

PENCEMARAN DI SEBAGIAN SUNGAI BENGAWAN SOLO

Krismono ^{*)}, Susilo Adjie ^{**)} dan Lismining Pujiyani Astuti ^{*)}

Abstrak

Sungai Bengawan Solo terletak di Propinsi Jawa Tengah dan Jawa Timur mempunyai panjang sungai 600 km². Pencemaran sungai telah terjadi akibat adanya pembuangan air limbah industri sehingga terjadi penurunan kualitas air yang mempengaruhi kehidupan ikan dan biota air lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah-wilayah sungai yang mengalami pencemaran. Penelitian dilakukan dengan survei pada 8 stasiun pengamatan di Jawa Tengah yaitu Sungai Keduang, Waduk Gajah Mungkur, Bendung Colo, Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat, Butuh dan Jatimulyo. Penelitian dilakukan pada tahun 2005 yaitu musim peralihan, musim hujan dan musim kemarau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat pencemaran Sungai Bengawan Solo (Jawa Tengah) terbagi menjadi tiga zona yaitu Sungai Keduang, Waduk Gajah Mungkur dan Bendung Colo merupakan zona belum tercemar; Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat dan Butuh merupakan zona tercemar serta Jatimulyo merupakan zona peralihan. Kampung Sewu merupakan wilayah mulai adanya pencemaran yang ditandai dengan oksigen rendah, karbondioksida tinggi, nitrogen tinggi dan terdapat kandungan beberapa logam berat.

Kata kunci : Pencemaran, Sungai Bengawan Solo, kualitas air, air limbah

Abstract : Pollution at a part of River Bengawan Solo

By : Krismono, Susilo Adjie and Lismining Pujiyani Astuti

River Bengawan Solo located at Central Java and East Java with length about 600 km². Pollution happened as result of wastewater industry removal so decreasing water quality which influence fish life and the other water biota. Aim of this research known zona of river happened pollution. This research was done by survey at 8 research stations at Central Java included River Keduang, Reservoir Gajah Mungkur, Reservoir Colo, Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat, Butuh and Jatimulyo. Its was done at 2005 in change season, rainy season and dry season. The results of its showed that pollution level at River Bengawan Solo (Central Java) divided to three zonas included River Keduang, Reservoir Gajah Mungkur, Reservoir Colo as unpolluted zone; Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat and Butuh as polluted zona and Jatimulyo as change zone. Kampung Sewu was early zone of pollution by signed low of dissolved oxygen, high of free carbondioxide and nitrogen and has same heavy metal.

Keywords : Pollution, River Bangawan Solo, water quality, waste water

^{*)} Peneliti Loka riset Pemacuan Stok Ikan, Jatiluhur; lismining@yahoo.co.id, pujiyani@eudoramail.com

^{**)} Peneliti Balai riset Perikanan Perairan umum, Palembang

Pendahuluan

Bengawan Solo merupakan salah satu sungai terpanjang dan terpenting di Pulau Jawa. airnya mengalir sepanjang 600 km melintasi dua Propinsi yaitu Jawa Tengah dan Jawa Timur. Sungai ini merupakan contoh tipe perairan umum yang telah banyak mengalami modifikasi atau perubahan terutama untuk keperluan irigasi (Utomo, *et al* 2004). Waduk irigasi yang berukuran besar (waduk serba guna) yang telah dibangun yaitu waduk Gajah Mungkur di Wonogiri, demikian juga bendungan pemasok air irigasi yang sudah di bangun yaitu bendungan Gondang di Lamongan, bendungan Pondok di Ngawi, bendungan Nekuk, Nawangan, Parang Joho dan Song Putri semua di Wonogiri. Sedangkan bangunan prasarana pengairan di wilayah sungai Bengawan Solo yaitu bendungan Wonogiri dan bendung Colo di Sukoharjo. (<http://www.pu.go.id/ditjen-SDA/ditjen-desa/warta/Nov%20Des/bengawansolo.htm>). Semakin bertambahnya penggunaan badan air untuk kepentingan irigasi, persawahan, jumlah pemukiman penduduk di sepanjang sungai banyak bagian-bagian sungai yang mengalami erosi dan pendangkalan serta banyak industri yang membuang limbah ke sungai sehingga terjadi penurunan kualitas air yang berpengaruh pada kehidupan ikan dan biota air lainnya bahkan manusia.

Berdasarkan undang-undang no 23 Tahun 1997 tentang pengelolaan lingkungan hidup menyatakan bahwa pencemaran lingkungan hidup adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun samapi ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan hidup tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukkannya (Hardjosumantri, 2000). Polusi air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal bukan dari kemurniannya. Adanya benda-benda asing yang mengakibatkan air tersebut tidak dapat digunakan secara normal. Biasanya benda-benda asing tersebut telah melebihi batas yang ditetapkan sehingga tidak dapat digunakan secara normal untuk keperluan tertentu (Fardiaz, 1992).

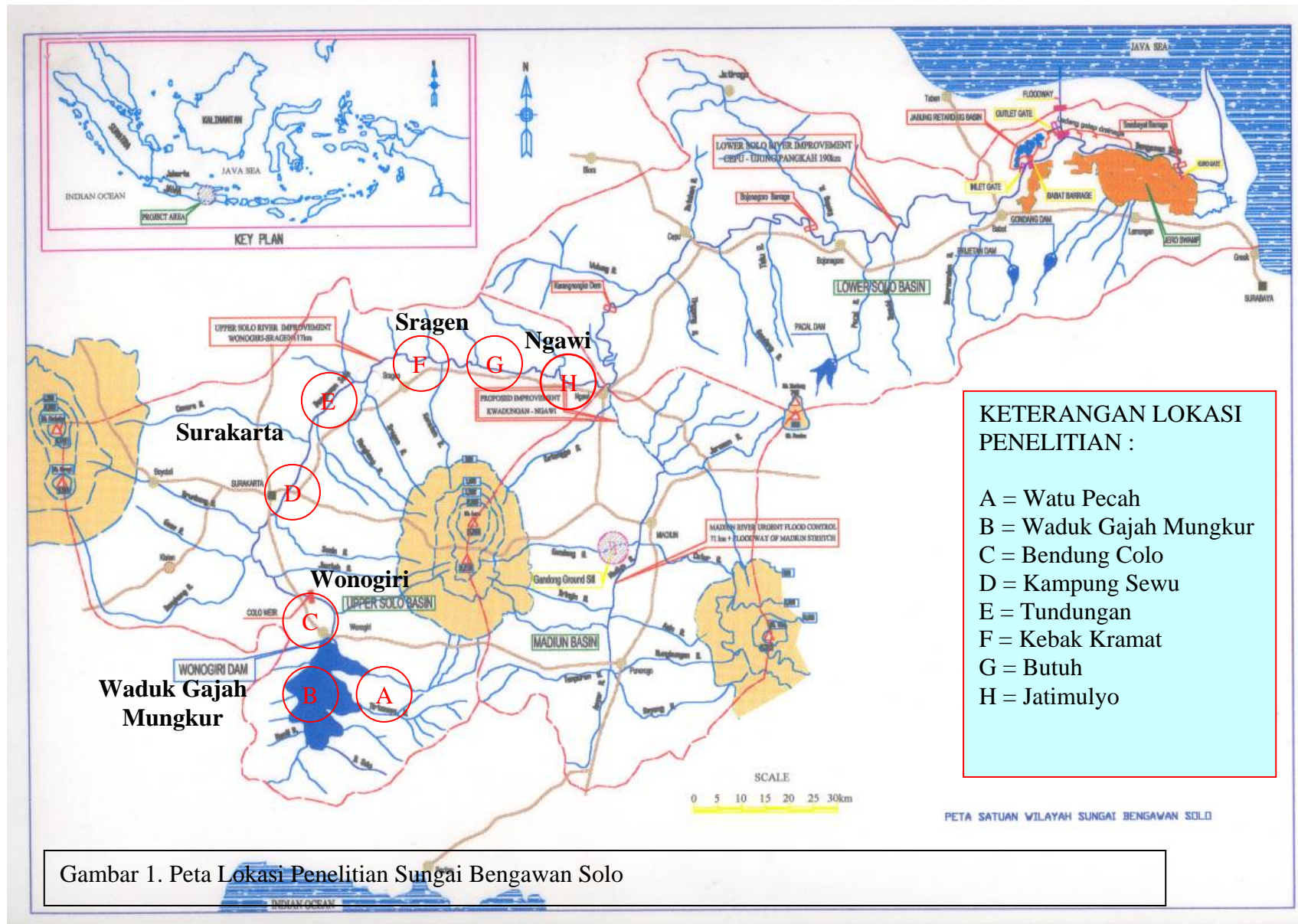
Menurut informasi dari www.liputan6.com tanggal 15 Agustus 2004 bahwa Pusat Penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta (UNS) menemukan kandungan logam berat seperti kromium (Cr) dan kadmium (Cd) di sepanjang aliran Sungai Bengawan Solo melebihi ambang batas normal, konsentrasi Cr sudah mencapai 3,8-7,5 mg/kg pada hal ambang batasnya hanya 2,5 mg/kg. Pencemaran tersebut telah

menjadi bagian dari system produksi komoditi pertanian seperti padi, palawija dan air bersih. Hasil penelitian Setyarini, R.E (2004) mengatakan bahwa ikan sapu-sapu yang hidup di Bengawan Solo tercemar logam berat jenis cadmium (Cd) dan timbal (Pb) sehingga sangat berbahaya jika dikonsumsi oleh masyarakat karena dapat menimbulkan berbagai penyakit (Anonim, 2004). Berdasarkan berita harian Suara Merdeka terbitan tanggal 13 Juli 2005 menyatakan bahwa pencemaran perairan Bengawan Solo lampau ambang batas terutama pada ruas Jurug sampai dengan Cepu.

Pencemaran di Bengawan Solo diduga tidak pada seluruh bagian sungai, sehingga perlu dilakukan penelitian tentang pencemaran sungai bengawan Solo. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui wilayah-wilayah sungai yang mengalami pencemaran

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan survei pada 8 stasiun pengamatan di Jawa Tengah yaitu Sungai Keduang, Waduk Gajahmungkur, Bendung Colo, Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat, butuh dan Jatimulyo. Pengambilan contoh air dilakukan pada tahun 2005 yaitu musim hujan , peralihan dan kemarau. Pengambilan contoh air oleh observer pada saat ada ikan mabuk karena adanya pencemaran. Apabila pada suatu saat terjadi pencemaran, ikan banyak yang mabuk maka observer wajib mengambil contoh air dimasukkan dalam botol dan dicatat lokasi dan tanggalnya. Untuk mengetahui kandungan logam berat pada daging ikan, maka dilakukan analisa daging ikan sapu-sapu dan lele di stasiun Kebak Kramat. Parameter kualitas air yang di amati yaitu: Suhu air, Kecerahan, O₂, CO₂, NH₃, NH₄, NO₂, NO₃, Cr, Cu, dan Zn. Parameter logam berat yang di amati pada daging ikan yaitu: Cr, Cu, dan Zn.



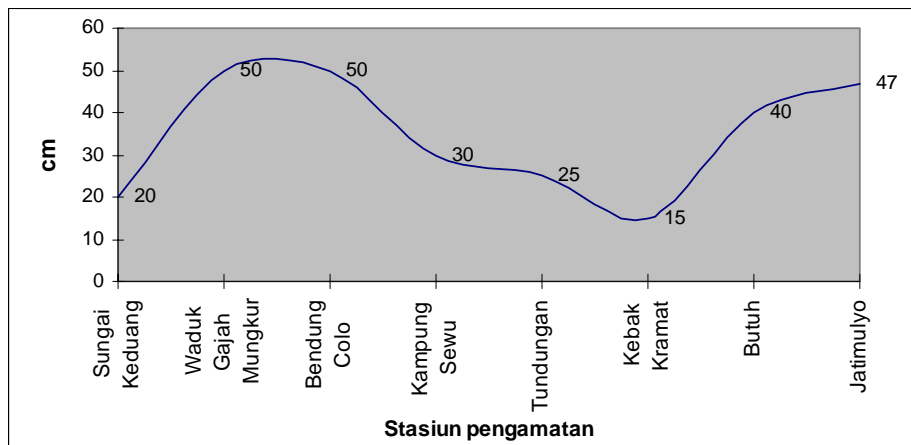
Hasil dan Pembahasan

Kualitas air stasiun pengamatan sungai Bengawan solo disajikan pada Tabel 1.

Tabel. 1. Kualitas air sungai Bengawan solo

	Parameter	Sungai Keduang	Waduk Gadjah Mungkur	Bendung Colo	Kampung Sewu	Tundungan	Kebak Kramat	Butuh	Jatimulyo
1	Suhu air (°C)	29-32	28-31	24-30	27-30	27-29	27-30	28-29	28-29
2	Kecerahan(cm)	5.0-20	5.0-50	5.0-50	10.0-30	15-25	10.0-15	10.0-40	10.0-47
3	pH	7.0-8.0	7.5-8.0	6.0-7.5	7.0-7.5	7.5-8.0	7.5	7.0-7.5	7.0-7.5
4	O ₂ (mg/l)	4.80-8.37	4.12-9.98	4.20-11.64	2.47-7.20	1.93-10.58	0.0-4.0	1.94-4.77	5.26-6.06
5	CO ₂ (mg/l)	5.28-7.04	0.0-5.28	3.52-7.04	12.32-13.2	8.8-15.84	17.6-24.64	10.56-12.32	9.68-11.44
6	N-NO ₂ (mg/l)	0.139-0.298	0.0-0.070	0.03-0.197	0.096-1.006	0.111	0.328-0.339	0.161-0.310	0.07
7	N-NO ₃ (mg/l)	0.138-0.276	0.031-0.129	0.052-0.523	0.096-1.006	0.055-1.350	0.069-0.91	0.029-1.477	0.059
8	N-NH ₃ (mg/l)	0.138-1.235	0.189-0.962	0.309-1.277	0.250-1.440	0.287	1.399-1.905	0.250-2.150	0.221
9	N-NH ₄ (mg/l)	0.276	0.276	0.323	0.416	0.789	2.284	1.154	1.259

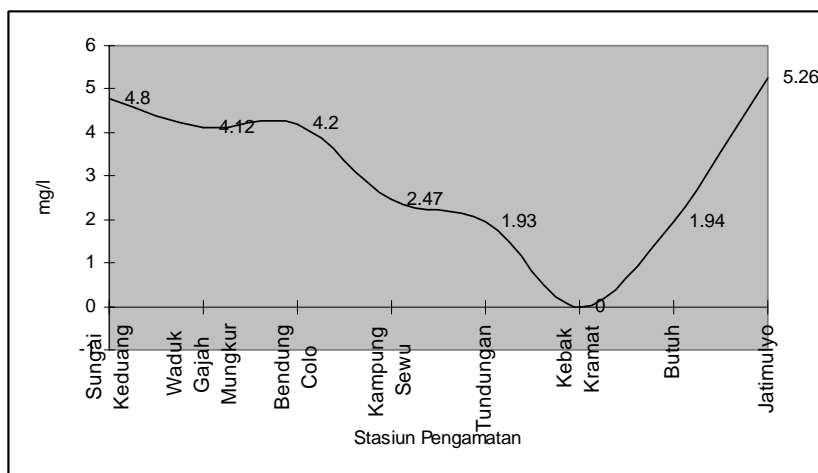
Suhu perairan berkisar anatar 24 – 32°C secara umum dapat mendukung kehidupan biota perairan. Menurut Ray dan Rao dalam Pratiwi dkk (2000) fitoplankton dapat berkembang baik pada kisaran suhu 20 – 30°C. pH perairan berkisar 6- 8 unit. pH ini dapat mendukung kehidupan biota seperti pendapat Boyd (1982) bahwa pH yang mendukung kegiatan perikanan berkisar 6 – 9 unit. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual menggunakan *secchi disk* (Effendi, 2003). Kecerahan tertinggi terjadi di daerah Waduk Gajah Mungkur dan Bendung Colo yang kemungkinan karena wilayah ini airnya relatif tenang dan dalam serta terbencong. Kecerahan mulai menurun dari Kampung Sewu dan terendah di Kebak Kramat. Hal ini kemungkinan karena adanya partikel terlarut akibat masukan limbah industri sehingga penetrasi cahaya terganggu. Kecerahan yang rendah ini ditandai pula oleh warna air coklat keruh. Pada daerah Sungai Keduang kecerahan juga kecil yaitu 20 cm kemungkinan akibat adanya partikel terlarut akibat adanya limpasan daerah pertanian. Kecerahan untuk kegiatan perikanan sebaiknya > 45 cm.



Gambar 2. Tingkat kecerahan di lokasi penelitian

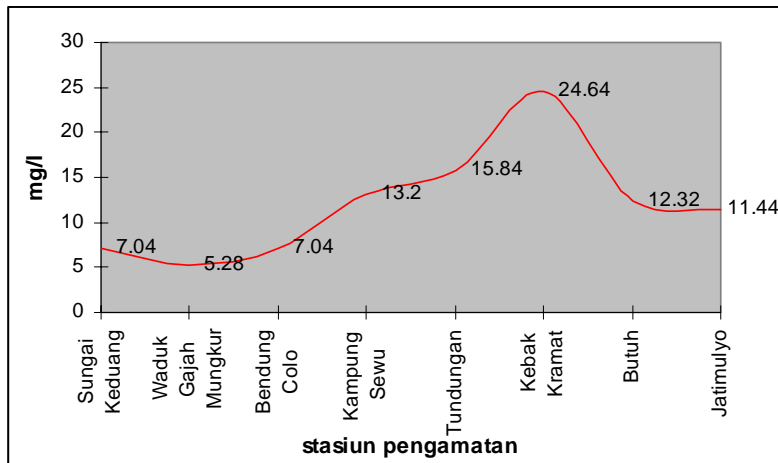
Konsentrasi oksigen pada berkisar antara 0 - 11,64 mg/l Konsentrasi oksigen terlarut di perairan sebaiknya lebih dari 4 mg/l. Konsentrasi oksigen terlarut kurang dari 2 mg/l dapat mengakibatkan kematian ikan (UNESCO/WHO/UNEP dalam Effendi, 2003). Konsentrasi terendah terjadi di wilayah Kebak Kramat. Hal ini kemungkinan karena oksigen telah digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan polutan yang di perairan. Di wilayah ini banyak sekali industri-industri yang kemungkinan membuang limbahnya ke sungai sehingga mencemari perairan. Berdasarkan nilai terendah konsentrasi oksigen ditunjukkan pada Gambar 3. Konsentrasi oksigen

mengalami penurunan hingga dibawah 4 mg/l terjadi di Kampung Sewu, sehingga kemungkinan mulai terjadinya pencemaran di wilayah ini. Bahkan di Kebak Kramat tercatat konsentrasi oksigen 0 mg/l. Hal ini seperti hasil penelitian Utomo et al (2004) yaitu di Cemeng (Kabupaten Sragen) pernah tercatat mendekati 0 mg/l. Oksigen yang rendah dapat menyebabkan banyak ikan dan hewan air mati karena kekurangan oksigen (Fardiaz, 1992). Di wilayah Jatimulyo mengalami kenaikan konsentrasi oksigen kemungkinan karena proses pengenceran dengan adanya masukan air dari anak-anak sungai yang tidak tercemar sehingga mampu menetralkan bahan pencemar yang berasal dari zona tengah



Gambar 3. Konsentrasi Oksigen terendah di lokasi penelitian

Konsentrasi CO₂ berkisar antara 0 – 24.4 mg/l. Perairan untuk kepentingan perikanan sebaiknya memiliki konsentrasi karbon dioksida bebas kurang dari 5 mg/l (Effendi, 2003). Kandungan karbon dioksida yang tinggi di perairan bersifat racun bagi ikan karena dapat mengganggu pernapasan. Berdasarkan konsentrasi tertinggi ditunjukkan pada Gambar 4.

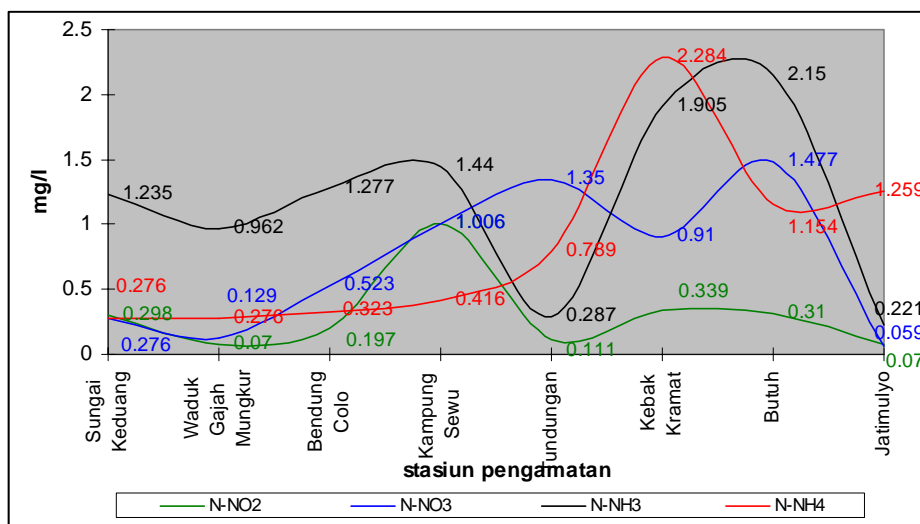


Gambar 4. Konsentrasi karbondioksida bebas tertinggi yang dicapai di lokasi penelitian

Gambar 4 menunjukkan bahwa konsentrasi CO₂ mengalami kenaikan yang drastis di stasiun Kampung Sewu hingga yang tertinggi di Kebak Kramat. Ini artinya mulai terjadi pencemaran di wilayah Kampung Sewu Daerah Kampung Sewu, Tundungan dan Kebak Kramat merupakan wilayah yang sarat dengan industri. Hasil penelitian tahun 2004 konsentrasi CO₂ di daerah Cemeng mencapai 34.32 mg/l. Konsentrasi CO₂ lebih dari 10 mg/l yang disertai dengan oksigen yang rendah dapat menyebabkan kematian beberapa jenis ikan (Adjie dkk, 2005).

Konsentrasi nitrit hampir di seluruh stasiun pengamatan telah melebihi angka yang sudah ditetapkan. Konsentrasi nitrit di perairan alami sekitar 0,001 mg/l dan sebaiknya tidak melebihi 0,06 mg/l (Canadian Council of Resorce and Environment Ministers dalam Effendi, 2003). Sumber nitrit dapat berupa limbah industri dan limbah domestik. Konsentrasi nitrit berkisar 0 – 1,006 mg/l dan konsentrasi tertinggi di Kampung Sewu. Konsentrasi ammonia bebas di masing-masing stasiun pengamatan menunjukkan angka yang relatif tinggi. Konsentrasi ammonia bebas pada perairan alami biasanya kurang dari 0,1 mg/l (Mc Neely et al dalam Effendi, 2003). Konsentrasi ammonia bebas melebihi 0,2 mg/l bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer and Mc Carty dalam Effendi, 2003). Konsentrasi ammonia bebas berkisar antara 0.138 – 1,905 mg/l dan tertinggi di Kebak Kramat. Konsentrasi ammonia yang tinggi dapat merupakan indikasi adanya pencemaran bahan organik yang berasal dari limbah domestik, industri dan limpasan pupuk pertanian. Nitrat dan Amonium merupakan

nutrien yang langsung dapat dimanfaatkan oleh fitoplankton dan tumbuhan air. Konsentrasi nitrat tertinggi di Tundungan dan amonium di Kebak kramat. Sumber pencemaran N ini kemungkinan berasal dari limbah domestik, limbah industri dan limpasan pupuk pertanian. Konsentrasi nitrat yang tinggi dapat menstimulasi pertumbuhan alga. Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa nitrogen (N-NO₂, N-NO₃, N-NH₃, N-NH₄) yang tinggi di wilayah Kampung Sewu dan Kebak Kramat dan mulai menurun secara drastis di wilayah Jatimulyo. Ini menunjukkan bahwa tingkat pencemaran yang tinggi berada di wilayah Kampung Sewu – Kebak Kramat.



Gambar 5. Konsentrasi N-NO₂, N-NO₃, N-NH₃, dan N-NH₄

Berdasarkan hasil analisis konsentrasi oksigen, karbondioksida, N-NO₂, N-NO₃, N-NH₃, N-NH₄ menunjukkan bahwa pencemaran mulai terjadi di wilayah Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat dan Butuh. Daerah Kebak Kramat - Butuh mempunyai tingkat pencemaran yang tinggi. Setelah wilayah tersebut unsure-unsur pencemar mulai mengalami penurunan. Pada wilayah Sungai Keduang, Waduk Gajah Mungkur dan Bendung Colo relative belum tercemar sehingga kualitas perairan masih baik. Ini kemungkinan karena di wilayah tersebut belum ada industri kimia yang berdiri. Sumber N wilayah Sungai Keduang, Waduk dan Bendung Colo kemungkinan berasal dari limbah domestik, limpasan pupuk pertanian dan limbah budidaya ikan dalam karamba (KJA).

Hasil analisis logam berat di wilayah yang tercemar (Kampung Sewu, Kebak Kramat dan Tundungan) serta di saluran buangan industri di sajikan pada tabel 2

Tabel 2. Konsentrasi beberapa logam berat di daerah tercemar

No	Parameter	Kampung Sewu	Sungai	Selokan buangan industri	Tundungan	Standar
			Kebak Kramat			(PP No. 82 Th 2001)
1	Cr (mg/l)	0,375	0,180	0,226	0,233	Maks 0,05
2	Cu (mg/l)	0,026	0,034	0,293	0,050	Maks 0,02
4	Zn (mg/l)	1,332	2,892	0,968	0,515	Maks 0,05

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa konsentrasi beberapa logam berat yaitu Cr, Cu dan Zn telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan yaitu PP No 82 tahun 2001. Konsentrasi kromium tertinggi di daerah Kampung Sewu mencapai 0.375 mg/l yang kemungkinan berasal dari limbah industri. Kromium termasuk unsur yang jarang ditemukan pada perairan alami (Effendi, 2003). Kromium di perairan pada umumnya berasal dari limbah industri logam, tekstil, kertas dan lain-lain. Konsentrasi kromium yang aman bagi kehidupan akuatik adalah 0,05 mg/l (Moore dalam Effendi, 2003 dan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001). Garam-garam kromium yang masuk ke dalam tubuh manusia dengan jumlah cukup besar akan mengakibatkan kerusakan pada sistem pencernaan (Effendi, 2003). Menurut informasi dari www.liputan6.com tanggal 15 Agustus 2004 bahwa Pusat Penelitian Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta (UNS) menemukan adanya indikasi Bengawan Solo tercemar Cd (Kadmium) dan Cr (Kromium) di ambang batas, konsentrasi Cr sudah mencapai 3,8-7,5 mg/kg, padahal ambang batasnya hanya 2,5 mg/kg. Pencemaran tersebut telah menjadi bagian dari system produksi komoditi pertanian seperti padi, palawija dan air untuk kebutuhan rumah tangga.

Konsentrasi tembaga (Cu) tertinggi terjadi di saluran pembuangan air limbah industri. Hal ini kemungkinan karena pada saluran pembuangan ini belum terjadi pengenceran sehingga merupakan limbah murni. Pada perairan alami konsentrasi tembaga biasanya lebih kecil 0,02 mg/l (Moore dalam Effendi, 2003). Konsumsi air yang mengandung tembaga yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada hati.

Konsentrasi Zn tertinggi terjadi di sungai Kebak kramat. Hal ini kemungkinan karena wilayah ini mendapatkan masukan limbah dari berbagai jenis industri. Konsentrasi Zn pada perairan alami sekitar kurang dari 0,05 mg/l (Moore dalam Effendi, 2003). Zn digunakan pada industri besi baja, cat, karet, tekstil, kertas, bubur kertas (Eckenfelder dalam Effendi, 2003).

Akibat adanya logam berat di perairan Sungai Bengawan Solo ini menyebabkan adanya akumulasi logam berat pada tubuh ikan sapu-sapu dan lele yang hidup di perairan tersebut. Sampel ikan yang diambil dari daerah tercemar yaitu di stasiun Kebak Kramat disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar logam berat

No	Parameter	Kebak Kramat		
		Air sungai*	sapu-sapu**	Lele**
1	Cr	0,180	0,000856	0,00002
2	Cu	0,034	0,05133	0,005815
3	Zn	2,892	0,10228	0,028705

Keterangan : * satuan dalam mg/l
** satuan dalam mg/g

Tabel 3. menunjukkan bahwa ikan lele dan sapu-sapu yang tertangkap pada lokasi tercemar mengandung logam berat Cr, Cu dan Zn. Mengonsumsi daging ikan yang mengandung tembaga (Cu) yang tinggi dapat mengakibatkan kerusakan pada hati. Hasil penelitian Pusat Penelitian UNS (Universitas Negeri Sebelas Maret) Surakarta Jawa Tengah menemukan adanya indikasi Bengawan Solo tercemar Cr di ambang batas, konsentrasi Cr sudah mencapai 3,8 – 7,5 mg/kg padi, padahal ambang batasnya hanya 2,5 mg/kg (www.liputan6.com). Pencemaran tersebut telah menjadi bagian dari sistem produksi komoditi pertanian seperti padi, palawija dan air untuk kebutuhan rumah tangga. Bahkan hasil penelitian Fakultas Kedokteran Universitas Muhamadiyah Surakarta bulan November 2004 menunjukkan bahwa ikan sapu-sapu di Bengawan Solo telah tercemar logam berat jenis Cd dan Pb.). Pada tahun 1980-an, di Sungai Bengawan Solo banyak ditemui ikan-ikan seperti bader, sepat, daringan, dan udang. Sekarang ikan-ikan tersebut sudah tidak ada lagi. Tinggal ikan sapu-sapu, yang diyakini mempunyai tingkat toleransi cukup tinggi terhadap limbah yang kandungannya tinggi (Anonim, 2003)

Kesimpulan

Pada aliran sungai Bengawan Solo bagian Jawa Tengah tidak tercemar pada semua wilayah perairan. Wilayah ini terbagi menjadi tiga zone yaitu wilayah Sungai Keduang, Waduk Gajahmungkur dan Bendungan Colo merupakan zona belum tercemar; wilayah Kampung Sewu, Tundungan, Kebak Kramat dan Butuh merupakan

zona tercemar, dan Jatimulyo merupakan zona peralihan dan perbaikan. Kualitas air pada zona tercemar mempunyai konsentrasi oksigen terlarut rendah, karbondioksida bebas tinggi, kecerahan rendah, konsentrasi nitrogen tinggi dan mempunyai kandungan logam berat Cr, Zn dan Cu. Hasil analisis daging ikan sapu-sapu dan lele yang ditangkap pada zone tersebut juga mengandung logam berat Cr, Cu dan Zn.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2003. *Pencemaran Bengawan solo di atas ambang batas*. Diakses dari www.suaramerdeka.com tanggal 5 Agustus 2006
- Anonim, 2004. *Tercemar, ikan di Bengawan Solo*. Diakses dari www.index.php.htm tanggal 5 Agustus 2006
- Adjie, S, Agus Djoko Utomo, Niam Muflihah dan Arif Wibowo. Pengamatan Kualitas Air Fisika –Kimia Perairan Bengawan Solo. *Prosiding Seminar Nasional Tahunan Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*. Jurusan Perikanan dan Kelautan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Boyd, CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, New York. p 318
- Effendi.H. 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan lingkungan Perairan*, Kanisius, Yogyakarta. p 258
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Polusi Udara*. Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor, Bogor. p 126
- Hardjosumantri, K. 2000. *Hukum Tata Lingkungan Edisi ke Tujuh*. Gadjah mada university Press, Yogyakarta. p 602
- Utomo, A.D., S. Adjie., N. Muflikhah & A. Wibowo. 2005. *Inventarisasi jenis ikan, Kegiatan Penangkapan ikan dan Lingkungan Perairan di Bengawan Solo*. Belum Publikasi.
- Pratiwi, NTM, Kardiyo Praptokardiyo dan Nur Indrayani. 2000. Tingkat kesuburan Perairan Situ Ciguded, Kabupaten Bogor Jawa Barat. *Prosiding Semiloka Nasional Pengelolaan dan Pemanfaatan Danau dan Waduk*. Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Padjajaran, Bandung. Hal 199 -210

