *Advances in Tropical Biodiversity and Environmental Sciences*, 10(1), 18-23. <https://doi.org/10.24843/ATBES.2026.v10.i01.p04>
- Wu, L., Zhu, Y., & Zhai, J. (2022). Understanding waste management behavior among university students in China: Environmental knowledge, personal norms, and the theory of planned behavior. *Frontiers in Psychology*, 12, 771723. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.771723>
- Yusuf, R., & Fajri, I. (2022). Differences in behavior, engagement and environmental knowledge on waste management for science and social students through the campus program. *Heliyon*, 8(2), e08912. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08912>