

KONDISI KUALITAS AIR DAN STRUKTUR KOMUNITAS DIATOM (BACILLARIOPHYCEAE) DI SUNGAI BABON

Water Quality Condition and Community Structure of Diatom (Bacillariophyceae) in Babon River

Arif Rahman*, Haeruddin, Abdul Ghofar, Frida Purwanti
Program Studi Manajemen Sumberdaya Perairan, Departemen Sumberdaya Akuatik,
Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro,
Jl. Prof Soedarto, SH, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah – 50275
Email: arifbintaryo@live.undip.ac.id

Diserahkan tanggal 12 Mei 2022, Diterima tanggal 15 Agustus 2022

ABSTRAK

Sungai Babon merupakan salah satu sungai di Semarang, Jawa Tengah yang dimanfaatkan untuk berbagai aktivitas manusia sehingga berpotensi menghasilkan limbah yang akan mencemari perairan. Perubahan kualitas air akibat pencemaran akan mempengaruhi persebaran dan struktur komunitas fitoplankton. Diatom (Bacillariophyceae) adalah salah satu kelompok fitoplankton yang tersebar luas di perairan karena memiliki daya adaptasi yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kondisi kualitas air dan struktur komunitas diatom (Bacillariophyceae) di Sungai Babon. Penelitian ini dilakukan di 5 stasiun yang tersebar dari hulu hingga hilir Sungai Babon pada bulan April dan Mei 2021. Variabel kualitas air yang diukur meliputi suhu, kecerahan perairan, pH, oksigen terlarut (DO), nitrat, dan fosfat. Hasil penelitian ini menunjukkan parameter kualitas air Sungai Babon masih sesuai dengan baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kecuali kadar oksigen terlarut di Stasiun 5. Diatom (Bacillariophyceae) yang ditemukan di Sungai Babon berjumlah 17 genera. Diatom yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula*, diikuti *Synedra*, *Surirella*, dan *Melosira*. *Navicula* adalah genus diatom yang ditemukan di semua stasiun penelitian dan memiliki kelimpahan tertinggi dengan persentase kelimpahan berkisar antara 13,82-52,83% dari kelimpahan total setiap stasiun. Diatom memiliki indeks keanekaragaman yang rendah, keseragaman tinggi (merata), dan dominansi rendah.

Kata kunci: diatom; fitoplankton; *Navicula*; pencemaran; Sungai Babon

ABSTRACT

*Babon River is one of the rivers in Central Java that is used for various human activities so it has the potential to produce waste that will pollute the waters. Changes in water quality will affect the distribution and structure of the phytoplankton community. Diatoms (Bacillariophyceae) are a group of phytoplankton that is widely distributed in waters because they have high adaptability. The purpose of this study was to determine the condition of water quality and community structure of diatoms (Bacillariophyceae) in the Babon River. This research was conducted at 5 stations spread from upstream to downstream of the Babon River in April and May 2021. The water quality variables measured included temperature, water transparency, pH, dissolved oxygen, nitrate, and phosphate. The results showed that the water quality parameters of the Babon River are still following the quality standards of PP RI No. 22 of 2021 Class II, except for dissolved oxygen levels at Station 5. Diatoms (Bacillariophyceae) found in Babon River are 17 genera. The most common genus was *Navicula*, *Synedra*, *Surirella*, and *Melosira*. *Navicula* is a genus of phytoplankton found in all stations and has the highest abundance with a percentage from 13.82 to 52.83% of the total abundance of each station. Diatoms have a low diversity index, high similarity, and low dominance.*

Keywords: Babon River; diatom; *Navicula*; phytoplankton; pollution

PENDAHULUAN

Sungai Babon merupakan salah satu sungai di Semarang, Jawa Tengah yang dimanfaatkan sebagai sumber air baku untuk pertanian, industri, air minum, dan kebutuhan rumah tangga lainnya (Raymond *et al.*, 2011). Berbagai aktivitas manusia yang terdapat di sepanjang aliran Sungai Babon berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung bahan pencemar. Selain itu, pemanfaatan sumberdaya air yang tidak memperhatikan daya dukungnya dapat menimbulkan pencemaran dan perubahan kualitas perairan. Suparjo (2009) menyatakan bahwa status mutu air Sungai Babon tergolong

buruk dengan kondisi perairan tercemar berat. Perubahan kualitas air akibat pencemaran akan mempengaruhi persebaran dan struktur komunitas fitoplankton. Fitoplankton dapat merespon dengan cepat terhadap perubahan yang terjadi pada lingkungan perairan (Thakur *et al.*, 2013).

Diatom (Bacillariophyceae) adalah salah satu kelompok fitoplankton yang tersebar luas baik di perairan dengan kondisi ekstrim atau tercemar. Hal ini dikarenakan diatom memiliki daya adaptasi yang tinggi di perairan tercemar dengan memperbanyak lendir di permukaan tubuhnya (Heramza *et al.*, 2021; Saxena *et al.*, 2021). Selain itu, diatom memiliki kemampuan bertahan hidup di perairan berarus lambat hingga

cepat (Safitri *et al.*, 2019). Diatom dapat menggambarkan kondisi kualitas air dari pengaruh antropogenik (Zelnik dan Sušin, 2020).

Peranan diatom dalam ekosistem perairan sangat penting sebagai produsen primer yang akan dimanfaatkan oleh organisme perairan lainnya. Diatom berkontribusi pada jaring makanan dengan menyediakan makanan untuk beberapa organisme trofik yang lebih tinggi dan berperan penting dalam siklus biogeokimia sehingga berkontribusi pada total produksi primer. Siklus hidup diatom yang pendek dapat mencerminkan perubahan lingkungan yang cepat dalam waktu singkat dengan mengubah keanekaragaman dan kepadatannya sehingga berguna sebagai bioindikator kualitas air (Wang *et al.*, 2019a; Wang *et al.*, 2019b)

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Babon dengan dua kali pengulangan pada bulan April dan Mei 2021. Lokasi pengambilan sampel berjumlah 5 stasiun yang tersebar dari hulu hingga hilir Sungai Babon (Gambar 1). Stasiun tersebut dipilih berdasarkan perbedaan kondisi lingkungan dan aktivitas yang berpotensi mempengaruhi kondisi kualitas air dan persebaran diatom. Stasiun 1 merupakan hulu Sungai Babon, stasiun 2 berada di sekitar tempat pembuangan sampah domestik, stasiun 3 berada di sekitar ladang perkebunan yang terjadi sedimentasi, stasiun 4 berada di sekitar pemukiman penduduk, dan stasiun 5 merupakan hilir Sungai Babon.



Gambar 1. Peta lokasi Pengambilan Sampel di Sungai Babon

Metode Pengumpulan Data Kualitas Air dan Diatom

Pengumpulan data pada penelitian ini meliputi pengukuran variabel kualitas air dan pengambilan sampel fitoplankton di 5 stasiun yang telah ditentukan. Pengukuran variabel kualitas air meliputi suhu, kecerahan, kecepatan arus, pH, dan oksigen terlarut (DO) yang diukur secara langsung di sungai (*in situ*) serta nitrat dan fosfat yang diukur secara *ex situ* di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro. Sampel diatom diambil dengan menyaring air sebanyak 100 L menggunakan *plankton net* dengan *mesh size* 25 µm kemudian

dimasukkan ke dalam botol sampel dan diberikan larutan Lugol 1% sesuai metode APHA (2012) untuk keperluan analisis di laboratorium. Identifikasi dan perhitungan kelimpahan diatom dilakukan di Laboratorium Pengelolaan Sumberdaya Ikan dan Lingkungan, Departemen Sumberdaya Akuatik, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro.

Identifikasi dan Perhitungan Kelimpahan Diatom

Identifikasi diatom dilakukan di bawah mikroskop berdasarkan buku identifikasi Mizuno (1979). Perhitungan kelimpahan diatom menggunakan *Sedgewick Rafter Counting Cell* (SRC) dengan persamaan sebagai berikut (APHA 2012):

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

Keterangan: N = kelimpahan diatom (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 Data

Hasil pengukuran parameter kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air sungai dan sejenisnya berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Analisis struktur komunitas diatom dengan menghitung indeks keanekaragaman (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) yang mengacu pada Krebs (1989). Indeks keanekaragaman dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$H' = - \sum \left[\frac{n_i}{N} \right] \ln \left[\frac{n_i}{N} \right] \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan: H' = indeks keanekaragaman; n_i = jumlah individu genus ke-i; N = jumlah total individu.

Indeks keseragaman dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$E = \frac{H'}{H'_{maks}} = \frac{H'}{\ln S} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan: E = indeks keseragaman; H' = indeks keanekaragaman; H'_{maks} = keanekaragaman maksimum; S = jumlah genus.

Indeks dominansi dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = \sum \left[\frac{n_i}{N} \right]^2 \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan: C = indeks dominansi; n_i = jumlah individu genus ke-i; N = jumlah total individu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Kualitas Air Sungai Babon

Kondisi kualitas air Sungai Babon pada lima stasiun selama penelitian disajikan dalam Tabel 1. Suhu air selama penelitian berkisar antara 26,7-29,7 °C; pH air 7,36-8,19; kecerahan perairan 11,8-42,4 cm; dan kecepatan arus yang teramati bervariasi, mulai dari sangat lambat hingga cepat. Suhu dan pH air masih berada pada kisaran baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II. Suhu dan pH air tersebut juga berada pada kisaran optimal untuk diatom (Bacillariophyceae), yaitu pada kisaran suhu 20-30 °C (Marre 1962) dan pH 6,5- 8,5

(Goldman dan Horne 1983). Kadar oksigen terlarut selama penelitian berkisar antara 3,55-5,86 mg/L. Oksigen terlarut di suatu perairan akan berpengaruh terhadap sebaran nutrien yang akan dimanfaatkan oleh fitoplankton. Berdasarkan PP RI No.

22 Tahun 2021 Kelas II, sebagian besar kadar oksigen terlarut selama penelitian (Stasiun 1-4) telah memenuhi baku mutu perairan (≥ 4 mg/l) dan hanya Stasiun 5 yang tidak memenuhi baku mutu (< 4 mg/l).

Tabel 1. Kondisi kualitas air Sungai Babon selama penelitian

Kualitas Air	Stasiun					Baku Mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II
	1	2	3	4	5	
Suhu (°C)	26,7	28,3	28,9	29,7	28,8	Deviasi 3
Kecerahan (cm)	11,8	16,3	16,5	27,4	42,4	#
Kecepatan arus (m/s)	0,62	0,58	0,65	0,49	0,01	#
pH	8,19	8,01	7,62	7,52	7,36	6-9
Oksigen terlarut (mg/l)	5,79	5,86	5,48	4,97	3,55	≥ 4
Nitrat (mg/l)	2,37	2,87	3,01	2,96	3,01	10
Fosfat (mg/l)	0,19	0,19	0,19	0,17	0,15	0,2

Kadar nitrat Sungai Babon selama penelitian berkisar antara 2,37-3,01 mg/l, sedangkan kadar fosfat berkisar antara 0,15-0,19 mg/l. Kadar nitrat dan fosfat di semua stasiun tersebut masih berada di bawah baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II. Kadar nutrien (nitrat dan fosfat) dipengaruhi oleh pemakaian pupuk di lahan pertanian, penggunaan deterjen, dan pembuangan limbah industri (Alvarez-Vazquez *et al.*, 2014). Nutrien berperan dalam mengontrol pertumbuhan fitoplankton dan dapat mencerminkan status kesuburan perairan yang ditandai dengan tingkat kelimpahan diatom. Karakteristik kimia dan fisik perairan akan mempengaruhi keberadaan diatom di perairan (Mirzahasanlou *et al.*, 2021)

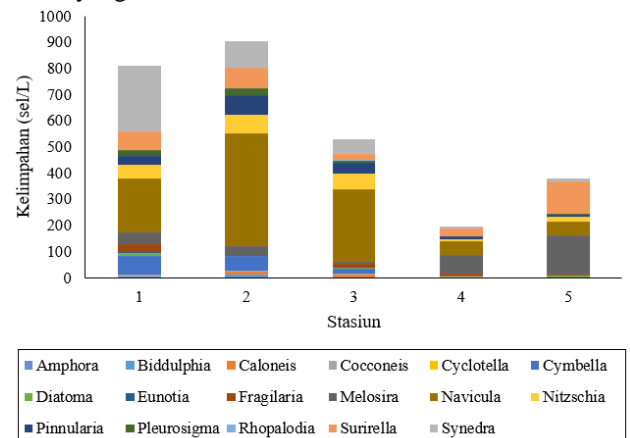
Kelimpahan Diatom di Sungai Babon

Diatom atau Bacillariophyceae adalah salah satu kelompok fitoplankton yang dicirikan dengan adanya dinding sel dari silikat yang disebut dengan *frustule* (Lin *et al.*, 2020). Diatom memiliki aktivitas fotosintesis yang tinggi dan banyak terdapat di ekosistem perairan baik berupa sel tunggal, maupun koloni dan filamen dengan 200 genera dan lebih dari 100.000 spesies (Kuczyńska *et al.*, 2015; Fu *et al.*, 2017). Diatom sangat mudah beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan seperti suhu, pH, periode cahaya dan salinitas serta dapat mencapai tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok fitoplankton lainnya (Yi *et al.*, 2017).

Kelimpahan total diatom pada setiap stasiun selama penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan (Gambar 2). Kelimpahan total diatom tertinggi terdapat pada Stasiun 2, sedangkan kelimpahan terendah terdapat pada Stasiun 4. Sama seperti kelompok fitoplankton lain, kelimpahan diatom dipengaruhi oleh ketersediaan cahaya, nutrien (nitrat dan fosfat) serta keberadaan arus sungai. Cahaya dibutuhkan oleh diatom untuk melakukan fotosintesis. Keberadaan organisme autotrof seperti diatom dibatasi oleh keberadaan nutrien di perairan. Nutrien merupakan variabel kualitas air yang mempengaruhi persebaran dan pergerakan diatom di perairan. Mochemadkar (2013) menyatakan bahwa nitrat lebih disukai oleh sebagian besar kelompok diatom. Peningkatan nitrat di perairan akan mempengaruhi peningkatan laju pertumbuhan diatom.

Diatom (Bacillariophyceae) yang ditemukan di Sungai Babon selama penelitian ini berjumlah 17 genera (Gambar 2). Genus yang ditemukan di semua stasiun adalah *Cymbella*, *Melosira*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Pinnularia*, *Pleurosigma*,

Surirella, dan *Synedra*. Berdasarkan kelimpahannya, genus yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula*, diikuti *Synedra*, *Surirella*, dan *Melosira* dengan kelimpahan total berturut-turut sebesar 1020, 428, 328, dan 310 sel/L. Diatom dari genus *Navicula*, *Synedra*, dan *Surirella* dapat menunjukkan bahwa perairan tergolong β -mesosaprobic yang berarti perairan telah mengalami pencemaran ringan dengan mengandung sedikit senyawa organik dan anorganik (Kurbanov *et al.*, 2021). Heramza *et al.*, (2021) menyatakan bahwa *Synedra* dan *Navicula* sering terdapat pada perairan yang tercemar sedang, sedangkan *Melosira* dan *Surirella* pada perairan yang tercemar berat.



Gambar 2. Kelimpahan Total Diatom Setiap Stasiun di Sungai Babon

Navicula adalah genus fitoplankton yang ditemukan di semua stasiun penelitian dan memiliki kelimpahan tertinggi dengan persentase kelimpahan berkisar antara 13,82-52,83% dari kelimpahan total setiap stasiun. *Navicula* merupakan salah satu jenis diatom *pennate* yang ditemukan di semua jenis perairan mulai dari perairan tawar hingga laut serta di perairan oligotrofik hingga eutrofik. *Navicula* memiliki toleransi yang tinggi terhadap pencemaran dan lebih menyukai perairan yang eutrofik (Mirzahasanlou *et al.*, 2021).

Struktur Komunitas Diatom di Sungai Babon

Struktur komunitas diatom dapat diketahui dengan melihat indeks keanekaragaman, indeks keseragaman, dan indeks dominansi. Indeks keanekaragaman dapat digunakan untuk mengetahui kestabilan suatu komunitas diatom di dalam

ekosistem perairan. Indeks keanekaragaman diatom selama penelitian di Sungai Babon berkisar antara 1,38-1,93 (Tabel 2). Nilai indeks keanekaragaman tersebut menunjukkan keanekaragaman yang rendah dan komunitas diatom yang tidak stabil. Keanekaragaman yang rendah disebabkan oleh jumlah jenis yang sedikit. Nilai indeks keanekaragaman akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah jenis yang ditemukan dan semakin meratanya distribusi individu antar jenis (Nollet dan Gelder, 2013).

Tabel 2. Indeks Keanekaragaman, Indeks Keseragaman, dan Indeks Dominansi Diatom

Indeks	Stasiun				
	1	2	3	4	5
Keanekaragaman (H')	1,93	1,57	1,66	1,67	1,38
Keseragaman (E)	0,83	0,80	0,75	0,79	0,81
Dominansi (C)	0,18	0,29	0,27	0,24	0,29

Indeks keseragaman di Sungai Babon berkisar antara 0,75-0,83. Nilai indeks keseragaman tersebut menunjukkan tingkat pemerataan jenis di dalam komunitas diatom merata. Tingkat pemerataan fitoplankton secara nyata berhubungan dengan konsentrasi fosfat pada semua kelompok fitoplankton (Yang *et al.*, 2020). Pada penelitian ini, setiap stasiun memiliki kadar fosfat yang hampir sama sehingga menyebabkan tingkat pemerataan diatom yang tidak berbeda antar stasiun. Indeks dominansi pada penelitian ini berkisar antara 0,18-0,29. Berdasarkan nilai indeks dominansi tersebut, tidak ada jenis diatom yang mendominasi di Sungai Babon.

KESIMPULAN

Parameter kualitas air Sungai Babon masih sesuai dengan baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 Kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kecuali kadar oksigen terlarut di Stasiun 5. Diatom (Bacillariophyceae) yang ditemukan di Sungai Babon selama penelitian berjumlah 17 genera dengan genus yang paling banyak ditemukan adalah *Navicula*, *Synedra*, *Surirella*, dan *Melosira*. Diatom memiliki indeks keanekaragaman yang rendah, keseragaman merata, dan dominansi rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Dekan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro atas pembiayaan penelitian ini pada tahun Anggaran 2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvarez-Vazquez, L.J., Fernandez, F.J., Martinez, A. 2014. Optimal control of eutrophication processes in a moving domain. *Journal of The Franklin Institute*, 351: 4142-4182.
- APHA (American Public Health Association). 2012. *Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater 22th ed.* Washington DC (US): AWWA (American Water Works Association) and WEF (Water Environment Federation).
- Fu, W., Nelson, D., Yi, Z., Xu, M., Khraiwesh, B., Jijakli, K., Chaiboonchoe, A., Alzahmi, A., Al-Khairi, D., Brynjolfsson, S., Salehi-Ashtiani, K. 2017. Bioactive

compounds from microalgae: current development and prospects. *Studies in Natural Products Chemistry*, 54: 199-225.

- Goldman, C.R., & Horne, A.J. 1983. *Limnology*. United States of America: McGraw-Hill Book Company. xvi+464 p.
- Heramza, K., Barour, C., Djabourabi, A., Khati, W., Bouallag, C. 2021. Environmental parameters and diversity of diatoms in the Ain Dalia dam, Northeast of Algeria. *Biodiversitas*. 22(9): 3633-3644. DOI: 10.13057/biodiv/d220901.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. New York: Harper Collins Publishers. Inc.
- Kuczyńska, P., Jemiola-Rzeminska, M., Strzalka, K. 2015. Photosynthetic pigments in diatoms. *Mar. Drugs*, 13: 5847-5881.
- Kurbanov, A., Titova, N., Mustaphaeva, Z., Atabaeva, N. 2021. The role of macrozoobenthos and periphyton in bioindication of water resources quality in Uzbekistan. *E3S Web Conf*, 265: 01016. DOI: 10.1051/e3sconf/202126501016.
- Lin, Z., Li, J., Luan, Y., Dai, W. 2020. Application of algae for heavy metal adsorption: a 20-year meta-analysis. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190: 110089. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.110089.
- Marre, E. 1962. *Physiology and Biochemistry of Algae, Part II Physiology of Whole Cells and Plants*. London: Academic Press Inc.
- Mirzahasanlou, J.P., Musaabad, L.A., Mahmoodlu, M.G., Bahalkeh, A. An ecological and hydrochemical study of three springs in NE Iran with the emphasis on diatom diversity. *Limnologica*, 90: 125908.
- Mizuno, T. 1979. *Illustrations of the Freshwater Plankton of Japan*. Hoikusha Publishing Co Ltd, Osaka.
- Mochamadkar, S., Gauns, M., Pratihary, A., Thorat, B., Roy, R., Pai, I.K., Naqvi, S.W.A. 2013. Response of phytoplankton to nutrient enrichment with high growth rates in a tropical monsoonal estuary – Zuari estuary, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 42(3): 314-325.
- Nollet, L.M.L., Gelder, L.S.P. 2013. *Handbook of Water Analysis*. CRC Press, 995 pp.
- [PP RI] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Kelas II tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup
- Raymond, M., M. Yanuar, J. P., Hartoyo, S., Sapei, A., I. Wayan, A. 2011. Analisis Keberlanjutan Pengelolaan Air Baku DAS Babon (Studi Kasus di Kota Semarang). *JRL*, 7(2): 193-204.
- Safitri, V., Izmiarti, Nurdin, J. 2019. The periphyton alga community in Masang Kecil River receives liquid palm oil mill waste in Kinali District, West Pasaman District. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 7(2): 100-108. DOI: 10.25077/jbioua.7.2.100-108.2019.
- Saxena, A., Tiwari, A., Kaushik, R., Iqbal, H.M.N., Parra-Saldívar, R. 2021. Diatoms recovery from wastewater: Overview from an ecological and economic perspective. *Journal of Water Process Engineering*, 39: 1-14. DOI: 10.1016/j.jwpe.2020.101705.
- Suparjo, M.N. 2009. Kondisi Pencemaran Perairan Sungai Babon Semarang. *Jurnal Saintek Perikanan*, 4(2): 38-45.

- Thakur, R.K., Jindal, R., Singh, U.B., Ahluwalia, A.S. 2013. Plankton diversity and water quality assessment of three freshwater lakes of Mandi (Himachal Pradesh, India) with special reference to planktonic indicators. *Environ Monit Assess*, 185: 8355–73.
- Wang, X.W., Huang, L., Ji, P.Y., Chen, C.P., Li, X.S., Gao, Y.H., Liang, J.R. 2019a. Using a mixture of wastewater and seawater as the growth medium for wastewater treatment and lipid production by the marine diatom *Phaeodactylum tricorutum*. *Bioresource Technology*, 289: 121681. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.121681>.
- Wang, J., Liu, Q., Zhao, X., Borthwick, A.G.L., Liu, Y., Chen, Q., Ni, J. 2019b. Molecular biogeography of planktonic and benthic diatoms in the Yangtze River. *Microbiome*, 7: 153. <https://doi.org/10.1186/s40168-019-0771-x>.
- Yang, J.R., Yu, X., Chen, H., Kuo, Y.M., Yang, J. 2020. Structural and functional variations of phytoplankton communities in the face of multiple disturbances. *Journal of Environmental Sciences*, 100: 287-297. DOI: 10.1016/j.jes.2020.07.026.
- Yi, Z., Xu, M., Di, X., Brynjólfsson, S., Fu, W. 2017. Exploring valuable lipids in diatoms. *Front. Mar. Sci.* 4: 17.
- Zelnik, I., Sušin, T. 2020. Epilithic diatom community shows a higher vulnerability of the River Sava to pollution during the winter. *Diversity*, 12(12): 465. <https://doi.org/10.3390/d12120465>.