

DETEKSI DAMPAK BERANTAI BUDIDAYA IKAN KARAMBA JARING APUNG TERHADAP NILAI MANFAAT WADUK GAJAH MUNGKUR WONOGIRI

Peni Pujiastuti

Prodi Analis Kimia Fakultas Teknik Universitas Setia Budi
Jl. Let. Jen. Sutoyo Mojosongo Surakarta, Telp. 0271 852518 Fax. 0271 853275
email: p3n1qu_usb@yahoo.com

Abstrak

Salah satu potensi daerah Kabupaten Wonogiri adalah waduk Gajah Mungkur, merupakan sumberdaya alam yang sangat strategis dan penting bagi perkembangan perekonomian di Kabupaten Wonogiri. Mempunyai nilai manfaat sebagai sumber air untuk irigasi di daerah hilir, sumber air minum PDAM, sumber energi PLTA, budidaya perikanan karamba jaring apung dan pariwisata. Kegiatan budidaya Perikanan sistem karamba jaring apung mampu meningkatkan taraf hidup petani ikan setempat, namun di lain pihak apabila kegiatan ini tidak dipantau secara serius akan merebak sehingga melebihi daya dukung lingkungan sekitarnya. Dimungkinkan dapat menimbulkan dampak berantai pada sistem perikanan, pertanian, perindustrian, pembangkit listrik tenaga air dan pariwisata. Penelitian ini bertujuan (1) mengetahui kualitas air waduk Gajah Mungkur sehubungan dengan usaha budidaya ikan karamba jaring apung; (2) Mengetahui pengaruh limbah pakan ikan terhadap kualitas air waduk dibandingkan dengan baku mutu yang ada; (3) Mempelajari kemungkinan dampak berantai yang ditimbulkan dari limbah pakan ikan dari budidaya ikan dengan karamba jaring apung. Metode penelitian ini adalah deskriptif analitis laboratories dengan menggunakan teknik studi kepustakaan, penelaahan berbagai rujukan yang berkaitan dengan permasalahan, survei lapangan dan analisis laboratorium terhadap beberapa parameter fisika dan kimia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) kualitas air waduk Gajah Mungkur berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, secara keseluruhan masih memenuhi baku mutu air kelas dua untuk air baku air minum, memenuhi baku mutu kelas tiga untuk perikanan, pertanian dan baku mutu kelas empat untuk PLTA, kecuali parameter kecerahan dan karbondioksida; (2) Usaha karamba jaring apung masih memenuhi syarat belum melebihi 10% dari luas waduk dan belum menunjukkan gejala pencemaran yang disebabkan oleh limbah pakan ikan secara signifikan; (3) Belum terlihat adanya dampak negatif berantai akibat budidaya ikan karamba jaring apung di daerah Wonogiri, akan tetapi perlu dikendalikan sebab dalam lima tahun terakhir tren kualitas air mengalami penurunan.

Kata Kunci: WG, Kualitas air, Jakapung, Dampak Beranta

PENDAHULUAN

Kaslan A. Thohir (1991) mendefinisikan waduk adalah situ buatan manusia atau situ asli yang keadaannya telah diperbaiki. Berfungsi mengumpulkan, menyimpan air dan dipergunakan pada saat yang tepat. Keberadaan ekosistem waduk sebagai tempat berlangsungnya siklus hidup flora fauna, sumber air, pengendali banjir, tenaga listrik, juga memberikan fungsi yang menguntungkan bagi kepentingan hidup manusia seperti rekreasi, rumah tangga, pertanian, perikanan. Berbagai kegiatan tersebut dapat menimbulkan pencemaran bagi ekosistem waduk, sehingga peranan sumberdaya air waduk di berbagai sektor akan terkena dampaknya.

Waduk Gajah Mungkur Wonogiri merupakan sumberdaya alam buatan potensi daerah Kabupaten Wonogiri. Terletak kurang lebih 9 (sembilan) kilometer ke arah barat daya kota Wonogiri. Potensi sumber daya ini dimanfaatkan sebagai tempat rekreasi, irigasi, pembangkit tenaga listrik dan budidaya ikan dalam karamba jaring apung. Telah dikembangkan budidaya ikan air tawar sejak tahun 1993 sampai sekarang dengan jumlah petak yang meningkat mulai tahun 1993 berjumlah 185 petak karamba, meningkat menjadi 231 petak tahun 2003 (Pujiastuti, 2003). Hasil

penelitian Sudarmono (2006) menunjukkan bahwa perkembangan jumlah karamba yang menempati perairan waduk Gajah Mungkur telah menyimpang dari peraturan yang ditetapkan. Usaha karamba yang lokasinya seharusnya hanya berada pada zona usaha perikanan telah menyebar ke zona wisata, zona suaka serta zona bebas. Untuk itu perlu dilakukan suatu penelitian kualitas air waduk dan air pada zona pemeliharaan ikan.

Limbah pakan ikan yang menumpuk bertahun-tahun sehingga melebihi batas ambang, akan menurunkan kualitas air antara lain derajat keasaman air diperkirakan mencapai 4 sampai 5 dibawah kondisi normal yaitu 7 sampai 8 (Pujiastuti, 2003). Penurunan kualitas air akan menaikkan tingkat kerusakan bagian-bagian Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) yang dilewati seperti sistem cooler, turbin, dan lain-lain (Sumarna, 2005), merusak kehidupan biota air maupun, merusak tanaman yang dialiri. Perubahan kualitas air dapat menyebabkan perubahan fungsi air waduk Gajah Mungkur yang multi guna tersebut, sehingga dampak berantai tak bisa dihindari lagi. Deteksi lebih dini terhadap kualitas air Waduk Gajah Mungkur Wonogiri dapat mencegah kemungkinan timbulnya dampak yang lebih luas.

Mempelajari latar belakang diatas maka dalam penelitian ini dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kualitas air waduk Gajah Mungkur Wonogiri pada titik inlet, titik outlet dan zona manfaat dibandingkan dengan PP No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air.
2. Apakah limbah pakan ikan pada usaha budidaya ikan dalam karamba jaring apung telah berpengaruh terhadap penurunan kualitas air waduk Gajah Mungkur di beberapa titik manfaat air, antara lain irigasi, sumber air baku PDAM, PLTA dan perikanan?
3. Apakah kualitas air di waduk Gajah Mungkur Wonogiri membawa dampak terhadap nilai manfaat air waduk antara lain pertanian daerah hilir, kerusakan cooler dan turbin PLTA Wonogiri, penurunan kualitas air minum dari PDAM Wonogiri.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemungkinan penurunan kualitas air dan kemungkinan terjadinya dampak berantai terhadap ekosistem waduk, irigasi pertanian, pembangkit listrik tenaga air, air baku perusahaan air minum daerah dari budidaya ikan dalam karamba jaring apung. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai peta kualitas air waduk di titik input dari DAS, titik output dan pada titik manfaat air, serta dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan untuk mencegah terjadinya dampak berantai

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah penelitian Deskriptif laboratoris. Penelitian ini akan memberikan gambaran atau uraian atas suatu keadaan sejujurnya tanpa ada perlakuan terhadap obyek yang diteliti.

Lokasi Penelitian adalah waduk Gajah Mungkur Wonogiri pada daerah inlet, outlet dan daerah pemanfaatan air waduk untuk bahan baku air minum, budidaya ikan, pertanian dan untuk pembangkit listrik tenaga air. Lokasi inlet dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air waduk setelah masuknya air sungai ke badan air waduk yaitu dari DAS Wuryantoro, DAS Beling, DAS Alang-alang, DAS Wiroko, dan DAS Keduang. Sedangkan untuk mengetahui kualitas air waduk secara umum ditetapkan lokasi penelitiannya adalah di bagian tengah waduk. Penentuan lokasi daerah outlet waduk dimaksudkan untuk mengetahui kualitas air waduk secara keseluruhan bila dibandingkan dengan kualitas air di daerah masuknya air waduk.

Variabel Penelitian, variabel bebas: daerah Inlet air waduk, outlet air waduk dan titik manfaat. Sedangkan variabel tetap: suhu, warna, pH, kekeruhan, total padatan terlarut, oksigen terlarut, amoniak bebas, nitrit, BOD, COD dan logam berat Cr.

Teknik pengumpulan data menggunakan alat-alat gelas laboratorium sesuai SNI 06-2421-1991 dan SNI 06-2413-1991. **Bahan:** Kalium-merkuri sulfat, asam sulfat pekat-perak sulfat, indikator feroin, serbuk ammonium sulfat, baku kalium dikromat 0,025N, asam sulfat pekat, air suling, serbuk asam sulfama, NH_4Cl , Larutan Nessler, Buffer Borat, NaOH 6N, H_2SO_4 1N, asam borat 2%, kertas pH universal, HNO_3 pekat.

Teknik Penentuan Titik Penarikan sampel air waduk mengacu prinsip pengelolaan dan pengambilan sampel lingkungan (Hadi, A. 2005) dan Standar Nasional Indonesia No. 6989.57:2008 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. Sampling dilakukan pada pagi hari kurang lebih jam 08.00, sebanyak tiga (3) kali ulangan sampling pada hari yang berbeda. Pada masing-masing titik sampling diambil secara representatif sesuai aturan SNI No. 6989.57:2008 sebanyak 5 liter dengan menggunakan jerigen plastik 5 liter. Kemudian sampel di bawa ke laboratorium Air & Limbah Universitas Setia Budi.

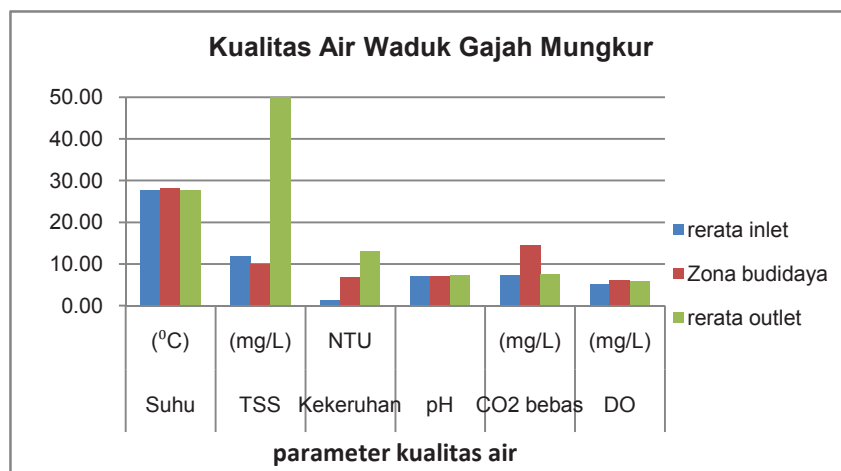
Prosedur Analisis Sifat Fisika Air Waduk mengacu SNI 06-2413-1991, dan SNI 06-6989.11: 2004, Analisis COD mengacu SNI 06-2504-1991 tentang cara uji kebutuhan oksigen kimiawi air limbah, Analisis oksigen terlarut mengacu pada SNI 06-2425-1991 dan SNI 06-6989.14:2004, Analisis logam berat dengan spektrofotometer serapan atom (AAS) mengacu pada SNI 19-1127-1989 untuk Fe, SNI 19-1138-1989 untuk Pb, SNI 06-2511-1991 untuk Cr, SNI 06-2462-1991 untuk Hg, SNI 06-2507-1991.

Analisis data, data hasil uji laboratorium terhadap beberapa parameter kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air untuk menentukan kualitas air dari beberapa titik sampling tsb.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kualitas Air Waduk Untuk Budidaya Ikan Karamba Jaring Apung

Berdasarkan hasil pemeriksaan laboratorium terhadap kualitas air waduk yang diambil disekitar tempat budidaya ikan dengan sistem karamba jaring apung, seperti tertera dalam grafik 1 dan grafik 2 dan secara lengkap dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 1. Grafik Kualitas Air Waduk Gajah Mungkur Wonogiri Pada Titik Sampling Inlet, Zona Budidaya Ikan, dan outlet

Data-data tersebut di jabarkan dalam pembahasan di bawah ini.

a. Parameter Kandungan Oksigen

Hasil pemeriksaan laboratorium pada tahun 1995 - 1999 menunjukkan angka 5,3 - 7,5 mg/l dan tahun 2003 menunjukkan angka rerata 6,1 mg/l (Pujiastuti, 2003). Pada penelitian ini kandungan Oksigen terlarut pada daerah inlet berkisar antara 5,12 - 8,3 mg/l dan daerah karamba 6,1 mg/l. Menurut Suhaili Asmawi (1984) untuk budidaya ikan kandungan oksigen terlarut tidak boleh kurang dari 4 mg /l, Jadi kandungan Oksigen terlarut di sekitar tempat pemeliharaan ikan dengan sistem karamba jaring apung, masih memenuhi syarat untuk budidaya ikan.

b. Parameter Derajat Keasaman

Derajat keasaman adalah ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah masih asam ataukah basa. Derajat keasaman mempunyai pengaruh yang besar terhadap tumbuh-tumbuhan dan hewan air, sehingga sering dipergunakan sebagai petunjuk untuk untuk menyatakan baik buruknya keadaan air sebagai lingkungan hidup biota air. Data yang diperoleh selama kurun waktu 1995-2003, keasaman air waduk Gajah Mungkur Wonogiri sekitar 7,5 - 8,4 (Pujiastuti, 2003). Pada penelitian ini derajat keasamana daerah inlet berkisar 7,13 - 7,48 dan zona budidaya ikan karamba adalah 7,7.

Perairan yang baik untuk budidaya ikan adalah perairan dengan derajat keasaman 6 - 8,7 (Suhaili Asmawi, 1984) dan PP. No. 20 tahun 1990 mensyaratkan kualitas air kelas tiga untuk perikanan berkisar antara 6-9 . Dengan demikian kualitas air Waduk

Gajah Mungkur Wonogiri daerah inlet maupun zona karamba masih sesuai untuk budidaya ikan.

c. Parameter Suhu

Suhu air mempunyai pengaruh yang nyata terhadap proses pertukaran atau metabolisme makhluk hidup. Selain mempengaruhi proses pertukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen yang terlarut dalam air, juga berpengaruh terhadap pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Dalam berbagai hal suhu berfungsi sebagai syarat rangsangan alam yang menentukan beberapa proses seperti migrasi, bertelur, metabolisme, dan lain sebagainya. Diperairan zona budidaya ikan karamba mempunyai kisaran suhu antara 28,24°C.

Ikan dapat tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 25 - 32°C, tetapi dengan perubahan suhu yang mendadak dapat membuat ikan stress. Dengan demikian kisaran suhu di lokasi budidaya ikan di Waduk Gajah Mungkur Wonogiri masih sesuai untuk budidaya ikan.

d. Kecerahan

Parameter kecerahan dapat untuk mengetahui sampai dimana proses asimilasi dapat berlangsung di dalam air. Air yang tidak terlampaui keruh dan tidak terlampaui jernih baik untuk kehidupan ikan. Kekeruhan yang baik adalah keke-ruhan yang disebabkan oleh jasad renik atau plankton. Hasil pemeriksaan labora-torium nilai kecerahan air waduk Gajah Mungkur Wonogiri dari tahun 1995 - 1999 berkisar antara 98,2 - 102 cm, tahun 2003 sebesar 84 cm (Pujiastuti, 2003). Pada penelitian ini kecerahan air pada zona budidaya ikan karamba adalah 82,2 cm.

Nilai kecerahan yang baik untuk pemeliharaan ikan adalah antara 98,2 - 102 cm. Dengan demikian kecerahan air disekitar lokasi budidaya ikan karamba jaring apung mengalami penurunan. Hal ini mungkin disebabkan oleh akumulasi pakan ikan dan sedimentasi air waduk akibat erosi di daerah hulu.

e. **Kandungan Karbondioksida**

Karbondioksida memegang peranan yang penting sebagai unsur makanan untuk semua tumbuhan berhijau daun untuk berasimilasi, baik tumbuhan renik yang merupakan phytoplankton dalam air maupun tumbuhan lainnya. Kadar karbondioksida di lokasi budidaya ikan mengalami kenaikan dari tahun 1995 - 1999 berkisar antara 7,79 - 9,29 mg/l (Pujiastuti, 2003). Pada Penelitian ini kualitas air pada zona karamba mengalami peningkatan yaitu 14,5 mg/l.

Menurut Djariah (1994) keadaan konsentrasi karbondioksida yang masih dapat ditolerir oleh ikan nila merah adalah tidak lebih dari 15 mg/l. Dari data diatas berarti perairan di lokasi budidaya ikan masih layak untuk membudidayakan ikan nila merah, hanya saja perlu diwaspadai agar tidak terjadi peningkatan, sebab kandungan karbondioksida sudah mendekati ambang batas toleransi.

f. **Kandungan Nitrogen sebagai Amoniak, Nitrit, dan Nitrat**

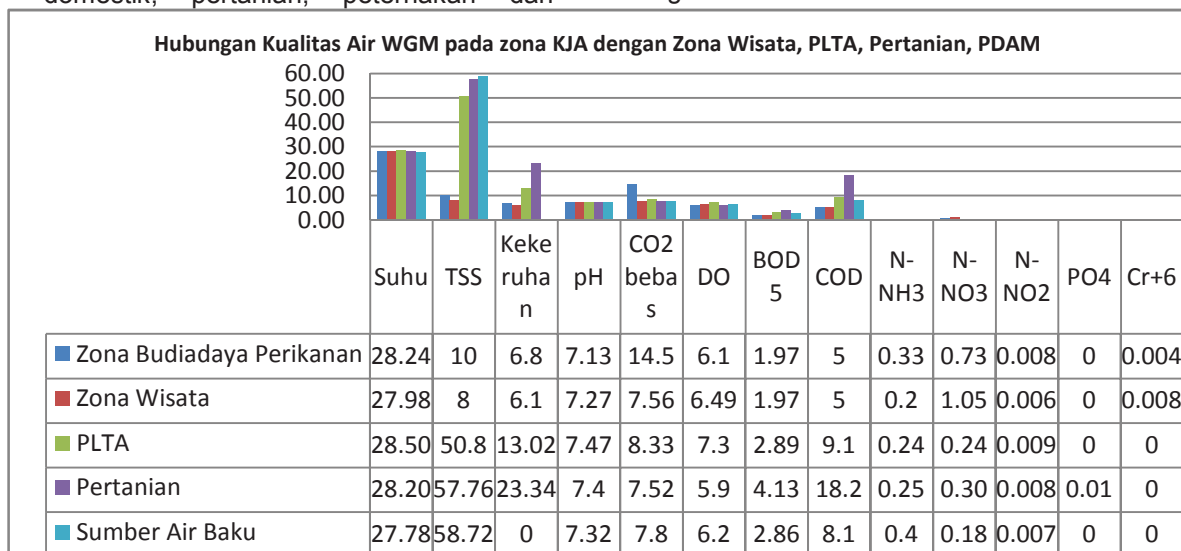
Keberadaan senyawa nitrogen dalam perairan dengan kadar yang berlebihan dapat menimbulkan permasalahan pencemaran. Kandungan nitrogen yang tinggi di suatu perairan dapat disebabkan oleh limbah yang berasal dari limbah domestik, pertanian, peternakan dan

industri. Hal ini berpengaruh terhadap kelimpahan fitoplankton. Hasil pengukuran kadar nitrat di perairan waduk Gajah Mungkur Wonogiri berkisar antara 0,18–1,05 mg/l. Secara umum, kandungan nitrat perairan waduk masih berada di bawah baku mutu air kelas 1, yang mensyaratkan kandungan nitrat untuk air baku air minum maksimal 10 mg/l. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa perairan waduk Gajah Mungkur Wonogiri tergolong tidak tercemar oleh senyawa nitrat dan masih layak sebagai sumber air baku air minum.

2. **Kualitas Air Waduk Terhadap Baku Mutu Air Berdasarkan SK Gubernur Jateng No. 660.1/26/1990**

Sesuai dengan pemanfaatan air waduk Gajah Mungkur Gajah Mungkur Wonogiri yaitu untuk air baku air minum di PDAM, pembangkit tenaga listrik, pertanian dan perikanan, maka kualitas air waduk yang diambil di daerah output waduk didasarkan pada kualitas air kelas dua, tiga dan empat. Menurut PP No. 82 tahun 2001 yang dimaksud dengan air kelas dua adalah air baku yang baik untuk air minum dan rumah tangga, dan dapat dimanfaatkan untuk keperluan lainnya tetapi tidak sesuai dengan kelas satu. Adapaun air baku kelas tiga adalah air baku yang baik untuk keperluan perikanan dan peternakan. Sedangkan air kelas empat adalah air yang baik untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk perkantoran, industri, listrik tenaga air.

Hasil pemeriksaan air Waduk Gajah Mungkur Wonogiri yang diambil pada outlet waduk yang dimanfaatkan untuk beberapa keperluan dapat dibaca pada grafik 2.



Gambar 2. Grafik Hubungan Kualitas Air WGM pada Zona KJA dengan Zona Manfaa

Apabila beberapa parameter tersebut dianalisis dengan membandingkan baku mutu air golongan kelas dua, kelas tiga dan kelas empat adalah sebagai berikut:

a. Parameter Suhu

Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, baku mutu air golongan B mensyaratkan suhu air adalah temperatur air normal, pada kelas tiga disyaratkan suhu air adalah temperatur normal air $\pm 3^{\circ}\text{C}$, sedangkan kelas empat adalah temperatur normal air. Hasil uji laboratorium pada air titik manfaat waduk Gajah Mungkur adalah berkisar antara $27,78 - 28,50^{\circ}\text{C}$. Sedangkan pada zona karamba $28,24^{\circ}\text{C}$.

Kualitas air waduk tersebut memenuhi baku mutu air untuk parameter suhu, Jadi dilihat dari parameter suhu air tersebut layak untuk dimanfaatkan sebagai air irigasi, pembangkit tenaga listrik dan untuk perikanan. Budidaya karamba belum berpengaruh terhadap suhu air di beberapa titik manfaat tersebut.

b. Total Suspended Solid (TSS)

TSS pada baku mutu air kelas dua, tiga dan empat disyaratkan sebesar 1000 mg/l, sedangkan hasil analisa laboratorium adalah 241 mg/l. Hal ini dapat diasumsikan bahwa residu terlarut air pada mulut waduk memenuhi syarat baku mutu air kelas dua, tiga dan empat. Jadi berdasarkan parameter TSS air waduk yang diambil pada outlet dan titik manfaat waduk Gajah Mungkur tersebut layak untuk digunakan sebagai air baku air minum, air untuk irigasi pertanian, untuk perikanan dan untuk pembangkit tenaga listrik.

c. Parameter Ion Logam Berat Cr.

Logam berat besi, Mangan, tidak disyaratkan pada air kelas empat, akan tetapi disyaratkan pada air kelas dua, yaitu sebesar: besi 5 mg/l, Mangan 0,5 mg/l. Hasil pengamatan laboratorium untuk kandungan logam berat besi 2 mg/l, Mangan 0,2 mg/l. Sedangkan untuk logam berat Seng, Tembaga disyaratkan pada air kelas dua sebesar seng 0,5 mg/l dan tembaga 1 mg/l. Hasil pengamatan laboratorium kandungan logam berat seng pada air waduk adalah 0,3 mg/l; tembaga 0 mg/l.

Dapat kita asumsikan bahwa kualitas logam berat yang diperiksa memenuhi syarat baku mutu air kelas dua yaitu untuk air baku air minum, akan tetapi tidak memenuhi syarat untuk air kelas empat.

d. Parameter Amoniak Bebas, Nitrit, Nitrat sebagai N

Amoniak merupakan senyawa nitrogen yang berubah menjadi NH_4^+ pada pH rendah. Amoniak berasal dari limbah domestic dan limbah pakan ikan. Dalam air kelas satu dan dua kandungannya harus nol dan dalam mutu air kelas empat harus di bawah 0,5 mg/l. Hasil analisis menunjukkan nilai maksimum diperoleh 0,4mg/l pada titik sampling sumber air baku PDAM dan terendah 0,2 pada zona wisata. Pada titik sampling zona budidaya ikan karamba diperoleh 0,33 mg/l. Jadi kualitas air pada semua titik sampling masih memenuhi baku mutu, akan tetapi pada titik sampling input air baku PDAM mendekati ambang batas.

Nitrat merupakan salah satu bentuk nitrogen yang larut dalam air. Pencemaran dari pemupukan, kotoran hewan dan manusia merupakan penyebab tingginya kadar nitrat. Baku mutu air kelas satu, dua dan tiga maksimum 10 mg/l. Hasil analisis laboratorium menunjukkan besarnya konsentrasi nitrat maksimum sebesar 1,05 mg/l pada zona wisata dan minimum 0,18mg/l pada titik input air PDAM. Jadi secara keseluruhan kualitas air pada zona karamba dan zona manfaat lainnya masih memenuhi baku mutu.

e. Oksigen terlarut (DO)

Kandungan oksigen terlarut menunjukkan jumlah oksigen yang terlarut di dalam air. Adanya oksigen yang terlarut dalam air secara mutlak terutama dalam air permukaan. Dalam hubungannya dengan pencemaran limbah pakan ikan dalam KJA dan limbah domestic, pengukuran oksigen terlarut merupakan dasar pengukuran BOD. Peraturan Pemerintah menganjurkan nilai oksigen terlarut dalam air adalah 6 mg/l untuk kelas satu dan 4mg/ untuk kelas tiga, sehingga dari analisis sampel menunjukkan kandungan paling rendah 5,9 mg/l di zona pertanian dan paling tinggi 7,3 mg/l di zona PLTA, sedangkan di zona budidayapun kandungan oksigen terlarut 6,1 mg/l, hal ini sudah melampaui ambang batas baku mutu air kelas tiga dan empat. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas air waduk Gajah Mungkur Wonogiri mulai turun, dari sepuluh titik sampling hanya satu di DAS Keduang sebagai inlet air waduk Gajah Mungkur yang memenuhi baku mutu itupun berada diambang batas

SIMPULAN

1. Berdasarkan baku mutu PP No. 82 tahun 2008 kualitas air waduk Gajah Mungkur Wonogiri berada di bawah ambang batas

- untuk parameter suhu, pH, DO, COD, BOD, N-NO₂, N-NH₃, N-NO₃, Crom. Untuk parameter kecerahan di bawah ambang batas dan parameter karbon-dioksida berada pada ambang batas. Namun demikian berdasarkan data penelitian lima tahun terakhir, tren kualitas air waduk Gajah mungkur Wonogiri mengalami penurunan kualitas.
2. Limbah pakan ikan budidaya ikan karamba jaring apung dapat menyebabkan perubahan kualitas air waduk, akan tetapi di waduk Gajah Mungkur Wonogiri belum menunjukkan terjadi perubahan kualitas air secara signifikan. Hal ini disebabkan budidaya ikan dengan karamba jaring apung belum melebihi daya dukung waduk pada zona budidaya ikan.
 3. Dampak berantai akibat budidaya ikan dalam karamba jaring apung di WADUK gajah Mungkur Wonogiri terhadap nilai manfaatnya belum terlihat secara signifikan, akan tetapi perlu dikendalikan sebab dalam lima tahun terakhir tren kualitas air mengalami penurunan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bappeda, 2007, Neraca Kualitas Lingkungan Hidup Daerah Kabupaten Wonogiri, Bappeda Kabupaten Wonogiri.
- BSN, 2008, SNI No. 6989.57: 2008 tentang "Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan", BSN: Jakarta.
- Damandiri, 2006, *Kajian Keterkaitan Antara Cadangan Oksigen dengan Beban Masukan Bahan Organik di Waduk Ir. H. Juanda*, <http://www.damandiri.or.id/file/asmikaharnalisimarmataipb.pdf>.
- Daniel H. Ndahawali, 2000, *Dampak Budidaya Ikan Terhadap Pencemaran Perairan*, Laporan Peneliiian Program Pasca Sarjana Prodi Ilmu Lingkungan Universitas Indonesia.
- Dinas Perikanan & Kelautan, 2007, *Laporan Tahunan*. Dinas Perikanan & Kelautan Kabupaten Wonogiri
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta
- Garno, Y.S. 2002. *Beban pencemaran limbah perikanan budidaya dan eutrofikasi di perairan waduk pada DAS Citarum*. J. Tek. Ling. P3TL-BBPT 3 : 112-120.
- Hadi, A. 2005. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. PT Gramedia Utama. Jakarta.
- Haryadi, S. 2003. *Pencemaran daerah aliran sungai (DAS). Di dalam Manajemen Bioregional Jabodetabek: Tantangan dan Harapan*. Workshop Pengembangan Konsep Bioregional Sebagai Dasar Pengelolaan Kawasan Secara Berkelanjutan. Bogor, 4-5 Nopember 2002. Pusat Penelitian Biologi LIPI. Bogor. pp. 165-172.
- Hasan Z., 1993, Pengaruh Kegiatan Budidaya Ikan dalam Jaring Apung Terhadap Tingkat Kesuburan Perairan dan Komunitas Fitoplankton di Waduk Saguling Jawa Barat, Tesis Program Pasca Sarjana IPB.
- Kaslan A. Thohir, 1991, *Butir-butir Tata Lingkungan*, Jakarta: Penerbit Rineka Cipta.
- Pujiastuti, Peni, 2003, *Dampak Berantai Budidaya Ikan dalam Karamba Jaring Apung terhadap Ekosistem Perairan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri*, Prosiding Seminar Nasional Nasional Lingkungan Hidup Unika Soegijapranata, Semarang 15 – 16 September 2003 ISBN 979-8366-61-1
- Pujiastuti, Peni., (2004) *Pengembangan Wilayah Ekosistem Daerah Tangkapan Waduk Gajah Mungkur Wonogiri*, Perpustakaan USB, Surakarta.
- PP No. 82 Tahun 2001, *Peraturan Pemerintah RI tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran*.
- Satari, G. 2001. *Pengelolaan dan pemanfaatan waduk dan waduk. Di dalam Pengelolaan dan Pemanfaatan Waduk dan Waduk*. Proseding Semiloka Nasional. Universitas Padjadjaran Bandung. Bandung. pp. 3-41- 3-47.
- Sihotang B., 2009, *Dampak Pencemaran Keramba Jaring Apung (KJA) PT. Aquafarm Nusantara*, Up load Minggu, 01 Februari 2009 14:07 <http://www.benss.co.cc/lingkungan-hidup-sda/134-penelitian-dampak-pencemaran-keramba-jaring-apung-kja-pt-aquafarm-nusantara>.
- Sudarmono, 2006, *Budidaya Karamba Apung Serta Peranannya Bagi Pendapatan Pemilik Karamba di Perairan Waduk Gajah Mungkur Kabupaten Wonogiri*, jtptums-gdl-S1-2006-sudarmonoe-3004-ums Digital Library-GDL4.0
- Sumarna, 2005, *Harus Ada Perbaikan Pembangkit (laporan utama)*, Majalah Bulanan Indonesia Power edisi 3 tahun 2005.
- Wisnu A.W., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Yogyakarta: Penerbit Andi