LIMNOTEK (2014) 21 (2) : 125 – 134

DISTRIBUSI KONSENTRASI OKSIGEN, NITROGEN DAN FOSFAT DI WADUK SAGULING , JAWA BARAT

Sri Endah Purnamaningtyas

Balai Penelitian Pemulihan dan Konservasi Sumberdaya Ikan

Email: *endah_purnamaningtyas@yahoo.co.id*

Diterima redaksi : 22 Januari 2014, disetujui redaksi : 5 Agustus 2014

ABSTRAK

*Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi konsentrasi oksigen, nitrogen (nitrat, nitrit, dan amonium) dan P (orthofosfat) di Waduk Saguling dan tinjauan kelayakannya untuk kegiatan perikanan. Lokasi pengambilan contoh ditetapkan sebanyak 5 stasiun pengamatan yaitu : (1) Maroko, (2) Cihaur, (3) Pakuon, (4) Bunder, dan (5) Dam. Penelitian dilakukan pada bulan April, Juni, Agustus, Oktober dan Desember 2009. Metode yang digunakan adalah pengambilan contoh bertingkat (*stratified sampling method*) dengan menggunakan Kemmerer Bottle Sampler. Berdasarkan analisis kualitas air di Waduk Saguling didapatkan hasil sebagai berikut: 1. kandungan oksigen berkisar antara 0 – 7,125 mg/L, kandungan amonia berkisar antara 0,011 – 14,654 mg/L, kandungan nitrit dan nitrat berturut-turut adalah berkisar antara 0,07 – 0,353 mg/L, dan antara: 0,03 – 1,063 mg/L, dan kandungan fosfat berkisar antara 0,04 - 0,43 mg/L. Pada kondisi-kondisi tersebut di atas menunjukkan ketersediaan oksigen masih dapat menunjang kehidupan ikan tetapi tidak dapat tumbuh dan berkembang dengan baik, konsentrasi ammonia sudah cukup tinggi dan membahayakan bagi kehidupan ikan, kadar nitrit telah melebihi baku mutu yang disarankan dan merupakan gas beracun bagi ikan, kadar nitrat berada pada kondisi yang sesuai dengan kadar baku yang di sarankan, sedangkan kadar ortofosfat yang tinggi akan mendorong pertumbuhan alga terutama dari kelas* Cyanophyceae*. Stasiun yang banyak tertekan oleh limbah organik maupun limbah anorganik adalah stasiun Maroko dan Cihaur.*

Kata kunci : oksigen terlarut, unsur nitrogen (N), dan orthofosfat (P), Waduk Saguling

ABSTRACT

CONCENTRATION DISTRIBUTION OF OXYGEN , NITROGEN AND PHOSPHATE IN SAGULING RESERVOIR, WEST JAVA. *The purpose of this study was to determine the distribution of oxygen concentration, nitrogen (nitrate, nitrite, and ammonium) and P (orthophosphate) in Saguling and review their feasibility for fishing activities. Location of sampling set at 5 observation stations, namely: (1) Maroko, (2) Cihaur, (3) Pakuon, (4) Bunder, and (5) Dam. The study was conducted in April, June, August, October and December 2009. The method used is stratified sampling (stratified sampling method) using Kemmerer Bottle Sampler. Based on the analysis of water quality in Saguling obtained the following results: 1. The oxygen content ranges from 0 to 7.125 mg / L, the content of ammonia ranged from 0.011 to 14.654 mg / L, the content of nitrite and nitrate in a row is in the range between 0.07 - 0.353 mg / L, and between: 0.03 to 1.063 mg / L, and the phosphorus content ranged from 0.04 to 0.43 mg / L. In these conditions above shows the availability of oxygen is able to support fish life but it can not grow and develop properly, ammonia concentration is high enough and endanger the lives of fish, nitrite levels have exceeded the recommended quality standards and is a toxic gas for fish, nitrate levels are in accordance with the conditions that are suggested standard levels, while high levels of orthophosphate which will encourage the growth of algae, especially of class Cyanophyceae. Stations are much distressed by organic waste and inorganic waste is Moroko station and Cihaur.*

Keywords : dissolved oxygen, elements nitrogen (N), and orthophosphate (P), Saguling Reservoir.

PENDAHULUAN

Waduk Saguling dibangun pada tahun 1985 terletak di wilayah Kabupaten Bandung. Waduk ini mempunyai luas 5600 ha dengan kedalaman rata-rata 17,5 m, panjang garis pantai 473 km dan terletak pada ketinggian 645 m dpl (Tjahjo, 1986). Waduk ini merupakan salah satu waduk dari waduk kaskade Sungai Citarum, dimana secara eksternal kualitas perairannya sangat dipengaruhi oleh kualitas air sepajang aliran Sungai Citarum yang ada di atasnya seperti: pertanian, peternakan sapi, industri dan rumah tangga. Berdasarkan penelitian yang dilakukan tahun 1980-1995 kualitas air waduk sudah banyak menurun, yang disebabkan oleh pencemaran organik yang berasal dari limbah industri, Hingga tahun 2008, sedimentasi di Saguling mencapai 84 juta m3. Laju sedimentasi di Waduk saguling kini diperkirakan 4,2 juta m3 pertahun atau 4.819.664 ton pertahun. Sedimentasi akan menurunkan fungsi bendungan dan memperpendek usia operasi PLTA. Limbah industri dan domestik yang terbawa aliran sungai Citarum yang akan memperburuk kondisi endapan waduk (http://upload.citarum.org/knowledge/document/DAM.pdftgl 12 okt 2013).Beban masukan bahan organik yang masuk ke waduk ini berasal dari industri maupun dari luar industri seperti pertanian dan buangan rumah tangga yang sangat mempengaruhi kehidupan biota perairan seperti ikan. Bahan organik tersebut akan terurai menjadi ammonia, nitrit, nitrat dan orthofosfat yag dalam proses penguraiannya memerlukan oksigen yang tinggi, sehingga beban bahan organik yang tinggi akan mempengaruhi kehidupan dan perkembangan ikan yang ada.

Buangan limbah pertanian yang berupa peptisida dan limbah rumah tangga dan industri yang ada di sepanjang badan air tersebut merupakan beban masukan limbah organik maupun anorganik di waduk tersebut. Menurut Salim (2002), mulai dari Majalaya sampai ke Waduk Saguling diperkirakan 6 juta jiwa penduduk menghuni kawasan Citarum Hulu dengan kepadatan penduduk 400-12000 orang/km^2 dan menurut Sucahyo (1996) menyatakan bahwa setiap harinya Sungai Citarum mendapatkan limbah pemukiman dengan nilai BOD dan COD berturut-turut sebesar 87,07 dan 198,51 ton/hari. Sedangkan untuk limbah industri memberi asupan limbah nutrien sebesar 0,22 ton nitrogen per hari (Brahmana & Achmad (1997).

Akumulasi masuknya bahan organik yang tinggi kedalam ekosistem perairan waduk akan meningkatkan kesediaan nutrien. Kandungan bahan organik yang optimum dapat menyuburkan perairan dan berdampak positif bagi kehidupan ikan, tetapi kandungan bahan organik yang tinggi dapat mendorong terjadinya eutrofikasi. Dampak lainnya dari bahan organik yang tinggi adalah penurunan konsentrasi oksigen terlarut bahkan sampai kondisi anoksik (Hopkins *et al*., 1994). Pada keadaan seperti itu dapat menyebabkan makhluk hidup air seperti ikan dan spesies lainnya tertekan laju pertumbuhannya bahkan mati. Hilangnya ikan dan hewan lainnya dalam mata rantai ekosistem perairan dapat menyebabkan terganggunya keseimbangan ekosistem perairan tersebut.

Di perairan amonia dihasilkan dari proses dekomposisi bahan organik, reduksi nitrat oleh bakteri dan kegiatan pemupukan dan ekskresi organisme yang ada di dalamnya (Boyd, 1982). Nitrogen yang berada dalam sistem akuatik sebagian besar berada dalam bentuk gas, dan hanya sebagian kecil berada dalam bentuk amonia (NH_3), amonium (NH_4^+), nitrat (NO_3^+), nitrit (NO_2^+), urea [$CO(NH_2)_2$], dan senyawa organik lainnya (Reid dan Wood, 1976). Kandungan nitrogen dan fosfor yang berlebihan di perairan dapat mengakibatkan eutrofikasi.

Di perairan, unsur fosfor tidak ditemukan dalam bentuk bebas sebagai elemen, melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat (Sastrawijaya, 1991). Tingginya kadar fosfat di perairan dapat menyebabkan peledakan pertumbuhan alga (eutrofikasi) yang dapat mempengaruhi turunnya konsentrasi oksigen dalam badan air sehingga menyebabkan kematian ikan dan fosfat akan kembali terdeposisi ke dalam

pori sedimen melalui berbagai proses antara lain sedimentasi dan adsorpsi (Willams & Mayer 1972; Carignan 1982).

Menurut Seller dan Markland (1987) bahwa pada konsentrasi kritis, nitrogen dan fosfor potensial menyebabkan blooming fitoplankton (algae) apabila kandungan fosfor pada perairan melebihi 0,01 mg/L dan kandungan nitrogen melebihi 3 mg/L. Pertumbuhan algae yang berlimpah dapat membentuk lapisan pada permukaan air, yang menghambat penetrasi cahaya matahari untuk proses fotosintesis sehingga dipandang merugikan bagi ekosistem perairan.

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui distribusi konsentrasi oksigen, nitrogen (nitrit, nitrat dan ammonium) serta fosfat yang ada di Waduk Saguling dan tinjauan kelayakan untuk kegiatan perikanan.

BAHAN DAN METODE

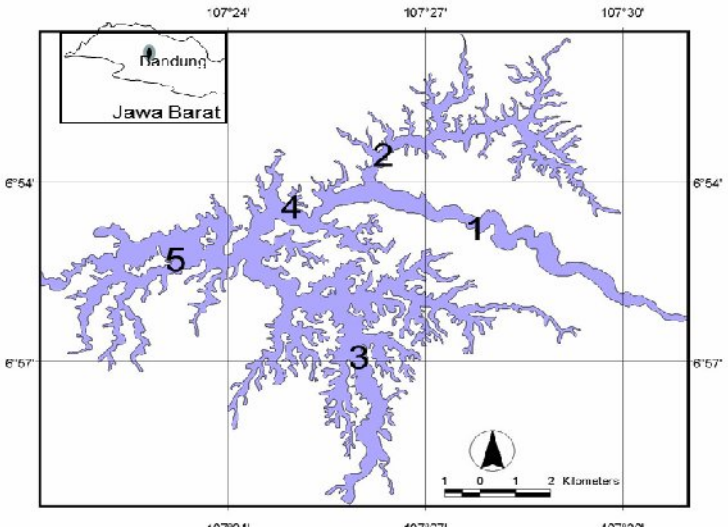
Lokasi dan Waktu Pengamatan

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan pada lima lokasi di Waduk Saguling, yaitu di daerah: Maroko (Stasiun pengamatan [Sta.] 1), Cihaur (Sta. 2), Pakuon (Sta. 3), Bunder (Sta. 4), dan di wilayah Dam (Sta. 5) (Gambar 1; Tabel 1). Pengambilan contoh air dilakukan empat kali dalam setahun yaitu: bulan April, Juni, Agustus, September, dan Oktober, 2009. Di setiap stasiun pengamatan diambil contoh air sebanyak 2,5 liter menggunakan "*kemmerer bottle sampler*" pada kedalamanpada kedalaman 0,5 m, 2 m, 4,0 m, 8 m dan di kolom air bagian dasar perairan.

Oksigen Terlarut

Kandungan oksigen di Waduk Saguling berkisara antara 0 – 7,125 mg/L. Berdasarkan Gambar 2, terlihat di Stasiun Maroko yang merupakan inlet dari Waduk Saguling dan pintu masuk pertama buangan-buangan limbah pencemar dari kota Bandung dan hulu yang kemudian masuk ke Stasiun Cihaur. Dimana kedua stasiun tersebut mempunyai kadar oksigen yang lebih rendah dibandingkan dengan stasiun lainnya (Gambar 2).

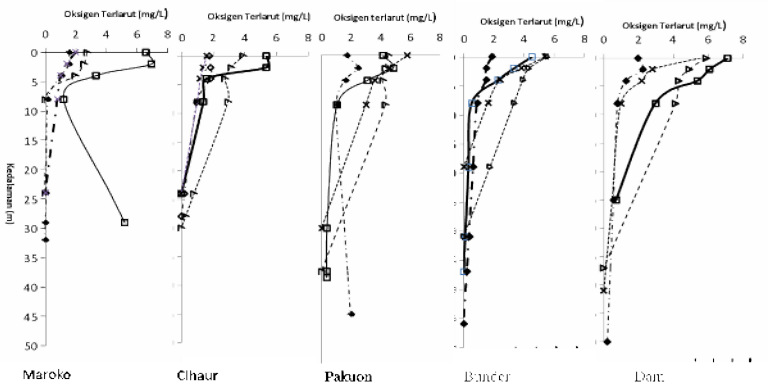
Konsentrasi oksigen pada pengamatan bulan April dan Agustus konsentrasi oksigen di seluruh stasiun menunjukkan kondisi lebih tinggi dibandingkan dengan waktu pengamatan lainnya. Hal tersebut disebabkan karena bulan April merupakan musim pancaroba (perubahan musim dari musim hujan ke musim kemarau), serta pada bulan tersebut volume air waktu dalam kondisi maksimum (Gambar 3), sehingga diduga kesediaan oksigen jauh lebih tinggi bandingkan bulan-bulan lainnya.



Gambar 1. Peta stasiun penelitian di Waduk Saguling

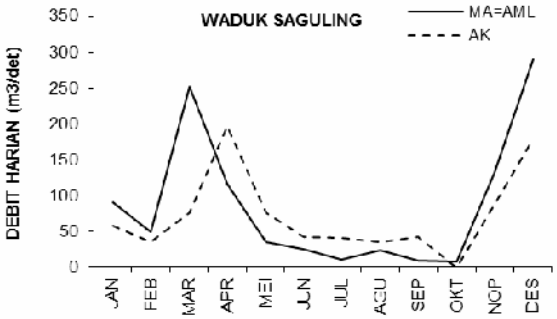
Tabel 1. Karakteristik stasiun pengamatan

No Stasiun (No. Station)	Nama Stasiun (Stasion names)	Karakteristik lokasi pengambilan contoh (characteristics of the sampling sites)
1	Maroko	Inlet utama dari Sungai Citarum
2	Cihaur	Anak S. Citarum
3	Pakuon	Anak S. Citarum
4	Bunder	Pertemuan anak-anak Sungai Citarum yang menuju ke Dam
5	Wilayah Dam	Genangan utama



Keterangan:

Gambar 2. Distribusi Oksigen secara Vertikal pada tiap stasiun Penelitian



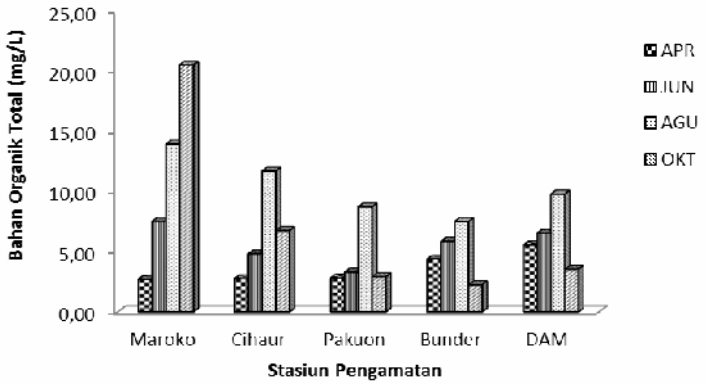
Keterangan:
AM = Air Masuk, AML = Air Masuk Lokal, yang berasal dari sungai dan hujan di atas waduk
AK = Air Keluar

Gambar 3. Pola umum debit air masuk dan keluar di Waduk Saguling

Kadar oksigen pada lapisan permukaan umumnya lebih relatif lebih tinggi (≤ 4 m), terutama di stasiun Maroko, Cihaur, Pakuon dan mempunyai stratifikasi yang cukup nyata, dan pada kedalaman lebih dari 4 sudah berada dalam keadaan anoksik. Kondisi yang sama diamati di Waduk Juanda yang mana pada kedalaman lebih dari 4 m kadar oksigen terlarut terus menurun hingga < 3mg/L (Purnamaningtyas & Hedianto, (2012); Simarmata, *et al*, (2008). Kondisi tersebut dikhawatirkan akan

semakin meningkat seiring dengan jumlah bahan organik yang masuk ke perairan (Gambar 4). Hal tersebut sesuai dengan pendapat Kotut *et al*. (1999) yang menyatakan bahwa, bahan organik yang terakumulasi dalam perairan dapat menyebabkan penurun oksigen. Hal yang sama berlaku juga untuk bulan Oktober yang mempunyai konsentrasi oksigen lebih rendah, dibandingkan dengan bulan Agustus dan April.

Bulan Oktober, tinggi muka air Waduk Saguling sangat rendah sehingga mempengaruhi terhadap volume dan luasan air waduk sehingga ketersediaan oksigen sangat rendah pada tiap kolom perairan hal tersebut terjadi karena oksigen tersebut dihasilkan dari proses fotosintesa dan diffusi terbatas. Kondisi tersebut berbeda untuk Stasiun genangan utama (dam), Bunder dan Pakuon yang memiliki luas permukaan air relative luas volume air yang relative lebih



Gambar 4. Konsentrasi bahan organik total (BOT) selama pengamatan

Secara umum konsentrasi oksigen di Stasiun Bunder dan Dam lebih tinggi dibandingkan 3 (tiga) stasiun pengamatan lainnya. Hal tersebut karena sebaran bahan organik telah diuraikan di stasiun sebelumnya (Maroko, Cihaur dan Pakuon), disamping itu Stasiun Bunder dan Dam mempunyai luas permukaan yang lebih luas dan mempunyai kedalaman yang lebih dalam dibandingkan dengan 3 (tiga) stasiun lainnya.yang tersedia diduga relatif sama dengan bulan April dimana volume air sudah mulai menurun.

Bulan Juni konsentrasi oksigen di Stasiun Maroko dan Cihaur sangat rendah sekali hal tersebut disebabkan karena air yang masuk ke perairan ini sangat rendah sekali dan bahan organik yang diendapkan sangat tinggi.Aktifitas bakteri untuk menguraikan bahan organik sangat tinggi dan dalam proses tersebut membutuhkan oksigen yang sangat tinggi sehingga berakibat rendahnya oksigen pada tiap kolom perairan.

tinggi dengan konsentrasi oksigen yang lebih tinggi. Perbedaan tersebut terlihat jelas pada kedalaman lebih dalam dari 10 m (Gambar 2). Hal tersebut terbukti bahwa oksigen terlarut digunakan untuk menguraikan bahan organik yang terjadi di bulan ini, yaitu dengan tingginya kandungan ammonia, ,nitrit, nitrat dan orthofosfat.

Kandungan oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan selera makan berkurang pada ikan. Hubungan oksigen terlarut dengan pertumbuhan ikan telah dikemukan oleh Brett (1979) dimana saat oksigen terlarut lebih besar dari 5 mg/L, ikan akan tumbuh maksimal, dan dibawah 5 mg/L hingga mencapai titik kritis yaitu 2 mg/L laju pertumbuhan akan menurun. Kisaran nilai optimal oksigen terlarut bagi pertumbuhan ikan yang baik menurut Boyd dan Lichtkoppler (1982) adalah diatas 5 mg/L. Pada kadar oksigen terlarut 2 mg/L, ikan masih bisa hidup (Pescod, 1973).

Amonia bebas

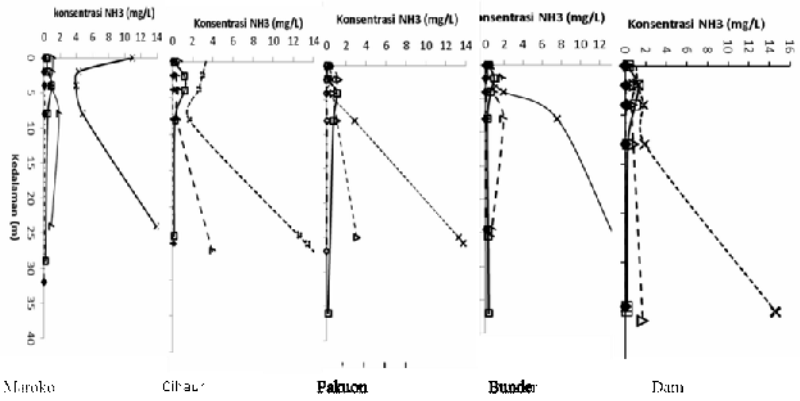
Amonia yang masuk ke dalam perairan ini dalam bentuk bebas melalui pupuk, hasil eksresi ikan dan hasil penguraian senyawa bernitrogen oleh mikroba. Kandungan amonia di Waduk Saguling berkisar antara 0,011 – 14,654 mg/L. Secara umum pada bulan April, Juni dan Agustus konsentrasi Amonia relatif rendah pada seluruh kolom air (Gambar 5). Hal tersebut dapat disebabkan karena volume air waduk masih sangat tinggi sehingga terjadi pengenceran.

Pada bulan Oktober volume air sangat sedikit sekali sehingga terjadi peningkatan atau pemekatan konsentrasi ammonia (Gambar 5). Hal tersebut terlihat jelas pada pada stasiun Pakuon, Bunder dan Dam dimana konsentrasi ammonia jauh lebih tinggi di dasar dibandingkan dengan permukaan air. Kecuali pada stasiun Maroko, dimana konsentrasi ammonia permukaan sangat tinggi dan kemudian disusul stasiun Cihaur, hal tersebut disebabkan karena masuknya bahan organik dari bagian hulu perairan waduk masih sangat tinggi.

Keberadaan amoniak dalam air dapat menyebabkan berkurangnya daya ikat oksigen dalam butir-butir darah, hal ini akan menyebabkan nafsu makan ikan menurun (Effendi, 2003). Pescod (1973) menyarankan agar kandungan amonia dalam suatu perairan tidak lebih dari 1 mg/L, yaitu agar kehidupan ikan menjadi normal. Berdasarkan hasil analisis terlihat bahwa berdasarkan kandungan ammonia, Waduk Saguling sudah cukup membahayakan bagi kehidupan ikan.

Nitrit dan Nitrat

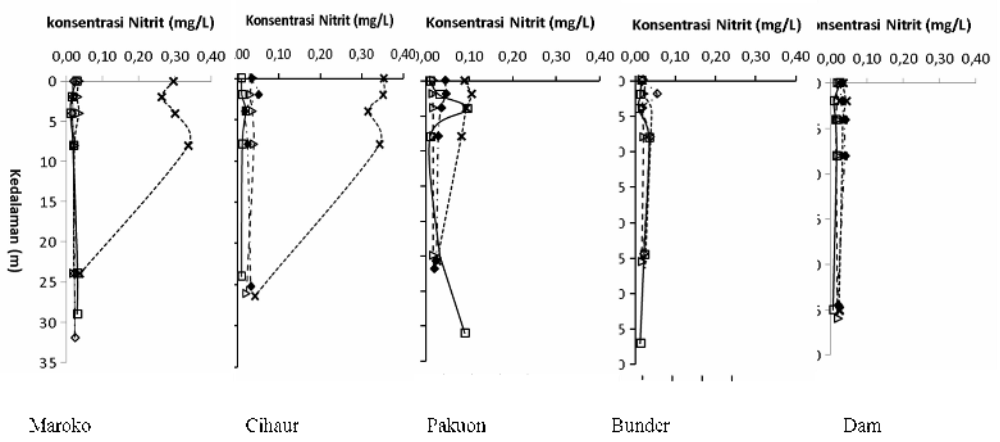
Nitrat dan nitrit adalah ion-ion anorganik alami yang merupakan bagian dari siklus nitrogen. Kandungan nitrit dan nitrat di Waduk Saguling berturut-turut adalah berkisar antara 0,07 – 0,353 mg/L, dan antara: 0,03 – 1,063 mg/L (Gambar 6; 7). Kadar nitrit dan nitrat tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan nitrat di Waduk Cirata (Purnamaningtyas & Tjahjo, 2008; Prihadi, 2004) dan Waduk Djuanda (Tjahjo, & Purnamaningtyas, 2008).



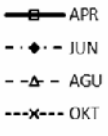
Keterangan:

APR
JUN
AGU
OKT

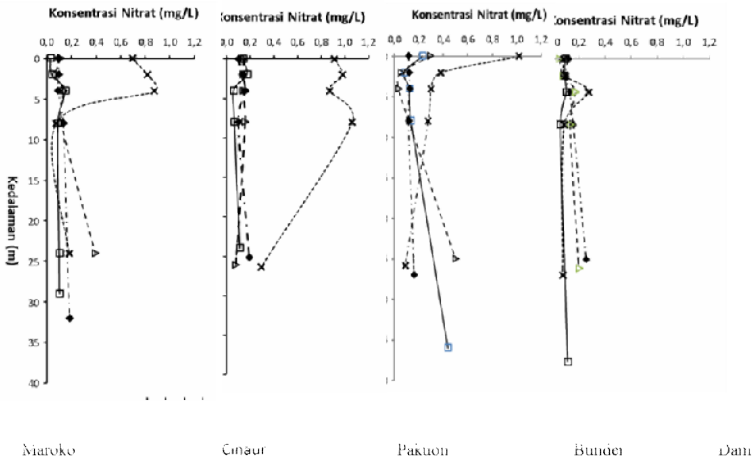
Gambar 5. Konsentrasi ammonia (NH_3)



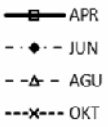
Keterangan:



Gambar 6. Konsentrasi nitrit (NO_2) selama waktu pengamatan



Keterangan:



Gambar 7. Konsentrasi nitriat (NO_3) selama waktu pengamatan

Nitrat di perairan tidak toksik terhadap ikan, namun tidak dimanfaatkan dalam jumlah yang berlebihan dan konsentrasi nitrat yang tinggi dapat menyebabkan keracunan. Konsentrasi yang disarankan untuk pertumbuhan ikan adalah 10 mg/L (Peraturan Pemerintah, No. 82, 2001). Konsentrasi nitrit dan nitrat tertinggi terdapat di Bulan Oktober (Gambar 6 dan 7) pada stasiun Maroko dan Cihaur. Hal tersebut sesuai dengan konsentrasi ammonia yang memiliki konsentrasi tertinggi di bulan tersebut. Pencemaran oleh pupuk nitrogen, yang terbawa oleh aliran sungai dari luar waduk termasuk amonia anhidrat seperti sampah organik hewan atau manusia, dapat

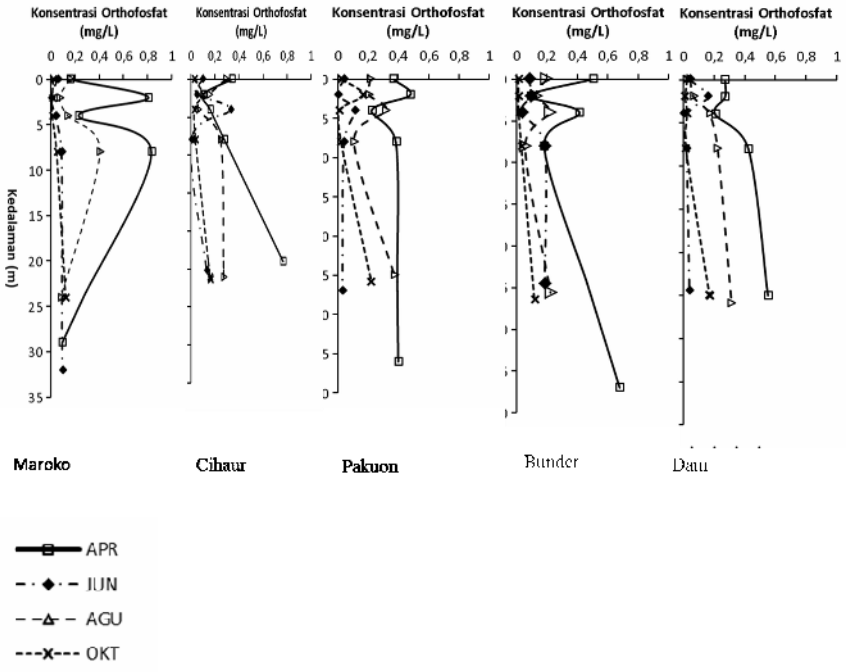
meningkatkan kadar nitrat di dalam air. Secara umum konsentrasi nitrit di perairan Waduk Saguling masih berada di bawah baku mutu perairan untuk nitrit yaitu kurang dari 1 mg/L (Peraturan Pemerintah No. 82, 2001) dan menurut Boyd (1990) kandungan nitrit tidak lebih dari 0,05 mg/L. Nitrit (NO_2) yang melebihi konsentrasi yang disarankan merupakan gas beracun bagi ikan.

Orthofosfat

Keberadaan fosfat di suatu perairan sering digunakan sebagai faktor kunci dalam dalam menentukan tingkat kesuburan perairan (Klessig, 1990). Kandungan fosfat di Waduk Saguling berkisar antara 0,04 - 0,43 mg/L, dengan kandungan fosfat tertinggi terdapat pada bulan April dengan konsentrasi rata-rata 3,6 mg/L dan terendah pada bulan Oktober (Gambar 8). Hal tersebut berarti sumber utama masukan fosfat berasal dari kegiatan-kegiatan di luar perairan waduk seperti: pertanian, pemukiman, industri, Berdasarkan konsentrasi orthofosfat pada stasiun Maroko pada bulan April dengan kedalaman > 5 m mempunyai konsentrasi orthofosfat lebih tinggi dibandingkan dengan bulan-bulan lainnya, hal tersebut diduga erat hubungan-nya dengan tinggi muka air waduk (Gambar 3) dan masuknya sumber bahan pencemar yang masuk ke perairan tersebut. Berdasarkan kadar orthosfat pada klasifikasi tingkat tropik Carlson (Cooke & Harvey, 1990), perairan Waduk Saguling telah mencapai kesuburan tingkat hiper tropik).

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis kualitas air di Waduk Saguyling didapatkan hasil sebagai berikut: 1. kandungan oksigen berkisar antara 0 – 7,125 mg/L, kandungan amonia berkisar antara 0,011 – 14,654 mg/L, kandungan nitrit dan nitrat berturut-turut adalah berkisar antara 0,07 – 0,353 mg/L, dan antara: 0,03 – 1,063 mg/L, dan kandungan fosfat berkisar antara 0,04 - 0,43 mg/L. Kondisi kualitas air di Waduk Saguling terutama oksigen, ammonia, nitrit, nitrat dan orthofosfat perairan Waduk Saguling tergolong pada perairan yang sudah tercemar, sehingga tidak bisa mendukung perikanan yang produktif. Stasiun yang banyak tertekan oleh limbah organik maupun limbah anorganik adalah stasiun Maroko dan Cihaur.



Gambar 8. Konsentrasi fosfat selama waktu pengamatan

DAFTAR PUSTAKA

Anonimous, 2014. Beban_Citarum_erosi_di hulu_sedimentasi_di hilir. http://Nationalgeogrphicindonesia. co.id/

APHA, 2005. *Standar Method for the Examination of Water and Waste water*. 21st edition. Washington DC

Boyd, E.C., 1990. Water Quality in Ponds for Aquaculture. Birmingham Publishing Co, Birmingham. 482 p.

Boyd, C.E., & F. Lichtkoppler, 1982. Water Quality Management in Pond Fish Culture. Edition 4th, International Center for Aquaculture, Agriculture Experiment Station, Auburn, USA. 30 p

Brahmana, S.S., & F. Achmad, 1997: Eutrophication in Three Reservoirs at uses. Workshop On Ecosystem Approach to Lake and Reservoir Management

Brett, J.R., 1979. Environmental Factors and Growth. In. W.S Hoar, D.J. Randall and J.R. Brett (Eds.). Fish Physiology, Vol. VIII. Academy Press. New York. P: 599 - 675

Cooke, D., & H. Olem, 1990. Lake and Reservoir Restoration and Management Tecniques. P. 117 – 160. *In*: The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual. (Olem, H & G. Flock. Eds.). Second Edition.EPA 440/4-90-006. Prep. By N. Am. Lake Manage. Soc. For U.S. Environ.Prot.Agency. Washington, D.C

Hopkins, J.S., P.A. Sandifer, & C.L. Browdy, 1994. Sludge Management in Intensive Pond Culture of Shrimp : Effect of Management Regime on Water Quality, Sludge Characteristic, Nitrogen Extinction and Shrimp Prodution. *Aquaculture Engineering*, 13 : 11 – 30.

Klessig, L., 1990. Problem Identification. P. 35-66. *In*: The Lake and Reservoir Restoration Guidance Manual. (Olem, H. and G. Flock, eds.). Second edition. EPA 440/4-90-006. Prep. By N. Am. Lake Manage. Soc.for U.S. Environ. Prot.Agency, Washington,DC

Kotut, K., Stephen G., Njuguna, Francis M.,Muthuri, & L. Krienitz, 1999, The Physico-chemical Conditions Gorge Reservoir, a NewMan Made Lake in Northern Kenya, Limnologica Journal, Urban & Fischer Vertag, 377-392 p.

Llyod, R., 1992. Pollution and Freshwater Fish, Oxford university. Fishing News Book

Murty, A.S., 1986. Toxity of Pesticides to Fish. Vol.1, Florida, CRC. Press.

Odum, P.E., 1993. Dasar-Dasar Ekologi. Terjemahan Ir. Tjahyono Samingan, M.Sc Cet. 2. Yogjakarta: Gajah Mada University Press. 697 hal

Pescod, M.B., 1973. Investigation of National Affluence and Stream Standart for Tropical Countriens. U. S. Army Research and Development Group, Far East APO San Franscisco. 59 p.

Purnamaningtyas, S.E., & D.A. Hedianto, 2012. Penentuan Daya Dukung perairan di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat untuk Usaha Perikanan Berdasarkan Fluktuasi Oksigen. *Limnotek* 19 (2): 126 – 135.

Purnamaningtyas, S.E., & D.W.H. Tjahjo. 2008. Pengamatan Kualitas Air untuk Mendukung Perikanan di Waduk Cirata. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 14 (2): 173 – 180

Prihadi, T.H., 2004. Upaya Perbaikan Lingkungan untuk Menunjang Kesinambungan Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung.P. 45 – 56 *Dalam:* Pengembangan Budidaya Perikanan di Perairan Waduk.Suatu Upaya Pemecahan Masalah Budidaya Ikan dalam Keramba Jaring Apung. Pusat Riset Perikanan Budidaya. Badan Riset Kelautan dan Perikanan.Departemen Kelautan dan Perikanan. Jakarta

Reid, G.K., & R.D. Wood, 1976. *Ecology of Inland Waters and Estuaries*. D. Van Nostrand Co. New York. 485 p

Sastrawijaya, A.T., 1991. *Pencemaran lingkungan.* Jakarta : Rineka Cipta. 274 p.

Simarmata, A.H., E.M. Adiwilaga, Bibiana W. Lay, & Tri Partono, 2008. Kajian Keterkaitan antara Cadangan Oksigen dengan Beban Bahan Organik di Zona Lakustrin dan Transisi di Waduk Ir. H. Djuanda. JPPI 14 (1): 1 – 14

Sucahyo, N., 1996: Peramalan dan Pengendalian Kualitas Air Daerah Aliran Sungai Citarum. Jurnal Penelitian Pemukiman, Vol-XII (11) :17-25.

Swingle, 1968. Standardization of Chemical Analysis for Water and pond Muds. FAO Fish Rep. 44(4): 379-406

Tjahjo, D.W.H., & S.E. Purnamaningtyas, 2008. Kajian Kualitas Air dalam Evaluasi Pengembangan Perikanan di Waduk Ir. H. Djuanda, Jawa Barat. JPPI 14 (1): 15 - 29