

Struktur komunitas plankton di karamba jaring apung Danau Rawa Pening dan korelasinya dengan kualitas pakan yang digunakan

Plankton community structure in Rawa Pening Lake's floating net cages and its correlation with the quality of the feed used

Desti Christian Cahyaningrum*, Tesalonika Putri Kinanti

Prodi S1 Biologi, Fakultas Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana. Jalan Diponegoro 52-60 Salatiga, Indonesia- 50711

*Email: desti.cahyaningrum@uksw.edu

Diterima
7 Juni 2024

Disetujui
12 Oktober 2024

INTISARI

Pencemaran nitrogen (N) dan fosfat (P) dari budidaya ikan sistem Karamba Jaring Apung (KJA) merupakan salah satu penyebab kritisnya kondisi Danau Rawa Pening. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah pakan menimbulkan beban cemaran bahan organik (BOD), N, dan P di badan perairan Danau Rawa Pening. Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan pendekatan deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk melihat korelasi antara kualitas pakan yang digunakan pada sistem budidaya ikan sistem KJA terhadap pencemaran N dan P melalui pendekatan analisis struktur komunitas plankton. Terdapat tiga lokasi pengamatan, yaitu di KJA yang berada di wilayah Bukit Cinta-Kecamatan Banyubiru (kadar protein pakan 26%-28%), wilayah Jembatan Biru-Kecamatan Bawen (kadar protein pakan 31%-33%), dan di wilayah tengah danau yang tidak dijumpai aktivitas KJA sebagai wilayah kontrol. Sampel air dari lokasi pengamatan dianalisis kualitas airnya secara *ex situ* maupun *in situ*, serta diamati struktur komunitas plankton yang ada di dalamnya. Struktur komunitas plankton menunjukkan bahwa ketiga lokasi pengamatan telah tercemar ringan dan bersifat eutrofik (kemelimpahan 16.111 -34.356 ind/L kategori eutrofik; $H' = 2,098-2,689$ kategori keanekaragaman sedang; $C = 0,066 - 0,179$ kategori dominansi sedang; dan $E = 0,605-0,691$ kategori merata). Kualitas pakan yang digunakan pada KJA berkorelasi rendah terhadap kemelimpahan plankton ($r = 0,289$). Kemelimpahan plankton di lokasi pengamatan berkorelasi positif dengan nilai BOD perairan ($r = 593$) dan berkorelasi negatif dengan tingkat kecerahan ($r = -691$). Artinya, semakin tinggi nilai BOD menyebabkan semakin tingginya kemelimpahan plankton dan semakin rendahnya kecerahan perairan danau. *Fragilaria sp.* merupakan jenis plankton yang berpotensi digunakan sebagai bioindikator tingginya BOD dan nitrat di badan perairan.

Kata kunci: Danau Prioritas Nasional, KJA, kualitas pakan, plankton, *Fragilaria sp.*

ABSTRACT

Nitrogen (N) and phosphate (P) pollution from floating net cage (KJA) is one causes of the critical condition of Rawa Pening Lake. Previous research shown that feed waste causes a load of organic matter (BOD), N, and P contamination in the waters of Lake Rawa Pening. This survey research is a quantitative descriptive approach aims to see the correlation between the quality of feed used in KJA toward N and P pollution through a plankton community structure analysis. There are three observation locations, namely in the KJA located surrounding Bukit Cinta - Banyubiru District (feed protein content 26% -28%), Jembatan Biru - Bawen District (feed protein content 31% -33%), and in the middle of the lake where no KJA activity as a control. Water samples from the observation location were analyzed *ex situ* and *in situ* for water quality and plankton community structure. Plankton community structure shows that in all three observation locations have been lightly polluted and are eutrophic (abundance 16,111 - 34,356 ind/L eutrophic category; $H' = 2.098-2.689$ medium diversity category; $C = 0.066 - 0.179$

medium dominance category; and E = 0.605-0.691 even category). The quality of feed used in KJA has a low correlation with plankton abundance ($r = 0.289$). The abundance of plankton at the observation location was positively correlated with the BOD ($r = 593$) and negatively correlated with the transparency level ($r = 691$). This means that higher the BOD value, the higher abundance of plankton and lower transparency of the lake waters. *Fragilaria sp.* is a potential genus of plankton to be used as a bioindicator of high BOD and nitrate in water bodies.

Keywords: National's priority lake, floating net cage, feed quality, plankton, Fragilaria sp.

PENDAHULUAN

Kondisi badan air yang dinilai kritis akibat sedimentasi yang tinggi serta cenderung eutrofik, menjadi dasar pemerintah untuk menetapkan Danau Rawa Pening sebagai salah satu Danau Prioritas Nasional (DPN) menurut Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 60 Tahun 2021 Tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional. Hal ini didukung dengan prediksi secara matematis yang menunjukkan bahwa sedimentasi Danau Rawa Pening pada tahun 2020 mencapai 4.752.961,04 ton (Indrayati & Hikmah, 2018)(Indrayati & Hikmah, 2018). Sadewo et al., 2022 menunjukkan bahwa laju sedimentasi yang berasal dari seluruh sub DAS Rawa Pening mencapai 2.350,44 ton/tahun. Selain itu, Danau Rawa pening tergolong danau eutrofik ditinjau dari kadar nitrat di badan perairan yang mencapai > 2 mg/L (Zulfia & Aisyah, 2013). Hasil penelitian Sulastri et al.,(2016) juga menunjukkan bahwa Danau Rawa Pening termasuk dalam danau eutrofik berdasarkan Trophic Status Index (TSI) secchi disk danau yang mencapai > 60 , TSI kandungan klorofil-a > 50 ug/L, serta TSI total fosfat (P) > 50 ug/L.

Tingkat trofik merupakan kondisi tinggi rendahnya kandungan nutrien yang menunjukkan tingkat kesuburan di suatu badan perairan seperti danau (Piranti, 2019). Danau yang tergolong oligotrofik memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan seringkali seiring dengan rendahnya sedimentasi. Sebaliknya, danau eutrofik memiliki tingkat kesuburan yang tinggi dan pada akhirnya menyebabkan peningkatan sedimentasi di badan perairan. Meskipun demikian, terdapat faktor lain yang secara langsung menyebabkan sedimentasi danau, misalnya peristiwa erosi. Oleh karena itu, tingginya sedimentasi serta status eutrofik di danau secara langsung maupun tidak langsung terjadi akibat tingginya pencemaran nutrien, terutama nitrogen (N) dan fosfat (P) ke badan perairan danau (Irianto & Triweko, 2019). Hasil penelitian Piranti et al.,(2018) menunjukkan bahwa Danau Rawa Pening telah tercemar berat dilihat dari kandungan total fosfat di badan perairan yang berada pada kisaran 0,1-0,2 mg/L serta kandungan total nitrogen yang berada pada kisaran 1,47-8,17 mg/L.

Salah satu penyebab terjadinya pencemaran N dan P di Danau Rawa Pening adalah tingginya aktivitas budidaya ikan sistem karamba jaring apung (KJA). Nugroho et al., (2015) menjelaskan bahwa sisa pelet yang terlarut dan mengendap di badan perairan serta kotoran ikan yang terdegradasi, merupakan salah satu penyumbang pencemaran N dan P di Danau Rawa Pening. Hal serupa juga dibuktikan dengan hasil penelitian Kurniati et al., (2021) yang menunjukkan bahwa 84,20% pencemaran N (sebesar 777,90 ton/tahun) dan 91, 83% pencemaran P (sebesar 505,68 ton/tahun) di Danau Maninjau disebabkan oleh aktivitas KJA. Sedangkan di Danau Rawa Pening sendiri, limbah pakan ikan menimbulkan beban cemaran bahan organik (BOD) mencapai 95,01 kg/hari, N mencapai 4,07 kg/hari, dan P mencapai 37,88 kg/hari (atau sekitar 13.826,2 kg/tahun), dengan pencemaran tertinggi berasal dari limbah pakan di kawasan Tuntang. Beban cemaran limbah pakan ikan tersebut telah melebihi

daya tampung total-P limbah budidaya ikan di Danau Rawa Pening yang hanya mencapai 6.930 kg/tahun (Samudra et al., 2013a).

Secara umum, berbagai hasil penelitian merekomendasikan penanganan secara kuantitas, yaitu pengurangan jumlah aktivitas budidaya, sebagai solusi untuk mengurangi beban cemaran N dan P di badan perairan. Samudra et al., (2013) misalnya, merekomendasikan adanya pengurangan jumlah karamba hingga 44.208 m² atau sekitar 307 unit untuk mengatasi beban cemaran P yang telah melampaui daya tampung total-P limbah budidaya ikan di Danau Rawa Pening. Sementara itu, penelitian yang menghubungkan antara kualitas pakan, terutama kadar protein pakan, dengan beban cemaran limbah pakan relatif belum banyak dilakukan. Meskipun demikian, hasil penelitian Hasan et al., (2012) menyimpulkan bahwa pemberian pakan berkadar protein 38% pada budidaya berpengaruh terhadap kadar nitrat dan amonia pada media budidaya Udang Windu (*Penaeus monodon*). Zaidy et al., (2021) juga melaporkan bahwa Total Ammonia Nitrogen (TAN) serta kemelimpahan plankton pada kolam budidaya Ikan Patin (*Pangasianodon hypophthalmus*) yang diberi pakan dengan kadar protein 28% berbeda nyata dengan kolam yang diberi pakan dengan kadar protein 18%. Perlakuan dengan pakan berkadar protein 28% menunjukkan kadar amonia yang lebih tinggi (TAN = 0,79 ± 0,38 mg/L) dibanding perlakuan pakan dengan kadar protein 18% (TAN = 0,05 0,03 mg/L). Sejalan dengan hasil tersebut, kemelimpahan plankton pada perlakuan pakan berkadar protein 28% juga lebih tinggi dibanding perlakuan pakan berkadar protein 18%, berturut-turut sebesar 218.216 ± 113.303 sel/L dan 51.837 ± 32.786 sel/L

Penelitian ini bertujuan untuk melihat korelasi antara kualitas pakan yang digunakan pada sistem budidaya ikan sistem KJA terhadap pencemaran N dan P melalui pendekatan analisis struktur komunitas plankton di badan perairan Danau Rawa Pening. Pendekatan tersebut digunakan mengingat N dan P merupakan nutrisi yang menjadi faktor pembatas bagi pertumbuhan plankton. Melalui pendekatan tersebut, potensi plankton sebagai bioindikator untuk mengetahui tingkat beban cemaran N dan P di badan perairan diharapkan juga dapat diketahui

MATERI DAN METODE

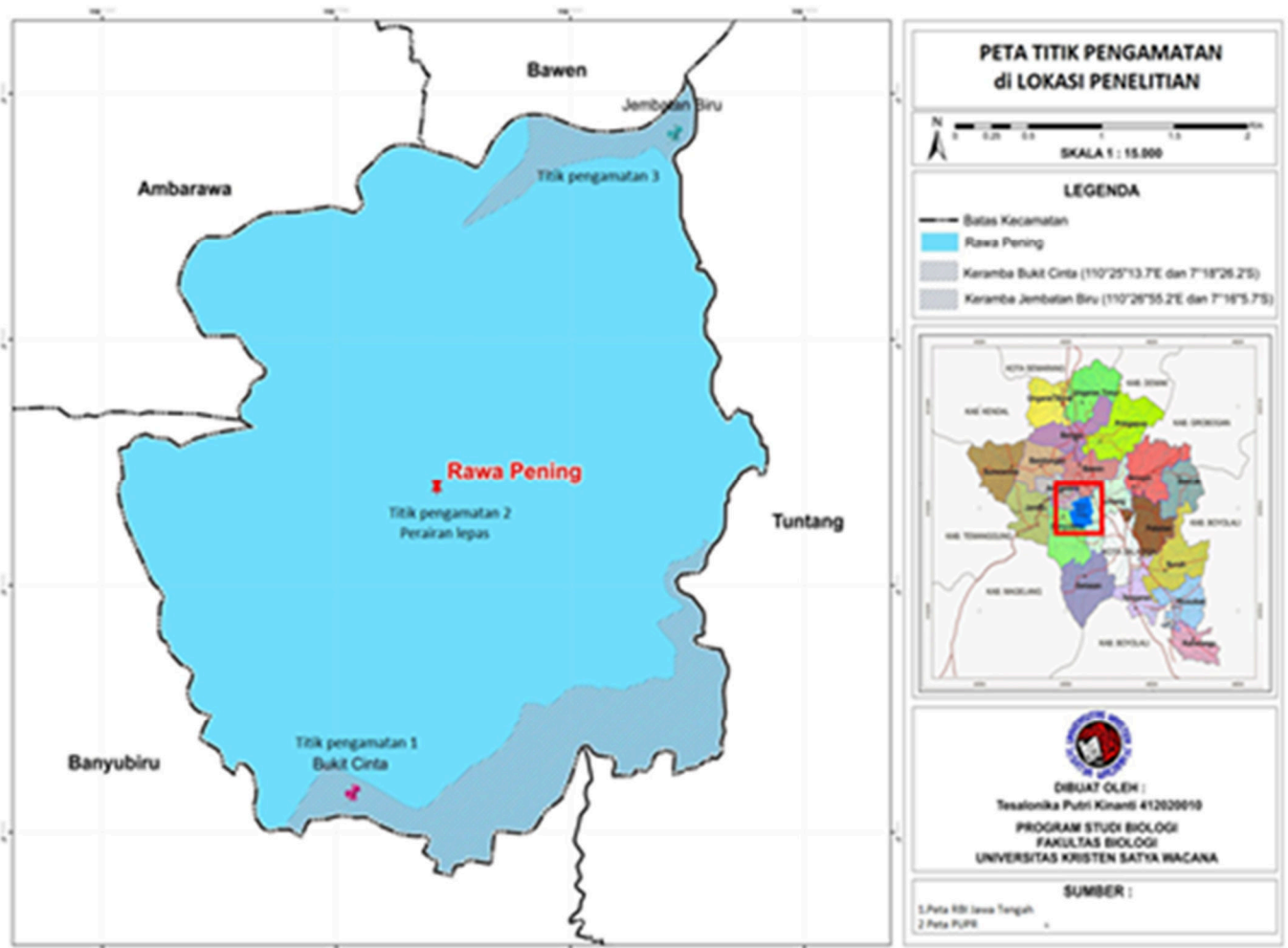
Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023 hingga April 2024 secara *in situ* di lokasi pengamatan serta secara *ex situ* di Laboratorium Ekologi dan Lingkungan Fakultas Biologi Universitas Kristen Satya Wacana. Lokasi pengamatan adalah sampel KJA di Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang yang ditentukan melalui metode *purposive random sampling* berdasarkan kualitas pakan yang digunakan. Terdapat tiga lokasi pengamatan, yaitu di KJA yang berada di wilayah Bukit Cinta-Kecamatan Banyubiru, wilayah Jembatan Biru-Kecamatan Bawen, dan di wilayah tengah danau yang tidak dijumpai aktivitas KJA sebagai wilayah control (Gambar 1). Berdasarkan observasi awal, pakan yang digunakan pada budidaya ikan sistem KJA di wilayah Kecamatan Banyubiru mengandung kadar protein sebesar 26%-28%, sedangkan pakan yang digunakan di wilayah Bawen mencapai 31%-33%.

Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel komunitas plankton serta sampel air yang diambil dari ketiga lokasi pengamatan. Alat yang digunakan meliputi peralatan dalam pengambilan sampel, alat dalam mengukur kualitas air, alat identifikasi plankton, serta alat analisis data. Alat

dalam pengambilan sampel yang utama adalah *ruttner water sampler* dan plankton net. Alat untuk mengukur kualitas air adalah TDS meter digital, termometer lapangan, DO dan pH meter Lutron DO-5510, *secchi disk*, spektrofotometer UV-VIS, serta seperangkat alat titrasi. Mikroskop cahaya Olympus CX23 digunakan dalam melakukan identifikasi serta menghitung jumlah individu plankton yang ditemukan dalam sampel air. Sedangkan analisis data menggunakan perangkat aplikasi SPSS 24. dan PAST 4.



Gambar 1. Lokasi pengamatan di Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang

Metode

Penelitian ini merupakan penelitian survei dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Data mengenai kualitas pakan yang digunakan pada lokasi pengamatan dihimpun melalui metode wawancara. Sementara, sampel air dari lokasi pengamatan digunakan dalam analisis kualitas air serta struktur komunitas plankton. Hasil analisis tersebut kemudian digunakan untuk mendeskripsikan struktur komunitas plankton di lokasi pengamatan serta korelasinya dengan kualitas air maupun pakan yang digunakan. Sampel air dari setiap unit KJA berasal dari kedalaman 0,5-1 meter dari permukaan KJA dan diambil dengan metode *grab sampling* menggunakan *ruttner water sampler*. Beberapa parameter kualitas air dianalisis secara *in situ* maupun *ex situ* meliputi parameter *Biological Oxygen Demand* (BOD), Nitrat (N), Fosfat (P), *Total Dissolve Solid* (*Asterococcus* sp.), kecerahan, pH, dan suhu (Tabel 1).

Tabel 1. Alat dan metode yang digunakan dalam analisis kualitas air

No	Parameter	Metode	Alat	Acuan
1.	BOD (mg/L)	<i>Ex situ</i> , metoda titrasi secara iodometri	Buret dan statif	SNI 6989.72:2009 dan SNI 06-6989.14-2004
2.	N (mg/L)	<i>Ex situ</i> , metode spektrofotometri asam askorbat	Spektrofotometer UV-VIS	SNI 01-3554-2006
3.	P (mg/L)	<i>Ex situ</i> , metode spektrofotometri asam askorbat	Spektrofotometer UV-VIS	SNI 06-6989.31-2005
4.	TDS (mg/L)	Pengukuran secara <i>in situ</i>	TDS meter digital	-
5.	Kecerahan (cm)	Pengukuran secara <i>in situ</i>	<i>Secchi disk</i>	Indaryanto, 2015
6.	pH	Pengukuran secara <i>in situ</i>	DO dan pH meter merk Lutron DO-5510	Junardi et al., 2019
7.	Suhu (°C)	Pengukuran secara <i>in situ</i>	Termometer lapangan	Junardi et al., 2019

Sebanyak 9 liter sampel air dari setiap lokasi lokasi penelitian disaring menggunakan plankton net 25 mikron untuk memperoleh sampel komunitas plankton. Menurut Rosada & Sunardi (2021), volume sampel air minimal yang harus disaring untuk mendapatkan sampel plankton yang representatif pada badan perairan dengan kondisi eutrofik adalah sebanyak 5 liter. Sampel komunitas plankton diawetkan dengan menambahkan larutan lugol sebanyak $0,3 \times 10^{-2} \%$. Sampel plankton kemudian diidentifikasi jenisnya dan dihitung jumlah individu setiap jenisnya di bawah mikroskop cahaya Olympus CX23 pada perbesaran 400x. Identifikasi plankton dilakukan berdasarkan kunci determinasi dalam *Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers ; ein Bestimmungsbuch* (Streble & Krauter, 2010), *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators* (Bellinger & Sige, 2010), serta <https://diatoms.org/>.

Analisis data

Beberapa analisis data yang dilakukan yaitu identifikasi taksa plankton sampai tingkat genus dan jumlah individu tiap genus plankton, selanjutnya kedua data tersebut digunakan untuk menganalisis struktur komunitas plankton berdasarkan parameter kemelimpahan, indeks keanekaragaman shannon-wiener (H'), Indeks dominansi (C), indeks pemerataan (E). Berbagai indeks tersebut kemudian dianalisis secara deskriptif dengan acuan pada Tabel 2.

Data kualitas pakan, kualitas air, dan struktur komunitas plankton juga dianalisis korelasinya dengan uji korelasi *Kendall's tau* menggunakan bantuan aplikasi SPSS 24. Sedangkan korelasi antara berbagai parameter kualitas air dengan kemelimpahan setiap jenis plankton pada tingkat kelas dianalisis menggunakan metode *Canonical Correlation Analysis* (CCA) menggunakan aplikasi PAST 3.

Tabel 2. Rumus perhitungan berbagai indeks dalam analisis struktur komunitas beserta kriterianya

No	Parameter	Rumus Perhitungan	Kriteria	Acuan
1.	Kemelimpahan Plankton (Ind/L)	$N = Z \times \frac{Q1}{Q2} \times \frac{V1}{V2} \times \frac{1}{P} \times \frac{1}{W}$ <p>Z = jumlah individu plankton Q1 = luas gelas penutup (mm²) Q2 = luas lapangan pandang (mm²) V1 = volume air dalam botol sampel (ml) V2 = volume air di bawah gelas penutup (ml) P = jumlah lapangan pandang yang diamati W = volume air yang disarig (liter)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • N > 15.000 ind/L: kondisi eutrofik • 2.000 ind/L < N < 15.000 ind/L : kondisi mesotrofik • N < 2.000 ind/L: kondisi oligotrofik 	Zulfia & Aisyah (2013); Tyas et al., (2017)
2.	Indeks Keanekaragaman Shannon-Weiner (H')	$H' = -\sum_{i=1}^n (P_i)(\ln P_i)$ <p>Pi = ni/N ni = jumlah individu dalam satu jenis N = jumlah total individu dari seluruh jenis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • H' < 2,30: keanekaragaman rendah, kestabilan komunitas rendah, perairan tercemar, • 2,30 < H' < 6,9: keanekaragaman sedang, kestabilan komunitas sedang, perairan tercemar sedang, • H > 6,9: keanekaragaman tinggi, kestabilan komunitas tinggi, perairan tidak tercemar 	Tyas et al., (2017); Nurruhwati et al., (2017); Yang et al., (2021)
3.	Indeks Dominansi Simpson (C)	$C = \sum_{i=1}^n (n_i/N)^2$ <p>ni = jumlah individu dalam satu jenis N = jumlah total individu dari seluruh jenis</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C < 0,5: dominansi rendah • 0,50 < C < 0,75: dominansi sedang • 0,75 < C < 1: dominansi tinggi 	Nurruhwati et al., (2017); Persada et al., (2018)
4.	Indeks Kemerataan Pielou (E)	$E = H' / \ln S$ <p>H' = indeks keanekaragaman S = jumlah jenis yang ditemukan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • E < 0,4 : kemerataan rendah • 0,4 < E < 0,6: kemerataan sedang • E > 0,6: kemerataan tinggi 	Yang et al., (2021); Persada et al., (2018)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas pakan dan kualitas air di lokasi pengamatan

Hasil observasi menunjukkan bahwa KJA di badan perairan Danau Rawa Pening paling banyak ditemukan di sekitar kawasan Bukit Cinta, Kecamatan Banyubiru. Data sekunder pada tahun 2010 menyebutkan bahwa sebesar 70% KJA yang ada di Danau Rawa Pening beroperasi di wilayah Kecamatan

Banyubiru, yaitu sebanyak 417 unit yang mencakup wilayah seluas 1,5 Ha. KJA juga ditemukan di Kecamatan Bawen (4 unit; 0,0144 Ha) yaitu sebanyak 0,6% dari total KJA, serta di Kecamatan Ambarawa (174 unit; 0,626 Ha) yaitu 29,2% dari total KJA (Soeprbowati, 2012). Hal ini sejalan dengan data primer yang diperoleh dari hasil wawancara pada tahun 2023, bahwa jumlah KJA yang beroperasi di sekitar wilayah Bukit Cinta Kecamatan Banyubiru mencapai 552 unit, sedangkan di sekitar wilayah Jembatan Biru Kecamatan Bawen hanya ditemukan sebanyak 50 unit KJA. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi peningkatan jumlah KJA baik di Kecamatan Banyu Biru maupun Bawen pada periode tahun 2010 hingga 2023. KJA di Kecamatan Banyubiru dan Kecamatan Bawen digunakan sebagai sampel dalam penelitian ini berdasarkan kualitas pakan yang digunakan. Sebagian besar pakan yang digunakan oleh pembudidaya ikan di Kecamatan Bawen adalah pelet apung yang mengandung kadar protein sekitar 31%-33%, sedangkan di Kecamatan Banyubiru adalah pelet apung berkadar protein 26%-28%.

Hasil penelitian Wulanningrum et al., (2019) menunjukkan bahwa pakan yang mengandung protein sebesar 33% memiliki efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) sebesar $41,05 \pm 1,75\%$ ^b, yaitu lebih tinggi dan berbeda nyata dengan EPP pakan berkadar protein 28% yang hanya mencapai $27,20 \pm 2,49\%$ ^a. Selain itu, Protein Efisiensi Rasio (PER) pada pakan berkadar protein 33% juga lebih tinggi dan berbeda nyata dengan PER pakan berkadar protein 28%, berturut-turut sebesar $1,26 \pm 0,06\%$ ^b dan $0,96 \pm 0,09\%$ ^a. EPP merupakan parameter untuk melihat efisiensi pakan yang diberikan dengan menghitung perbandingan antara peningkatan biomassa dengan jumlah pakan yang dikonsumsi ikan budidaya (Fahrudin et al., 2023). Sejalan dengan hal tersebut, PER merupakan parameter untuk mengetahui perbandingan antara bobot ikan dengan jumlah protein yang dikonsumsi untuk mengetahui efisiensi konversi protein dalam pakan menjadi biomassa ikan (Pratama et al., 2015). Oleh karena itu, diasumsikan bahwa jumlah protein dalam pakan ikan berkadar protein 28% yang tidak dapat digunakan sebagai sumber energi dalam metabolisme ikan dan diekskresikan kembali ke badan perairan akan relatif lebih banyak jumlahnya dibanding protein dalam pakan ikan berkadar protein 33%. Ekskresi sisa protein pakan ikan yang tidak dimanfaatkan oleh metabolisme ikan inilah yang diduga mejadi tambahan beban cemaran N yang dapat mempengaruhi kualitas air dan struktur komunitas plankton di badan perairan danau.

Meskipun demikian, konsentrasi nitrat tertinggi pada penelitian ini justru ditemukan di wilayah perairan lepas dan bukan di lokasi KJA (Tabel 3). Konsentrasi nitrat di wilayah perairan lepas pada penelitian ini adalah $3,96 \pm 0,41$ mg/L. Hasil tersebut sejalan dengan hasil penelitian Prasetyo et al., (2022) yang menunjukkan bahwa konsentrasi nitrat tertinggi di danau Rawa Pening pada periode September 2022 ditemukan pada bagian tengah danau yaitu sebesar 3,166 mg/L. Hasil penelitian Asmara et al., (2014) juga menunjukkan bahwa kandungan nitrat dan ortofosfat tertinggi di Danau Rawa Pening adalah di zona tengah danau, berturut-turut sebesar 7,81 mg/L dan 0,05 mg/L. Konsentrasi nitrat yang lebih tinggi di wilayah perairan lepas dibandingkan wilayah KJA diduga terjadi akibat akumulasi nitrat dari inlet maupun wilayah daratan di sekitar danau ke bagian badan perairan danau yang lebih dalam seperti wilayah perairan lepas (bagian tengah danau). Hal ini mengingat bahwa sumber pencemaran N di Danau Rawa Pening tidak hanya KJA. Menurut Machbub et al. (2012), potensi cemaran N ke Danau Rawa Pening yang terbesar secara berturut-turut adalah potensi cemaran N yang bersumber dari daerah tangkapan air (potensi beban cemaran N = 28.303 kg/hari), peternakan (potensi beban

cemaran N = 20.793 kg/hari), sawah (potensi beban cemaran N = 449.52 kg/hari), kebun (potensi beban cemaran N = 194.628 kg/hari), aktivitas domestik (potensi beban cemaran N = 6.866,01 kg/hari), serta pakan pada aktivitas KJA yang justru hanya sebesar 4.07 kg/hari.

Tabel 3. Hasil analisis kualitas air di ketiga lokasi pengamatan

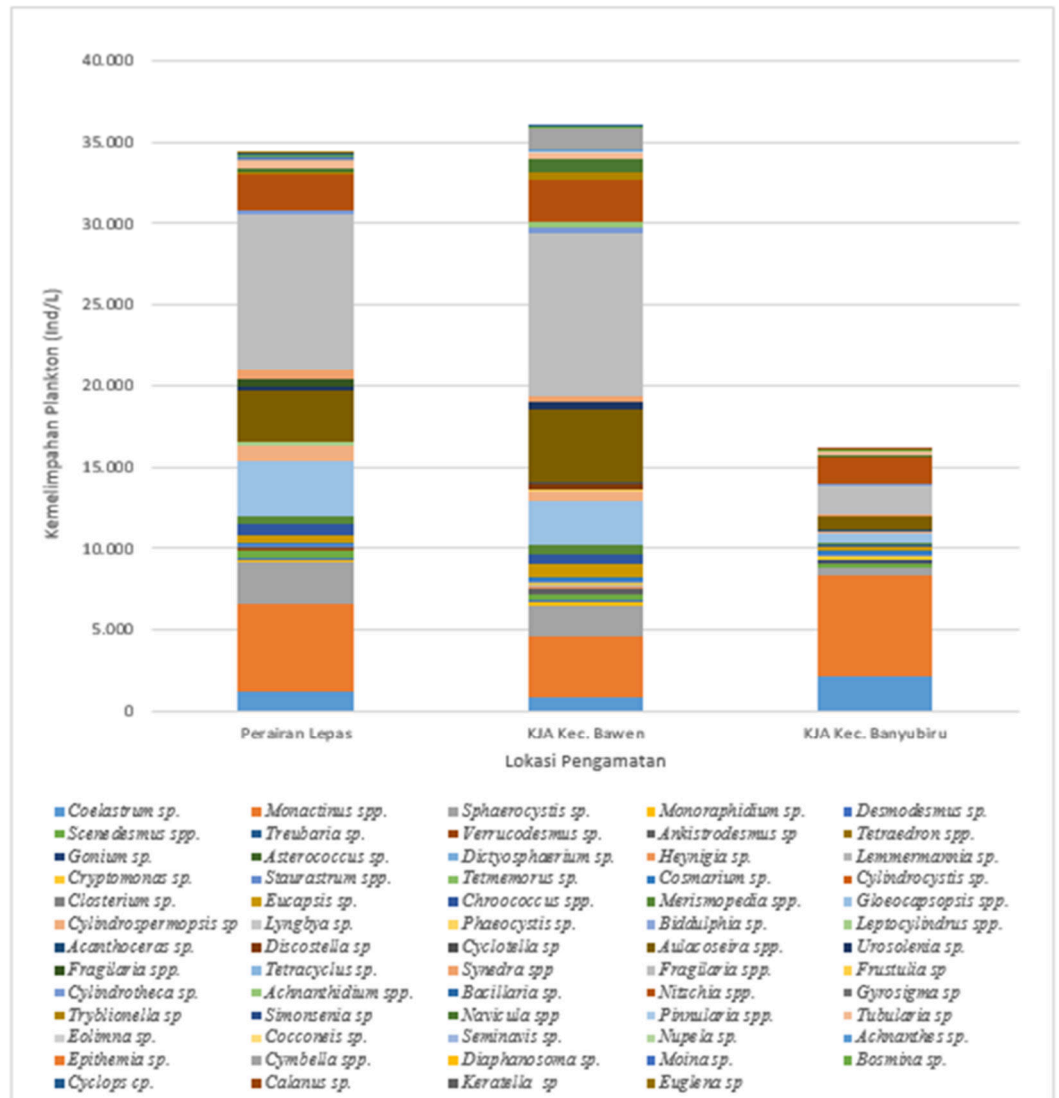
Parameter	Baku Mutu (Lampiran VI PerMen RI No 22 Tahun 2021 : baku mutu air danau & sejenisnya kelas 2)	Lokasi Pengamatan		
		Perairan Lepas	KJA-Kec. Bawen	KJA- Kec.Banyubiru
Suhu (°C)	-	30,65±2,89	28,8±0,2	30,3±0,89
pH	6-9	8,24±0,14 ^b	8,02±0,09 ^{ab}	7,81±0,15 ^a
Kecerahan (cm)	400	42,5±13,43	33,5 ±15,40	47±14,65
TDS (mg/L)	1.000	150±5,66	154,33±2,08	154±1
BOD (mg/L)	3	1,375±1,08	2,095±1,02	0,54±0,21
Nitrat (mg/L)	0,75	3,96±0,41 ^b	2,603±0,94 ^{ab}	1,59±0,71 ^a
Fosfat (mg/L)	0,03	0,655±0,46	0,33±0,015	0,52±0,36
TN/TP	-	6,04	7,89	3,06

Kualitas air menunjukkan bahwa nilai pH, TDS, dan BOD pada ketiga lokasi pengamatan masih memenuhi baku mutu air danau kelas 2 berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Akan tetapi kecerahan, konsentrasi N, dan konsentrasi P pada ketiga lokasi pengamatan sudah melebihi baku mutu. Artinya, pada ketiga lokasi pengamatan telah terjadi pencemaran N dan P. Selain itu, ketiga lokasi pengamatan berada pada kondisi hipereutrofik berdasarkan konsentrasi N > 1.900 µg/L serta konsentrasi P ≥ 100 µg/L (Sayekti et al., 2015). Mengacu pada rasio Redfield, perbandingan N dan P yang optimal untuk pertumbuhan fitoplankton adalah 16:1 (Tambaru et al., 2022). Rasio TN/TP pada sampel air dari ketiga lokasi pengamatan adalah < 16, menunjukkan bahwa faktor pembatas pertumbuhan plankton di ketiga lokasi adalah Nitrat.

Struktur komunitas plankton dan korelasinya dengan kualitas pakan yang digunakan

Komposisi plankton di ketiga lokasi pengamatan terdiri atas genus plankton yang beragam dengan total sebanyak 59 genus plankton, terdiri atas 88,13 % fitoplankton dan 11,86% zooplankton. Pada lokasi pengamatan KJA Kecamatan Bawen, ditemukan 49 genus plankton yang berasal dari 11 kelas, yaitu fitoplankton dari kelas Chlorophyceae 9 genus, Trebouxiophyceae 2 genus, Cryptophyceae 1 genus, Zygnematophyceae 4 genus, Cyanophyceae 5 genus, Prymnesiophyceae 1 genus, Coscinodiscophyceae 6 genus, Fragilariophyceae 2 genus, dan Bacillariophyceae 17 genus; serta zooplankton dari kelas Branchiopoda 1 genus dan Hexanauplia 1 genus. Pada lokasi pengamatan KJA Kecamatan Banyubiru, ditemukan 32 genus plankton yang berasal dari 9 kelas berbeda, meliputi fitoplankton dari kelas Chlorophyceae 8 genus, Cryptophyceae 1 genus, Zygnematophyceae 2 genus, Cyanophyceae 5 genus, Coscinodiscophyceae 4 genus, Fragilariophyceae 3 genus, dan Bacillariophyceae 6 genus; serta zooplankton dari kelas Branchiopoda 1 genus,

Hexanauplia 2 genus. Sedangkan pada lokasi pengamatan di perairan lepas, ditemukan 46 genus plankton yang berasal dari 12 kelas, fitoplankton dari kelas Chlorophyceae 10 genus, Trebouxiophyceae 1 genus, Zygnematomyceae 2 genus, Cyanophyceae 6 genus, Mediophyceae 1 genus, Coscinodiscophyceae 4 genus, Fragilariophyceae 4 genus, dan Bacillariophyceae 12 genus; serta zooplankton dari kelas Branchiopoda 3 genus, Hexanauplia 1 genus, Eurotatoria 1 genus, Euglenida 1 genus (Gambar 2).



Gambar 2. Komposisi dan kemelimpahan plankton di lokasi pengamatan

Kemelimpahan plankton dari yang tertinggi ke yang paling rendah berturut-turut ditemukan pada sampel KJA di Kecamatan Bawen, sampel air di perairan lepas, serta sampel KJA di Kecamatan Banyubiru. Kemelimpahan plankton menunjukkan bahwa ketiga lokasi pengamatan berada pada kondisi eutrofik ($N > 15.000 \text{ ind/L}$) (Tabel 4.). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Samudra et al., (2013b) yang menunjukkan bahwa kemelimpahan plankton di wilayah karamba maupun non karamba termasuk dalam kategori eutrofik menuju hipereutrofik. Hasil analisis korelasi Kendall's tau menunjukkan bahwa kemelimpahan plankton di lokasi pengamatan berkorelasi rendah dengan kualitas pakan (kadar protein pakan) yang digunakan ($r = 0,289$). Kemelimpahan plankton di lokasi pengamatan justru berkorelasi positif dengan nilai BOD

perairan ($r = 593$) dan berkorelasi negatif dengan tingkat kecerahan ($r = 691$). Artinya, semakin tinggi nilai BOD menyebabkan semakin tingginya kelimpahan plankton dan semakin rendahnya kecerahan perairan danau.

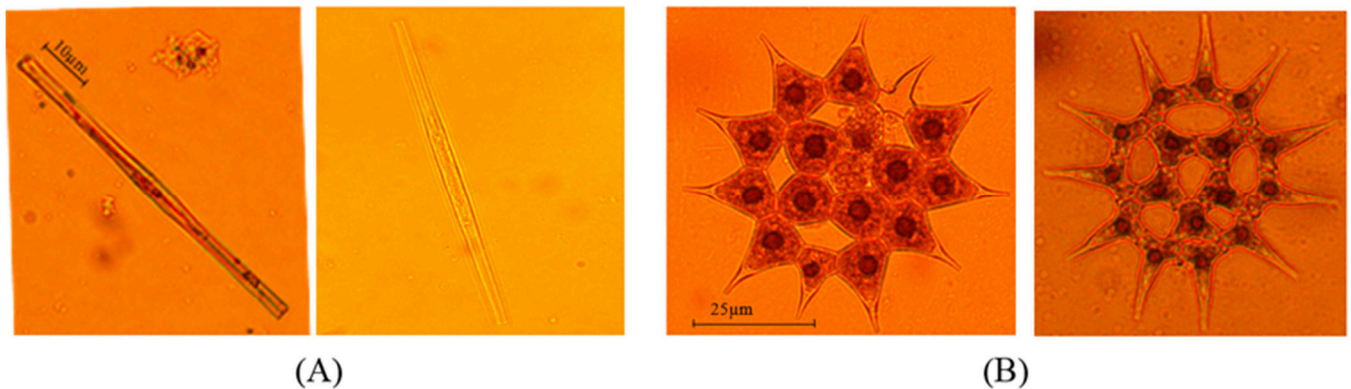
Hasil penelitian menunjukkan bahwa indeks keanekaragaman (H') di ketiga lokasi pengamatan tergolong dalam kriteria keanekaragaman sedang, indeks kemerataan (E) tergolong dalam kriteria merata, serta indeks Dominansi (C) yang masih termasuk dalam dominansi rendah (Tabel 4). Indeks kemerataan menggambarkan distribusi jumlah individu setiap jenis pada suatu komunitas. Dengan kata lain, indeks kemerataan menunjukkan ada tidaknya jenis yang memiliki jumlah individu paling banyak secara signifikan dibanding jenis lain. Semakin tinggi kemerataan jumlah individu tiap jenis pada suatu komunitas, mengindikasikan bahwa ekosistem yang ditempati dapat menciptakan lingkungan yang seimbang dan mendukung pertumbuhan komunitas tersebut (Ulfah et al., 2019). Sebaliknya, indeks dominansi menunjukkan ada tidaknya jenis yang mendominasi di suatu komunitas. Adanya dominansi jenis tertentu dapat menunjukkan kondisi terjadinya suatu pencemaran tertentu sehingga hanya jenis dengan tingkat toleransi tertinggi terhadap polutan yang mampu bertahan di suatu ekosistem. Indeks dominansi umumnya akan berbanding terbalik dengan indeks keanekaragamannya, karena semakin tidak ada jenis yang mendominasi akan semakin beragam jenis yang menyusun suatu komunitas (Firmaningrum et al., 2021). Ditinjau dari ketiga indeks tersebut, diketahui bahwa kondisi ketiga lokasi pengamatan telah mengalami pencemaran ringan namun masih tergolong cukup mendukung pertumbuhan komunitas plankton.

Tabel 4. Struktur Komunitas Plankton di ketiga lokasi pengamatan

	Parameter	Lokasi Pengamatan		
		Perairan Lepas	KJA- Kec. Bawen	KJA- Kec. Banyubiru
1	Kelimpahan (Ind/L)	34.356	36.044	16.111
	Kategori	eutrofik	Eutrofik	eutrofik
2	Indeks Keanekaragaman	2,592	2,689	2,098
	Kategori	Sedang	Sedang	sedang
3	Indeks Dominansi	0,092	0,066	0,179
	Kategori	Rendah	Rendah	Rendah
4	Indeks Kemerataan	0,677	0,691	0,605
	Kategori	Merata	Merata	Merata

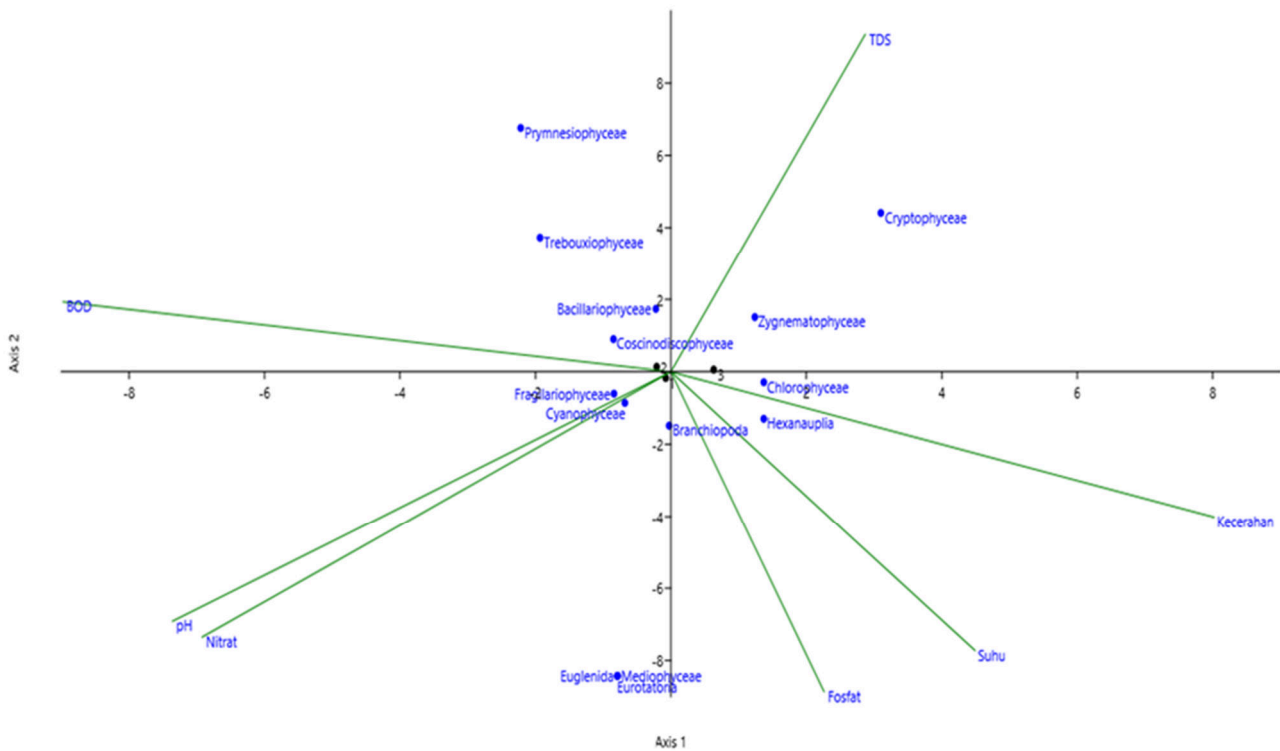
Jika dicermati lebih dalam, terlihat adanya perbedaan komposisi dan kelimpahan genus plankton yang menyusun struktur komunitas di ketiga lokasi pengamatan. Plankton dengan kelimpahan tertinggi pada sampel KJA di Kecamatan Bawen dan di perairan lepas adalah *Fragilaria sp.*, berturut-turut sebesar 9.489 Ind/L dan 10.022 ind/L. Sementara itu, genus plankton dengan kelimpahan tertinggi pada sampel KJA di Kecamatan Banyubiru adalah *Monactinus spp.* sebesar 6.156 Ind/L (Gambar 3). Diduga, spesies *Fragilaria sp.* yang ditemukan di lokasi penelitian adalah *Fragilaria crotonensis*. Selain itu, *Monactinus spp.* yang ditemukan di lokasi penelitian diduga merupakan *Monactinus simplex* dengan berbagai varietas, diantaranya *Monactinus simplex*

var. echinulatum, *Monactinus simplex var. sturmi*., serta *Monactinus simplex var. duodenarium*.



Gambar 3. Genus plankton dengan lemelimpahan tertinggi yang ditemukan di lokasi pengamatan (A) *Fragilaria* sp. (B) *Monactinus* spp.

Hasil penelitian Soeprbowati & Suedy (2011) juga menunjukkan bahwa *Fragilaria* sp. di Danau Rawa Pening ditemukan pada lokasi pengamatan yang terletak di sekitar KJA Kecamatan Bawen (TG1) dan di wilayah perairan lepas (S). Tingginya kemelimpahan *Fragilaria* sp. pada sampel KJA di Kecamatan Bawen dan di perairan lepas diduga disebabkan karena kondisi perairan di kedua lokasi tersebut. Pada penelitian ini, sampel KJA di Kecamatan Bawen dan di perairan lepas memiliki kadar P yang sudah melebihi baku mutu dan tergolong sebagai perairan eutrofik. Hal ini sejalan dengan Harmoko & Krisnawati, (2018) yang menyatakan bahwa *Fragilaria* sp. merupakan jenis diatom dengan kemelimpahan tinggi pada danau eutrofik sebagai respon terhadap peningkatan nilai P di badan perairan tersebut. *Fragilaria* sp. merupakan jenis diatom eutrofik, yaitu diatom dengan toleransi tinggi terhadap pencemaran organik seperti pada peristiwa eutrofikasi danau (Karst & Smol, 1998; Hariyati et al., 2012). Menurut Persada et al. (2022), *Fragilaria* sp. merupakan salah satu jenis plankton yang berpotensi sebagai bioindikator status trofik ekosistem sungai. Tidak hanya di ekosistem sungai, Sheibley et al.,(2014) juga menunjukkan bahwa kemelimpahan relatif *Fragilaria* sp. meningkat di danau pada kawasan taman nasional Washington yang mengalami pengkayaan unsur nitrogen sehingga berpotensi sebagai bioindikator ekosistem danau. Hal inilah yang juga diduga menjadi penyebab tingginya kemelimpahan *Fragilaria* sp. di wilayah perairan lepas dan KJA di Kecamatan Bawen, karena dua lokasi tersebut menunjukkan rata-rata BOD dan konsentrasi N yang lebih tinggi dibanding lokasi pengamatan lain (Tabel 3.). Dugaan tersebut juga sejalan dengan hasil rasio TN/TP yang diperoleh adalah < 16 sehingga diketahui bahwa N merupakan unsur pembatas dalam pertumbuhan plankton di lokasi pengamatan. Hasil analisis korelasi kanonik (CCA) pada penelitian ini juga menunjukkan bahwa *Fragilaria* sp. berkorelasi dengan kadar BOD dan kadar nitrat yang tinggi di badan perairan (Gambar 4).



Gambar 4. Diagram Ordinasasi CCA antara kelimpahan plankton dengan kualitas air di lokasi pengamatan

Tabel 2. Parameter lingkungan di lereng selatan Gunung Lawu

No	Parameter lingkungan	Rata-rata
1	Suhu udara (°C)	20,8
2	Kelembaban udara (%)	69,2
3	Intensitas cahaya (lux)	1.847,6

Monactinus sp. adalah alga hijau yang secara alami muncul di perairan tawar, terutama di badan perairan yang tergenang seperti danau. Hasil penelitian Xiang et al., (2021) menunjukkan bahwa *Monactinus sp.* tidak dapat bertahan di badan perairan dengan kondisi TDS > 2-3 g/L. Pada penelitian ini, ketiga lokasi pengamatan memiliki TDS ± 0,15 g/L sehingga masih dapat menunjang kehidupan genus tersebut. Hasil CCA pada penelitian ini menunjukkan bahwa kelimpahan *Monactinus sp.* lebih berkorelasi dengan kecerahan, suhu, dan kadar fosfat yang tinggi serta BOD dan nitrat yang rendah (Gambar 4.). Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Garduño-Solórzano et al., (2016) yang menunjukkan *Monactinus simplex* merupakan jenis alga hijau dengan persebaran tinggi di seluruh belahan dunia, namun *Monactinus simplex var. echinulatum* dan *M. simplex var. sturmii* merupakan takson langka yang ditemukan pada badan perairan dengan kadar oksigen tinggi (dapat mengindikasikan bahwa BOD relatif rendah), kondisi eutrofik (salah satunya ditandai dengan tingginya kadar P di badan perairan), serta suhu tinggi. Komárek & Fott (1983) juga menyatakan bahwa *Monactinus sp.* memiliki persyaratan ekologis yang khas sebagai bioindikator air tawar yang telah bersifat eutrofik.

SIMPULAN

Struktur komunitas plankton yang meliputi kemelimpahan, indeks keanekaragaman shannon-wiener (H'), Indeks dominansi (C), serta indeks pemerataan (E) menunjukkan bahwa ketiga lokasi pengamatan telah tercemar ringan dan bersifat eutrofik. Meskipun demikian, kualitas pakan yang digunakan pada sistem budidaya ikan sistem KJA berkorelasi rendah terhadap kemelimpahan plankton ($r = 0,289$). Kemelimpahan plankton di lokasi pengamatan justru berkorelasi positif dengan nilai BOD perairan ($r = 593$) dan berkorelasi negatif dengan tingkat kecerahan ($r = 691$). Artinya, semakin tinggi nilai BOD menyebabkan semakin tingginya kemelimpahan plankton dan semakin rendahnya kecerahan perairan danau. *Fragilaria sp.* merupakan jenis plankton yang berpotensi digunakan sebagai bioindikator tingginya BOD dan nitrat di badan perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Kristen Satya Wacana yang telah memberikan dukungan berupa dana penelitian melalui skema penelitian wajib dosen. Peneliti juga mengucapkan terima kasih kepada nelayan dan pemilik KJA yang telah mengizinkan pengambilan sampel di lokasi KJA yang dimiliki.

KEPUSTAKAAN

- Asmara YW, P AS, W DN. 2014. Keragaman dan kelimpahan plankton di perairan Rawa Pening Ambarawa Kabupaten Semarang. *Journal of Pharmacy* **3**(1): 25–32.
- Bellinger EG, Sigeo DC. 2010. *Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators*. Wiley-Blackwell: Chichester (GB).
- Fahrudin AM, Subandiyono S, Chilmawati D. 2023. Pengaruh protein dalam pakan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan juvenil Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Sains Akuakultur Tropis : Indonesian Journal of Tropical Aquaculture* **7**(1): 114–126.
- Firmaningrum NF, Sari LA, Pursetyo KT, Zein A, Idris MH, Cahyoko Y. 2021. Biodiversity studies of echinoderms in Sedati waters, Sidoarjo District, East Java Province. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* **718**(1): 1–9.
- Garduño-Solórzano G, Guillén-Ruiz DL, Martínez-García M, Quintanar-Zuñiga RE, Campos JE, Comas-González AA. 2016. *Pediastrum sensu lato* (Chlorophyceae) of Central Mexico. *Cryptogamie, Algologie* **37**(4): 273–295.
- Hariyati R, Wiryani E, Astuti YK. 2012. Struktur komunitas plankton di inlet dan outlet Danau Rawa Pening. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi* **11**(2): 76.
- Harmoko, Krisnawati Y. 2018. Mikroalga divisi Bacillariophyta yang ditemukan di Danau Aur Kabupaten Musi Rawas. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)* **6**(1): 30–35.
- Hasan B, Guha B, Datta S. 2012. Optimization of feeding efficiency for cost effective production of *Penaeus monodon fabricius* in semi-intensive pond culture system. *Journal of Aquaculture Research & Development* **3**(6): 1–7.
- Indaryanto FR. 2015. Kedalam secchi disk dengan kombinasi warna hitam-putih yang berbeda di Waduk Ciwaka. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* **5**(2): 11–14.
- Indrayati A, Hikmah NI. 2018. Prediksi sedimen Danau Rawa Pening tahun 2020 sebagai dasar reservasi Sungai Tuntang berbasis sistem informasi geografis. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX 2018*, 543–552.
- Irianto EW, Triweko RW. 2019. *Eutrofikasi Waduk dan Danau: Permasalahan, Pemodelan, dan Upaya Pengendalian*. ITB Press: Bandung.
- Junardi, Candramila W, Mundiarto S. 2019. Struktur komunitas fitoplankton Danau Tapal Kuda-Sinau, Kapuas Hulu, Kalimantan Barat. *Biospecies* **12**(2): 51–60.
- Karst TL, Smol JP. 1998. Tracking the cultural eutrophication history of Collins Lake (Southeastern Ontario, Canada) using paleolimnological techniques. *Lake and Reservoir Management* **14**(4): 456–465.
- Komárek J, Fott B. 1983. *Chlorophyceae (Grünalgen) Ordnung Chlorococcales. Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie Teil 7, 1. Hälfte*. E. Schweizerbart: Stuttgart.

- Kurniati RI, Komala PS, Zulkarnaini. 2021. Analisis beban pencemar total nitrogen dan total fosfat akibat aktivitas antropogenik di Danau Maninjau. *Jurnal Ilmu Lingkungan* **19(2)**: 355–364.
- Machbub B, Suwanto A, Harahap TN, Manurung H, Retnowati I, Rachmiati S, Rustadi WC. 2012. *Daya Tampung Beban Cemaran Air dan Zonasi Danau Rawa Pening*. Kementerian Lingkungan Hidup: Jakarta.
- Nugroho HA, Rosyid A, Fitri ADP. 2015. Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology : Analisis Indeks Keanekaragaman, Indeks Dominasi dan Proporsi Hasil Tangkapan Non Target Pada Jaring Arad Modifikasi Di Perairan Kabupaten Kendal. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology* **4(1)**: 1–11.
- Nurruhwati I, Zahidah, Sahidin A. 2017. Kelimpahan plankton di waduk Cirata Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Akuatika Indonesia* **2(2)**: 102–108.
- Peraturan Presiden (Perpres) Nomor 60 Tahun 2021 tentang Penyelamatan Danau Prioritas Nasional. (n.d.).
- Persada AY, Febri SP, Putri KA, Endah Sari HP, Djamani R. 2022. Plankton potential as bioindicator of trophic status of Lokop River Leuser Ecosystem. *Depik Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir dan Perikanan* **11(3)**: 497–502.
- Persada PRG, Restu IW, Sari AHW. 2018. Struktur komunitas fitoplankton di area keramba jaring apung Danau Buyan Kecamatan Sukasada, Buleleng, propinsi Bali. *Jurnal Metamorfosa* **2**: 151–158.
- Piranti AS. 2019. *Pengendalian Eutrofikasi Danau Rawapening*. Universitas Jendral Soedirman Press: Purwokerto.
- Piranti AS, Rahayu DR, Waluyo G. 2018. Evaluasi status mutu air Danau Rawa Pening. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* **8(2)**: 151–160.
- Prasetyo RA, Studi P, Lingkungan T, Teknik F, Dan S, Indonesia UI. 2022. Pemetaan kadar nitrat (NO₃⁻) pada air permukaan Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang.
- Pratama MA, Subandiyono, Pinandoyo. 2015. Pengaruh berbagai rasio E/P pakan berkadar protein 30% terhadap efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology* **4(4)**: 74–81.
- Rosada KK, Sunardi. 2021. *Metode Pengambilan dan Analisis Plankton*. Unpad Press: Jatinangor.
- Sadewo BEC, Ni'am MF, Poedjiastoeti H. 2022. Prediksi laju sedimentasi di sub DAS Rawapening Kabupaten Semarang. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual* **7(1)**: 220–228.
- Samudra SR, Soeprbowati tri R, Izzati M. 2013a. Daya tampung beban pencemaran fosfor untuk budidaya perikanan Danau Rawa Pening. *Prosiding Workshop Penyelamatan Ekosistem Danau Rawapening*, 134–142.
- Samudra SR, Soeprbowati TR, Izzati M. 2013b. Komposisi , kelimpahan dan keanekaragaman fitoplankton Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang. *Bioma : Jurnal Biologi Makassar* **15(1)**: 6–13.
- Sayekti RW, Yuliani E, Bisri M, Juwono PT, Prasetyorini L, Sonia F, Putri AP. 2015. Studi evaluasi kualitas dan status trofik air Waduk Selorejo akibat erupsi Gunung Kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Teknik Pengairan* **6(1)**: 133–145.
- Sheibley RW, Enache M, Swarzenski PW, Moran PW, Foreman JR. 2014. Nitrogen deposition effects on diatom communities in Lakes from three national parks in Washington State. *Water Air Soil Pollut* **225(1857)**: 2–23.
- Soeprbowati TR. 2012. Mitigasi danau eutrofik: studi kasus Danau Rawa Pening. *Prosiding Seminar Nasional Limnologi VI Tahun 2012*, 36–48.
- Soeprbowati TR, Suedy SW. 2011. Komunitas fitoplankton Danau Rawapening. *Jurnal Sains dan Matematika* **19(1)**: 19–30.
- Streble H, Krauter D. 2010. *Das Leben im Wassertropfen: Mikroflora und Mikrofauna des Süßwassers ; ein Bestimmungsbuch*. Kosmos: Verlags.
- Sulastri, Henny C, Handoko U. 2016. Kondisi lingkungan dan status trofik danau Rawa Pening di Jawa Tengah. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* **1(3)**: 23–38.
- Tambaru R, Saru A, Syafiuddin, Amri K, Hatta M, Febrianti. 2022. Analisis rasio Redfield terhadap kesesuaian pertumbuhan fitoplankton di ekosistem Mangrove Lantebung Kota Makassar. *Jurnal Aquatik* **5(2)**: 188–195.
- Tyas EA, Hutabarat S, Ain C. 2017. Struktur komunitas plankton pada perairan yang ditumbuhi eceng gondok sebagai bioindikator kualitas perairan di Danau Rawa Pening Semarang. *Jurnal of Maquares* **6(2)**: 111–119.

- Ulfah M, Fajri SN, Nasir M, Hamsah K, Purnawan S. 2019. Diversity , evenness and dominance index reef fish in Krueng Raya Water, Aceh Besar. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 1–5.
- Wulanningrum S, Subandiyono, Pinandoyo. 2019. Pengaruh kadar protein pakan yang berbeda degan rasio E/P 8,5 kkal/g protein terhadap pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis* **3(2)**: 1–10.
- Xiang L, Huang X, Huang C, Chen X, Wang H, Chen J, Hu Y, Sun M, Xiao Y. 2021. Pediastrum (Chlorophyceae) assemblages in surface lake sediments in China and western Mongolia and their environmental significance. *Review of Palaeobotany and Palynology* **289(1)**: 104396.
- Yang J, Yan D, Yang Q, Gong S, Shi Z, Qiu Q, Huang S, Zhou S, Hu M. 2021. Fish species composition, distribution and community structure in the Fuhe River Basin, Jiangxi Province, China. *Global Ecology and Conservation* **27(June)**: 1–17.
- Zaidy AB, Nurmalia N, Kasmawijaya A. 2021. Pengaruh pemberian pakan protein rendah terhadap kualitas air , profil darah dan performa produksi ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Salamata* **3(2)**: 38–44.
- Zulfia N, Aisyah. 2013. Status trofik perairan Danau Rawa Pening ditinjau dari kandungan unsur hara (NO₃ dan PO₄) serta chlorophyll-a. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap* **5(3)**: 189–199.