

KELAYAKAN PERAIRAN WADUK PANGLIMA BESAR SOEDIRMAN BANJARNEGARA BAGI KEGIATAN PERIKANAN

Endang Widyastuti, Sukanto, Siti Rukayah

Fakultas Biologi Unsoed

endang.widyastuti@yahoo.com

ABSTRAK

Pemanfaatan waduk bagi kegiatan perikanan harus didukung dengan data karakteristik lingkungan fisik, kimia dan biologi perairannya. Kualitas perairan tersebut bersifat dinamis sehubungan dengan aktifitas manusia di perairan tersebut maupun di sekitar waduk. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui kelayakan Waduk Panglima Besar (PB) Soedirman, Banjarnegara bagi kegiatan perikanan. Penelitian dilakukan dengan metode survei pada Agustus 2010 di sembilan stasiun terhadap kondisi fisik, kimia dan plankton perairan waduk. Dilakukan analisis status tropik, nutrisi pembatas dan status perairan berdasarkan baku mutu kualitas perairan bagi kegiatan perikanan. Di musim kemarau didapatkan kandungan P total 2,1326mg/l dan N total 5,7686mg/l, sedangkan di awal musim hujan menurun menjadi 0,2104mg/l dan 4,9586mg/l. Berdasarkan status tropik perairan Waduk PB Soedirman termasuk pada kondisi hipereutropik. Nutrien pembatas yang dominan pada musim kemarau adalah N, sedangkan di musim penghujan adalah P. Parameter yang berada di atas ambang batas mutu air untuk kegiatan perikanan adalah COD, P total dan nitrit, khususnya di musim kemarau. Dominansi jenis fitoplankton tidak didapatkan, namun dijumpai kelimpahan relatif dari Cyanophyta hingga 20,6% di musim kemarau. Berdasarkan status tropik, nutrisi pembatas, baku mutu air kelas III, dan struktur kelimpahan relatif fitoplankton, maka perairan Waduk PB Soedirman kurang layak untuk usaha budidaya ikan.

Kata kunci: status tropik, nutrisi pembatas, klasifikasi mutu air, budidaya perikanan, Waduk Panglima Besar Soedirman.

PENDAHULUAN

Waduk merupakan suatu sistem penampungan air dari daerah sekitarnya yang dibuat manusia. Waduk Panglima Besar (PB) Soedirman yang terletak di Kabupaten Banjarnegara dimanfaatkan untuk perikanan tangkap dan budidaya keramba jaring apung (KJA), selain untuk pembangkit tenaga listrik, pengendali banjir dan irigasi.

Produksi akuakultur merupakan cara yang menjanjikan untuk meningkatkan suplai ikan baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. Budidaya ikan dalam keramba jaring apung di waduk mempunyai arti penting sebagai penghasil protein bagi penduduk sekitar. Perikanan pada hakekatnya adalah memanfaatkan produktivitas perairan yang berupa ikan yang dalam kehidupannya dipengaruhi oleh hubungan fungsional antara komponen ikan yang ada di perairan tersebut dengan dinamika lingkungan fisik, kimiawi dan biologisnya. Dengan demikian kelayakan perairan bagi

kegiatan perikanan merupakan unsur penting dalam menunjang pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan.

Sedimentasi yang berasal dari daerah aliran sungai Waduk PB Soedirman menjadi ancaman bagi keberlanjutan fungsi Waduk PB Soedirman. Tidak hanya sedimentasi yang menjadi masalah di Waduk PB Soedirman, pertumbuhan enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang menutupi hampir separuh permukaan juga menjadi ancaman. Enceng gondok dapat memicu pendangkalan dan membahayakan apabila sampai masuk turbin pembangkit tenaga listrik. Selain hal tersebut dari daerah aliran sungainya Waduk PB Soedirman juga mendapat limpahan berbagai limbah dari kegiatan pertanian dan domestik. Pada saat ini budidaya ikan di waduk PB Soedirman tidak berkembang, sedangkan perikanan tangkap menurun produksinya. Suatu upaya perlu dilakukan sehubungan dengan masalah tersebut di Waduk PB Soedirman. Pengamatan terhadap kelayakan perairan merupakan bagian dari kegiatan monitoring yang diperlukan sebagai dasar bagi pengelolaan suatu lingkungan.

Limbah yang masuk merupakan sumber nutrisi melalui proses dekomposisi mikroorganisme. Nutrien yang berlebihan dapat menyebabkan eutrofikasi. Rissik *et al.* (2009) menyatakan bahwa eutrofikasi adalah proses meningkatnya produktivitas biologi dalam suatu ekosistem dan dapat menyebabkan ledakan populasi (*blooming*) alga, dan dapat menyebabkan berbagai masalah di perairan. Status tropik suatu perairan danau berkaitan dengan proses eutrofikasi telah diklasifikasikan oleh OECD (1982 dalam Dodds, 2002).

Nutrien N dan P adalah dua nutrisi paling utama dalam kualitas air. Nitrogen dan fosfor dibutuhkan oleh membran sel dan untuk pembentukan protein, misalnya enzim. Unsur-unsur nutrisi ini berkaitan dengan aktivitas manusia yang dapat memperbesar konsentrasinya melalui limbah yang masuk, pembukaan lahan, pemupukan yang berlebihan dan pertanian. (Suthers & Rissik, 2009). Oleh karenanya N dan P menjadi faktor pembatas yang penting. Pemerintah juga telah melakukan pengaturan masalah kualitas air dengan terbitnya Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air (KLH, 2002). Dalam peraturan tersebut juga diatur mutu air yang harus dipenuhi untuk kegiatan budidaya ikan tawar.

Pengamatan terhadap faktor lingkungan biologi perlu dilakukan untuk memberikan kepastian terhadap kelayakan perairan tersebut bagi kehidupan yang ada didalamnya. Mikroalga/fitoplankton merupakan organisme produsen primer yang berperan sebagai dasar dari suatu rantai makanan di perairan. Menurut Davies, *et al.* (2005) produktivitas suatu perairan ditentukan oleh jumlah plankton yang ada, karena plankton sangat penting dalam budidaya perairan dan perikanan. Fachrul, *et al.*, (2005) menyatakan pula bahwa kelimpahan fitoplankton dan komposisinya dapat berfungsi sebagai parameter biologi untuk mengetahui respon perairan terhadap perubahan lingkungan, karena daur hidup fitoplankton yang pendek. Fitoplankton juga berperan sebagai penyedia oksigen terbesar di ekosistem akuatik (Scahoemar, *et al.*, 1996).

Pearson, *et al.* 1984 dalam Davies, *et al.* 2005, menyatakan bahwa kuantitas nutrisi di kolam berperan besar dalam menentukan jumlah dan kualitas dari plankton. Keberadaan nutrisi dalam suatu lingkungan perairan dipercaya berperan penting dalam menentukan struktur dari komunitas plankton (Harris, 1986 dalam Davies, *et al.*, 2006). Levine & Levine (1984 dalam Davies, *et al.* 2005) berpendapat bahwa peningkatan nitrogen akan menghasilkan komunitas fitoplankton yang didominasi oleh Cryptophyta, Chlorophyta dan Cyanobacteria. Jenis-jenis fitoplankton tertentu akan mengalami perkembangan atau perubahan dalam mendominasi kelimpahan jenis-jenis yang tidak atau kurang berkembang. Sejumlah senyawa dan elemen misalnya silika, mangan dan vitamin pada suatu waktu dapat menjadi faktor pembatas pertumbuhan alga, tetapi nitrogen dan fosfor yang terutama berpengaruh terhadap alga. Pada kebanyakan danau fosfor (P) normalnya merupakan faktor pembatas dikarenakan fosfor tersedia hanya dalam jumlah yang kecil dibandingkan dengan kuantitas yang diperlukan untuk pertumbuhan alga. Peningkatan P akan meningkatkan produktivitas. Jika nitrogen (N) menjadi faktor pembatas beberapa cyanobacteria seperti Cyanophyta yang dapat menfiksasi N akan tumbuh melengkapi P yang tidak terbatas. Berdasarkan kondisi tersebut monitoring keberadaan fitoplankton/mikroalga menjadi penting.

Berdasarkan uraian di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakannya perairan waduk PB Soedirman bagi budidaya perikanan dengan mengkaji status tropik, nutrisi pembatas, baku mutu air berdasarkan PP 82 tahun 2001 dan

struktur komunitas fitoplankton. Dengan diketahui kelayakannya maka dapat dijadikan dasar dalam pengelolaan waduk.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode survei dengan menggunakan teknik pengambilan sampel secara acak terpilih. Pengambilan sampel dilakukan terhadap beberapa faktor fisik kimiawi perairan sesuai Baku Mutu Air Kelas III sesuai PP No. 82 tahun 2001 (KLH, 2002) yaitu untuk air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertamanan, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut, dan parameter untuk budidaya KJA (Sukadi, *et.al.*, 1989) dan terhadap mikroalga/fitoplankton.

Pengambilan sampel dilakukan pada sembilan stasiun yaitu di daerah keramba, *outlet* untuk irigasi, daerah *power intake*, daerah dermaga pariwisata, daerah tengah, *inlet* dari Sungai Lumajang, *inlet* dari Sungai Kandangwang, *inlet* dari Sungai Serayu dan daerah *interstitial*. Pengambilan sampel mikroalga dilakukan dengan menggunakan plankton-net no 25 dan diawetkan dengan formalin 4 % dan lugol. Mikroalga yang ditemukan diidentifikasi dengan menggunakan buku identifikasi Davis (1955), Thompson (1959), dan Shiota (1966). Penghitungan kelimpahan mikroalga menggunakan metode *Lackey Drop Microtransec Counting* (APHA, 1992).

Analisis data dilakukan terhadap status tropik perairan Waduk PB Soedirman menggunakan klasifikasi OECD (1982 dalam Dodds, 2002), nutrien pembatas (Overbeck, 1989), mutu air kelas III (PP 82 tahun 2002) dan struktur komunitas phytoplankton secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran parameter fisik kimiawi dimusim kemarau disajikan pada Tabel 1. Hasil menunjukkan adanya parameter kimia yang kadarnya tinggi yaitu COD, khususnya di Stasiun IV (daerah *power intake*) dan Stasiun VIII (*inlet* dari Sungai Serayu). Hasil pengukuran parameter fisik kimiawi pada awal musim hujan, juga menunjukkan parameter COD yang kadarnya tinggi (Tabel 2) yaitu di stasiun IV (daerah *power intake*), stasiun V (tengah waduk) dan stasiun IX (*inlet* dari Sungai

Lumajang). Berdasarkan hasil tersebut terlihat bahwa nilai COD yang tinggi didapatkan pada daerah inlet. Ini menunjukkan bahwa tingginya bahan organik di perairan waduk dipengaruhi oleh aktifitas dari daerah aliran sungainya. Sumbangan bahan organik dari waduk dimungkinkan terutama berasal dari dekomposisi tumbuhan enceng gondok yang melimpah pada saat tersebut yaitu sekitar 50% dari luas permukaan waduk. Bahan organik yang mengandung komponen yang sulit terdekomposisi (misalnya adanya selulose) menyebabkan kadar COD tinggi.

Enceng gondok telah menjadi problem di danau-danau, kolam-kolam dan badan-badan perairan di banyak bagian dunia (Gunnarsson & Petersen, 2007). Enceng gondok tumbuh dengan cepat pada permukaan badan perairan, membentuk lapisan padat dan mengurangi keberadaan tanaman lain (Hronich *et al.*, 2008). Enceng gondok termasuk tanaman air tawar liar dari famili Pontederiaceae yang menyebar hingga ke Amerika Selatan, tetapi secara alami tumbuh di daerah tropik dan subtropik. (El-Sayed, 2003). Masalah yang timbul dengan meluasnya enceng gondok antara lain adalah meningkatnya *evapotranspirasi*, penguapan dan hilangnya air melalui daunnya yang lebar, mengurangi penetrasi cahaya matahari yang masuk yang berakibat menurunnya oksigen perairan lewat fotosintesis, mempercepat pendangkalan akibat tumbuhan yang mati dan turun ke dasar perairan, juga menjadi habitat bagi vektor penyakit pada manusia, mengganggu transportasi air dan keindahan perairan.

Hasil pengukuran pada awal musim penghujan didapatkan beberapa parameter yang menurun nilainya, yaitu: TDS, TSS, COD, P total, Amonia, dan N total. Dengan demikian adanya peningkatan volume waduk di musim hujan berpengaruh terhadap penurunan kadar bahan terlarutnya. Di musim kemarau didapatkan kadar P total 2,1326mg/L dan N total 5,7686mg/L, sedangkan di awal musim hujan menurun menjadi 0,2104mg/L dan 4,9586mg/L. Sedangkan penetrasi cahaya didapatkan 45,17 cm di musim kemarau dan 52,56cm di awal musim hujan. Kadar klorofil didapatkan 0,0037mg/L di musim kemarau dan 0,0426mg/L di awal musim hujan. Berdasarkan klasifikasi status tropik OEDC (1982 dalam Dodds, 2002) pada Tabel 3, maka perairan Waduk PB Soedirman termasuk pada status hipereutropik, namun kalau ditinjau dari kadar klorofil di musim hujan maka perairan tergolong pada status eutrofik.

Tabel 3. Klasifikasi tropik danau

Parameter	Oligotropik	Mesotropik	Eutropik	Hipertropik
Total P ($\mu\text{g/l}$)	4-10	10-35	35-100	>100
Khlorofil ($\mu\text{g/l}$)	1-2,5	2,5-8	8-25	>25
Secchi (m)	12-6	6-3	3-1,5	<1,5
Total N*($\mu\text{g/l}$)	<350	350-400	400-550	>550

Sumber: OECD (1982 dalam Dodds, 2002), * Nurnberg (1996 dalam Dodds, 2002)

Suthers & Rissik (2009) menyatakan bahwa nitrogen cenderung menjadi faktor pembatas di laut, sementara fosfor adalah nutrient pembatas di perairan tawar. Di perairan Waduk PB Soedirman di musim kemarau didapatkan yang menjadi faktor pembatas adalah N. Hal ini karena rasio N/P di musim kemarau didapatkan nilai 2,68, berdasarkan pendapat Overbeck (1989) maka yang menjadi faktor pembatas adalah N. Di musim penghujan rasio N/P didapatkan 23,62 sehingga yang dominan pada musim penghujan adalah N. Menurut Overbeck (1989) unsur N dan P diambil dalam suatu perbandingan massa rata-rata $\text{N} : \text{P} = 7,2 : 1$. Sedangkan Dodds (2002) menyatakan bahwa untuk pertumbuhan fitoplankton yang seimbang maka rasio $\text{N} : \text{P} = 16:1$, atau yang dikenal dengan rasio Redfield. Berdasarkan pendapat Overbeck (1989) dan Dodds (2002) maka rasio N dan P di perairan Waduk PB Sudirman berada di luar batas untuk kebutuhan N dan P yang dibutuhkan untuk pertumbuhan fitoplankton yang seimbang.

Dibandingkan dengan kriteria mutu air kelas III berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 yaitu baku mutu untuk kegiatan pembudidayaan ikan air tawar, ada beberapa parameter fisik-kimiawi berada dalam batas yang tidak memenuhi baku mutu tersebut. Parameter tersebut adalah COD, P total dan nitrit (di musim kemarau), sedangkan di musim penghujan parameter yang masih di atas baku mutu adalah nitrit. Beberapa parameter yang di atas baku mutu air kelas III adalah parameter berkaitan dengan bahan organik, sehingga hal tersebut menunjukkan adanya pencemaran bahan organik di perairan Waduk PB Soedirman. Khususnya kadar COD yang tinggi menggambarkan bahan organik yang ada adalah sulit didekomposisi. Kondisi ini bisa terjadi karena bahan organik tersebut berasal antara lain dari tumbuhan enceng gondok yang tumbuh melimpah, juga dari limbah pertanian berupa sisa tumbuhan yang mengandung selulose yang sulit terdekomposisi, yang berasal dari daerah aliran sungainya.

Hasil pengukuran kandungan amoniadidapatkan nilai yang tinggi yaitu 0,69mg/L (musim kemarau) dan 0,83mg/L (musim hujan). Dalam baku mutu kualitas air kelas III amonia tidak dipersyaratkan, namun dipersyaratkan untuk ikan yang peka adalah $\leq 0.02\text{mg/L}$. Dengan demikian kandungan amonia berada dalam batas yang perlu mendapat perhatian.

Dikemukakan oleh Dodds (2002) beberapa kontrol berkaitan dengan adanya eutrofikasi di perairan. Hal yang dapat diterapkan di Waduk PB Soedirman adalah kontrol terhadap sumber pencemar yang pasti (*point source*) dan terhadap sumber-sumber pencemar yang tidak pasti (*non point source*) baik di perairan waduk maupun di daerah tangkapan airnya. Hal yang dapat dilakukan tersebut antara lain, pemberantasan gulma air khususnya enceng gondok, mengurangi erosi agar tidak terjadi peningkatan kekeruhan dan sedimentasi, misalnya dengan penghijauan dan pola tanam yang ramah lingkungan, mengolah limbah domestik yang masuk ke perairan, khususnya berkaitan dengan limbah deterjen yang sangat berpotensi meningkatkan P di perairan..

Berbagai tindakan dilakukan untuk mengatasi masalah enceng gondok antara lain dengan menggunakan herbisida, mengangkat tanaman secara langsung, menggunakan predator dan memanfaatkan eceng gondok tersebut, misalnya sebagai bahan pembuatan kertas, kompos, biogas, perabotan, kerajinan tangan, sebagai media pertumbuhan bagi jamur merang, dan sebagainya. Lu *et al.* (2008) mencoba enceng gondok sebagai pakan itik. Didapatkan enceng gondok bagus sebagai pakan itik, dimana berat telurnya 2.36% lebih tinggi dari pada kontrol.

Enceng gondok sangat kaya nitrogen yaitu hingga 3,2 % berat kering dan mempunyai C/N rasio sekitar 15 (Gunnarsson & Petersen, 2007). Enceng gondok mengandung nitrogen, fosfor, magnesium, sulfur, mangan, tembaga, seng, dengan kuantitas nyata dan juga besi, kalsium, potasium yang lebih kaya daripada tanaman lain (Sahu *et al.*, 2002). Tingginya kandungan protein enceng gondok, memungkinkan digunakan sebagai pakan, pupuk maupun produksi biogas. Gunnarsson & Petersen (2007) menyatakan karena tumbuh melimpah dan tingginya konsentrasi nutrien, enceng gondok digunakan sebagai pupuk untuk tanah yang kekurangan nutrien dan sebagai pakan ternak di Afrika.

Hasil pengamatan fitoplankton disajikan pada Tabel 4 (musim kemarau) dan Tabel 5 (musim hujan). Hasil pengamatan terlihat tidak didapatkan adanya dominansi

jenis. Kelimpahan jenis yang relatif tertinggi adalah *Nitzschia vermicularis* 5,37%, dan *Spirogyra sp.* 5,29% pada musim kemarau dan *Asterinella formosa* dan *Spirogyra sp.* masing-masing 5,29% pada musim penghujan. Kelimpahan fitoplankton didapatkan 28.693 ind/L pada musim kemarau dan menurun menjadi 13.342 ind/L pada musim penghujan. Kelompok cyanophyta perlu diwaspadai, karena di daerah tropis sangat berpotensi menimbulkan *blooming*, yang berpotensi menyebabkan kematian ikan apabila ada kejadian *upwelling*. Hasil pengukuran didapatkan cyanophyta ada 11 jenis dengan kelimpahan relatif 20,60% pada musim kemarau dan 10,24% pada musim penghujan. Diperlukan usaha untuk tidak terjadinya peningkatan kesuburan perairan waduk, yang sangat mendorong terjadinya *blooming* kelompok Cyanobacteria. Terlebih juga dengan diketemukannya *Trichodesmium erythreum* yang merupakan penyakit ikan yaitu dengan kelimpahan 3,34% di musim kemarau dan 1,95% di musim penghujan.

Blooming alga dapat menyebabkan sejumlah masalah untuk pengelolaan perairan tawar. Permukaan yang kumuh dapat terjadi selama *blooming* cyanophyta, alga hijau berflagella dan euglenophyta, karena ketiganya adalah organisme yang dapat mengapung dan terakumulasi di permukaan air. Adanya kekumuhan dapat menurunkan estetika dan mengganggu kegiatan pariwisata pada badan air. *Blooming* cyanophyta dapat memberikan bau apak, bau tanah, *blooming* alga hijau dapat memberikan bau rumput, dan *blooming* chrysophyta dan alga berflagella memberikan bau ikan. Adanya *blooming* alga dapat mengganggu instalansi pengolahan air. *Blooming* fitoplankton juga dapat menyebabkan bahaya yang distilahkan sebagai *harmfull algal blooms* (HABs) (Redden, *et al.* 2009) antara lain dari racun yang dikeluarkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan status tropik, nutrien pembatas, baku mutu kualitas air kelas III, serta didapatkannya kelimpahan cyanophyta hingga 20% di musim kemarau, maka perairan Waduk PB Soedirman kurang layak untuk kegiatan budidaya perikanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Hibah Strategis Nasional yang didanai DIKTI Tahun Anggaran 2010, oleh karena itu penulis menyampaikan terima kasih atas kepercayaan penggunaan dana yang diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association (APHA). 1992. *Standard methods for the examination of water and waste water*. American Public Health Association, American Water Works Association and Water Pollution Control Federation, New York.
- Davies, O.A., J.F. Alfred-Ockija and A.Asele. 2005. Induce growth of phytoplankton using two fertilizers (NPK and Agrolizer) Under Laboratory Condition. <http://www.academicjournal.org/AJB>
- Davis, C.C. 1955. *The marine and fresh water plankton*. Michigan State University Press, New York.
- Dodds, W.K. 2002. *Freshwater ecology. Concepts and environmental applications*. Academic Press. San Diego.
- El-Sayed, A.F. 2003. Effects of fermentation methods on the nutritive value of water hyacinth for *Oreochromis niloticus* (L) Fingerlings. *Aquaculture*, vol.218, p. 471-478
- Fachrul, M.F., H. Haeruman, dan L.C. Sitepu. 2005. Komunitas fitoplankton sebagai bio-indikator kualitas perairan Teluk Jakarta. URL : <http://www.ipitek.net.id>.
- Gunnarsson, C.C. and C.M. Petersen. 2007. Water hyacinths as a resource in agriculture and energy production: a Literature Review. *Waste Manag.* 27(1):117-129
- Hronich, J.E., L. Martin, J. Plawsky. And H.R. Bungay. 2008. Potential of *Eichhornia crassipes* for biomass refining *J Ind Microbiol Biotechnol* 35(5):393-402.
- Kementrian Lingkungan Hidup (KLH). 2002. Himpunan peraturan perundang-undangan di bidang pengelolaan lingkungan hidup dan pengendalian dampak lingkungan era otonomi daerah. Kementrian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Lu J., Z. Fu. and Z. Yin. 2008. Performance of a water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) system in the treatment of wastewater from a duck farm and the effects of using water hyacinth as duck feed. *J Environ Sci* 20(5):513-9

- Rissik, D. and I. Suthers. 2009. The importance of plankton. In Suthers, I and D. Rissik. Plankton, A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality. CSIRO Publishing. Collingwood..
- Rissik, D., D van Senden, M.Dorothy, T. ingleton., P. Anjani., L. Blowing., M. Gibbs., M., Gladstone., T. Kobayashi., I. Suthers and W. Froneman., 2009. Plankton related environment and water quality issues. In Suthers, I and D. Rissik. Plankton, A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality. CSIRO Publishing. Collingwood.
- Redden, A.M., T. Kobayashi, I. Suthers. L. Blowing, D. Rissik and G. Newton., 2009. Plankton processes and the environment. In Suthers, I and D. Rissik. Plankton, A Guide to Their Ecology and Monitoring for Water Quality. CSIRO Publishing. Collingwood.
- Sahu, A.K., S.K. Sahoo and S.S. Giri. 2002. Efficacy of water hyacinth compost in nursery ponds for larval rearing of indian major Carp, *Labeo rohita*. *Bioresour Technol.* Vol 85 (3), p 309-311
- Shirot, A. 1966. The plankton of South Vietnam. Technical Cooperation Agency, Tokyo.
- Scahoemar, S.I., D. Irawan, D.Yaniharto. 1996. Kriteria penentuan tingkat kesuburan dan dampak pengembangan jaring apung di perairan danau. *J.alami.* 1 (1) :36-39.
- Sukadi, M.F., I.N.S. Rabegnatar, O. Praseno, Krismono, Z. Jangkaru dan H.R. Schmittou. 1989. Petunjuk teknis budidayai ikan dalam keramba jaring apung. Badan Penelitian Dan Pengembangan Pertanian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan. Jakarta.
- Thompson, R.H. 1959. Algae. In Edmonson, W.T. (Ed) 1959. Freshwater Biology 2nd Edition. John Willey and Sons Inc, New York.

Tabel 1. Hasil pengukuran fisik kimiawi perairan Waduk PB Soedirman (nusim kemarau)

No	Parameter	Stasiun									Rata-rata	Standar deviasi
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
1	Suhu air (°C)	28	30	29	29	28	29	29	25	28	28,33	1,41
2	Kedalaman (m)	8,1	4,9	11,8	33,1	23,4	8	5,1	4,1	7,5	11,78	9,92
3	Penetrasi cahaya (cm)	70	57	51,5	55	41	45,5	27,5	29,5	29,5	45,17	14,64
4	O ₂ (mg/l)	7	7,5	7,5	7,4	8,4	7	7,9	7,8	7,6	7,57	0,44
5	CO ₂ (mg/l)	1,65	2,42	4,29	7,48	2,64	2,31	2,97	3,08	3,85	3,41	1,72
6	Alkalinitas (mg/l)	1,06	0,42	0,5	1	0,16	0,32	0,43	0,41	0,44	0,53	0,30
7	pH	7	6	7	7	7	7	7	6	6	6,67	0,50
8	TDS (mg/l)	233,33	216,67	290	233,33	270	260	210	243,33	246,67	244,81	25,45
9	TSS (mg/l)	56	38	42	50	18	36	64	60	36	44,44	14,48
10	BOD ₅ (mg/l)	3,04	1,92	2,72	3,6	3,04	2,76	3,4	1,2	6,16	3,09	1,37
11	COD (mg/l)	8	24	64	104	80	72	80	112	32	64,00	35,78
12	P total (mg/l)	1,3656	2,5186	1,9564	2,165	2,2432	1,8673	2,7889	2,8154	1,4736	2,13	0,52
13	PO ₄ -P (mg/l)	0,0216	0,0164	0,0524	0,0102	0,0205	0,0184	0,0402	0,0321	0,027	0,03	0,01
14	NH ₃ N (mg/l)	1,0103	0,2075	0,4149	0,3299	0,4679	0,37	0,9005	0,5853	1,9059	0,69	0,53
15	NO ₃ -N (mg/l)	1,8545	1,7263	2,0181	1,7418	1,7873	1,7122	2,0138	2,9402	1,8562	1,96	0,38
16	NO ₂ -N (mg/l)	0,0393	0,0478	0,0457	0,0448	0,0532	0,0524	0,0723	0,097	0,1639	0,07	0,04
17	N total (mg/l)	3,25	4,665	7,827	6,994	4,33	8,007	6,18	4,955	5,71	5,77	1,63

18	Silika (mg/l)	132,24	165,77	137,72	142,38	147,74	146,59	129,54	176,85	95,25	141,56	23,15
19	Klorofil (mg/l)	0,0031	0,0013	0,0009	0,0005	0,0005	0,0027	0,0005	0,0009	0,0009		0,0037

Tabel 2. Hasil pengukuran fisik kimiawi perairan Waduk P. B Soedirman (musim hujan)

No	Parameter	Stasiun									Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		
1	Suhu air (°C)	26	29	29	30	30	26	29	30	30	28,78	1,64
2	Kedalaman (m)	9	7,5	15	38,5	25	10	7,6	7	9,2	14,31	10,71
3	Penetrasi cahaya (cm)	95	75	61	69	58	27,5	25,5	22	40	52,56	25,32
4	O ₂ (mg/l)	2,175	6,7	6,4	7,1	7,3	7,8	7,69	8	7,5	6,74	1,79
5	CO ₂ (mg/l)	7,7	5,72	5,5	5,17	7,15	5,61	8,58	1,25	4,73	5,71	2,11
6	Alkalinitas (mg/l)	1,25	0,63	0,77	0,79	1,38	0,94	0,85	1	0,67	0,92	0,25
7	pH	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7,00	0,00
8	TDS (mg/l)	106,7	170	130	166,7	176,7	176,7	153,3	166,7	156,7	155,93	23,44
9	TSS (mg/l)	22	24	28	32	30	10	22	68	34	30,00	15,94
10	BOD ₅ (mg/l)	1,52	1,28	1,2	6,2	3,56	3,8	4,4	4	11,4	4,15	3,19
11	COD (mg/l)	24	16	16	72	72	24	32	24	120	44,44	35,80
12	P total (mg/l)	0,118	0,309	0,569	0,501	0,165	0,09	0,044	0,056	0,034	0,21	0,20
13	PO ₄ -P (mg/l)	0,012	0,017	0,016	0,013	0,014	0,056	0,041	0,051	0,016	0,03	0,02
14	NH ₃ N (mg/l)	0,958	0,948	0,837	0,438	0,769	1,358	1,155	0,855	0,178	0,83	0,35

15	NO ₃ -N (mg/l)	1,455	1,57	1,591	1,541	1,569	2,748	2,22	2,601	1,136	1,83	0,56
16	NO ₂ -N (mg/l)	0,024	0,03	0,037	0,029	0,032	0,011	0,089	0,098	0,041	0,04	0,03
17	N total (mg/l)	6,825	7,115	4,729	5,102	3,22	3,268	3,335	7,77	3,264	4,96	1,85
18	Silika (mg/l)	176,5	161,2	151,4	159,5	176,5	162,9	133,3	152,7	107,2	153,46	21,79
19	Klorofil (mg/l)	0,0017	0,0014	0,0018	0,0009	0,0017	0,0009	0,0018	0,0005	0,0031		0,0426
20	DHL (µmhos)	250	100	250	220	220	190	180	190	180	197,78	45,77

Tabel 4. Kelimpahan Chrysophyta yang didapatkan di Waduk Panglima Besar Soedirman (musim kemarau)

Spesies	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Stasiun V	Stasiun VI	Stasiun VII	Stasiun VIII	Stasiun IX	Rata-rata	KR
	UI	UI	UI	UI	UI	UI	U1	U1	UI		
Chlorophyta											
<i>Coelastrum cubitum</i>	0	751	375	375	0	0	0	0	375	208,44	1,39
<i>Characium longiceps</i>	0	375	0	0	0	1126	375	375	0	250,11	1,67
<i>Closterium maniliforma</i>	1126	375	375	0	1126	1126	375	0	375	542,00	3,62
<i>Closterium setsceum</i>	751	0	375	0	375	0	1126	0	751	375,33	2,51
<i>Gonatozygon kinahani</i>	1126	0	0	1126	0	0	0	751	375	375,33	2,51
<i>Gloeocystus vesiculosa</i>	1126	375	0	1126	0	375	375	375	0	416,89	2,78
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	375	375	375	0	375	1126	0	751	751	458,67	3,06
<i>Kirchneriella lunaris</i>	750	375	751	0	750	0	375	1126	0	458,56	3,06
<i>Pediastrum</i>	0	375	375	0	375	375	751	0	375	291,78	1,95

<i>duplex</i>											
<i>Selenastrum sp.</i>	751	751	0	751	0	0	375	0	375	333,67	2,23
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	751	375	0	0	375	375	0	0	375	250,11	1,67
<i>Scenedesmus obliquus</i>	0	0	751	375	751	0	0	375	1126	375,33	2,51
<i>Sprirogyra sp.</i>	1126	375	751	751	1502	1126	0	751	751	792,56	5,29
<i>Staurastrum anatinoides</i>	375	0	0	0	0	0	0	375	375	125,00	0,84
<i>Volvox sp</i>	1126	0	375	375	375	751	0	1126	375	500,33	3,34
	9383	4502	4503	4879	6004	6380	3752	6005	6379		
Chrysophyta											
<i>Acnantes brevipes</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Amphora ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Asterionella formosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Cocconeus placentula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Cyloneis annularis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Cymatopleura solea</i>	0	1126	375	375	0	1502	1126	751	0	583,89	3,90
<i>Denticula tenuis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Diatoma vulgare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Epichrysis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Eunotia ehrenbergii</i>	375	0	1126	751	751	0	375	1126	751	583,89	3,90
<i>Ghomphonema lanceolatum</i>	1126	0	0	375	375	1126	375	0	1876	583,67	3,90

<i>Gyrosigma acuminata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Navicula insuta</i>	751	1501	0	375	0	0	375	0	375	375,22	2,51
<i>Nitzshia crosterium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Nitzshia curcula</i>	0	751	0	375	1876	751	1126	751	751	709,00	4,74
<i>Nitzshia vermicularis</i>	1876	751	375		1126	375	375		751	804,14	5,37
<i>Pinnularia legumen</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Pinnularia tabellaria</i>	1501	1876	375	751	0	0	751	375	375	667,11	4,46
<i>Pleurogaster lunaris</i>	375	0	1126	0	751	751	375	0	751	458,78	3,06
<i>Rhopaloidea gibba</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Suriella ovalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Stauroneis acutum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Synedra acus</i>	1126	375	751	0	375	1126	0	751	375	542,11	3,62
<i>Synedra ulna</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
	7130	6380	4128	3002	5254	5631	4878	3754	6005		
Cyanophyta											
<i>Anabaena curcularis</i>	0	375	0	375	375	0	0	375	375	208,33	1,39
<i>Anabaena Raciborskii</i>	751	0	0	375	375	751	0	0	0	250,22	1,67
<i>Calothrix</i>	375	751	751	0	0	0	751	0	751	375,44	2,51
<i>Lyngbya bingei</i>	375	0	0	0	0	375	751	0	0	166,78	1,11
<i>Merismopedia minuta</i>	375	0	375	375	0	0	751	0	0	208,44	1,39

<i>Microcystis flosaque</i>	0	751	0	0	1126	751	0	751	1126	500,56	3,34
<i>Nostoc sphaericum</i>	0	0	375	0	375	0	0	0	375	125,00	0,84
<i>Oscillatoria limnosa</i>	375	0	375	1126	0	375	375	375	0	333,44	2,23
<i>Spirulina sp</i>	375	375	375	0	0	375	375	0	375	250,00	1,67
<i>Tolypothrix</i>	375	375	0	375	0	375	0	0	0	166,67	1,11
<i>Trichodesmium erythreum</i>	751	375	751	0	375	0	375	1501	375	500,33	3,34
	3752	3002	3002	2626	2626	3002	3378	3002	3377		20,60
Pyrrophyta											
<i>Ceratium hirudinella</i>	375	375	751	375	751	375	375	751	375	500,33	3,34
<i>peridinium apiculata</i>	0	751	375	0	375	751	751	0	751	417,11	2,79
<i>Perinidium umberiatum</i>	375	0	0	0	0	0	375	0	0	83,33	0,56
	750	1126	1126	375	1126	1126	1501	751	1126		
Total Kelimpahan	21015	15010	12759	10882	15010	16139	13509	13512	16887		
Jumlah rata-rata										14969,22	

Tabel 5. kelimpahan Chrysophyta yang didapatkan di Waduk Panglima Besar Soedirman (musim hujan)

Spesies	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV	Stasiun V	Stasiun VI	Stasiun VII	Stasiun VIII	Stasiun IX	Rata-rata	KR
	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2	U2		
Chlorophyta											
<i>Coelastrum cubitum</i>	0	375	0	751	0	375	375	0	0	208,44	1,39
<i>Characium longiceps</i>	0	375	0	375	375	375	0	0	0	166,67	1,11

<i>Closterium maniliforma</i>	0	0	0	0	0	0	375	0	375	83,33	0,56
<i>Closterium setsceum</i>	375	375	0	0	0	0	0	0	0	83,33	0,56
<i>Gonatozygon kinahani</i>	0	0	375	0	0	0	751	0	0	125,11	0,84
<i>Gloeocystus vesiculosa</i>	375	0		751	0	0	0	0	1126	281,50	1,88
<i>Hydrodictyon reticulatum</i>	0	375	751	751	0	0	0	375	0	250,22	1,67
<i>Kircheneriella lunaris</i>	0	375	0	0	0	0	0	375	0	83,33	0,56
<i>Pediastrum duplex</i>		375	0	0	751	0	0	1126	0	281,50	1,88
<i>Selenastrum sp.</i>	375	751	0	0	0	0	0	0	0	125,11	0,84
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	0	0	0	0	0	751	0	0	0	83,44	0,56
<i>Scenedesmus obliquus</i>	0	751	0	0	0	1126	1501	0	0	375,33	2,51
<i>Spirogyra sp.</i>	375	0	1501	1501	0	1877	0	1126	751	792,33	5,29
<i>Staurastrum anatinoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	375	41,67	0,28
<i>Volvox sp</i>	375	0	1126	375	0	0	0	375	375	291,78	1,95
	1875	3752	3753	4504	1126	4504	3002	3377	3002		
Chrysophyta											
<i>Acnantes brevipes</i>	751	375	1126	0	1876	375	375	0	375	583,67	3,90
<i>Amphora ovalis</i>	0	751	0	751	0	375	0	1501	375	417,00	2,79
<i>Asterionella formosa</i>	375	751	1126	1501	1126	1126	0	0	1126	792,33	5,29
<i>Cocconeus placentula</i>	375	0	751	0	0	751	1501	375	751	500,44	3,34
<i>Cylonexis annularis</i>	375	375	751	375	375	751	375	751	375	500,33	3,34

<i>Cymatopleura solea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Denticula tenuis</i>	1126	751	375	375	375	0	0	0	375	375,22	2,51
<i>Diatoma vulgare</i>	751	0	0	375	0	1501	1126	0	0	417,00	2,79
<i>Epichrysis</i>	375	0	375	0	375	0	1126	751	751	417,00	2,79
<i>Eunotia ehrenbergii</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Ghomphonema lanceolatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Gyrosigma acuminata</i>	751	0	1126	1126	0	375	751	375	0	500,44	3,34
<i>Navicula insuta</i>	375	0	0	0	375	0	0	0	375	125,00	0,84
<i>Nitzshia crosterium</i>	0	1126	375	0	0	375	0	375	0	250,11	1,67
<i>Nitzshia curcula</i>	375	0	0	1126	375	0	751	0	375	333,56	2,23
<i>Nitzshia vermicularis</i>	0	375	0	0	1501	0	0	375	375	291,78	1,95
<i>Pinnularia legumen</i>	0	1126	375	0	375	0	375	375	375	333,44	2,23
<i>Pinnularia tabellaria</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Pleurogaster lunaris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Rhopaloidea gibba</i>	0	375	0	0	751	751	375	1126	751	458,78	3,06
<i>Suriella ovalis</i>	751	1126	375	375	1126	0	0	0	0	417,00	2,79
<i>Stauroneis acutum</i>	375	751	751	751	375	0	375	0	0	375,33	2,51
<i>Synedra acus</i>	1501	0	0	0	0	0	0	375	0	208,44	1,39
<i>Synedra ulna</i>	375	751	1126	375	1126	1501	375	751	375	750,56	5,01

	8631	8633	8632	7130	10131	7881	7505	7130	6754		
Cyanophyta											
<i>Anabaena curcularis</i>	0	0	751	0	375	0	375	0	0	166,78	1,11
<i>Anabaena Raciborskii</i>	375	0	0	0	0	0	751	751	0	208,56	1,39
<i>Calothrix</i>	0	375	375	0	0	375	0	0	375	166,67	1,11
<i>Lyngbya bingei</i>	0	0	375	751	0	0	0	0	0	125,11	0,84
<i>Merismopedia minuta</i>	0	0	375	0	751	0	375	0	375	208,44	1,39
<i>Microcystis flosaque</i>	0	375	0	0	0	0	0	375	0	83,33	0,56
<i>Nostoc sphaericum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
<i>Oscillatoria limnosa</i>	0	0	0	751	0	375	0	0	0	125,11	0,84
<i>Spirulina sp</i>	375	0	0	0	0	375	0	0	751	166,78	1,11
<i>Tolypothrix</i>	751`	0	0	375	0	375	0	375	0	140,63	0,94
<i>Trichodesmium erythreum</i>	0	751	0	375	1126	375	0	0	0	291,89	1,95
	750	1501	1876	2252	2252	1875	1501	1501	1501		10,24
Pyrrophyta											
<i>Ceratium hirudinella</i>	751	0	751	375	375	0	0	0	0	250,22	1,67
<i>peridinium apiculata</i>	751	0	0	0	375	0	0	0	0	125,11	0,84
<i>Perinidium umberiatum</i>	0	0	0	375	0	0	0	0	0	41,67	0,28
	1502	0	751	750	750	0	0	0	0		
Total Kelimpahan	12758	13886	15012	14636	14259	14260	12008	12008	11257		
Jumlah rata-rata										13342,67	