

Kelimpahan *Pediastrum* (Chlorophyceae) dan Hubungannya dengan Kualitas Air di Danau Rawa Pening, Jawa Tengah

Arif Rahman^{1*}, Oktavianto Eko Jati¹, dan Kukuh Prakoso¹

¹Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan, Departemen Sumber Daya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro, Indonesia; e-mail: arifbintaryo@live.undip.ac.id

ABSTRAK

Danau Rawa Pening merupakan salah satu danau prioritas nasional yang telah mengalami pencemaran. Fitoplankton adalah organisme pertama yang terganggu karena perubahan kondisi perairan. *Pediastrum* merupakan salah satu genus fitoplankton dari kelas Chlorophyceae yang sensitif terhadap perubahan lingkungan danau. *Pediastrum* berperan penting terhadap produktivitas primer di perairan tawar. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan kelimpahan *Pediastrum* dengan variabel kualitas air di Danau Rawa Pening. Pengambilan sampel dilakukan tiga kali pada bulan September, Oktober, dan November 2023 di 4 stasiun yang tersebar dari inlet hingga outlet Danau Rawa Pening. Pengumpulan data meliputi pengukuran parameter kualitas air dan pengambilan sampel fitoplankton di permukaan perairan danau. Pengukuran variabel kualitas air meliputi kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, suhu, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, dan ortofosfat. *Principal component analysis* (PCA) digunakan untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan *Pediastrum* dan variabel kualitas air. *Pediastrum* merupakan genus fitoplankton dari kelas Chlorophyceae yang ditemukan dengan kelimpahan tertinggi mencapai 85,30%. Kelimpahan *Pediastrum* berkisar antara 789.293-8.386.105 sel/L dengan kelimpahan *Pediastrum duplex* (91,40%) lebih tinggi dibandingkan dengan *Pediastrum simplex* (8,60%). Kedalaman perairan termasuk dangkal, kecerahan perairan rendah, serta suhu dan pH sesuai habitat *Pediastrum*. Konsentrasi oksigen terlarut cukup tinggi. Nutrien baik nitrat maupun ortofosfat menunjukkan konsentrasi yang tinggi. *P. duplex* berhubungan erat dengan nitrat dan ortofosfat, sedangkan *P. simplex* berhubungan erat dengan oksigen terlarut dan suhu perairan.

Kata kunci: Danau Rawa Pening, Fitoplankton, Kelimpahan, Nutrien, *Pediastrum duplex*

ABSTRACT

Lake Rawa Pening is one of the national priority lakes that has been polluted. Phytoplankton are the first organisms to be disturbed due to changes in water conditions. *Pediastrum* is a genus of phytoplankton from the Chlorophyceae class which is sensitive to changes in the lake environment. *Pediastrum* plays an important role in primary productivity in fresh waters. The aim of this study was to analyze the relationship between the abundance of *Pediastrum* and water quality variables in Lake Rawa Pening. Sampling was carried out three times in September, October and November 2023 at 4 stations from the inlet to the outlet of Lake Rawa Pening. Data collection consists of measuring water quality parameters and taking phytoplankton samples on the surface of the lake waters. Measurement of water quality variables includes depth, transparency, water currents, temperature, pH, dissolved oxygen, nitrate, and orthophosphate. Principal component analysis (PCA) was used to determine the relationship between *Pediastrum* abundance and water quality variables. *Pediastrum* is a genus of phytoplankton from the Chlorophyceae class which was found with the highest abundance of 85.30%. The abundance of *Pediastrum* ranged between 789,293-8,386,105 cells/L with the abundance of *Pediastrum duplex* (91.40%) higher than *Pediastrum simplex* (8.60%). The water depth was shallow, the water transparency was low, the dissolved oxygen concentration was high, and the temperature and pH were suitable for the *Pediastrum* habitat. Nutrients both nitrate and orthophosphate showed high concentrations. *P. duplex* was related to nitrate and orthophosphate, while *P. simplex* is related to dissolved oxygen and water temperature.

Keywords: Abundance, Lake Rawa Pening, Nutrient, *Pediastrum duplex*, Phytoplankton

Citation: Rahman, A., Jati, O. E., dan Prakoso, K. (2025). Kelimpahan *Pediastrum* (Chlorophyceae) dan Hubungannya dengan Kualitas Air di Danau Rawa Pening, Jawa Tengah. Jurnal Ilmu Lingkungan, 23(4), 1023-1028, doi:10.14710/jil.23.4.1023-1028

1. PENDAHULUAN

Danau Rawa Pening merupakan salah satu danau prioritas nasional yang telah mengalami pencemaran (Piranti *et al.*, 2018). Perairan yang tercemar dapat

menyebabkan organisme perairan mengalami perubahan suksesi dalam jangka waktu yang relatif singkat (Wang *et al.*, 2012; Swann *et al.*, 2020).

Fitoplankton adalah organisme pertama yang terganggu karena perubahan kondisi perairan. Sebagai produsen utama, fitoplankton merupakan komponen penting ekosistem danau dan berperan penting dalam menjaga stabilitasnya (Qu'ér'e *et al.*, 2005; Padfield *et al.*, 2018). Fitoplankton umumnya sensitif terhadap perubahan lingkungan (Adrian *et al.*, 2009) sehingga dapat meningkatkan laju pertumbuhan dan reproduksinya (Reynolds, 2006; Lopez-Urrutia' & Mor'an, 2015).

Pediastrum merupakan salah satu genus fitoplankton yang paling sering digunakan sebagai indikator untuk mengetahui perubahan lingkungan (Li *et al.*, 2021; Xiang *et al.*, 2021). *Pediastrum* termasuk kelas Chlorophyceae (Gaurav *et al.*, 2020), banyak ditemukan di air tawar dan merupakan mikroorganisme dengan struktur uniseluler (Houda *et al.*, 2023).

Pediastrum sensitif terhadap perubahan lingkungan danau (Jankovská & Komárek, 2000). Kelimpahan *Pediastrum* dapat menunjukkan dinamika lingkungan danau. Dalam ekosistem perairan, *Pediastrum* berperan penting terhadap produktivitas primer di perairan tawar (Stivins *et al.*, 2015). Dikarenakan sebarannya yang luas, mudah diketahui, dan sensitif terhadap kondisi lingkungan, *Pediastrum* dapat digunakan sebagai indikator lingkungan yang baik (Alhonen dan Ristiluoma, 1973). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan kelimpahan *Pediastrum* dengan variabel kualitas air di Danau Rawa Pening.

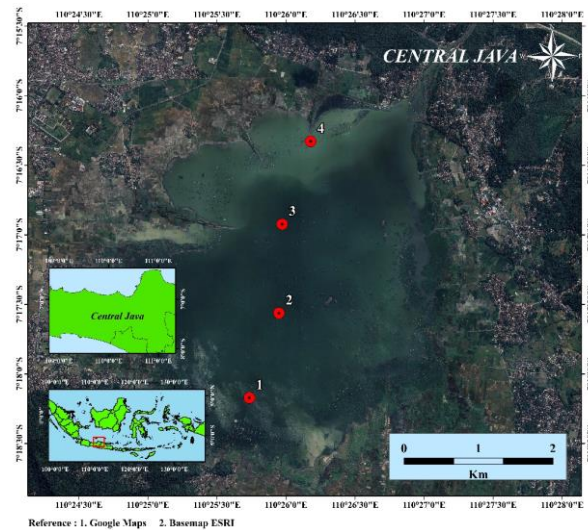
2. METODE PENELITIAN

Materi penelitian ini adalah sampel fitoplankton yang diperoleh dari Danau Rawa Pening. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari plankton net untuk mengambil sampel fitoplankton, botol sampel sebagai wadah sampel, Secchi disk untuk mengukur kecerahan, pH meter HM Digital pH-80 untuk mengukur pH, DO meter Lutron DO-5510 untuk mengukur suhu dan oksigen terlarut. Mikroskop Olympus CX23 dengan perbesaran total 100x digunakan untuk mengamati dan mengidentifikasi fitoplankton, Sedgewick-Rafter sebagai wadah untuk pengamatan fitoplankton, buku identifikasi fitoplankton. Bahan pada penelitian ini adalah sampel air dan fitoplankton.

Pengambilan sampel dilakukan tiga kali pada bulan September, Oktober, dan November 2023 di Danau Rawa Pening. Lokasi pengambilan sampel berjumlah 4 stasiun yang tersebar dari inlet hingga outlet danau (Gambar 1). Pemilihan stasiun-stasiun tersebut berdasarkan perbedaan kondisi wilayah perairan dan aktivitas manusia di sekitarnya seperti budidaya ikan di keramba jaring apung. Stasiun 1 merupakan inlet danau, stasiun 2 dan 3 berada di tengah danau, serta stasiun 4 berada di outlet danau.

Pengumpulan data meliputi pengukuran parameter kualitas air dan pengambilan sampel fitoplankton di permukaan perairan danau. Pengukuran parameter kualitas air meliputi

kedalaman, kecerahan, kecepatan arus, suhu, pH, dan oksigen terlarut (DO) secara *in situ* serta nitrat dan ortofosfat yang diukur secara *ex situ* di Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan (PSDIL), Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK), Universitas Diponegoro.



Gambar 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel di Danau Rawa Pening

Sampel fitoplankton diambil dengan menyaring air menggunakan plankton net dan diberikan pengawet larutan Lugol 1% sesuai metode APHA (2012). Identifikasi dan perhitungan kelimpahan fitoplankton dilakukan di Laboratorium PSDIL, FPIK, Universitas Diponegoro.

Pengamatan fitoplankton dilakukan dengan mikroskop dan identifikasi berdasarkan Mizuno (1964) dan Sulastri (2018). Perhitungan kelimpahan fitoplankton menggunakan Sedgewick Rafter Counting Cell (SRC) dengan persamaan sebagai berikut (APHA 2005):

$$N = n \times \frac{V_t}{V_{src}} \times \frac{A_{src}}{A_a} \times \frac{1}{V_d} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan: N = kelimpahan fitoplankton (sel/L); n = jumlah sel yang teramati (sel); V_t = volume air tersaring (mL); V_{src} = volume dalam SRC (mL); A_{src} = luas penampang SRC (mm²); A_a = luas amatan (mm²); V_d = volume air yang disaring (L).

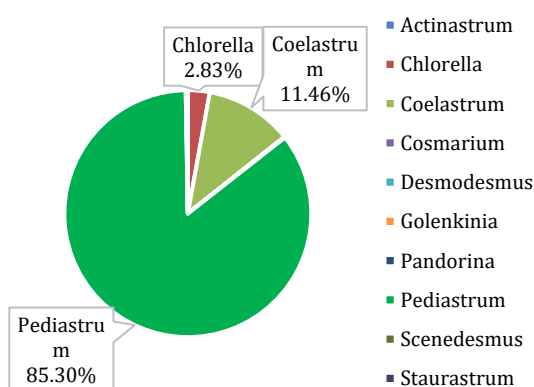
Analisis statistik yang digunakan adalah *principal component analysis* (PCA). Selanjutnya analisis biplot untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan *Pediastrum* dan variabel kualitas air yang diukur pada penelitian ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu kelas fitoplankton yang umumnya dominan di perairan tawar seperti danau adalah Chlorophyceae. Fitoplankton umumnya sensitif terhadap perubahan lingkungan (Adrian *et al.*, 2009). Menurut Harmoko *et al.*, (2018), fitoplankton dari kelas Chlorophyceae dipengaruhi oleh kecepatan arus. Kecepatan arus yang rendah pada suatu perairan

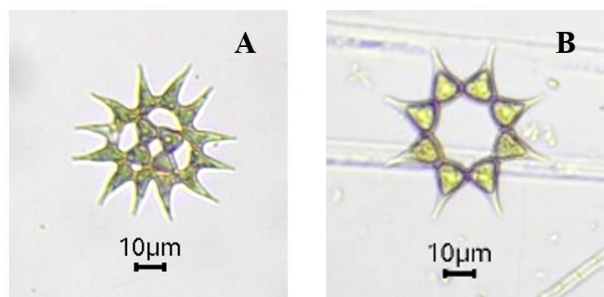
menyebabkan kelimpahan Chlorophyceae yang tinggi karena terjadinya migrasi horizontal. Selain itu, spesies fitoplankton biasanya beradaptasi pada ambang batas suhu yang berbeda sehingga perubahan suhu dapat mempengaruhi perubahan komunitas fitoplankton (Thomas *et al.*, 2012; Hou *et al.*, 2022).

Chlorophyceae adalah komunitas fitoplankton yang umumnya mendominasi perairan tergenang (danau, waduk) (Szelag-Wasielewska & Goldyn 2005). Genera fitoplankton dari kelas Chlorophyceae yang ditemukan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 2. *Pediastrum* merupakan genus fitoplankton dari kelas Chlorophyceae yang ditemukan dengan kelimpahan tertinggi (85,30%), diikuti oleh *Coelastrum* (11,46%) dan *Chlorella* (2,83%). Genus lainnya yang ditemukan dengan kelimpahan rendah (<1%) adalah *Actinastrum*, *Cosmarium*, *Desmodesmus*, *Golenkinia*, *Pandorina*, *Scenedesmus*, dan *Staurostrum*.



Gambar 2. Kelimpahan Genus Fitoplankton dari Kelas Chlorophyceae di Danau Rawa Pening

Pediastrum merupakan genus umum ganggang hijau (Hydrodictyaceae) yang ditemukan di perairan tawar, terutama di danau, rawa, dan kolam (Jankovská & Komárek, 2000). *Pediastrum* banyak ditemukan di air tawar dengan struktur uniseluler (Houda *et al.*, 2023). *Pediastrum* mengandung kloroplas dengan butir-butir pirenoid di tengahnya yang berfungsi dalam fotosintesis. Hal ini menyebabkan *Pediastrum* bersifat fototaksis positif, yaitu mendekati datangnya sinar matahari, sehingga sering ditemukan di permukaan suatu perairan. *Pediastrum* pada umumnya berada pada perairan yang dangkal (Shubert 2003 dalam Ayoade dan Aderogba 2020).



Gambar 3. Jenis *Pediastrum* di Danau Rawa Pening, (a) *Pediastrum duplex*, (b) *Pediastrum simplex*

Pediastrum berukuran kecil, uniseluler, dan memiliki flagel yang selalu sama panjang disebut dengan isokontae. Pada setiap koloni berisi sel dengan jumlah tertentu dan terdiri dari pigmen klorofil-a. Sel *Pediastrum* memiliki bentuk yang bervariasi. Sel bagian interior merupakan polyhedral dengan 4 hingga banyak sisi, sedangkan sel perifer memiliki bentuk serupa namun terdiri dari 1, 2 atau 4 lobus seperti tanduk yang berfungsi untuk meningkatkan daya apung di kolom air dan membantu mencegah predasi. *Pediastrum* berbentuk sel polygonal dan zoospora biflagellata untuk tiap sel, 2-4 pirenoid, dan nukleusnya terletak di tengah (Ozturk *et al.*, 2018).

Karakteristik *Pediastrum* memiliki sel datar berbentuk seperti piring, melingkar dan berkoloni serta bebas mengapung di perairan. Koloni sel terdiri atas 4-64 sel dengan ukuran 8-32 µm. Koloni sel tersusun seperti membentuk jaringan yang berlubang-lubang. Habitat *Pediastrum* umumnya di perairan danau yang dangkal, kolom perairan yang teraduk atau tidak ada stratifikasi suhu (Vuuren *et al.* 2006, Bellinger & Sigee 2010, Sulastri 2018).

Tabel 1. Kelimpahan *P. duplex* dan *P. simplex*

Jenis	Kelimpahan (sel/L)	Persentase
<i>Pediastrum duplex</i>	8.386.105	91,40%
<i>Pediastrum simplex</i>	789.293	8,60%
Total	9.175.398	

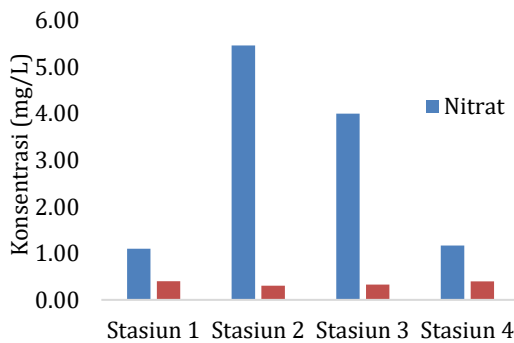
Kelimpahan *P. duplex* mencapai 8.386.105 sel/L (91,40%) lebih tinggi dibandingkan dengan *P. simplex* (8,60%). *P. duplex* merupakan salah satu spesies fitoplankton berklorofil yang terdiri dari satu atau banyak sel, berbentuk koloni, dan bersifat kosmopolitan. Tingginya kelimpahan *P. duplex* disebabkan oleh kondisi Danau Rawa Pening yang memiliki konsentrasi nutrisi (nitrat dan ortofosfat) yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil analisis PCA yang menunjukkan *P. duplex* berhubungan erat dengan nitrat dan ortofosfat. Lenarczyk (2015) menyatakan *P. duplex* berhubungan positif dengan konsentrasi nitrat dan ortofosfat yang tinggi.

Persebaran *Pediastrum* dipengaruhi oleh variabel kualitas air. Variabel kualitas air pada penelitian ini disajikan pada Tabel 2. Kedalaman perairan saat penelitian termasuk dangkal berkisar antara 52,7-134,0 cm dan kecerahan perairan yang rendah antara 30,5-37,2 cm. Variasi kelimpahan *Pediastrum* memiliki korelasi yang kuat dengan perubahan ketinggian air (Whitney dan Mayle, 2012; Chen *et al.*, 2021). Kecenderungan mempengaruhi kemampuan fotosintesis fitoplankton (Hamuna *et al.*, 2018).

Tabel 2. Variabel Kualitas Air Danau Rawa Pening

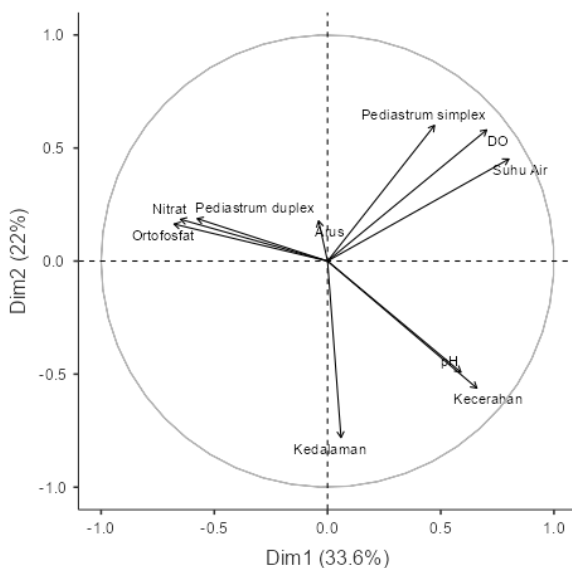
Variabel	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
Kedalaman (cm)	96,7	77,0	52,7	134,0
Kecerahan (cm)	34,2	30,5	33,9	37,2
Arus (m/s)	0,13	0,15	0,13	0,03
Suhu Air (°C)	28,03	28,73	28,13	26,57
pH	7,63	7,71	7,87	7,41
DO (mg/L)	8,13	9,67	9,03	6,73

Kondisi kualitas air seperti suhu dan pH sesuai habitat *Pediastrum* dengan suhu berkisar antara 21,29-28,92°C dan pH antara 6,87-8,73 (Sulastri, 2018). Suhu yang meningkat akan meningkatkan laju fotosintesis dan populasi fitoplankton (Armiani & Harisanti, 2021). Konsentrasi oksigen terlarut cukup tinggi antara 8,13-9,67 mg/L. Tersedianya oksigen yang cukup dan pH air basa mempengaruhi kesuburan perairan dan penguraian nutrisi menjadi lebih baik (Elvince & Kembarawati, 2021).



Gambar 4. Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat Danau Rawa Pening

Keberadaan nutrisi baik nitrat maupun ortofosfat menunjukkan konsentrasi yang tinggi. Nitrat berkisar antara 1,10-5,47 mg/L, sedangkan ortofosfat antara 0,30-0,40 mg/L (Gambar 4). Nutrien yang melimpah di perairan akan menyebabkan terjadinya blooming populasi fitoplankton (Burson *et al.*, 2018). Mardiatno *et al.*, (2023) menyatakan bahwa Danau Rawa Pening memiliki suhu yang hangat dan sangat kaya akan nutrisi yang dipengaruhi oleh aktivitas keramba jaring apung dan pertanian di sekitar danau.



Gambar 5. Biplot PCA antara Kelimpahan *Pediastrum* dan Variabel Kualitas Air

Berdasarkan analisis PCA, *P. duplex* berhubungan erat dengan nitrat dan ortofosfat, sedangkan *P. simplex* berhubungan erat dengan oksigen terlarut (DO) dan suhu perairan (Gambar 5). *Pediastrum* dipengaruhi oleh suhu pada saat musim panas (Turner *et al.*, 2016). Suhu, cahaya matahari, dan ketersediaan nutrisi mempengaruhi keanekaragaman fitoplankton (Lundström *et al.*, 2022).

Nitrat dan ortofosfat mempengaruhi kelimpahan fitoplankton di perairan (Chang *et al.*, 2022). Ortofosfat yaitu salah satu nutrisi esensial bagi pertumbuhan fitoplankton dan faktor penentu eutrofikasi atau kesuburan perairan (Brahmana & Achmad, 2012). Konsentrasi ortofosfat yang tinggi akan memicu blooming alga (Kent *et al.*, 2020). Menurut Lusiana *et al.*, (2021), unsur fosfat sangat mempengaruhi pertumbuhan fitoplankton karena menjadi faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini memberikan pengetahuan baru berkaitan dengan preferensi ekologi *Pediastrum*. Kelimpahan *Pediastrum duplex* lebih tinggi dibandingkan dengan *Pediastrum simplex*. Kelimpahan *P. duplex* berhubungan erat dengan nitrat dan ortofosfat, sedangkan *P. simplex* berhubungan erat dengan oksigen terlarut dan suhu perairan. *Pediastrum* berpotensi untuk dijadikan bioindikator kualitas air. Jenis *P. duplex* dengan kelimpahan yang tinggi dapat menunjukkan konsentrasi nutrisi yang tinggi (perairan eutrofik). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk menganalisis pengaruh kelimpahan *Pediastrum* yang tinggi terhadap biota lain seperti ikan di Danau Rawa Pening.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada LPPM Universitas Diponegoro atas pembiayaan penelitian ini pada tahun Anggaran 2023 dengan nomor kontrak 609-07/UN7.D2/PP/VIII/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Adrian, R., O'Reilly, C.M., Zagarese, H., Baines, S.B., Hessen, D.O., Keller, W., Livingstone, D.M., Sommaruga, R., Straile, D., Donk, E.V., Weyhenmeyer, G.A., Windler, M. (2009). Lakes as sentinels of climate change. *Limnol. Oceanogr.* 54(6), 2283-2297.
- Alhonen, P., Ristiluoma, S. (1973). On the occurrence of subfossil *Pediastrum* algae in a Flandrian core at Kirkkonummi, southern Finland. *Bull. Geol. Soc. Finland*, 45(1), 73-77.
- APHA (American Public Health Association). (2005). *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater* 22nd ed. Washington DC (US): AWWA (American Water Works Association) and WEF (Water Environment Federation).
- Armiani, S., Harisanti, B.M. (2021). Hubungan Kelimpahan Fitoplankton dengan Faktor Lingkungan di Perairan Pantai Desa Madayin Lombok Timur. *Jurnal Pijar MIPA*, 16(1), 75-80.
- Ayoade A.A., Aderogba A. (2020). Spatial and Temporal Distribution of Plankton in a Tropical Reservoir,

- southwestern Nigeria. Egyptian Journal of Aquatic Biology & Fisheries Zoology Department, Faculty of Science, Ain Shams University, Cairo, Egypt, 24(5), 161-181.
- Bellinger, E.G., Sigeo, D.C. (2010). Freshwater Algae: Identification and Use as Bioindicators. UK: John Wiley and Sons. 284 hlm.
- Brahmana, S.S., Achmad, F. (2012). Potensi Beban Pencemaran Nitrogen, Fosfat, Kualitas Air, Status Trofik dan Stratifikasi Waduk Riam Kanan. Jurnal Sumber Daya Air, 8(1), 53-66.
- Burson, A., Stomp, M., Greenwell, E., Grosse, J., Huisman, J. (2018). Competition for nutrients and light: testing advances in resource competition with a natural phytoplankton community. Ecology, 99(5), 1108-1118.
- Chang, C.W., Miki, T., Ye, H., Souissi, S., Adrian, R., Anneville, O., Agasild, H. (2022). Causal Networks of Phytoplankton Diversity and Biomass Are Modulated by Environmental Context. Nature Communications, 13(1), 1-11.
- Chen, C.Z., Tao, S.X., Zhao, W.W., Jin, M., Wang, Z., Li, H., Ren, H.Y., Li, G.Q., (2021). Holocene lake level, vegetation, and climate at the East Asian summer monsoon margin: a record from the Lake Wulanhushao basin, southern Inner Mongolia. Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol. 561, 110051.
- Elvince, R., Kembarawati. (2021). Kajian Kualitas Air Danau Hanjalutung untuk Kegiatan Perikanan di Kelurahan Petuk Katimpun, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah. Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah, 9(1), 29-41.
- Gaurav, P., Yadav, D.P., Ashish, G. (2020). ResNeXt convolution neural network topology based deep learning model for identification and classification of *Pediastrum*. Algal Res, 48, 101932.
- Hamuna, B., Tanjung, R.H., Maury, H.K., Alianto. (2018). Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. Jurnal Ilmu Lingkungan, 16(1), 35-43.
- Harmoko, Triyanti, M., Aziz, L. (2018). Eksplorasi Mikroalga di Sungai Mesat Kota Lubuklinggau. Jurnal Biologi dan Pembelajarannya, 13(2), 19-23.
- Hou, X., Feng, L., Dai, Y., Hu, C., Gibson, L., Tang, J., Lee, Z., Wang, Y., Cai, X., Liu, J., Zheng, Y., Zheng, C., (2022). Global mapping reveals increase in lacustrine algal blooms over the past decade. Nat. Geosci., 15(2), 130-134.
- Houda, E., Tasneema, I., Victor, M.O., Navid, M.R. (2023). Microalgal biofilms: towards a sustainable biomass production, Algal Res., 72, 103124.
- Jankovská, V., Komárek, J., (2000). Indicative Value of *Pediastrum* and Other Coccal Green Algae in Palaeoecology. Folia Geobot., 35(1), 59-82.
- Kent, R., Johnson, T.D., Rosen, M.R. (2020). Status and Trends of Orthophosphate Concentrations in Groundwater Used for Public Supply in California. Environmental Monitoring and Assessment, 192(8), 1-26.
- Lenarczyk, J. (2015). *Pediastrum* Meyen *sensu lato* (Chlorophyceae) in the phytoplankton of lowland and upland water bodies of Central Europe (Poland). Fottea, Olomouc, 15(2), 165-177.
- Li, Y., Hu, L., Zhao, Y.T., Wang, H.P., Huang, X.Z., Chen, G.J., Leppanen, J.J., Fontana, L., Ren, L.L., Shi, Z.L., Liu, B., Zhao, H., (2021). Meltwater-driven waterlevel fluctuations of Bosten Lake in arid China over the past 2,000 years. Geophys. Res. Lett. 48.
- Lopez-Urrutia, A., Mor'an, X.A.G., (2015). Temperature affects the size-structure of phytoplankton communities in the ocean. Limnol. Oceanogr., 60(3), 733-738.
- Lundsør, E., Eikrem, W., Stige, L.C., Engesmo, A., Stadniczeñko, S.G., Edvardsen, B. (2022). Changes in Phytoplankton Community Structure over a Century in Relation to Environmental Factors. Journal of Plankton Research, 44(6), 854-871.
- Lusiana, E.D., Mahmudi, M., Buwono, R., Nisya, T.W. (2021). Analisis Kelimpahan Fitoplankton Berdasarkan Ketersediaan Nutrien di Ranu Grati Dengan Generalized Poisson Regression. Journal of Fisheries and Marine Research, 5(1), 78-82.
- Mardiatno, D., F. Faridah, N. Listyaningrum, N.R.F. Hastari, I. Rhosadi, A.D.S. da Costa, A.D.W. Rahmadana, A.R.K. Lisan, S. Sunarno, M.A. Setiawan. (2023). A Holistic Review of Lake Rawapening Management Practices, Indonesia: Pillar-Based and Object-Based Management. Water (Switzerland), 15(1), 1-32.
- Mizuno, T. (1964). Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan. Japan: Hoikusha. 351 hlm.
- Ozturk B.Y., Assikutlu B., Akkoz C., Atici T. (2018). Molecular and Morphological Characterization of Several Cyanobacteria and Chlorophyta Species Isolated from Lakes in Turkey. Turkish Journal of Fisheries & Aquatic Science, 19(8), 635-643.
- Padfield, D., Buckling, A., Warfield, R., Lowe, C., Yvon-Durocher, G. (2018). Linking phytoplankton community metabolism to the individual size distribution. Ecol. Lett., 21(8), 1152-1161.
- Piranti, A.S., Rahayu, D.R., Waluyo, G. (2018). Evaluasi Status Mutu Air Danau Rawapening. Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 8(2), 151-160.
- Qu'ér'e, C.L., Harrison, S.P., Prentice, I.C., Buitenhuis, E.T., Aumont, O., Bopp, L., Claustre, H., Cunha, L.C.D., Geider, R., Giraud, X., Klaas, C., Kohfeld, K.E., Legendre, L., Manizza, M., Platt, T., Rivkin, R., Sathyendranath, S., Uitz, J., Watson, A.J., Wolf-Gladrow, D. (2005). Ecosystem dynamics based on plankton functional types for global ocean biogeochemistry models. Glob. Change Biol., 11, 2016-2040.
- Reynolds, C.S. (2006). Ecology of Phytoplankton. Cambridge University Press, London.
- Sulastri. (2018). Fitoplankton Danau-Danau di Pulau Jawa: Keanekaragaman dan Perannya Sebagai Bioindikator Perairan. Jakarta: LIPI Press. 122 hlm.
- Stivriņs, N., Kołaczek, P., Reitalu, T., Seppä, H., Veski, S., (2015). Phytoplankton response to the environmental and climatic variability in a temperate lake over the last 14,500 years in eastern Latvia. J. Paleolimnol., 54(1), 103-119.
- Swann, G.E.A., Panizzo, V.N., Piccolroaz, S., Pashley, V., Horstwood, M.S.A., Roberts, S., Vologina, E., Piotrowska, N., Sturm, M., Zhdanov, A., Granin, N., Norman, C., McGowan, S., Mackay, A.W. (2020). Changing nutrient cycling in Lake Baikal, the world's oldest lake. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 117, 27211-27217.
- Szelag-Wasielewska E, Goldyn R. (2005). Vertical variation of phytoplankton structure in The Owinska Gravel Pit Lake in 2004. Oceanological and Hydrobiological Studies, 3, 247-256.

- Thomas, M.K., Kremer, C.T., Klausmeier, C.A., Litchman, E. (2012). A Global Pattern of thermal Adaptation in Marine Phytoplankton. *Science*, 338(23), 1085-1088.
- Turner, F., Zhu, L.P., Lü, X.M., Peng, P., Ma, Q.F., Wang, J.B., Hou, J.Z., Lin, Q.Q., Yang, R.M., Frenzel, P. (2016). *Pediastrum sensu lato* (Chlorophyceae) assemblages from surface sediments of lakes and ponds on the Tibetan Plateau. *Hydrobiologia*, 771(1), 101-118.
- Van Vuuren SJ, Taylor J, van Ginkel C, Gerber A. (2006). Easy Identification of The Most Common Freshwater Algae. Potchefstroom, South Africa: North-West University. 211 hlm.
- Wang, R., Dearing, J.A., Langdon, P.G., Zhang, E., Yang, X., Dakos, V., Scheffer, M. (2012). Flickering gives early warning signals of a critical transition to a eutrophic lake state. *Nature*, 492, 419-422.
- Whitney, B.S., Mayle, F.E. (2012). *Pediastrum* species as potential indicators of lake-level change in tropical South America. *J. Paleolimnol.*, 47(4), 601-615.
- Xiang, L.X., Huang, X.Z., Huang, C., Chen, X.M., Wang, H.P., Chen, J.H., Hu, Y., Sun, M. J., Xiao, Y.L. (2021). *Pediastrum* (Chlorophyceae) assemblages in surface lake sediments in China and western Mongolia and their environmental significance. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 289.