

DISTRIBUSI FITOPLANKTON BERDASARKAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG) DAN STATUS TROFIK PERAIRAN WADUK CIRATA, JAWA BARAT

PHYTOPLANKTON DISTRIBUTION BASED ON GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM (GIS) AND TROPHIC STATE IN CIRATA RESERVOIR, WEST JAVA

¹Shofia dan ²Barti Setiani Muntalif

^{1,2} Program Magister Teknik Lingkungan

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

¹irene.shofia@gmail.com, ²bartisetiani@yahoo.com

Abstrak: Waduk Cirata memiliki peruntukkan sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA), perikanan, dan pariwisata. Saat ini kondisi waduk telah mengalami degradasi. Hal ini disebabkan karena banyaknya unsur hara yang berasal dari limbah domestik, limbah industri, dan keramba jaring apung (KJA) yang masuk ke perairan. Indikasi pencemaran organik ini dapat dideteksi dengan fitoplankton. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan status trofik Waduk Cirata dan mengetahui distribusi kelimpahan fitoplankton berdasarkan Sistem Informasi Geografis (SIG) serta menentukan jenis fitoplankton yang dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran waduk. Pada penelitian ini pengambilan sampel air dilakukan sebanyak tiga kali setiap dua minggu sekali di tujuh lokasi waduk dan pada kedalaman 0,2 m. Parameter utama yang diukur yaitu klorofil-a, kelimpahan individu fitoplankton, kecerahan, dan total fosfat. Selain itu, penentuan Trophic State Index (TSI) juga dilakukan. Distribusi dari tiap parameter dan TSI divisualisasikan dalam bentuk peta menggunakan interpolasi raster pada software ArcGIS 10.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar area Waduk Cirata telah berada pada kondisi eutrofik dengan kecenderungan hipereutrofik pada area pusat KJA. Konsentrasi klorofil-a diketahui berkisar 2,57 – 15,80 µg/l, kelimpahan fitoplankton berkisar 459 – 132.085 individu/ml, kecerahan berkisar 0,78 – 1,26 m, total fosfat berkisar 2,41 – 859,04 µg/l, dan nilai TSI berkisar 46,34 – 74,74. Secara umum, spesies fitoplankton yang dominan dan dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran Waduk Cirata adalah *Synedra ulna* dari Kelas Bacillariophyceae dan *Microsystis sp.* dari Kelas Cyanophyceae.

Kata kunci: Waduk Cirata, fitoplankton, status trofik, SIG

Abstract : Cirata Reservoir has many functions, such as generating hydroelectricity, fish farming, and tourism. Nowadays the condition in Cirata Reservoir has become severely degraded due to nutrients from domestic sewage, industrial sewage, and fish cages that enter to the reservoir. The indication of this organic pollution can be detected by phytoplankton. The aims of this research are to determine trophic state in Cirata Reservoir and to know the distribution of phytoplankton abundance based on Geographic Information System (GIS) and also to determine the species of phytoplankton that can be used as pollution bioindicator. In this research, water samples were taken three times every two weeks in seven locations and in 0.2 m water depth. Main parameters such as chlorophyll-a, phytoplankton abundance, clarity, and total phosphate were measured. Trophic State Index (TSI) was also accounted. The distribution from every parameter was visualized as a map using raster interpolation in ArcGIS 10.1. The results show that almost the entire area of Cirata Reservoir is already eutrophic and it is hypereutrophic in the centre of fish cages area. Chlorophyll-a concentration is about 2,57 – 15,80 µg/l, phytoplankton abundance is about 459 – 132,085 organisms/ml, clarity is about 0,78 – 1,26 m, total phosphate concentration is about 2,41 – 859,04 µg/l, and TSI value is about 46,34 – 74,74. In general, Cirata Reservoir is dominated by *Synedra ulna* from Class Bacillariophyceae and *Microsystis sp.* from Class Cyanophyceae, hence it can be used as pollutant bioindicators.

Key words: Cirata Reservoir, phytoplankton, trophic state, GIS

PENDAHULUAN

Waduk atau disebut juga sebagai danau buatan merupakan tempat penampungan air yang dibuat oleh manusia dengan berbagai peruntukkan. Daerah provinsi Jawa Barat sendiri memiliki tiga waduk utama, antara lain Waduk Jatiluhur, Waduk Saguling, dan Waduk Cirata. Waduk Cirata memiliki peruntukkan utama sebagai PLTA dan fungsi lain sebagai perikanan dan pariwisata. Secara geografi, waduk Cirata terdapat pada wilayah industri, pertanian, dan perkebunan yang dikelola secara intensif. Selain itu pada area yang tidak jauh dari inlet waduk terdapat Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sampah yang masih beroperasi hingga saat ini.

Saat ini kondisi Waduk Cirata telah mengalami degradasi. Menurut Garno (2005), luas waduk semakin menyempit dan kedalaman air semakin berkurang. Selain itu, kualitas badan perairan pun menurun. Penurunan kualitas air ini disebabkan karena secara tidak langsung waduk tersebut menerima berbagai masukan limbah yang dibuang dari pabrik tekstil, kulit, pelapisan logam, makanan, minuman, dan kertas yang terdapat di sepanjang DAS Citarum. Disamping itu, banyaknya budidaya Keramba Jaring Apung (KJA) yang semakin tidak terkontrol juga menyebabkan turunnya kualitas perairan waduk. Pencemaran ini berdampak pada korosifnya turbin PLTA dan menurunnya produksi ikan pada budidaya KJA (BPWC, 2003).

Indikasi terjadinya pencemaran dan penurunan kualitas air dapat dideteksi dengan fitoplankton. Fitoplankton merupakan organisme yang dapat hidup pada kondisi adanya cahaya matahari (zona eufotik) dan adanya unsur hara, terutama nitrogen dan fosfor yang digunakan sebagai nutrisi (Sharma et al., 2010). Adanya perubahan jumlah dan komposisi nitrogen dan fosfor yang masuk ke dalam perairan dapat mempengaruhi kepadatan populasi, struktur komunitas, dan dominansi fitoplankton (Prabandani et al., 2007 dan Das dan Panda, 2010). Hal ini disebabkan karena jumlah dan komposisi nitrogen dan fosfor juga menjadi faktor pembatas pertumbuhan fitoplankton, sehingga pada suatu kondisi perairan tertentu akan terdapat jenis fitoplankton yang akan mati dan akan terdapat jenis fitoplankton yang dapat bertahan hidup dan terus mengalami pertumbuhan populasi (Zang et al., 2012). Fitoplankton yang sesuai dengan kondisi lingkungan perairannya dapat menyebabkan terjadinya peledakan populasi (bloom) (Jasmine et al., 2013). Bloom fitoplankton pada badan perairan merupakan suatu indikasi bahwa perairan tersebut telah mengalami eutrofikasi yang menyebabkan terjadinya penurunan kualitas badan perairan sehingga merugikan organisme-organisme yang hidup di badan perairan (Prasad dan Siddaraju, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, kajian distribusi fitoplankton sebagai bioindikator pencemaran perlu dilakukan agar dapat menggambarkan kualitas perairan Waduk Cirata dengan lebih baik, terutama dari segi terjadinya eutrofikasi. Visualisasi distribusi fitoplankton dan tingkat eutrofikasi dalam bentuk peta dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG) juga dilakukan untuk mengetahui area waduk bagian mana yang memiliki kualitas air yang paling buruk sehingga area tersebut dapat diprioritaskan untuk dilakukan upaya perbaikan dan pengelolaan secara lebih baik.

METODOLOGI

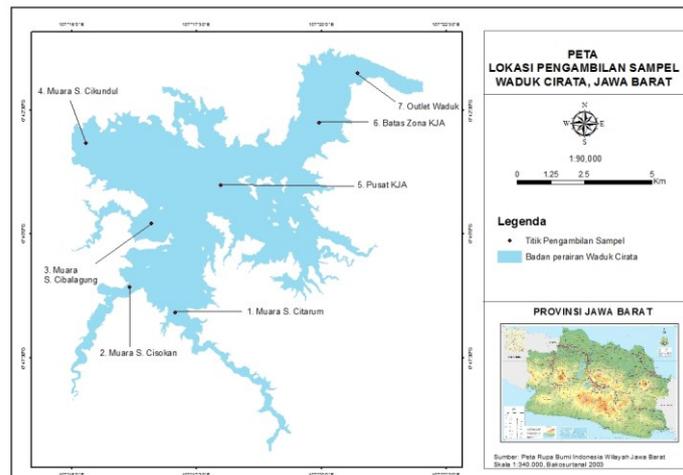
Parameter Pengukuran

Parameter yang dikaji pada penelitian ini terdiri dari parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika meliputi kecerahan; parameter kimia meliputi konsentrasi total fosfat; dan parameter biologi meliputi pengukuran konsentrasi klorofil-a.

Metode Pengambilan Sampel, Pemilihan Alat, dan Pengawetan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada tujuh stasiun (**Gambar 1**) dan pada kedalaman 0,2 m. Pengambilan sampel ini dilakukan sebanyak tiga kali selang dua minggu sekali (tiga periode). Sebanyak 600 ml air sampel di tiap titik diambil pada penelitian ini. Pengambilan sampel air untuk pengukuran total fosfat dan klorofil-a dilakukan dengan mengambil air secara langsung ke dalam botol, sedangkan pengambilan sampel fitoplankton dilakukan dengan menyaring air

sampel dengan menggunakan *plankton net* berukuran 30 μm dan menampungnya pada botol berukuran 10 ml.



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan sampel

Pengukuran kecerahan dilakukan langsung di lapangan dengan menggunakan *Secchi-Disk*. Sampel air untuk pengukuran total fosfat dan klorofil-a diawetkan dengan dilakukan pendinginan (4°C) dan/atau diberi H_2SO_4 . Sampel air yang mengandung fitoplankton diawetkan dengan pemberian formalin 4% dan diwarnai dengan lugol untuk selanjutnya dilakukan pengidentifikasian spesies fitoplankton. Pengukuran konsentrasi total fosfat dan klorofil-a dilakukan berdasarkan *Standard Method For Examination Water and Wastewater* (APHA, 1999) pada Laboratorium Kualitas Air Teknik Lingkungan ITB.

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan adalah penentuan *Carlson's Trophic State Index* (TSI), penghitungan kelimpahan individu fitoplankton, penentuan Indeks Keanekaragaman Shannon – Wiener, dan penghitungan Indeks Dominansi Simpson fitoplankton.

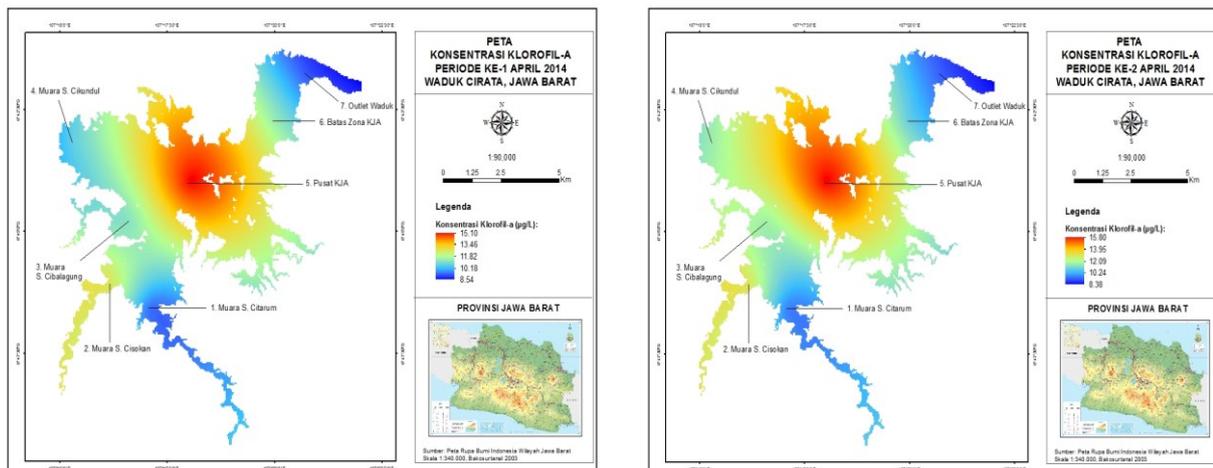
Pembuatan Peta dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)

Data berupa kecerahan, *Carlson's TSI*, konsentrasi klorofil-a, dan konsentrasi total fosfat serta kelimpahan individu fitoplankton divisualisasikan dengan menggunakan *tool* interpolasi raster pada *software* ArcGIS 10.1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

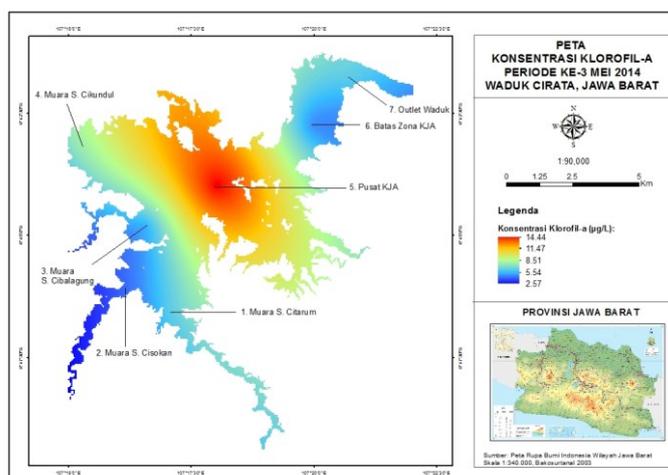
Biomassa Fitoplankton

Pengukuran biomassa fitoplankton penting dilakukan untuk menentukan status ekologis ekosistem perairan. Estimasi biomassa fitoplankton ini dapat dilakukan dengan mengukur konsentrasi klorofil-a (Prasad dan Siddaraju, 2012). Klorofil-a merupakan pigmen fotosintesis yang dapat ditemukan pada semua jenis organisme autotrof, sehingga pengukuran klorofil-a dapat digunakan untuk mengestimasi biomassa semua jenis fitoplankton yang terdapat pada badan perairan. Hasil pengukuran klorofil-a pada penelitian ini dapat terlihat pada **Gambar 2** berikut.



(a) Periode I

(b) Periode II



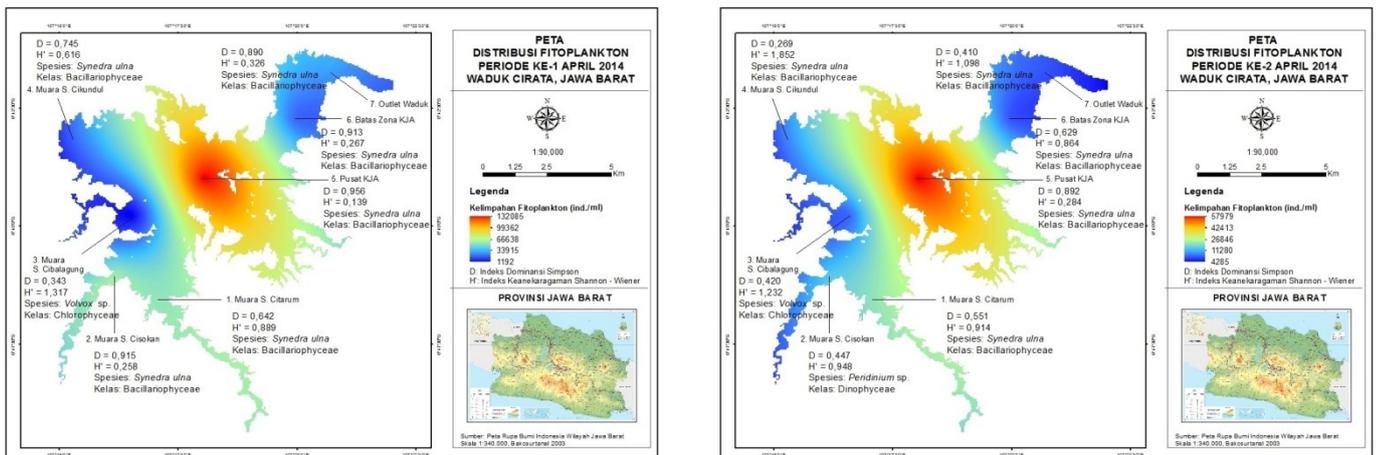
(c) Periode III

Gambar 2. Peta distribusi konsentrasi klorofil-a periode I, II, dan III

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi klorofil-a pada periode I berkisar 8,54 – 15,10 µg/L, periode II berkisar 8,38 – 15,80 µg/L, dan periode III berkisar 2,57 – 14,44 µg/L. Distribusi klorofil-a pada periode I, II, dan III tidak menunjukkan adanya fluktuasi, dimana pada ketiga periode tersebut konsentrasi klorofil-a tertinggi terdapat pada area pusat KJA. Menurut Stednick dan Hall (2001) dan Fakioglu (2013), konsentrasi total fosfat, total nitrogen, dan besarnya penetrasi cahaya matahari dapat mempengaruhi konsentrasi klorofil-a. Tingginya konsentrasi klorofil-a pada area pusat KJA dapat disebabkan karena banyaknya sisa pakan ikan dan hasil ekskresi ikan yang mengandung unsur fosfor dan nitrogen. Kedua unsur ini digunakan fitoplankton untuk pertumbuhannya, sehingga konsentrasi klorofil-a juga turut meningkat seiring pertumbuhan fitoplankton.

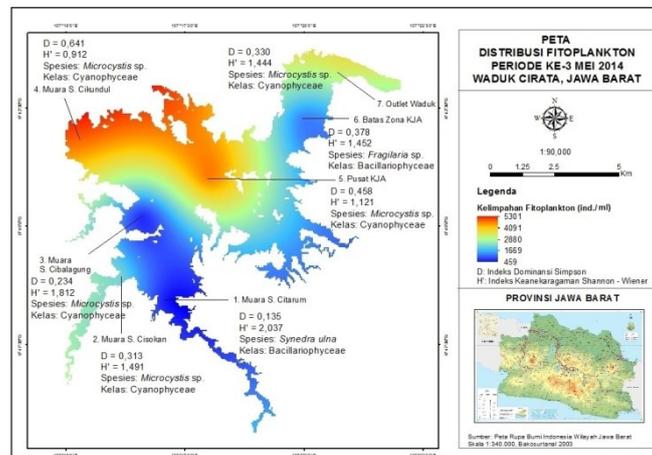
Distribusi Fitoplankton

Menurut Ashuri dan Sudjono (2013), kualitas air pada waduk panjang (*elongated reservoir*) tidak akan seragam di sepanjang waduk karena terdapatnya perbedaan proses fisika dan biokimia di setiap bagian waduk. Dengan demikian, variasi kualitas air baik secara spasial maupun temporal dapat terjadi. Struktur komunitas fitoplankton secara alami bergantung pada kondisi kualitas air yang terdapat pada badan perairan, sehingga distribusi fitoplankton pada badan perairan juga bervariasi (Rattan *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, distribusi fitoplankton di Waduk Cirata dapat terlihat pada **Gambar 3** berikut.



(a) Periode I

(b) Periode II



(c) Periode III

Gambar 3. Peta distribusi fitoplankton periode I, II, dan III

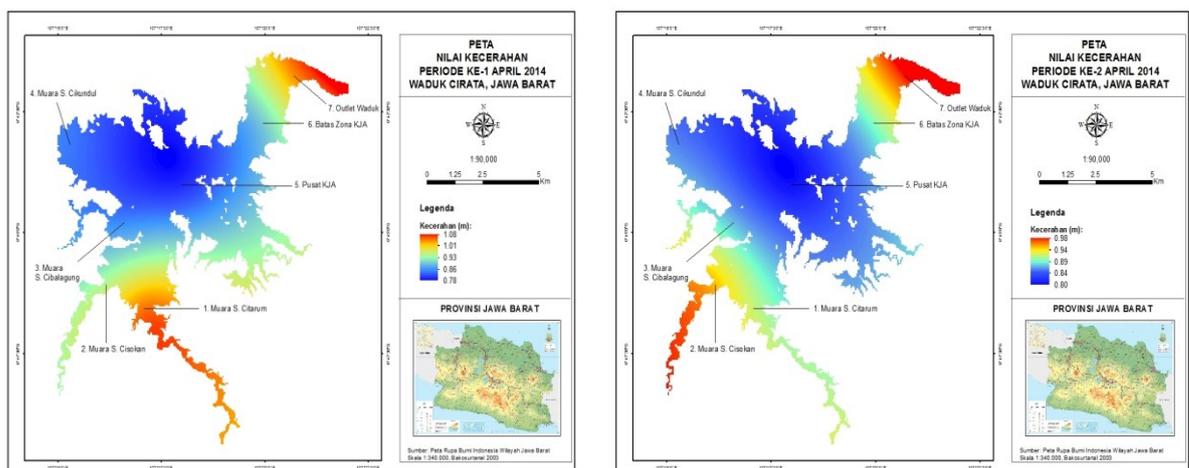
Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kelimpahan fitoplankton berkisar 1.192 – 132.085 individu/ml pada periode I, 4.285 – 57.979 individu/ml pada periode II, dan 459 – 5.301 individu/ml pada periode III. Distribusi kelimpahan individu fitoplankton relatif tidak berfluktuasi baik pada periode I, periode II, maupun periode III, dimana kelimpahan tertinggi ditemukan pada area pusat KJA. Walaupun demikian, kelimpahan individu fitoplankton cenderung menurun dari periode I hingga periode III.

Menurunnya kelimpahan fitoplankton dari periode I hingga periode III dapat disebabkan karena sedang terjadinya pergantian komunitas fitoplankton yang dominan. Pada periode I dan periode II, spesies fitoplankton yang banyak ditemukan di hampir seluruh perairan Waduk Cirata adalah *Synedra ulna* dari Kelas Bacillariophyceae, sementara pada periode III spesies fitoplankton yang banyak ditemukan di hampir seluruh area Waduk Cirata adalah *Microcystis* sp. dari Kelas Cyanophyceae. Pergantian komunitas ini dapat disebabkan karena terjadinya peningkatan total fosfat dari periode I ke periode II dan penurunan konsentrasi total fosfat dari periode II ke periode III (Gambar 5). Stednick dan Hall (2001) dan Rattan *et al.* (2012) menyatakan bahwa adanya peningkatan fosfor dan nitrogen menyebabkan terjadinya *blooming* Cyanophyceae, sehingga penurunan konsentrasi total fosfat yang terukur pada badan perairan menandakan bahwa kedua unsur tersebut telah dimanfaatkan oleh Cyanophyceae untuk pertumbuhannya.

Berdasarkan indeks keanekaragaman Shannon-Wiener pada periode I, II, dan III (**Gambar 3**) diatas diketahui bahwa secara keseluruhan keanekaragaman fitoplankton di hampir seluruh area Waduk Cirata cenderung rendah hingga moderat, sehingga dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa ekosistem perairan Waduk Cirata berada pada kondisi tidak stabil. Kondisi ketidakstabilan ini disebabkan karena adanya dominansi fitoplankton, yaitu *Synedra ulna* dari Kelas Bacillariophyceae dan *Microsystis* sp. dari Kelas Cyanophyceae. Terjadinya dominansi fitoplankton membuat kedua spesies fitoplankton ini dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran Waduk Cirata. Menurut Trescott (2012), Cyanophyceae merupakan kelas fitoplankton yang mengindikasikan bahwa suatu badan perairan telah berada pada kondisi eutrofik. Cyanophyceae dapat memproduksi *cyanotoxin* yang bersifat toksik. Spesies *Microsystis* sp. sendiri dapat memproduksi *microcystin* yang berbahaya bagi organisme.

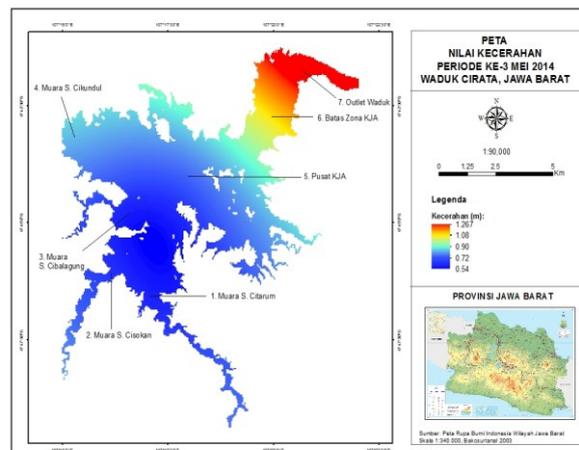
Kecerahan

Menurut Catalan dan Felip (2000), kecerahan merupakan faktor eksternal utama yang mempengaruhi biomassa fitoplankton. Hal ini disebabkan karena kecerahan merupakan parameter yang berhubungan erat dengan proses fotosintesis yang terjadi pada badan perairan. Berdasarkan **Gambar 4**, diketahui bahwa nilai kecerahan Waduk Cirata bervariasi di tiap area waduk. Kecerahan pada periode I berkisar 0,78 – 1,08 m, periode II berkisar 0,80 – 0,98 m, dan periode III berkisar 0,54 – 1,56 m.



(a) Periode I

(b) Periode II



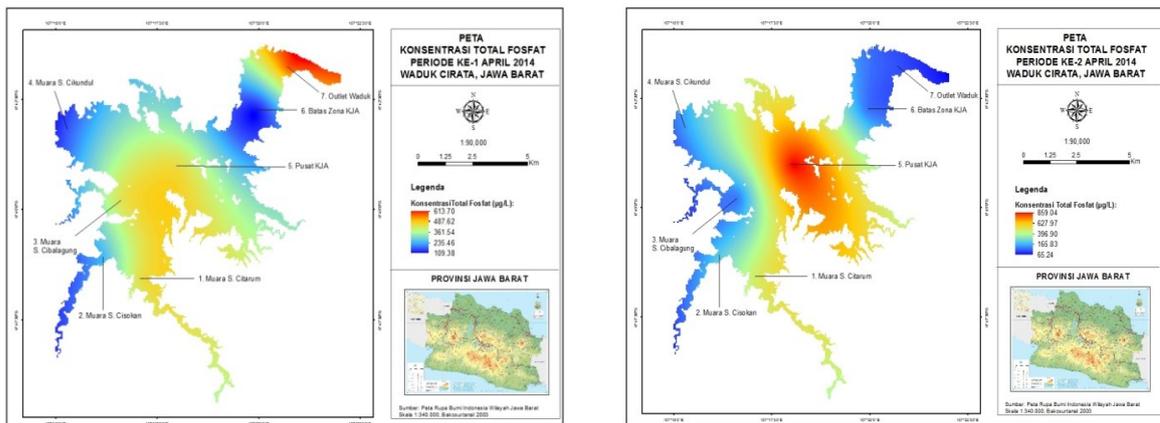
(c) Periode III

Gambar 4. Peta distribusi kecerahan periode I, II, dan III

Bervariasinya nilai kecerahan dapat disebabkan karena banyaknya padatan tersuspensi, besarnya biomassa fitoplankton, perbedaan waktu pengukuran, dan cuaca (Stednick dan Hall, 2001). Pada penelitian ini, rentang nilai kecerahan pada periode I dan II relatif tidak berbeda jauh, sedangkan pada periode III nilai kecerahannya relatif berbeda dengan periode I dan II. Perbedaan ini disebabkan karena faktor cuaca dan perbedaan waktu pengukuran. Nilai kecerahan tertinggi terdapat pada area outlet waduk dan kecerahan terendah terdapat pada pusat KJA. Rendahnya kecerahan pada pusat KJA disebabkan karena pada area ini segala aktivitas budidaya ikan dilakukan. Limbah yang berasal dari sisa pakan dan limbah rumah tangga pembudidaya yang tinggal di area tersebut menyebabkan banyaknya padatan tersuspensi di air yang mempengaruhi kecerahan. Tingginya kecerahan pada area outlet waduk disebabkan karena area tersebut merupakan area yang dekat dengan turbin PLTA Cirata, sehingga segala aktivitas budidaya ikan tidak diperbolehkan.

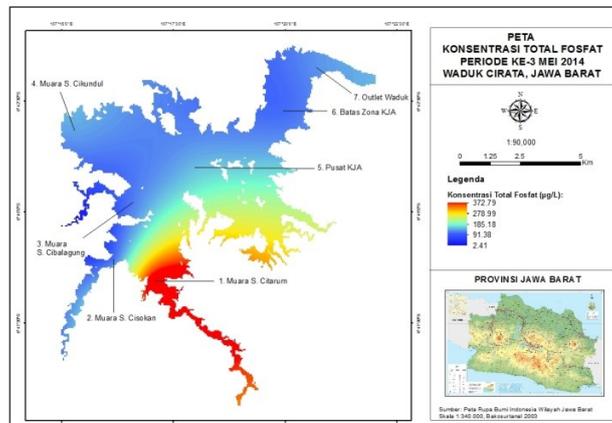
Total Fosfat

Menurut Prasad dan Siddaraju (2012), perubahan konsentrasi fosfor pada ekosistem air tawar dapat merubah status trofik ekosistem tersebut. Selain itu, tingginya konsentrasi fosfor pada perairan seringkali dikaitkan sebagai indikator penyebab kematian massal pada ikan (Lestari dan Sudjono, 2005). Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa terjadi fluktuasi distribusi total fosfat pada periode I, II, dan III (**Gambar 5**). Konsentrasi total fosfat pada periode I berkisar 109,38 – 613,70 µg/L, periode II berkisar 65,24 – 859,04 µg/L, dan periode III berkisar 2,41 – 372,79 µg/L. Pada periode I, konsentrasi total fosfat tertinggi ditemukan pada area outlet waduk, sementara pada periode II dan periode III konsentrasi tertinggi ditemukan pada area pusat KJA dan muara Sungai Citarum.



(a) Periode I

(b) Periode II



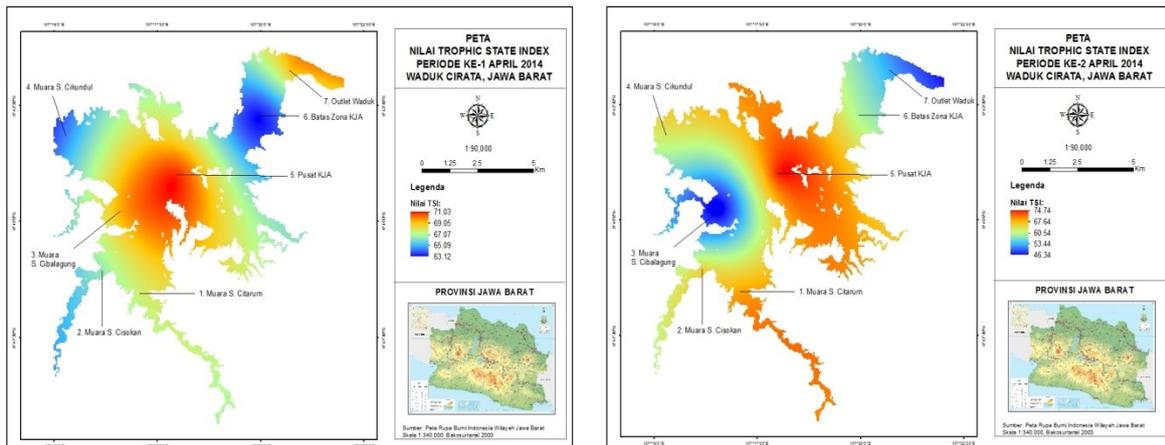
(c) Periode III

Gambar 5. Peta distribusi konsentrasi total fosfat periode I, II, dan III

Pada periode I, tingginya konsentrasi total fosfat pada area outlet waduk disebabkan karena banyaknya limbah yang dibuang masyarakat. Umumnya, apabila area outlet waduk dibuka, air pada outlet akan mengalir ke luar waduk untuk menggerakkan turbin pembangkit listrik, sehingga konsentrasi total fosfat pada area outlet menjadi berkurang. Walaupun begitu, pembukaan outlet waduk tidak selalu dilakukan setiap hari, sehingga dalam hal ini konsentrasi total fosfat pada area outlet dapat meningkat karena terkumpul di area tersebut. Tingginya konsentrasi total fosfat pada periode II di area pusat KJA dapat disebabkan karena banyaknya sisa pakan yang tidak termakan oleh ikan sehingga terdekomposisi menjadi senyawa – senyawa nutrisi terlarut, termasuk fosfat. Berfluktuasinya konsentrasi total fosfat pada area ini baik pada periode I, II, dan III juga dapat disebabkan karena banyaknya eceng gondok (*Eichhornia crassipes*), terutama pada periode I dan III, yang turut menyerap fosfat di air. Pada periode III, tingginya konsentrasi total fosfat pada muara Sungai Citarum disebabkan karena banyaknya aliran air yang berasal dari DAS Citarum masuk ke dalam waduk akibat hujan, sehingga berbagai jenis limbah yang berasal dari DAS Citarum masuk ke waduk dan menjadikan konsentrasi total fosfat tinggi di area ini.

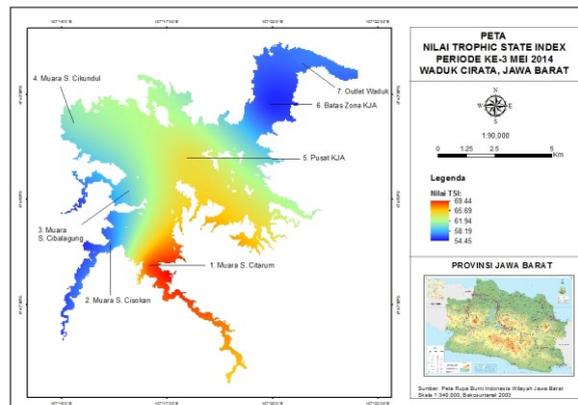
Trophic State Index (TSI)

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa nilai TSI pada periode I berkisar 63,12 – 71,03, periode II berkisar 46,34 – 74,74, dan periode III berkisar 54,45 – 69,44. **Gambar 6** menunjukkan terjadinya fluktuasi distribusi nilai TSI pada periode I, II, dan III pada perairan Waduk Cirata, dimana pada periode I dan periode II nilai TSI tertinggi ditemukan pada area pusat KJA, sedangkan pada periode III nilai TSI tertinggi ditemukan pada area muara Sungai Citarum.



(a) Periode I

(b) Periode II



(c) Periode III

Gambar 6. Peta distribusi nilai TSI periode I, II, dan III

Menurut Carlson dan Simpson (1996), suatu badan perairan dikatakan oligotrofik apabila memiliki nilai TSI < 40, mesotrofik berkisar 40 – 50, eutrofik berkisar 50 – 70, dan hipereutrofik > 70. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Waduk Cirata telah mengalami eutrofikasi baik pada periode I, II, maupun III. Bahkan pada periode I dan periode II, area pusat KJA telah berada pada kondisi hipereutrofik. Kondisi hipereutrofik pada Waduk Cirata menunjukkan bahwa kualitas air waduk sangat buruk sehingga mengganggu kehidupan organisme – organisme yang hidup pada ekosistem waduk tersebut.

Berfluktuasinya nilai TSI pada badan perairan sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai kecerahan, konsentrasi total fosfat, dan konsentrasi klorofil-a (Stednick dan Hall, 2001). Eutrofikasi menandakan bahwa perairan mengalami kerusakan dan gangguan ekosistem. Hal ini disebabkan karena proses eutrofikasi umumnya memicu pertumbuhan berlebih fitoplankton tertentu (*blooming*). *Blooming* fitoplankton dapat menyebabkan gangguan pada ekosistem perairan karena menyebabkan adanya dominansi spesies yang membuat ekosistem tidak stabil. Selain itu *blooming* fitoplankton dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut sehingga merugikan organisme – organisme yang hidup pada perairan akibat kekurangan oksigen (Apridayanti, 2008). Apabila hal ini terus berlanjut, ikan dan berbagai organisme lain yang terdapat pada perairan dapat mengalami kematian sehingga menurunkan nilai guna badan perairan tersebut.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa sebagian besar area Waduk Cirata telah berada pada kondisi eutrofik baik pada periode I, II, maupun III dengan kecenderungan hipereutrofik pada area pusat KJA. Kelimpahan fitoplanktonnya berkisar antara 1.192 – 132.085 individu/ml pada periode I, 4.285 – 57.979 individu/ml pada periode II, dan 459 – 5.301 individu/ml pada periode III. Kelimpahan fitoplankton tertinggi terdapat di area pusat KJA pada periode I, II, maupun III. Spesies fitoplankton yang dominan dan dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran Waduk Cirata adalah *Synedra ulna* dari Kelas Bacillariophyceae dan *Microcystis* sp. dari Kelas Cyanophyceae.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA), and Water Environment Federation (WEF) (1999) : *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 20th Edition*, United Book Press, Inc., Maryland.
- Apridayanti, E. (2008) : *Evaluasi Pengelolaan Lingkungan Perairan Waduk Lahor Kabupaten Malang Jawa Timur*, Tesis Universitas Diponegoro, Semarang.
- Ashuri, A. dan Sudjono, P. (2013) : Simulasi Pengaruh Relokasi Keramba Jaring Apung Terhadap Kandungan Nitrat di dalam Air Waduk Jatiluhur, diakses 8 Agustus 2014.
- Badan Pengelola Waduk Cirata (BPWC) (2003). *Laporan Pemantauan Kualitas Air Waduk Cirata*, Bandung.
- Carlson R.E. dan Simpson, J. (1996) : *A Coordinator's Guide to Volunteer Lake Monitoring Methods*, North American Lake Management Society, Madison.
- Catalan, J. dan Felip, M. (2000) : The Relationship Between Phytoplankton Biovolume and Chlorophyll in a Deep Oligotrophic Lake: Decoupling in Their Spatial and Temporal Maxima, *Journal of Plankton Research* 22, 1, 91 – 105.
- Das, M. dan Panda, T. (2010) : Water Quality and Phytoplankton Population in Sewage Fed River of Mahanadi, Orissa, India, *Journal of Life Sciences* 2, 2, 81 – 85.
- Fakioglu, O. (2013) : *Phytoplankton Biomass Impact on the Lake Water Quality*, Intech, Ankara.
- Garno, Y.S. (2005) : Kajian Status Kualitas Perairan Jangari Cirata dan Kelayakannya untuk Daerah Wisata Air. *Jurnal Teknologi Lingkungan P3TL-BPPT* 6,2, 424-431.
- Jasmine, S., Islam, R., Rahman, M., Mondol, M.R., Jewel, A.S., Masood, Z., Hossain, Y. (2013) : Plankton Production in Relation to Water Quality Parameters in Lentic and Lotic Water

- Bodies during Postmonsoon Season in the Northwestern Bangladesh, *Research Journal of Agriculture and Environmental Management* 2, **9**, 270 – 276.
- Lestari, Y.T. dan Sudjono, P. (2005) : Optimasi Jumlah Keramba Jaring Apung pada Budidaya Ikan di Waduk Saguling dengan program Dinamik, *Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus Oktober 2005*, 1 – 10.
- Prabandani, D., Muntalif, B.S., dan Sabar, A. (2007) : Komposisi Plankton di Perairan Waduk Saguling, Jawa Barat, *Jurnal Lingkungan Tropis Edisi Khusus*, 51-59.
- Prasad, D. dan Siddaraju. (2012) : Carlson's Trophic State Index for the Assessment of Trophic Status of To Lakes in Mandya District, *Journal of Advances in Applied Science Research* 3, **5**, 2992 – 2996.
- Rattan, K.J, Taylor, W.D., dan Smith, E.H. (2012) : Nutrient Status of Phytoplankton Across a Trophic Gradient in Lake Erie: Evidence from New Fluorescence Methods, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69, **1**, 94 – 111.
- Sharma, M.P., Kumar, A., dan Rajvanshi, S. (2010) : Assessment of Trophic State of Lakes : A Case of Mansi Ganga Lake in India, *Journal of Hydro Nepal*, **6**, 65 – 72.
- Stednick, J.D. dan Hall, E.B. (2001) : *Applicability of Trophic Status Indicators to Colorado Plains Rservoirs*, Completion Report no. 195 Department of Earth Resources, Colorado State University, Colorado.
- Tresscot, A. (2012) : Remote Sensing Models of Algal Blooms and Cyanobacteria in Lake Champlain, *Environmental & Water Resources Engineering Masters Projects*, **48**, 37 – 45.
- Zang, M., Yu, Y., dan Yang, Z. (2012), The Distribution of Phytoplankton along Trophic Gradients and Its Mediation by Available Light in the Pelagic Zone of Large Eutrophic Lakes, *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69, **12**, 1935-1946.