

# Analisis kelebihan nitrogen pada pemberian pakan di Keramba Jaring Apung Danau Laut Tawar Aceh Tengah

## [Analysis of excess nitrogen in feeding in the Floating Net Cage in Laut Tawar Lake, Central Aceh]

Mainisa<sup>1\*</sup>(iD), Saiful Adhar<sup>2</sup>(iD), Muliani<sup>3</sup>(iD)

<sup>1</sup>Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Jl. Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Indonesia

**ABSTRACT** | Floating net cage activities produce waste in the form of uneaten feed and metabolic waste that contain nitrogen and phosphorus, which can promote excessive growth of phytoplankton, leading to eutrophication. This research analyzes the excess nitrogen in feed provision in the floating net cage at Laut Tawar Lake. The difference in the amount of N in the feed and the amount of N in the fish represents the amount of N as the excess N in floating net cage activities. Feed samples of 7 different types and fish samples were randomly taken from 3 floating net cage locations, namely One-one, Toweren, and Kebayakan. Based on the results, the average N concentration in the feed used was 6.79% for tilapia and 6.71% for carp. The average N concentration in the tilapia is  $7.71 \pm 0.61\%$  and in the carp samples is  $6.42 \pm 1.67\%$ . The tilapia farming contributed N to the waters at a rate of  $0.85 \text{ kg/m}^2$  over a 4-month, while the carp floating net cage contributed N at a rate of  $0.72 \text{ kg/m}^2$  over a 5-month. The results indicate that floating net cage activities in Laut Tawar Lake produce N waste to the lake waters amounting to  $0.36 \text{ kg/m}^2/\text{month}$  or  $11.94 \text{ grams/m}^2/\text{day}$ .

**Key words** | Nitrogen, feed, floating net cage, Laut Tawar Lake

**ABSTRAK** | Aktivitas KJA menghasilkan limbah berupa sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan sisa hasil metabolisme ikan yang mengandung nitrogen (N) dan fosfor (P), yang dapat mendorong tumbuhnya fitoplankton secara berlebihan sehingga menimbulkan eutrofikasi di perairan danau. Penelitian ini menganalisa kelebihan nitrogen pada pemberian pakan di KJA Danau Laut Tawar. Selisih jumlah N dalam pakan dan jumlah N dalam tubuh ikan di sistem KJA merupakan jumlah N sebagai kelebihan N pada aktivitas KJA. Sampel pakan sebanyak 7 jenis pakan dan sampel ikan diambil secara acak pada 3 lokasi KJA yaitu One-one, Toweren, dan Kebayakan. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh rata-rata konsentrasi N dalam pakan sebesar 6.79% untuk ikan nila dan 6.71% untuk ikan mas. Hasil analisa laboratorium terhadap konsentrasi N dalam tubuh sampel ikan nila berkisar antara 5.82-8.32% dengan rata-rata  $7.71 \pm 0.61\%$ . Sampel ikan mas mengandung N dengan konsentrasi yang berkisar antara 4.13-8.38% dengan rata-rata sebesar  $6.42 \pm 1.67\%$ . KJA ikan nila berkontribusi menyumbang N ke perairan danau sebesar  $0.85 \text{ kg/m}^2$  selama 4 bulan masa pemeliharaan dan KJA ikan mas menyumbang N sebesar  $0.72 \text{ kg/m}^2$  selama 5 bulan masa pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas KJA di Danau Laut Tawar memproduksi limbah N ke perairan danau sebanyak  $0.36 \text{ kg/m}^2/\text{bulan}$  atau  $11.94 \text{ gram/m}^2/\text{hari}$ .

**Kata kunci** | Nitrogen, pakan, keramba jaring apung, Danau Laut Tawar

Received | 24 April 2025, Accepted | 23 Mei 2025, Published | 27 Mei 2025

**\*Corresponding author** Mainisa, Program Studi Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh, Jl. Cot Tengku Nie, Reuleut, Muara Batu, Aceh Utara, Indonesia. **Alamat Email:** [mainisa@unimal.ac.id](mailto:mainisa@unimal.ac.id)

**Citation** Mainisa, M., Adhar, S., Muliani, M. (2025). Analisis kelebihan nitrogen pada pemberian pakan di Keramba Jaring Apung Danau Laut Tawar Aceh Tengah. *Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan*, 7(1), 33-38.

p-ISSN (Media Cetak): 2657-0254

e-ISSN (Media Online): 2797-3530



© 2025 Oleh authors. [Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan](http://Arwana: Jurnal Ilmiah Program Studi Perairan). Artikel ini bersifat open access yang didistribusikan di bawah syarat dan ketentuan [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

## PENDAHULUAN

Proses pengayaan nutrisi yang melampaui batas di ekosistem air dinyatakan sebagai eutrofikasi, dimana mendorong penuaan alami danau. Eutrofikasi telah menjadi isu utama sebagai salah satu penyebab kerusakan lingkungan perairan selama beberapa dekade ini. Eutrofikasi merupakan salah satu penyebab utama degradasi ekosistem danau (Sadick, 2016; Vinçon-Leite & Casenave, 2019) yang berkonsekuensi pada penurunan daya dukung dan fungsi danau (Alexander et al., 2017). Eutrofikasi menyebabkan ketidakseimbangan antara komponen biologis, penurunan keanekaragaman dan instabilitas ekosistem (Xu et al., 2014). Hal tersebut akan menimbulkan efek serius pada kondisi sosial petani tambak yang bergantung pada hasil biota perairan dan aktivitas pariwisata akuatik

(Tasnim et al., 2021). Salah satu faktor antropogenik yang memperparah eutrofikasi di perairan danau adalah aktivitas budidaya ikan, khususnya keramba jaring apung (KJA).

Aktivitas keramba jaring apung (KJA) merupakan salah satu sumber nutrisi N dan P di perairan danau. Area KJA di Danau Laut Tawar mengalami peningkatan, pada tahun 2017 ditemui sebanyak 78 unit dengan total luas 2,79 ha, menjadi 110 unit dengan total luas 4,46 ha pada tahun 2022. Rata-rata peningkatan area KJA di Danau Laut Tawar antara tahun 2017- 2022 adalah 0,33 ha/tahun (Adhar et al., 2023).

Penurunan kualitas perairan oleh aktivitas keramba jaring apung disebabkan oleh beban limbah sisa kegiatan KJA (Yalcuk et al., 2014;

Astuti *et al.*, 2018). Limbah aktivitas KJA apung berupa sisa pakan yang tidak dikonsumsi dan sisa hasil metabolisme ikan (Amirkolaie, 2011; Wang *et al.*, 2012) berupa feses dan urin. Ikan membuang nitrogen melalui ekskresi berupa ammonia, urea dan senyawa nitrogen lainnya. Sisa pakan yang tidak terserap mengandung nitrogen (N) dan fosfor (P) merupakan faktor utama polusi budidaya perairan (Moraes & Carmo, 2015). begitu juga dengan feses dan urin merupakan sumber N dan P dari keramba jaring apung (Astuti *et al.*, 2018). Limbah organik dari ikan mati atas sisa metabolisme lainnya juga berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi nitrogen di perairan.

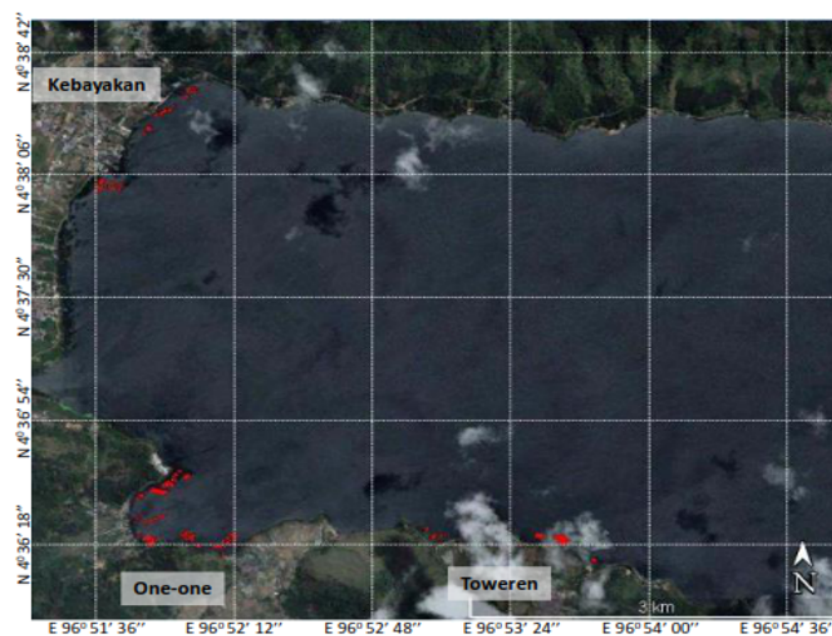
Analisa jumlah limbah fosfor pada aktivitas KJA di Danau Laut Tawar telah dilakukan, yaitu sebesar 0,09 Kg/m<sup>2</sup> KJA pada budidaya ikan nila (Adhar *et al.*, 2021), sedangkan kelebihan nitrogen belum diteliti. Maka perlu diketahui berapa jumlah beban N yang dilepaskan ke perairan dari aktivitas KJA di Danau Laut Tawar. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kelebihan nitrogen yang dilepaskan ke

perairan pada pemberian pakan di keramba jaring apung Danau Laut Tawar, yang penting untuk memahami dampak jangka panjang terhadap kualitas perairan dan ekosistem.

## BAHAN DAN METODE

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Danau Laut Tawar, Aceh Tengah pada bulan Agustus 2024. Lokasi sampling KJA berada di tiga lokasi yaitu One-one, Kebayakan dan Toweren. Areal KJA diperoleh dari hasil wawancara dan analisis citra satelit Google Earth. Survey lapangan dilakukan untuk menentukan lokasi sampling dan luas petakan KJA. Nilai konsentrasi N dalam pakan dan tubuh ikan diperoleh dari hasil analisis laboratorium Akuakultur Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

### Rancangan Percobaan

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Metode pengumpulan data yaitu dengan melakukan studi literature, wawancara, survey lapang, dan analisis laboratorium. Data hasil panen ikan dan pakan yang diberikan diperoleh melalui wawancara langsung dengan pembudidaya/pemilik KJA. Sampling ikan dilakukan pada tiga petakan KJA di tiap lokasi, dengan tiga kali pengulangan dan frekuensi seminggu sekali. Sampel ikan diambil dari KJA menurut umur pemeliharaan sebanyak 4 (empat) sampel dari masing-masing jenis ikan yang dibudidayakan. Demikian juga dengan sampel pakan diambil beberapa jenis pakan yang digunakan pembudidaya untuk dianalisis konsentrasi N.

### Cara Pelaksanaan dan Parameter Penelitian

Perhitungan jumlah beban N yang terbuang ke perairan dilakukan berdasarkan hukum kekal massa. Jumlah N yang menjadi limbah adalah selisih N dalam pakan dan N dalam tubuh ikan. Diasumsikan selama pemeliharaan nutrisi ikan hanya bersumber dari pakan yang

diberikan. Sejumlah N yang tidak teretensi di dalam tubuh ikan merupakan kelebihan N sisa kegiatan budidaya keramba jaring apung. Secara matematis dapat dinyatakan dengan persamaan (KNLH, 2009):  $Nw$  (jumlah kelebihan N sisa kegiatan KJA ( $\text{kg m}^{-3}$ )) =  $Np$  (jumlah N dalam pakan keramba jaring apung ( $\text{kg/m}^3$ )) –  $Ni$  (jumlah N dalam tubuh ikan budidaya ( $\text{kg/m}^3$ ) pada waktu panen)

Jumlah N dalam pakan ( $Np$ ) diketahui berdasarkan jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan dan konsentrasi N dalam pakan. Secara matematis dinyatakan dengan persamaan (KNLH, 2009):  $Np$  (jumlah N dalam pakan keramba jaring apung ( $\text{kg/m}^3$ )) =  $F$  (jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan ( $\text{kg/m}^3$ ))  $\times$   $[N]p$  (konsentrasi N dalam pakan (%)).

Jumlah N dalam tubuh ikan yang ter-retensi selama pemeliharaan diketahui berdasarkan jumlah peningkatan bobot ikan selama pemeliharaan dan konsentrasi P dalam tubuh ikan. Persamaan matematis pernyataan tersebut adalah (KNLH, 2009):  $Ni$  (jumlah N dalam tubuh ikan ( $\text{kg/m}^3$ )) =  $I$  (peningkatan bobot ikan selama pemeliharaan ( $\text{kg/m}^3$ ))  $\times$   $[N]i$  (konsentrasi N dalam tubuh ikan (%)).

Peningkatan bobot ikan selama masa pemeliharaan diperoleh dari selisih antara bobot ikan di akhir masa pemeliharaan dan bobot benih ikan yang ditebar di awal pemeliharaan. Secara matematis dirumuskan dengan persamaan (KNLH, 2009):  $I$  (peningkatan bobot ikan selama pemeliharaan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )) =  $It$  (bobot ikan di akhir masa pemeliharaan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )) –  $Io$  (bobot ikan di awal masa pemeliharaan ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ))

Untuk memperoleh data bobot benih, bobot ikan waktu panen, jumlah pakan, dan waktu pemeliharaan dilakukan survey di lokasi penelitian dan wawancara dengan para pembudidaya, sehingga diperoleh data rata-rata menurut luas petakan keramba jaring apung. Data hasil survey dan wawancara tersebut ditabulasi dan dihitung nilai rata-rata. Nilai rata-rata tersebut diasumsikan sebagai data kegiatan keramba jaring apung di perairan Danau Laut Tawar yang akan digunakan dalam perhitungan.

Nilai konsentrasi N dalam pakan dan tubuh ikan diperoleh dari hasil analisis laboratorium. Sampel ikan diambil dari keramba jaring apung menurut umur pemeliharaan sebanyak 4 (empat) sampel dari masing-

masing jenis ikan yang dibudidaya. Demikian juga dengan sampel pakan diambil beberapa jenis pakan yang digunakan pembudidaya untuk dianalisis konsentrasi N.

#### Analisis Data

Data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Data yang diperoleh dianalisis dengan uji ANOVA, uji Mann-Whitney, dan uji Independent Sampel T. Analisis komparatif menggunakan uji Kruskal-Wallis dan Post Hoc Test Tukey.

## HASIL

### Observasi Keramba Jaring Apung

Sebanyak 24 petakan keramba jaring apung dijadikan objek observasi yang terdiri dari petakan keramba jaring apung ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mas (*Cyprinus carpio*). Total luas areal observasi mencapai 332.75 m<sup>2</sup> untuk keramba jaring apung ikan nila dan 181 m<sup>2</sup> untuk keramba jaring apung ikan mas (Tabel 1).

**Tabel 1.** Jumlah petakan keramba jaring apung menurut lokasi dan jenis ikan budidaya

	Toweren	One-one	Kebanyakan	Jumlah
Nila	4	7	5	15
Mas	3	5	-	9
Jumlah	7	12	5	24

**Tabel 2.** Luas rata-rata Petakan Keramba Jaring Apung

Lokasi	Jenis Ikan	Luas Petakan KJA (m <sup>2</sup> )
Toweren	Ikan Nila	14.50 ± 2.17
	Ikan Mas	12.00 ± 0.00
One-one	Ikan Nila	24.89 ± 2.68
	Ikan Mas	26.00 ± 0.00
Kebanyakan	Ikan Nila	20.00 ± 2.16
	Ikan Mas	-

Rata-rata luas petakan KJA di Toweren adalah sebesar 13.07 ± 1.83 m<sup>2</sup> dimana rata-rata luas keramba jaring apung ikan nila sebesar 14.50 ± 2.17 m<sup>2</sup> yang berkisar antara 12.00 – 15.75 m<sup>2</sup> dan rata-rata luas KJA ikan mas adalah 12.00 ± 0.00 m<sup>2</sup>. Luas KJA ikan nila di One-one berkisar antara 20.00 – 29.25 m<sup>2</sup> dengan rata-rata 24.89 ± 2.68 m<sup>2</sup>, sedangkan petakan KJA ikan mas memiliki rata-rata luas 26.00 ± 0.00 m<sup>2</sup>, sehingga rata-rata luas petakan KJA di One-one diperoleh sebesar 25.60 ± 2.16 m<sup>2</sup>. Luas petakan KJA ikan nila di Kebanyakan berkisar antara 20.00 – 25.00 m<sup>2</sup> dengan rata-rata sebesar 23.00 ± 2.74 m<sup>2</sup>, sedangkan petakan ikan mas tidak ditemui di Kebanyakan (Tabel 2).

Analisis komparatif berdasarkan lokasi dengan uji Kruskal-Wallis dan Post Hoc Test Tukey menunjukkan rata-rata luas petakan KJA di Toweren berbeda dengan rata-rata luas petakan KJA di One-one dan Kebanyakan, sedangkan rata-rata luas petakan KJA antara One-one dan Kebanyakan tidak berbeda. Analisis komparatif berdasarkan jenis ikan budidaya dengan Uji Mann-Whitney menunjukkan bahwa rata-rata luas petakan KJA tidak berbeda menurut jenis ikan budidaya. Penggunaan uji komparatif Uji Two Way ANOVA berdasarkan faktor lokasi dan jenis ikan budidaya menunjukkan rata-rata luas petakan KJA berbeda antar lokasi, dan tidak berbeda menurut jenis ikan, sedangkan interaksi faktor lokasi dan jenis ikan menunjukkan rata-

rata luas petakan KJA yang berbeda. Hasil uji tersebut menunjukkan bahwa sampel ikan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki karakteristik yang relatif sama walau berasal dari KJA yang berbeda lokasi.

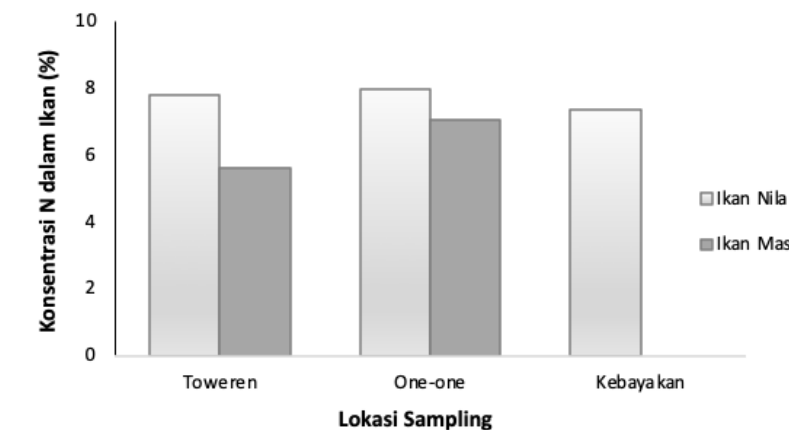
### Konsentrasi Nitrogen

Jenis pakan yang digunakan pada budidaya keramba jaring apung di Danau Laut Tawar ditemui sebanyak 7 jenis pakan. Konsentrasi N dalam pakan tersebut bervariasi menurut jenis pakan. Luas areal penggunaan masing-masing jenis pakan juga tidak sama pada KJA yang diobservasi.

Pakan jenis P1 merupakan jenis pakan yang dominan digunakan pada budidaya ikan nila, dimana mencapai 30.05% dari total areal KJA ikan nila yang diobservasi. Budidaya ikan mas hanya menggunakan 2 jenis pakan yang didominasi oleh jenis pakan P4 yang mencapai 73.48% dari total areal KJA ikan mas yang diobservasi. Berdasarkan luas areal KJA dan konsentrasi N dalam pakan maka diperoleh rata-rata konsentrasi N dalam pakan yang digunakan di KJA Danau Laut Tawar masing-masing sebesar 6.79% untuk KJA ikan nila dan 6.71% untuk KJA ikan mas (Tabel 3).

**Tabel 3.** Jenis, luas areal penggunaan dan konsentrasi N pakan

No	Jenis	Konsentrasi N (%)	Luas Areal Penggunaan (m <sup>2</sup> )		Persentase Areal (%)		Rata-rata Konsentrasi N (%)	
			Nila	Mas	Nila	Mas	Nila	Mas
1	P1	7.84	100.00		30.05		2.36	
2	P2	7.08	25.00		7.51		0.53	
3	P3	8.13	75.00		22.54		1.83	
4	P4	8.14	29.25	133.00	8.79	73.48	0.72	5.98
5	P5	5.20	40.00		12.02		0.63	
6	P6	2.76	32.00	48.00	9.62	26.52	0.27	0.73
7	P7	4.92	31.50		9.47		0.47	
	Jumlah		332.75	181.00	100.00	100.00	6.79	6.71

**Gambar 2.** Rata-rata konsentrasi N dalam tubuh sampel ikan

Umur sampel ikan terendah yang digunakan pada penelitian ini adalah 40 hari, dan umur sampel ikan tertinggi mencapai 200 hari. Sampel ikan nila berumur antara 40-180 hari sebanyak 15 sampel sehingga rata-rata umur sampel ikan nila adalah  $114 \pm 44.53$  hari. Sampel ikan mas berumur antara 90-200 hari sebanyak 9 sampel sehingga rata-rata umur sampel ikan mas adalah  $136 \pm 36.28$  hari.

Hasil analisa laboratorium terhadap konsentrasi nitrogen (N) dalam tubuh sampel ikan ditemui bahwa konsentrasi N pada ikan nila berkisar antara 5.82-8.32% dengan rata-rata  $7.71 \pm 0.61\%$ . Sampel ikan mas mengandung N dengan konsentrasi yang berkisar antara 4.13-8.38% dengan rata-rata sebesar  $6.42 \pm 1.67\%$  (Gambar 2).

Rata-rata konsentrasi N lebih tinggi ditemui dalam tubuh sampel ikan nila daripada ikan mas. Konsentrasi N dalam tubuh sampel ikan nila di Toweren berkisar antara 7.61-7.93% dengan rata-rata sebesar

$7.80 \pm 0.17\%$ . Sampel ikan mas di Toweren memiliki konsentrasi N antara 4.71-7.79% dengan rata-rata sebesar  $5.62 \pm 1.45\%$ . Sampel ikan nila di One-one mengandung N yang berkisar antara 7.57-8.32% dengan rata-rata  $7.95 \pm 0.30\%$ , sedang sampel ikan mas memiliki rata-rata konsentrasi N sebesar  $7.05 \pm 1.68\%$  dengan kisaran antara 4.13-8.38%. Sampel ikan nila di Kebayakan mengandung N antara 5.82-8.24% dengan rata-rata  $7.33 \pm 0.93\%$  (Gambar 2).

Berdasarkan usia panen yang biasa dilakukan para pembudidaya di KJA Danau Laut Tawar, diperoleh rata-rata total penggunaan pakan untuk KJA ikan nila sebanyak  $60.23 \text{ Kg/m}^2$  dan ikan mas sebanyak  $67.79 \text{ Kg/m}^2$ . Rata-rata jumlah panen yang diperoleh bobot ikan sebesar  $43.51 \text{ kg/m}^2$  pada usia sekitar 4 bulan lebih, sedangkan ikan mas diperoleh bobot sebesar  $59.89 \text{ kg/m}^2$  pada usia sekitar 5 bulan lebih (Tabel 4).

**Tabel 4.** Kelebihan Nitrogen pada ikan budidaya Keramba Jaring Apung Danau Laut Tawar

No	Parameter	Ikan Nila	Ikan Mas
1	Bobot Benih (Kg/m <sup>2</sup> )	1.54	0.31
2	Bobot Panen (Kg/m <sup>2</sup> )	43.51	59.58
3	Peningkatan Bobot Ikan (Kg/m <sup>2</sup> )	41.51	59.58
4	Total Penggunaan Pakan (Kg/m <sup>2</sup> )	60.23	67.79
5	Konsentrasi N Pakan (%)	6.79	6.71
6	Konsentrasi N Ikan (%)	7.71	6.42
7	FCR	1.44	1.14
8	Total N Benih (Kg/m <sup>2</sup> )	0.12	0.02
9	Total N Ikan Panen (Kg/m <sup>2</sup> )	3.35	3.84
10	Peningkatan N Ikan (Kg/m <sup>2</sup> )	3.24	3.83
11	Total N Pakan (Kg/m <sup>2</sup> )	4.09	4.55
12	Kelebihan N KJA (Kg/m <sup>2</sup> )	0.85	0.72

Peningkatan bobot ikan selama pemeliharaan di KJA Danau Laut Tawar sebesar  $41.51 \text{ kg/m}^2$  untuk ikan nila, dan ikan mas sebesar  $59.58 \text{ kg/m}^2$ . Peningkatan bobot ikan tersebut diikuti oleh

peningkatan kandungan N dalam tubuh ikan, yang dihitung berdasarkan persentase N. Ikan nila mengalami peningkatan N dalam tubuhnya sebesar  $3.24 \text{ kg/m}^2$  dan  $3.83 \text{ kg/m}^2$  pada ikan mas (Tabel 4).



## PEMBAHASAN

### Observasi Keramba Jaring Apung

Data observasi menunjukkan bahwa jumlah petakan KJA ikan nila lebih banyak dibandingkan KJA ikan mas di Danau Laut Tawar, dimana terlihat sebanyak 15 petakan KJA ikan nila dan 9 petakan KJA ikan mas, bahkan di Kebayakan tidak ditemukan KJA ikan mas. Kondisi eksisting di lokasi penelitian menunjukkan bahwa KJA ikan nila mendominasi jumlah KJA di Danau Laut Tawar dan juga ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya (Adhar, 2020; Adhar *et al.*, 2021). Budidaya ikan mas yang minoritas di KJA Danau Laut Tawar disebabkan oleh permintaan pasar terhadap ikan mas yang menurun dan waktu pemeliharaan ikan mas yang lebih lama dibandingkan dengan ikan nila (Adhar, 2020).

Luas petakan KJA yang diamati juga menunjukkan ukuran yang bervariasi (Adhar *et al.*, 2021), menurut lokasi dan jenis ikan yang dibudidayakan. Data pengamatan menunjukkan ukuran petakan KJA yang diamati berkisar antara 12 m<sup>2</sup>–29.25 m<sup>2</sup> dengan rata-rata luas sebesar 21.41±5.94 m<sup>2</sup>. Luas rata-rata KJA yang diperoleh pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu sebesar 20.20 m<sup>2</sup> (Adhar, 2020) dan 21.64 m<sup>2</sup> (Adhar *et al.*, 2021).

### Konsentrasi Nitrogen

Pakan ikan merupakan salah satu sumber utama nitrogen dalam budidaya ikan. Kandungan nitrogen dalam pakan umumnya berasal dari protein, yang merupakan komponen utama dalam formulasi pakan untuk menunjang pertumbuhan ikan. Ketika ikan mengonsumsi pakan, sebagian nitrogen dari protein dimetabolisme untuk pertumbuhan dan sintesis jaringan, sementara sisanya diekskresikan ke perairan dalam bentuk senyawa nitrogen terlarut seperti amonia, nitrit dan nitrat. Pakan dengan kandungan protein tinggi secara teoritis mengandung nitrogen yang lebih tinggi.

Peningkatan kadar protein dalam pakan ikan meningkatkan jumlah limbah nitrogen yang dihasilkan. Penelitian Usman *et al.* (2010) menunjukkan bahwa pakan dengan kadar protein 26% menghasilkan limbah nitrogen sebesar 3.28 gram per 100 gr pakan yang diberikan. Sebaliknya, pakan dengan kadar 17% menghasilkan limbah nitrogen sebesar 2.27 gram per 100 gr pakan.

Kandungan nitrogen dalam tubuh ikan terutama terdapat pada protein otot dan senyawa nitrogen non-protein (NPN). Penelitian Cortés-quezada *et al.* (2022) menjelaskan distribusi nitrogen dalam berbagai organ ikan setelah pemberian pakan menunjukkan akumulasi nitrogen yang signifikan, sementara jaringan seperti insang dan sirip memiliki konsentrasi yang lebih rendah.

Rata-rata konsentrasi N dalam tubuh sampel ikan nila tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antar lokasi pengamatan berdasarkan hasil Uji One-way ANOVA. Uji Mann-Whitney juga menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi N dalam tubuh sampel ikan mas antar lokasi pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa lokasi pemeliharaan ikan di KJA Danau Laut Tawar tidak mempengaruhi konsentrasi N dalam tubuh ikan budidaya. Rata-rata konsentrasi N antar jenis ikan juga tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan menurut hasil Uji Mann-Whitney. Hal ini disebabkan metabolisme tubuh ikan nila dan ikan mas tidak terlalu berbeda, dimana yang membedakannya hanya pada ukuran bobot, ukuran lambung, dan aktivitas ikan (Zidni *et al.*,

2018). Kandungan nitrogen dalam tubuh ikan berhubungan erat dengan metabolisme asam amino dan fungsi fisiologis lainnya.

Berdasarkan jumlah pakan yang diberikan, diketahui bahwa jumlah N yang diberikan melebihi dari yang teretensi dalam tubuh ikan. Pakan ikan nila memiliki nitrogen sebanyak 4.09 kg/m<sup>2</sup> dan pakan ikan mas sebanyak 4.55 kg/m<sup>2</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa tidak semua nitrogen yang diberikan dalam pakan teretensi dalam tubuh ikan, dimana metabolisme ikan hanya menyerap sesuai dengan kebutuhannya. Penelitian ini menunjukkan bahwa ikan nila hanya menyerap nitrogen dalam tubuhnya sebesar 82.03% dari total N yang diberikan. Sebanyak 17.97% dari total N yang diberikan terbuang, baik dalam bentuk hasil metabolisme berupa urine dan feses ataupun berupa kelebihan pakan. Ikan mas menyerap nitrogen sebesar 84.53%, dari total N dalam pakan, yang berarti memiliki kelebihan N dalam bentuk hasil metabolisme dan kelebihan pakan sebesar 15.47%. Pelepasan N ke perairan danau dari sisa pakan disebabkan oleh tingginya kecenderungan pelepasan N ke dalam air walaupun pakan memiliki ketahanan dalam air yang tinggi (Sukadi, 2010). Keseimbangan nitrogen, baik akibat kekurangan atau kelebihan, dapat mempengaruhi sistem imun dan respon stress ikan. Kelebihan nitrogen dalam tubuh ikan dapat berkontribusi terhadap akumulasi nitrogen dalam sistem budidaya perairan.

Keramba jaring apung ikan nila berkontribusi menyumbang N ke perairan Danau Laut Tawar sebesar 0.85 kg/m<sup>2</sup> selama 4 bulan masa pemeliharaan dan keramba jaring apung ikan mas menyumbang N sebesar 0.72 kg/m<sup>2</sup> selama 5 bulan masa pemeliharaan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa aktivitas keramba jaring apung di Danau Laut Tawar memproduksi limbah N ke perairan danau sebanyak 0.36 kg/m<sup>2</sup>/bulan atau 11.94 gram/m<sup>2</sup>/hari yang berasal dari keramba jaring apung ikan nila sebanyak 0.21 kg/m<sup>2</sup>/bulan dan keramba jaring apung ikan mas sebanyak 0.14 kg/m<sup>2</sup>/bulan.

Penelitian yang dilakukan di Danau Maninjau menunjukkan hasil rasio konsentrasi nitrogen sangat dominan pada perairan tersebut. Rasio TN:TP>17 menunjukkan fosfor sebagai pembatas kesuburan namun jika TN:TP<10 maka nitrogen sebagai pembatas kesuburan. Berdasarkan kategori tersebut, rasio yang diperoleh <10 yang menandakan nitrogen sebagai pembatas kesuburan (Sukmaya & Andriani, 2024).

Total luas areal KJA saat ini tidak dihitung, sehingga tidak dapat diduga berapa total nitrogen yang disumbangkan oleh aktivitas KJA di Danau Laut Tawar. Pengamatan visual menunjukkan bahwa areal KJA di Danau Laut Tawar semakin berkurang dari tahun sebelumnya. Luas areal KJA pada Tahun 2017 di Danau Laut Tawar seluas 2.79 Ha yang menyumbang nitrogen ke perairan danau sebanyak 170.16 ton/thn (Adhar, 2020), yang berarti sekitar 0.51 kg/m<sup>2</sup>/bulan. Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh perbedaan metode perhitungan dan jumlah sampel ikan dan pakan yang digunakan.

Peningkatan luas areal KJA akan semakin meningkatkan jumlah pakan yang digunakan, sehingga akan semakin meningkatkan jumlah nitrogen yang terbuang ke perairan danau. Sebaran KJA memberikan pengaruh terhadap distribusi nilai total-P dan total-N. Hal tersebut sesuai dengan hasil perhitungan asumsi bahwa setiap satu petak KJA menyumbang 0,17857 mg/L/hari total-P dan 4,32 mg/L/hari total-N (Sukmaya & Andriani, 2024).

Hal ini akan berdampak negatif terhadap kualitas air danau. Diperlukan tindakan pengelolaan untuk mengendalikan kualitas

perairan Danau Laut Tawar. Salah satu tindakan tersebut berupa pengendalian limbah nitrogen dari aktivitas KJA. Pembatasan luas areal KJA memiliki resiko sosial, sehingga hal yang memungkinkan adalah penggunaan pakan yang mengandung N rendah yang sesuai dengan kebutuhan ikan (Adhar, 2020). Simulasi metode perhitungan penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan pakan dengan kadar N sebesar 5.50% sesuai untuk KJA ikan nila, dimana hanya menghasilkan limbah N sebanyak 0.02 kg/m<sup>2</sup>. Pakan yang sesuai dengan KJA ikan mas adalah pakan yang mengandung N sebesar 5.70%, dimana hanya menghasilkan limbah N sebanyak 0.04 kg/m<sup>2</sup>.

## KESIMPULAN

Peningkatan luas areal KJA akan semakin meningkatkan jumlah pakan yang digunakan, sehingga akan semakin meningkatkan jumlah nitrogen yang terbuang ke perairan danau. Hal ini akan berdampak negatif terhadap kualitas air danau. Penggunaan pakan dengan kadar N sebesar 5.50% sesuai untuk KJA ikan nila, dimana hanya menghasilkan limbah N sebanyak 0.02 Kg/m<sup>2</sup>. Pakan yang sesuai dengan keramba jaring apung ikan mas adalah pakan yang mengandung N sebesar 5.70%, dimana hanya menghasilkan limbah N sebanyak 0.04 Kg/m<sup>2</sup>.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Malikussaleh yang telah membiayai pelaksanaan penelitian ini melalui Hibah Penelitian Pembinaan PNPB Tahun 2024.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhar, S. (2020). Model Dinamika Nitrogen dan Fosfor sebagai Upaya Pengendalian Eutrofikasi Danau Laut Tawar Aceh Tengah. Universitas Sumatera Utara.
- Adhar, S., Erlangga, E., Rusydi, R., Mainisa, M., Prasetya, Y. A., & Zaitun, U. (2023). Analisis Daya Tampung Beban Pencemaran Fosfor Dan Dampak Keramba Jaring Apung Di Danau Laut Tawar, Aceh Tengah. *Jurnal Riset Akuakultur*, 18(2), 117. doi: 10.15578/jra.18.2.2023.117-127
- Adhar, S., Rusydi, R., Khalil, M., & Ayuzar, E. (2021). Analisa Limbah Fosfor Kegiatan Keramba Jaring Apung di Danau Laut Tawar Aceh Tengah. *Serambi Engineering*. VI(3), 2024–2032. doi: 10.32672/jse.v6i3
- Alexander, T. J., Vonlanthen, P., & Seehausen, O. (2017). Does Eutrophication-driven Evolution Change Aquatic Ecosystems?. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 372(1712). doi: 10.1098/rstb.2016.0041
- Amirkolaie, A. K. (2011). Reduction in the Environmental Impact of Waste Discharged by Fish Farms through Feed and Feeding. *Reviews in Aquaculture*. 19–26. doi: 10.1111/j.1753-5131.2010.01040.x
- Astuti, L. P., Hendrawan, A. luky S., & Krismono, K. (2018). Pengelolaan Kualitas Perairan Melalui Penerapan Budidaya Ikan Dalam Keramba Jaring Apung “Smart.” *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*, 10(2), 87. doi: 10.15578/jkpi.10.2.2018.87-97
- Cortés-quezada, M., Valdés, J. A., Nario, A., Parada, A. M., Videla, X., Gonzalez-catrilelbn, S., Aspée, A., & Rivas-aravena, A. (2022). Labelling Fish Diets with 15 N-Leucine for Monitoring Feed Consumption and Bio-distribution in Atlantic Salmon. *Veterinary Medicine Science*. 1096–1103. doi: 10.1002/vms3.730
- KNLH. (2009). Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk. *Jakarta (ID): Sekretariat Negara*.
- Moraes, M.A.B., Carmo, C. M. I C.F. (2015). Daily Mass Balance of Phosphorus and Nitrogen in Effluents of Production Sectors of Trout Farming System. *Acta Limnologica Brasiliensia*. 27(3), 330–340. doi: 10.1590/S2179-975X1415
- Sadick, A. (2016). Temporal Variation of Eutrophication Assessment of Lake Bosomtwe, Ghana. *Environmental Research, Engineering and Management*, 72(1), 44–52. doi: 10.5755/j01.erem.72.1.14972
- Sukadi, M. F. (2010). Ketahanan dalam Air dan Pelepasan Nitrogen & Fosfor ke Air dari Berbagai Pakan Ikan Air Tawar. *Jurnal Riset Akuakultur*. 5910. 1-12. doi: 10.15578/jra.5.1.2010.1-12
- Sukmaya, N.T, Andriani, Y, Z. (2024). Analisis Beban Pencemar Total Nitrogen dan Total Fosfat akibat Aktivitas Antropogenik di Danau Maninjau. *Jurnal Harpodon Borneo*. 19(2), 355–364. doi: 10.14710/jil.19.2.355-364
- Tasnim, B., Fang, X., Hayworth, J. S., & Tian, D. (2021). Simulating Nutrients and Phytoplankton Dynamics in Lakes: Model Development and Applications. *Water (Switzerland)*, 13(15). doi: 10.3390/w13152088
- Usman, N.N. Palinggi, E. Harris, D. Jusadi, E. Supriyono, M. Y. (2010). Analisis Tingkat Kecernaan Pakan dan Limbah Nitrogen (N) Budidaya Ikan Bandeng serta Kebutuhan Penambahan C-Organik untuk Pertumbuhan Bakteri Heterotrof (Bioflok). *Jurnal Riset Akuakultur*. 5(3). 481–490. doi: 10.15578/jra.5.3.2010.481-490
- Vinçon-Leite, B., & Casenave, C. (2019). Modelling Eutrophication in Lake Ecosystems: a Review. *Science of the Total Environment*, 651, 2985–3001. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.09.320
- Wang, X., Olsen, L. M., Reitan, K. I., & Olsen, Y. (2012). Discharge of Nutrient Wastes from Salmon Farms: Environmental Effects, and Potential for Integrated Multi-trophic Aquaculture. *Aquaculture Environment Interactions*. 2. 267–283. doi: 10.3354/aei00044
- Xu, F.-L., Jørgensen, S. E., Kong, X.-Z., He, W., & Qin, N. (2014). Development of Ecological Models for the Effects of Macrophyte Restoration on the Ecosystem Health of a Large Eutrophic Chinese lake (Lake Chaohu). *Developments in Environmental Modelling*, 26, 337–373. doi: 10.1016/B978-0-444-63249-4.00014-2
- Yalcuk, A., Pakdil, N. B., & Kantürer, O. (2014). Investigation of the Effects of Fish Farms in Bolu (Turkey) on Aquatic Pollution. *International Journal of Agricultural and Food Research*, 3(1), 1–13. doi: 10.24102/ijaf.v3i1.396
- Zidni, I., Afrianto, E., Mahdiana, I., Herawati, H., & Bangkit, I. (2018). Laju Pengosongan Lambung Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*, 9(2), 147–151. doi: 10.33512/jpk.v9i2