

Saiful Adhar

By Diah Ayu Satyari Utami

ANALISIS DAYA TAMPUNG BEBAN PENCERAMARAN FOSFOR DAN DAMPAK KERAMBA JARING APUNG DI DANAU LAUT TAWAR

ABSTRAK

Danau Laut Tawar memiliki luas permukaan 5.862 ha, garis pantai 49,75 km, kedalaman maksimum 84,23 m, dengan kedalaman rata-rata 25,19 m, dan daerah tangkapan air luas 18.877 ha. Danau ini bersifat multiguna sebagai sumber plasma nutfah, air baku air minum, perikanan, sumber air kegiatan pertanian, dan sumber pembangkit listrik tenaga air. Aktivitas antropogenik akibat pemanfaatan sumber daya daerah tangkapan air dan perairan mengakibatkan pemuatan fosfor ke perairan Danau Laut Tawar, Kabupaten Aceh Tengah. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kapasitas beban fosfor dan dampak kegiatan keramba jaring apung terhadap pencemaran fosfor di Danau Laut Tawar. Penentuan daya tampung beban pencemaran fosfor didasarkan pada Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009. Metode pengumpulan data berupa studi literatur, perhitungan, analisis laboratorium, analisis peta, survei, dan wawancara. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi fosfor di perairan Danau Laut Tawar sebesar $34,00 \text{ mg/m}^3$, beban fosfor dari daerah tangkapan air sebesar $5,19 \text{ mg/m}^3$, dan alokasi beban fosfor sebesar $0,74 \text{ mg/m}^3$. Baku mutu fosfor ditetapkan sebesar $40,00 \text{ mg/m}^3$, sehingga daya tampung beban pencemaran fosfor sebesar 7,15 ton/tahun atau 0,02 ton/hari. Keramba jaring apung seluas 4,46 ha menghasilkan limbah fosfor sebanyak 11,51 ton/tahun yang terlarut ke perairan danau. Nilai tersebut lebih tinggi dari daya tampung beban pencemaran fosfor, sehingga kegiatan keramba jaring apung berdampak negatif terhadap perairan Danau Laut Tawar.

KATA KUNCI: antropogenik, baku mutu, daerah tangkapan air, limbah, perairan

ABSTRACT

Analysis of Phosphor Pollution Load Capacity and Impact of Floating Net Cages in Lake Laut Tawar. Lake Laut Tawar is a surface area of 5862 Ha, a coastline of 49.75 km, a maximum depth of 84.23 m, and an average depth of 25.19 m, and a catchment area of 18877 Ha. The lake is multi-purpose as a source of germplasm, raw water for drinking water, fisheries activity, a water source for agricultural activities, and sources of hydroelectricity. Anthropogenic activities due to the utilization of resources in water catchment areas and waters have resulted in loading phosphor in Lake Laut Tawar. This study aims to calculate the phosphor loads capacity and the impact of floating net cage activities on phosphor pollution in Lake Laut Tawar. Determining the phosphor pollution load capacity was based on the Regulation of Minister of Environment Number 28 of 2009. The data collection methods are literature studies, calculations, laboratory analysis, map analysis, surveys, and interviews. The results showed a phosphor concentration in the Lake Laut Tawar waters was 34.00 mg m^{-3} , the phosphor load from the catchment area was 5.19 mg m^{-3} , and the phosphor load allocation was 0.74 mg m^{-3} . The quality standard for phosphorus is set at 40.00 mg m^{-3} , bringing the pollution load capacity of phosphorus to 7.15 tons year⁻¹ or 0.02 tons day⁻¹. Floating net cages were in an area of 4.46 Ha, which produced 11.51 tons year⁻¹ of phosphor

waste which dissolve¹ into lake waters. This value exceeds the phosphor pollution load capacity, so the floating net cage activities hurt the Lake Laut Tawar waters.

KEYWORDS: anthropogenic, quality standard, catchment area, waste, waters

1. PENDAHULUAN

Danau Laut Tawar bertipe tektonik (Lehmusluoto & Machbub, 1997) berada di Kabupaten Aceh Tengah dengan luas permukaan 5.862 ha (Adhar, 2020; Adhar et al., 2020) merupakan danau terluas di Provinsi Aceh (Muchlisin et al., 2018; Adhar et al., 2020). Secara geografis danau tersebut berada antara 4°38'34"-4°34'46" Lintang Utara dan 96°51'25"- 96°59'48" Bujur Timur (Adhar et al., 2021a) pada elevasi 1.230 m dpl (Adhar et al., 2020) dengan kedalaman rata-rata 25,19 m dan kedalaman maksimum 84,23 m (Husnah & Fahmi, 2015), serta memiliki garis pantai sepanjang 49,75 km (Adhar et al., 2021a). Danau Laut Tawar berperan sangat penting dalam kelangsungan ekonomi, estetika, ekologi, kesehatan masyarakat, dan energi.

Secara ekonomi danau tersebut berperan sebagai sumber pendapatan masyarakat nelayan melalui perikanan tangkap dan perikanan budidaya¹ (Marini & Hufiadi, 2015; Indra, 2015; Muchlisin et al., 2018; Adhar et al., 2021b). Kawasan Danau Laut Tawar juga menjadi destinasi wisata yang memberi keuntungan untuk masyarakat sekitar danau (Iriadi et al., 2015). Secara ekologi Danau Laut Tawar merupakan sumber plasma nutfah, di mana beberapa spesies ikan endemik yang tidak terdapat di belahan dunia lain, namun ditemukan²⁶ di Danau Laut Tawar, seperti seperti ikan depik (*Rasbora tawarensis*), ikan eyas (*Rasbora* sp), and ikan kawan (*Poropuntius Tawarensis*) (Muchlisin et al., 2010; Rahmandi et al., 2015; Muchlisin et al., 2018; Adhar, 2020). Air Danau Laut Tawar digunakan sebagai

sumber air bersih yang disalurkan oleh PDAM Tirta Tawar kepada masyarakat Kota Takengon (Zamzami, 2017; Muchlisin et al., 2018). Debit outlet danau tersebut yang mengalir ke Krueng Peusangan menjadi sumber energi penggerak turbin PLTA Peusangan (Adhar, 2020).

Danau Laut Tawar sebagai ekosistem yang dinamis menerima tekanan lingkungan yang berasal kegiatan antropogenik akibat dari pemanfaatan sumber daya di daerah tangkapan air dan perairan (Husnah & Fahmi, 2015; Rahmandi et al., 2015). Salah satu limbah kegiatan antropogenik yang menyebabkan pencemaran di ² **Danau Laut Tawar** adalah fosfor. **Daerah tangkapan air Danau Laut Tawar** seluas 18.877 ha (Adhar, 2020) menginput sejumlah fosfor ke perairan dari ¹ kegiatan pertanian (Ribeiro et al., 2014; Matysik et al., 2015; Crooks et al., 2021), pemukiman (Giri & Qiu, 2016; Tanaka et al., 2021), semak dan hutan (Camara et al., 2019), serta aktivitas pariwisata (Rahmani ¹⁷ et al., 2013; Iriadi et al., 2015; ²³ Sieńska et al., 2016). **Kegiatan keramba jaring apung (KJA) merupakan** sumber fosfor di Danau Laut Tawar (Adhar et al., 2021b).

Kelebihan fosfor menyebabkan pencemaran, terutama eutrofikasi di perairan danau (Gorman et al., 2014; Smith et al., 2016; Mamun & An, 2017), yang berarti ⁷ peningkatan status trofik danau (Schindler, 2012; Hollister et al., 2016). **Penelitian ini bertujuan untuk menghitung daya tampung beban fosfor dan dampak kegiatan KJA terhadap pencemaran fosfor di perairan Danau Laut Tawar.**

⁶ **BAHAN DAN METODE**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2022 di kawasan ²⁵ Danau Laut Tawar, Takengon, Aceh Tengah. ¹⁰ Data yang dikumpulkan terdiri dari data

primer dan sekunder. Metode pengumpulan data melalui studi literatur, perhitungan, analisis laboratorium, analisis peta, survey lapang dan wawancara.

3
Daya tampung beban pencemaran fosfor ditentukan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk.

Dampak KJA dianalisis berdasarkan nilai total jumlah limbah fosfor yang dihasilkan ($[P]_{KJA}$) dan nilai daya tampung beban fosfor perairan danau (La). Bila nilai $[P]_{KJA}$ lebih besar dari nilai La , maka kehadiran KJA dianggap memberikan dampak negatif. Hal ini didasarkan pada pertimbangan bahwa jumlah limbah fosfor KJA yang dihasilkan melebihi daya tampung danau.

Metode ini mengasumsikan fosfor dari KJA tidak semuanya larut ke perairan danau, sebagian fosfor mengendap ke dasar danau bersama sedimen. Proporsi fosfor KJA yang tertinggal ke dasar danau dianggap sama dengan proporsi fosfor perairan danau. Perhitungan limbah fosfor KJA dilakukan dengan persamaan :

$$[P]_{KJA} = [P]_w A_{KJA} S (1 - R) \dots\dots\dots(1)$$

Di mana $[P]_w$ adalah jumlah limbah fosfor KJA ($kg/m^2/siklus$), A_{KJA} adalah total luas areal KJA (m), dan S adalah jumlah siklus masa budidaya ikan di KJA (per tahun). Jumlah limbah fosfor KJA $[P]_w$ diperoleh berdasarkan persamaan :

$$P_w = P_f - P_i \dots\dots\dots(2)$$

Di mana P_f adalah jumlah fosfor dalam pakan (kg/m^2), dan P_i adalah jumlah fosfor dalam tubuh ikan yang dipanen (kg/m^2). Fosfor dalam tubuh ikan dihitung dengan persamaan :

$$P_i = I CP_i \dots\dots\dots(3)$$

Di mana I adalah jumlah ikan yang dipanen dalam satuan luas KJA (kg/m^2), dan CP_i adalah konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan (%). Jumlah fosfor dalam pakan (P_f) dihitung dengan persamaan :

$$P_f = F \cdot CP_f \dots\dots\dots(4)$$

Di mana F adalah jumlah pakan selama masa pemeliharaan dalam per satuan luas KJA (kg/m^2), dan CP_f adalah konsentrasi fosfor dalam pakan (%). Konsentrasi fosfor dalam pakan dan tubuh ikan berdasarkan hasil analisis laboratorium pada tiga lokasi dengan tiga kali sampling.

HASIL DAN BAHASAN

a. Daya Tampung Beban Pencemaran Fosfor

Permukaan Danau Laut Tawar mencapai luasan sebesar 5.862 ha (Adhar, 2020) dengan kedalaman rata-rata sedalam 25,19 m (Husnah & Fahmi, 2015). Berdasarkan perhitungan volume air Danau Laut Tawar pada studi ini diperoleh sebanyak 1.476,64 juta m^3 . Debit outlet dari data pengukuran pada periode Oktober 2016 – September 2017 berkisar antara 10,00 – 16,38 m^3/detik dengan rata-rata sebesar 12,04 m^3/detik (Adhar, 2020). Konversi nilai tersebut diperoleh debit air danau sebesar 379,69 juta m^3/tahun . Laju pergantian air (ρ , tahun) danau diperoleh sebesar 3,89 tahun. Nilai ini menunjukkan waktu yang dibutuhkan untuk mengganti volume air ¹⁵ Danau Laut Tawar (Tabel 1).

Tabel 1 Morfologi dan hidrologi Danau Laut Tawar

Table 1 Morphology and hydrology of Lake Laut Tawar

Parameter <i>Parameters</i>	Satuan <i>Units</i>	Nilai <i>Values</i>	Sumber <i>Sources</i>
Luas danau <i>Lake Area</i>	ha	5.862	Adhar (2020)
Kedalaman rata-rata <i>Average Depth</i>	m	25,19	Husnah & Fahmi (2015)

Volume air danau <i>Lake Water Volume</i>	juta m ³ <i>million cubic</i>	1.476,64	Perhitungan <i>Calculation</i>
Debit air outlet <i>Outlet water discharge</i>	juta m ³ /tahun <i>million cubic/year</i>	379,69	Adhar (2020)
Laju pergantian air danau (ρ) <i>Water retention time (ρ)</i>	per tahun <i>per year</i>	3,89	Perhitungan <i>Calculation</i>

Fosfor yang masuk ke perairan danau diasumsikan sebagiannya tertinggal dalam sedimen di dasar danau (KLH, 2009). Fosfor yang tertinggal di sedimen (R) diperoleh sebesar 0,40 yang menunjukkan proporsi fosfor yang mengendap ke dasar danau dari total fosfor yang masuk ke danau. Alokasi beban fosfor di perairan danau diperoleh dengan mengalkulasi selisih baku mutu fosfor dengan konsentrasi fosfor perairan danau dan alokasi beban fosfor dari daerah tangkapan air (KLH, 2009).

⁵ Baku mutu air danau sebagai acuan perhitungan daya tampung beban pencemaran fosfor didasarkan pada peruntukan danau. Danau Laut Tawar bersifat multiguna sebagai air baku minum (Zamzami, 2017; Muchlisin et al., 2018), perikanan ¹ (Marini & Hufiadi, 2015; Indra, 2015; Muchlisin et al., 2018; Adhar et al., 2021b), sumber air kegiatan pertanian dan sebagai sumber daya tenaga listrik (Adhar, 2020).

Total fosfat sebagai P untuk baku mutu air Kelas I adalah 200 mg/m³ (Sekretariat Negara Republik Indonesia, 2001). Nilai tersebut tidak sesuai sebagai acuan baku mutu fosfor ³ dalam perhitungan daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Laut Tawar, karena melampaui batas eutrofik (<100 mg/m³) (KLH, 2009). Jika ditetapkan batas status trofik Danau Laut Tawar pada tingkat mesotrofik dengan konsentrasi fosfor total <30 mg/m³ (KLH, 2009) juga tidak tepat, karena hasil pengukuran terakhir adalah 34 mg/m³ (Adhar, 2020), yang berarti telah melampaui nilai tersebut.

Berdasarkan kondisi tersebut maka ditentukan nilai baku mutu fosfor ⁵ untuk perhitungan daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Laut Tawar yang berada di bawah 100 mg m^{-3} . Penentuan nilai tersebut untuk mengantisipasi agar perairan Danau Laut Tawar tidak mencapai tingkat eutrofik berat. Baku mutu fosfor untuk Danau Laut Tawar ditentukan pada nilai sebesar $40,00 \text{ mg/m}^3$. Nilai tersebut merupakan ambang batas konsentrasi fosfor yang diperbolehkan untuk perairan Danau Laut Tawar.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa alokasi beban fosfor dari daerah tangkapan air Danau Laut Tawar adalah sebesar $7,76 \text{ ton/tahun}$ atau $776 \times 10^7 \text{ mg/tahun}$ (Adhar, 2020). Konsentrasi input fosfor dari daerah tangkapan air adalah sebesar $5,26 \text{ mg/m}^3$, yang diperoleh dari pembagian fosfor daerah tangkapan air dengan volume air danau. Perhitungan alokasi beban fosfor di perairan Danau Laut Tawar diperoleh sebesar $0,74 \text{ mg/m}^3$. Tabel 2 memperlihatkan nilai parameter ¹⁴ daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Laut Tawar.

Tabel 2 Parameter daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Laut Tawar ²⁴
Table 2 Parameters of the phosphorus pollution load capacity of Lake Laut Tawar

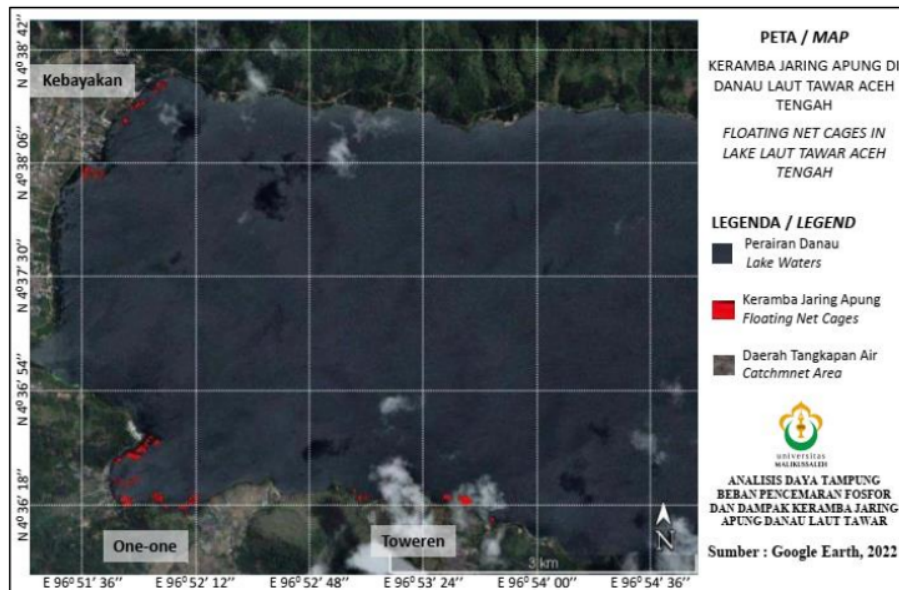
Parameter <i>Parameters</i>	Satuan <i>Units</i>	Nilai <i>Values</i>
Baku mutu fosfor ($[P]_{STD}$) Danau Laut Tawar <i>Phosphorus quality standards ($[P]_{STD}$) Lake Laut Tawar</i>	mg/m^3	40,00
Beban fosfor dari daerah tangkapan air ($[P]_{DTA}$) <i>Phosphorus load from catchment areas ($[P]_{DTA}$)</i>	mg/m^3	5,19
Konsentrasi fosfor perairan danau ($[P]_i$) <i>Phosphorus concentration of lake waters ($[P]_i$)</i>	mg/m^3	34,00
Alokasi beban fosfor di perairan ($[P]_d$) <i>Allocation of phosphorus load in waters ($[P]_d$)</i>	mg/m^3	0,74
Proporsi fosfor yang tertinggal di sedimen (R) <i>Proportion of phosphorus remaining in sediment (R)</i>	-	0,40

²¹ Data pada Tabel 1 dan 2 digunakan untuk menghitung daya tampung beban pencemaran fosfor. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa Danau Laut Tawar

memiliki daya tampung beban pencemaran fosfor sebesar 7,15 ton/tahun atau sekitar 0,02 ton/hari.

b. Fosfor Keramba Jaring Apung

Analisis peta menunjukkan luas KJA di Danau Laut Tawar ditemui sebesar 4,46 ha (Gambar 1).

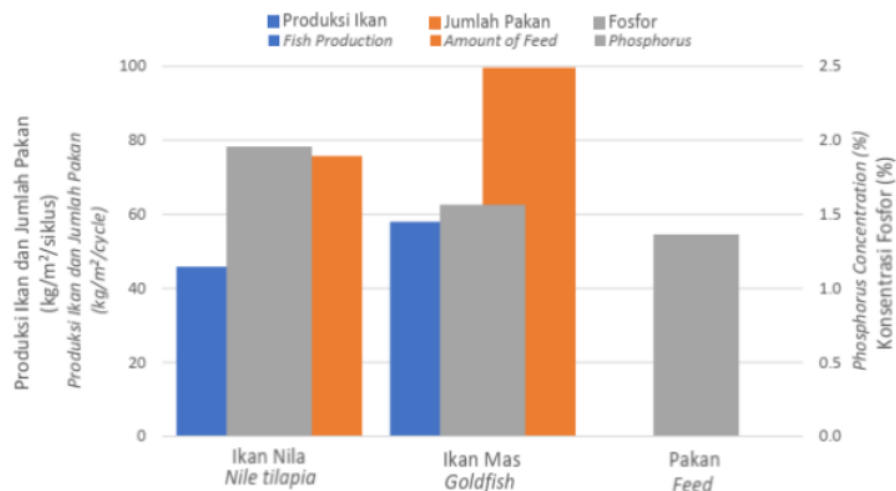


Gambar 1 Peta Keramba Jaring Apung di Danau Laut Tawar
Figure 1 Map of Floating Net Cages in Lake Laut Tawar

Gambar 1 menunjukkan bahwa KJA di Danau Laut Tawar tersebar pada tiga lokasi, yaitu di perairan Kebayakan, One-one, dan Toweren. Areal KJA terluas ditemui di perairan One-one, yaitu sebesar 2,37 ha atau 53,07% dari total luas KJA di Danau Laut Tawar. Areal KJA di Danau Laut Tawar mengalami peningkatan, pada tahun 2017 ditemui sebanyak 78 unit dengan total luas 2,79 ha (Adhar, 2020) menjadi 110 unit dengan total luas 4,46 ha pada tahun 2022. Rata-rata peningkatan areal KJA di Danau Laut Tawar antara tahun 2017 - 2022 adalah 0,33 ha/tahun.

Hasil observasi menunjukkan bahwa setiap unit KJA di Danau Laut Tawar terdiri dari sejumlah petakan dan 1 (satu) rumah jaga. Luas areal per unit KJA di Danau Laut Tawar bervariasi mengikuti jumlah petakan yang digunakan. Ukuran petakan beragam mulai dari ukuran 3 m × 4 m sampai ukuran 4 m × 7 m dengan kedalaman jaring mencapai 5 (lima) m. Ukuran petakan tersebut tidak berbeda dengan hasil observasi tahun 2017 (Adhar, 2020), di mana rata-rata luas petakan adalah 20,20 m².

Jenis ikan yang dibudidayakan di KJA ² Danau Laut Tawar terdiri dari 2 (dua) jenis ikan, yaitu ¹³ ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Ikan nila merupakan jenis yang dominan ditemui di areal KJA Danau Laut Tawar, di mana mencapai 90% dari total luas areal KJA ²² di Danau Laut Tawar. Hal ini disebabkan oleh menurunnya permintaan pasar dan waktu pemeliharaan ikan mas yang lebih lama dibandingkan dengan ikan nila (Adhar et al., 2021b). Siklus pemeliharaan ikan nila dalam 1 (satu) tahun mencapai 3 kali, sedangkan ikan mas hanya 2 (dua) siklus pemeliharaan per tahun. Produksi ikan, jumlah pakan, dan konsentrasi fosfor pada ikan dan pakan di KJA ² Danau Laut Tawar ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Produksi Ikan, Jumlah Pakan, Konsentrasi P ikan dan Pakan di Keramba Jaring Apung Danau Laut Tawar
Figure 2 Fish Production, Number of Feed, P Concentration of Fish and Feed in Floating Net Cage of Lake Laut Tawar

Gambar 2 menunjukkan hasil observasi rata-rata produksi ikan dan jumlah pakan yang digunakan selama 1 siklus masa pemeliharaan, serta rata-rata hasil analisis laboratorium terhadap konsentrasi fosfor pada ikan dan pakan. Produksi ikan nila berkisar antara 30 – 75 kg/m²/siklus dengan rata-rata $45,77 \pm 11,17$ kg/m²/siklus. Pakan yang digunakan pada pemeliharaan ikan nila berkisar antara 48 – 113 kg/m²/siklus dengan rata-rata sebesar $75,13 \pm 17,57$ kg/m²/siklus. Ikan mas menghasilkan panen antara 36 – 99 kg/m²/siklus, dengan rata-rata $58,77 \pm 15,75$ kg/m²/siklus. Pakan yang digunakan pada budidaya ikan mas berkisar antara 56 – 165 kg/m²/siklus, dengan rata-rata $100,93 \pm 28,83$ kg/m²/siklus.

Berdasarkan jumlah pakan yang digunakan dan hasil produksi ikan di KJA Danau Laut Tawar, diperoleh rata-rata rasio konversi pakan (RKP) untuk ikan nila sebesar 1,65 dan ikan mas sebesar 1,72. Nilai RKP tersebut ¹⁹ menunjukkan jumlah pakan yang dikonsumsi menjadi biomassa tubuh ikan (Iskandar & Elrifadah, 2015), sehingga menggambarkan bahwa pertumbuhan ikan sebesar 1 kg membutuhkan

pakan sebanyak 1,65 kg untuk ikan nila dan 1,72 kg untuk ikan mas di KJA Danau Laut Tawar. Hal tersebut menunjukkan jumlah pakan yang terbuang ke lingkungan perairan sebesar 39,44% pada KJA ikan nila dan 41,79% pada KJA ikan mas. Jumlah pakan yang terbuang ini merupakan salah satu sumber limbah fosfor di perairan Danau Laut Tawar (Adhar et al., 2021b), selain dari sumber lainnya.

Konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan nila berkisar antara 1,71 – 2,20%, dengan rata-rata $1,96 \pm 0,11\%$. Ikan mas di KJA Danau Laut Tawar mengandung fosfor antara 1,15 – 2,06%, dengan rata-rata $1,56 \pm 0,27\%$. Konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan nila lebih tinggi daripada ikan mas. Analisis komparasi data konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan menunjukkan tidak ada pengaruh lokasi budidaya dan waktu sampling. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan relatif sama pada semua lokasi budidaya di Danau Laut Tawar. Umur ikan juga tidak memengaruhi konsentrasi fosfor dalam tubuh ikan, di mana peningkatan fosfor mengikuti pertumbuhan ikan.

Pakan yang digunakan di KJA Danau Laut Tawar ditemui sebanyak 7 (tujuh) jenis pakan dengan merek yang berbeda. Konsentrasi fosfor dalam pakan tersebut bervariasi antara 1,00 – 1,85%. Diasumsikan para pembudidaya menggunakan jenis pakan yang seragam menurut umur ikan, sehingga rata-rata konsentrasi fosfor dalam pakan KJA Danau Laut Tawar adalah 1,37% dari jumlah pakan.

Jumlah fosfor yang terbuang ke lingkungan perairan dari aktivitas KJA $[P]_w$ dihitung dengan menggunakan Persamaan 2, dan total fosfor dari areal KJA dengan luas tertentu yang masuk ke perairan ($[P]_{KJA}$) dihitung dengan Persamaan 1. Hasil perhitungan jumlah limbah fosfor pada masing-masing pemeliharaan ikan budidaya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 **Limbah fosfor keramba jaring apung di Danau Laut Tawar**
Table 3 Phosphor waste in floating net cages of Lake Laut Tawar

No <i>No</i>	Keramba Jaring Apung <i>Floating net cages</i>	Nilai <i>Value</i>	Satuan <i>Units</i>
1	Ikan Nila <i>Nile tilapia</i>	0,13	kg/m ² /siklus <i>kg/m²/cycle</i>
2	Ikan Mas <i>Goldfish</i>	0,46	kg/m ² /siklus <i>kg/m²/cycle</i>
3	Ikan Nila <i>Nile tilapia</i>	0,38	kg/m ² /tahun <i>kg/m²/year</i>
4	Ikan Mas <i>Goldfish</i>	0,91	kg/m ² /tahun <i>kg/m²/year</i>
5	Ikan Nila <i>Nile tilapia</i>	15,17	ton/tahun <i>ton/year</i>
6	Ikan Mas <i>Goldfish</i>	4,08	ton/tahun <i>ton/year</i>

Tabel 3 menampilkan jumlah fosfor yang dihasil dari aktivitas KJA di Danau Laut Tawar. KJA ikan mas menghasilkan limbah fosfor lebih besar dari KJA ikan nila pada luasan yang sama dalam satu siklus pemeliharaan. Hal ini disebabkan oleh waktu pemeliharaan ikan mas lebih lama, sehingga menghabiskan pakan yang lebih banyak daripada pemeliharaan ikan nila. KJA ikan mas menghasilkan limbah fosfor sebanyak 0,46 kg/m²/siklus, sedang KJA ikan nila menghasilkan limbah fosfor sebanyak 0,13 kg/m²/siklus. Berdasarkan waktu siklus pemeliharaan selama setahun, maka diperoleh limbah fosfor sebesar 0,38 kg/m²/tahun dari KJA ikan nila dan 0,91 kg/m²/tahun dari KJA ikan mas.

Luas areal KJA ikan nila seluas 90% dan KJA ikan mas seluas 10% dari total areal KJA di Danau Laut Tawar. Berdasarkan luasan areal tersebut diperoleh total limbah fosfor dari KJA ikan nila sebesar 15,17 ton/tahun dan dari KJA ikan mas sebesar 4,08 ton/tahun. Total limbah fosfor dari aktivitas KJA di Danau Laut Tawar adalah 19,25 ton/tahun.

Total limbah fosfor yang dihasilkan dari aktivitas KJA tersebut tidak semua larut ke perairan, sebagiannya akan mengendap bersama sedimen di dasar danau.

Penelitian ini menggunakan nilai proporsi fosfor yang tertinggal di sedimen (R) dengan hasil perhitungan sebesar 0,4 (Tabel 2). Jumlah fosfor yang mengendap ke dasar danau dalam sedimen dari total fosfor pada aktivitas KJA Danau Laut Tawar adalah 7,74 ton/tahun. Fosfor yang larut di perairan ² Danau Laut Tawar adalah sebesar 11,51 ton/tahun. Nilai ini lebih besar dari daya tampung beban pencemaran fosfor Danau Laut Tawar, yaitu 7,15 ton/tahun. Hal ini menunjukkan keberadaan aktivitas KJA berdampak negatif terhadap beban pencemaran fosfor di perairan Danau Laut Tawar. Walaupun demikian, ¹⁸ nilai tersebut masih jauh lebih kecil jika ¹² dibandingkan dengan beban fosfor yang berasal dari kegiatan budidaya di Waduk Cirata yaitu sebesar 1206 ton/tahun (Warsa et al., 2018). Kelebihan fosfor di perairan Danau Laut Tawar berdampak pada peningkatan pertumbuhan fitoplakton (Adhar et al., 2023), sehingga meningkatkan status trofik danau (Schindler, 2012; Hollister et al., 2016), yang menunjukkan terjadinya eutrofikasi di perairan danau (Gorman et al., 2014; Smith et al., 2016; Mamun & An, 2017). Fenomena tersebut telah muncul di Danau Laut Tawar, di mana tingkat trofik mesotrofik telah mengarah pada eutrofik (Adhar, 2020).

KESIMPULAN

Danau Laut Tawar memiliki daya tampung beban pencemaran fosfor sebesar 7,15 ton/tahun atau sekitar 0,02 ton/hari, dengan baku mutu fosfor sebesar 40 mg/m³. Jumlah fosfor dari ⁴ kegiatan keramba jaring apung yang larut di perairan Danau Laut Tawar adalah sebesar 11.51 ton per tahun. Keberadaan ⁴ keramba jaring apung di perairan Danau Laut Tawar seluas 4,46 ha diperkirakan berdampak negatif terhadap kualitas perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih yang setinggi-tingginya disampaikan kepada LPPM Universitas Malikussaleh yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini.

Saiful Adhar

ORIGINALITY REPORT

13%

SIMILARITY INDEX

PRIMARY SOURCES

1	www.bioflux.com.ro Internet	80 words — 2%
2	danauluttawar.blogspot.com Internet	42 words — 1%
3	repository.ub.ac.id Internet	40 words — 1%
4	S Adhar, Lukman, M Khalil, E Ayuzar, Erlangga, R Rusydi, Mainisa, Muliani. "Influence of Rainfall and Spatial Temporal Distribution Analysis of Total Suspended Solid in Laut Tawar Lake", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2022 Crossref	32 words — 1%
5	text-id.123dok.com Internet	26 words — 1%
6	media.neliti.com Internet	25 words — 1%
7	repository.its.ac.id Internet	16 words — < 1%
8	bp3upalembang.kkp.go.id Internet	14 words — < 1%

9	Ramirez, T.. "Seasonal dynamics of inorganic nutrients and phytoplankton biomass in the NW Alboran Sea", Estuarine, Coastal and Shelf Science, 200512 Crossref	13 words — < 1%
10	jurnal.balitbang.sumutprov.go.id Internet	13 words — < 1%
11	ejournal.brin.go.id Internet	12 words — < 1%
12	garuda.ristekbrin.go.id Internet	11 words — < 1%
13	jtam.ulm.ac.id Internet	11 words — < 1%
14	konservasidanautondano.wordpress.com Internet	11 words — < 1%
15	adoc.pub Internet	10 words — < 1%
16	www.scribd.com Internet	10 words — < 1%
17	agrosainstek.ubb.ac.id Internet	9 words — < 1%
18	jurnalsyntaxadmiration.com Internet	9 words — < 1%
19	www.researchgate.net Internet	9 words — < 1%
20	Siti Amira, Tri E.B Soesilo, Setyo S Moersidik. "BOD and DO Models of Krukut River, Jakarta", IOP	8 words — < 1%

21 jrpb.unram.ac.id 8 words — < 1%
Internet

22 www.slideshare.net 8 words — < 1%
Internet

23 123dok.com 6 words — < 1%
Internet

24 Agatha Sih Piranti, Diana RUS Rahayu, Gentur Waluyo. "Phosphorus Loading from Fish Farming Activities to Wadaslintang Reservoir Waters", E3S Web of Conferences, 2018 6 words — < 1%
Crossref

25 Annisa Apsari Anindita, Indayana Febriani Tanjung, Siti Maysarah. "Pengembangan Modul Pembelajaran Biologi Berbasis Potensi Lokal Danau Laut Tawar Takengon Ikan Depik (*Rasbora Tawarensis*) pada Materi Vertebrata", EduInovasi: Journal of Basic Educational Studies, 2023 6 words — < 1%
Crossref

26 Khairul Amri, Ali Suman, Chairulwan Umar. "STATUS KAWASAN KONSERVASI PERIKANAN PERAIRAN UMUM DARATAN DI BEBERAPA LOKASI PULAU SUMATERA", BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap, 2017 6 words — < 1%
Crossref