

**DAMPAK KROM PADA LIMBAH BUANGAN INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT
DI SUNGAI GAJAH WONG TERHADAP MORTALITAS DAN MORFOLOGI SISIK
DAN INSANG IKAN NILA HITAM (*Oreochromis niloticus*)**

**IMPACT OF CHROME FROM LEATHER TANNING INDUSTRY AT GAJAH
WONG RIVER ON MORTALITY AND MORPHOLOGY OF SCALES AND GILLS
OF TILAPIA BLACK (*Oreochromis niloticus*)**

Fernandez Ngariswara Vidsia Sadana, Yuniarti Aida, Lorensia Indah Murwani Yulianti.

*Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Jalan Babarsari No. 44
Yogyakarta, fernandezngariswara@yahoo.com.*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh krom dari limbah industri penyamakan kulit yang dibuang ke sungai Gajah Wong pada ikan nila hitam dan mengetahui jenis pengaruh krom pada limbah industri penyamakan kulit tersebut dibagi dalam 3 kelompok pengamatan, masing – masing kelompok terdiri dari 5 ikan dalam keramba, dengan metode deskriptif dan eksploratif. Stasiun 1 berjarak ± 30 meter sebelum IPAL; stasiun 2 berjarak ± 5 meter setelah IPAL; dan stasiun 3 berjarak ± 100 meter setelah IPAL. Penelitian berlangsung selama 50 hari dengan perlakuan 1x pemberian pakan setiap harinya. Setelah 50 hari, ikan kemudian dibedah untuk diambil sisik dan insangnya. Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa keberadaan krom pada limbah buangan industri penyamakan kulit tidak berpengaruh atau berdampak pada mortalitas ikan. Kandungan Krom juga tidak memberikan dampak yang besar bagi insang ikan, namun menimbulkan penempelan pada sisik ikan..

Kata Kunci: Dampak limbah krom, Sungai Gajah Wong, Ikan nila hitam.

PENDAHULUAN

Air merupakan kebutuhan yang sangat pokok bagi kehidupan, karena selain dikonsumsi, juga digunakan dalam berbagai aktivitas kehidupan seperti memasak, mandi, mencuci, dan sebagainya. Di sisi lain, air mudah sekali terkontaminasi oleh bahan - bahan pencemar sehingga dapat mengganggu kesehatan makhluk hidup (Darmono, 2001).

Pemerintah lewat PP Nomor 82 Tahun 2001 telah menetapkan baku mutu kualitas air untuk berbagai jenis penggunaan air. Mutu air ditentukan antara lain oleh beberapa sifat fisik air seperti suhu, warna, kekeruhan air dan total *dissolved solid* (TDS); taraf keudaraan di dalam tubuh air yang diidentifikasi lewat beberapa sifat antara lain *dissolved oxygen* (DO) dan

chemical oxygen demand (COD); taraf kehidupan mikroba air *biological oxygen demand* (BOD), dan juga atas dasar kandungan beberapa logam berat As, Hg, Cr, Pb (Untari, 2010).

Daerah Aliran Sungai Code, Winongo dan Gajah Wong sebagian besar dimanfaatkan untuk berbagai kegiatan domestik, industri, dan pertanian. Limbah dari kegiatan-kegiatan tersebut yang umumnya langsung dibuang ke dalam sungai dan akan berdampak sangat buruk terhadap kualitas air sungai-sungai tersebut. Dampak buruk terhadap kualitas air sungai tergantung dari jenis, jumlah dan sifat dari limbah yang masuk ke dalam sungai (Untari, 2010).

Sungai Gajah Wong sekarang sangat ironis keadaannya, pencemaran air sungai sudah tergolong parah. Setiap harinya, berbagai limbah padat maupun cair dibuang ke sungai ini. Hal yang lebih memprihatinkan, limbah cair yang berasal dari berbagai pabrik di sepanjang bantaran sungai telah mengandung logam berat, bahan beracun, minyak, mineral, dan lain - lain. Limbah berasal dari buangan industri penyamakan kulit, pelapisan perak, bengkel dan cuci mobil (Purba, 2008).

Menurut hasil penelitian Anonim (2010) menunjukkan bahwa pencemaran limbah, baik itu padat, cair maupun lumpur yang dilakukan oleh PT Budi Makmur Jayamurni Yogyakarta sudah melewati ambang rata-rata. Untuk batas rata-rata Cr yang diperbolehkan di perairan adalah sebatas 0,8-0,9 gram/ m³ dan Pb hanya sebesar 1,14 gram/m³, akan tetapi limbah PT Budi Makmur Jayamurni mempunyai kadar Cr sebesar 7-8 gram/ m³ dan Pb pada angka 14 gram/ m³.

Ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) merupakan komoditas penting perikanan budidaya air tawar di Indonesia. Ikan ini dapat hidup dan berkembang pesat walaupun pada lingkungan perairan yang kurang baik. Ikan ini dapat hidup baik sangat baik pada berbagai kondisi air kecuali yang beracun (Kuncoro, 2003 dalam Zahri, 2005). Ikan nila merupakan salah satu jenis hewan yang direkomendasikan oleh EPA (*Environmental Protection Agency*)

sebagai hewan uji karena ikan tersebut memenuhi persyaratan yaitu penyebarannya cukup luas, banyak dibudidayakan, mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mentolerir lingkungan yang buruk dan mudah dipelihara di laboratorium (Yuniar,2009).

Pada penelitian ini, ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) akan diuji dalam limbah buangan pabrik penyamakan kulit PT Budi Makmur Jayamurni di sungai Gajah Wong, Pengujian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai besarnya pengaruh yang ditimbulkan akibat keberadaan limbah buangan industri penyamakan kulit terhadap kehidupan di badan air di sekitar lokasi pembuangan limbah. Alasan ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*) digunakan sebagai bioindikator dalam penelitian ini, karena terdapat banyak populasi ikan nila pada badan Sungai Gajah Wong yang ditangkap untuk dikonsumsi sebagai makanan oleh penduduk sekitar, juga sebagai bioindikator pengaruh limbah dalam sungai.

METODE PENELITIAN

1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September 2013 sampai dengan Oktober 2013. Penelitian akan dilakukan di Sungai Gajah Wong dengan menggunakan keramba jaring dan Laboratorium Lingkungan Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk proses pembedahan.

2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain AAS, COD dan BOD Test Kit, keramba jaring, pisau bedah, pinset, mikroskop, dan kamera digital.

Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah NaCL biologis (0,9%), aquades, dan Ikan Nila hitam (*Oreochromis niloticus*).

3. Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian terdiri dari 3 kelompok pengamatan, masing – masing kelompok terdiri dari 5 ikan dalam keramba, dengan metode deskriptif dan eksploratif.

Stasiun 1 berjarak ± 30 meter sebelum IPAL; stasiun 2 berjarak ± 5 meter setelah IPAL; dan stasiun 3 berjarak ± 100 meter setelah IPAL. Penelitian berlangsung selama 50 hari dengan perlakuan 1x pemberian pakan setiap harinya. Setelah 50 hari, ikan kemudian dibedah untuk diambil sisik dan insangnya.).

4. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi pengujian kualitas air sungai Gajah wong, pemeliharaan ikan di sungai, dan pengamatan morfologi sisik dan insang ikan.

Pengujian kualitas air sungai dilakukan dengan cara mengambil sampel air sungai dari 3 stasiun pengamatan, kemudian melakukan pengukuran kadar Krom total, COD dan BOD.

Pemeliharaan ikan di sungai dilakukan selama 50 hari, dengan perlakuan pemberian pakan 1 kali sehari. Setelah pemeliharaan, ikan kemudian diambil insang dan sisiknya untuk kemudian dilihat menggunakan mikroskop dengan pembesaran 50x dan hasilnya dipotret menggunakan kamera digital.

Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif berupa penjabaran dan penjelasan hasil pengamatan yang dikaitkan pula dengan hasil kondisi lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakter Lingkungan Sungai Gajah Wong Yogyakarta

Semakin meningkatnya aktivitas manusia di sekitar sungai, baik dari kegiatan rumah tangga atau industri, maka akan berpengaruh terhadap kualitas air sungai tersebut. Misalnya adanya kegiatan industri kulit yang menggunakan krom sebagai salah satu bahan kimia dalam proses penyamakan kulit, yang limbah cairnya dibuang ke badan sungai, maka akan sangat berpengaruh terhadap kualitas dan peruntukan badan air sungai tersebut. Untuk itu peruntukan badan air sungai Gajah Wong yang dimasukkan ke dalam golongan B perlu ditinjau kembali, karena sebagai sumber air minum tidak boleh mengandung logam berat yang bersifat toksik (Martaningtyas, 2004). Pemerintah Daerah Istimewa Yogyakarta sudah

membuat larangan membuang limbah dan membangun di tepian sungai. Namun peraturan tersebut diabaikan dengan semakin maraknya pembangunan berbagai industri yang justru merusak bantaran sungai (Mardianto, 2008).

Pembangunan di sekitar bantaran sungai Gajah Wong semakin diperparah dengan adanya berbagai jenis *Home Industry*, seperti industri pelapisan perak, bengkel, dan cuci mobil yang banyak mengandung limbah buangan anorganik langsung ke sungai. Hal ini menyebabkan dalam beberapa kondisi tertentu air sungai menjadi berminyak dan berbau, serta mudah banjir.

Cuaca memiliki peranan penting dalam penambahan atau pengurangan debit air sungai, yang berarti juga adanya pengenceran atau pengeringan zat – zat terlarut yang ada dalam air sungai. Berdasar data yang diambil dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG), sepanjang penelitian yang dimulai pada bulan September hingga Oktober, hujan mulai turun pada kisaran bulan Oktober minggu ke – 2. Hal ini sesuai dengan kenyataan yang ada di lapangan, dimana di daerah sekitar Bantul (Daerah Sungai Gajah Wong) hujan mulai turun pada tanggal 16 Oktober 2013.

Berdasar pengamatan langsung, peningkatan debit air sungai terjadi setiap hari dalam skala kecil, kurang lebih setinggi 10 cm. Peningkatan debit air ini terjadi sekitar pukul 16.00-18.00 WIB. Peningkatan debit air sungai ini terjadi di sepanjang 3 stasiun pengamatan yang terletak di sekitar pemukiman warga. Peningkatan debit air selalu disertai dengan munculnya bau tidak sedap, air yang menjadi keruh, hanyutnya sampah plastik, dan berminyak. Hal ini dimungkinkan karena adanya aktivitas warga dan juga limbah buangan industri di sekitar bantaran sungai.

Informasi warga diperlukan guna mendukung data yang didapat di lingkungan penelitian. Berdasar informasi yang diperoleh, limbah krom yang berasal dari Pabrik

Penyamakan Kulit yang dibuang langsung ke sungai Gajah Wong telah lama tidak membuang limbah secara langsung ke sungai. Limbah buangan sekarang telah diolah terlebih dahulu baru kemudian dibuang di suatu tempat. Pembuangan limbah secara langsung ke sungai terjadi terakhir pada bulan Februari tahun 2013, dimana akhirnya proses pembuangan limbah diprotes oleh warga sekitar lewat demonstrasi besar ke Pabrik yang bersangkutan, dengan tuntutan berupa pencabutan usaha atau proses penggaraman sungai guna menetralkan dampak cemaran krom pada sungai.

Berdasar keterangan yang didapat, limbah buangan sekarang telah dibuang ke daerah Kalasan. Namun, berdasar kenyataan yang dapat dilihat, sebagian kecil limbah tetap dibuang ke dalam sungai, di dekat IPAL Pabrik. Proses pembuangan terjadi hampir setiap hari, dengan jumlah kecil dan posisi yang tertutup, setiap pukul 17.00 – 18.00 WIB. Limbah buangan berwarna coklat kemerahan berbusa dan berbau busuk.

2. Analisis Kimiawi Kondisi Lingkungan Badan Air

Hasil analisis kualitas air pada Sungai Gajah Wong yang telah diukur selama penelitian telah dibandingkan dengan kriteria mutu air sebagaimana termuat dalam Standar Baku mutu Air Peraturan Gubernur DIY No. 20 tentang Baku Mutu Air di Propinsi DIY (kelas II). Berikut pada Tabel 1 merupakan hasil rata-rata dan besarnya standar deviasi kadar COD, BOD, dan krom total pada 3 stasiun.

Tabel 1, Rata – rata dan standar deviasi kadar COD, BOD, dan krom total

Stasiun	Parameter		
	COD	BOD	Krom Total
1	74,24 mg/L ± 17,81 mg/L	6,72 mg/L ± 3,08 mg/L	0,00285 mg/L ± 0,0013 mg/L
2	80,89 mg/L ± 14,39 mg/L	7,49 mg/L ± 4,18 mg/L	0,01262 mg/L ± 0,0055 mg/L
3	59,073 mg/L ± 21,65 mg/L	7,58 mg/L ± 4,85 mg/L	0,1051 mg/L ± 0,1333 mg/L
Besarnya baku mutu menurut Standar Baku Mutu Air Peraturan Gubernur DIY No. 20 tentang Baku Mutu Air di Propinsi DIY.	COD		25 mg/L
	BOD		3 mg/L
	Krom total		1 mg/L

Berdasar perhitungan besar kadar COD pada tiap stasiun, pada stasiun 1 rata – rata kadar COD sebesar 74,23 mg/L, pada stasiun 2, rata- rata kadar COD sebesar 80,89 mg/l, dan pada stasiun 3, rata- rata kadar COD sebesar 59,73 mg/L. Pada ketiga stasiun, semuanya memiliki kadar COD diatas standar baku mutu.

Besarnya kadar COD, kadar BOD, dan kadar krom total memiliki perbedaan pada tiap stasiun. Berdasar besarnya rata – rata, kadar COD paling tinggi terletak pada stasiun 2, sedangkan kadar BOD dan kadar krom total paling tinggi terletak pada stasiun 3. Hal ini terjadi, karena apabila dilihat pada kondisi lapangan, Sungai Gajah Wong terletak di tengah pemukiman warga, dimana pada stasiun 1, kondisi pemukiman warga disekitar sungai tidak padat, sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3 kondisi pemukiman warga sangat padat. Pada stasiun 2 terletak saluran pembuangan IPAL PT Budi Makmur Jayamurni yang mengarahkan saluran pembuangan langsung ke sungai. Hal ini menyebabkan kadar COD pada stasiun 2 relatif lebih tinggi dibanding stasiun lainnya. Namun hal ini tidak membuat kadar krom total menjadi tinggi. Kadar krom total paling tinggi ada pada stasiun 3. Kondisi ini disebabkan pada stasiun 1 dan stasiun 2 badan air memiliki arus yang lebih deras dibanding stasiun 3 yang relatif seperti muara sementara sungai. Kondisi arus ini menyebabkan limbah buangan

IPAL yang mengandung krom hanya berada sementara waktu di stasiun 2 dan lebih banyak mengendap pada badan air di sekitar stasiun 3. Sedangkan besarnya kadar BOD pada stasiun 3 lebih disebabkan karena kondisi pemukiman warga di sekitar sungai lebih padat dan memiliki akses ke sungai lebih mudah, karena tinggi permukaan sungai dan permukaan tanah pemukiman hampir sama.

3. Aktivitas, Mortalitas, dan Morfologi Sisik dan Insang Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*)

Aktivitas yang muncul dapat menjadi indikator baik buruknya kualitas badan air tempat ikan hidup. Hasil pengamatan aktivitas Ikan Nila secara umum pada 3 stasiun selama penelitian dan kondisi mortalitas dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 5. Hasil Pengamatan Aktivitas dan Mortalitas Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*)

Stasiun	Ikan	Aktivitas		Mortalitas	
		Pergerakkan	Respon Pakan	Hidup	Mati
1	1	+++	++	√	
	2	++	++	√	
	3	++	++	√	
	4	+++	+++	√	
	5	+++	+++	√	
2	1	++	++	√	
	2	++	+	√	
	3	+	+	√	
	4	+	+	√	
	5	++	++	√	
3	1	++	+	√	
	2	+	+	√	
	3	+	+	√	
	4	+	+	√	
	5	+	++	√	

Keterangan:

+++ : Sangat Aktif

++ : Terkadang Aktif

+ : Kurang Aktif

Pada stasiun 2 dan stasiun 3, pergerakan ikan lebih sedikit dan respon ikan terhadap pakan yang diberikan juga lebih sedikit. Hal ini diperkirakan karena kondisi badan air yang

lebih keruh dan kotor yang mempengaruhi perilaku ikan. Kondisi badan air yang buruk dapat terlihat dari kadar COD, BOD, dan krom total yang notabene lebih besar dibanding stasiun 1

Selain itu, buruknya kondisi badan air di sekitar stasiun 2 dan stasiun 3 juga berpengaruh pada respon ikan pada pakan. Pada stasiun 1, saat pakan diberikan, ikan secara aktif menyambar makanan yang ada di permukaan air, sedangkan pada stasiun 2 dan stasiun 3, ikan tidak langsung menyambar pakan, dan terkadang pakan ikan masih tersisa hingga waktu pemberian pakan keesokan harinya. Hal ini menyebabkan rata – rata ikan pada stasiun 2 dan stasiun 3 lebih kurus dibanding stasiun 1, dan perkembangan tubuhnya lebih lambat dibanding stasiun 1.

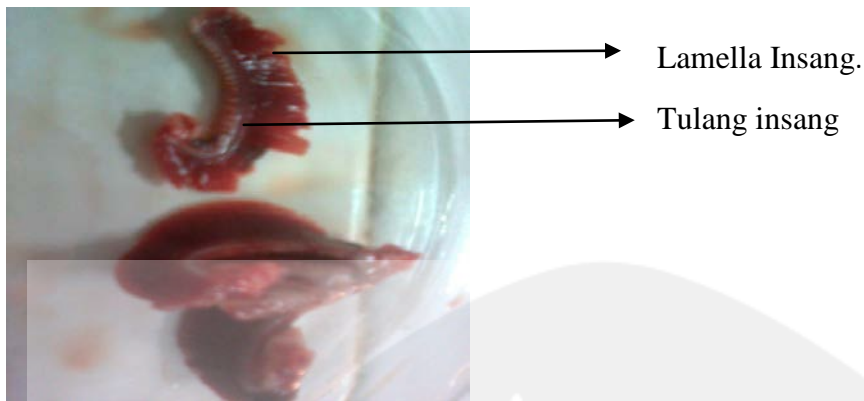
Berdasarkan pada Tabel 5, dari segi mortalitas ikan tidak ada yang mengalami kematian. Hal ini menunjukkan walau ikan mengalami perubahan aktivitas, yang mana terlihat dari pergerakan dan respon pakan, namun ikan dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru. Hal ini menyebabkan ikan dapat bertahan hidup hingga akhir penelitian.

Hasil pengamatan insang dapat dilihat pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3.

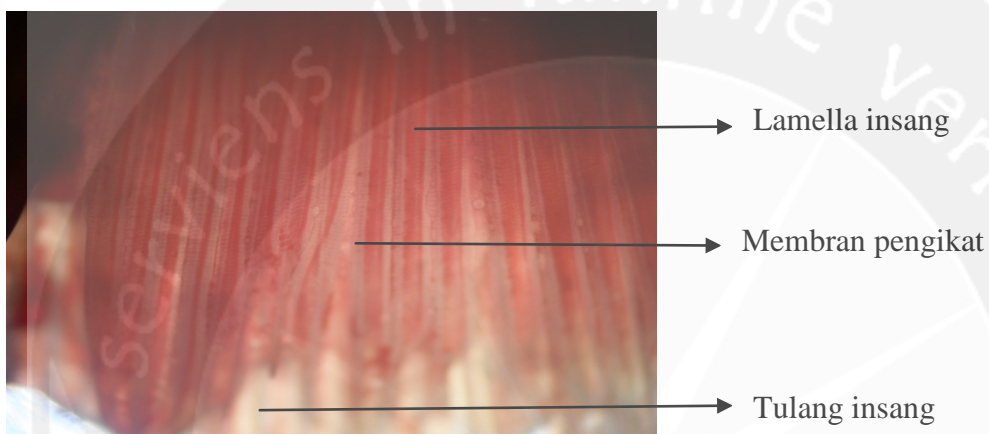


Kondisi insang sebelum dipotong

Gambar 1. Insang Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*)



Gambar 2. Insang yang telah dipotong



Gambar 3. Foto insang dengan pembesaran 50x.

Berdasar teori, insang ikan nila terdiri dari sepasang filament yang ditutupi oleh epitel yang tipis yang disebut lamella tempat pertukaran oksigen, karena merupakan tempat dimana darah banyak beredar dan tempat penyaringan air yang masuk melalui mulut, maka insang menjadi peka terhadap perubahan lingkungan dan pencemaran (Storrer, 1961). Klein (1983) menyatakan bahwa pencemaran akan berpengaruh pada kondisi lamella insang sehingga menyebabkan peradangan dan pembengkakkan akibat adanya benda asing, bahkan perubahan warna lamella dan nekrosis (kerusakan pada sel insang).

Pada Gambar 2, Gambar 3, dan Gambar 4 terlihat bahwa insang tidak mengalami kondisi seperti peradangan, perubahan warna, dan nekrosis. Hal ini menunjukkan bahwa adanya kandungan zat anorganik berupa logam Krom pada limbah buangan pabrik di Sungai Gajah Wong tidak mempengaruhi kondisi insang ikan nila.

Hasil pengamatan insang dengan pembesaran mikroskop 50x dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

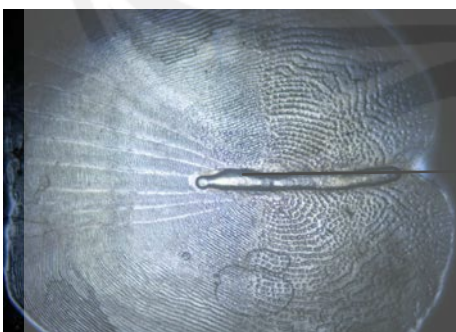


Gambar 4. Foto sisik ikan pada stasiun 1



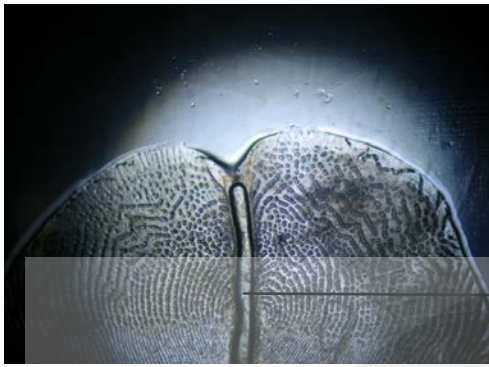
Gambar 5. Foto sisik ikan pada stasiun 3

Berdasarkan hasil pengamatan, sisik pada hampir semua ikan baik di stasiun 1 dan stasiun 3 masih bersifat normal. Tidak terdapat penempelan zat asing tertentu dan kerusakan bentuk tertentu.



Adanya penempelan zat

Gambar 6. Foto sisik ikan pada stasiun 2 dengan pembesaran 50x.



Adanya penempelan zat

Gambar 7. Foto sisik ikan pada stasiun 2

Pada stasiun 2, terdapat sisik ikan yang mengalami penempelan dengan zat asing tertentu. Penempelan tersebut diperkirakan bukan molekul air, melainkan molekul zat asing tertentu yang berasal dari limbah yang dibuang disekitar sungai. Penempelan ini terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

Berdasar dari hasil yang telah didapat, terlihat kecenderungan bahwa kondisi perairan pada stasiun 2 memiliki tingkat pencemaran terhadap zat anorganik lebih tinggi dibanding pada stasiun 1 dan stasiun 3. Hal ini terlihat dari kondisi lingkungan pada stasiun 2 yang memiliki kadar COD lebih tinggi dibanding stasiun 1 dan stasiun 3. Terjadinya penempelan zat tertentu pada sisik ikan juga diperkirakan karena letak saluran pembuangan IPAL yang dekat dengan stasiun 2. Walaupun kadar Krom total lebih tinggi pada stasiun 3, namun tidak menutup kemungkinan adanya pengaruh aliran air yang membuat adanya akumulasi penempelan zat anorganik pada sisik ikan. Perlu diingat bahwa pada stasiun 3, kondisi aliran air relatif sangat lambat, dan terkadang tidak mengalir, sehingga tingginya kadar krom lebih disebabkan adanya akumulasi limbah pada bagian dasar sungai. Kondisi ini juga terlihat dari perilaku ikan nila dalam keramba, dimana pada keramba di stasiun 2 ikan terlihat tidak terlalu aktif dan lebih banyak diam.

SIMPULAN DAN SARAN

1. Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh simpulan sebagai berikut: 1) Kandungan krom total pada limbah industri yang dibuang pada sungai Gajah Wong berpengaruh pada aktivitas dan morfologi sisik ikan nila hitam (*Oreochromis niloticus*). 2) Adanya kandungan krom pada limbah buangan pabrik penyamakan kulit di sungai Gajah wong tidak berpengaruh pada mortalitas dan kondisi morfologis insang ikan nila, namun berpengaruh pada perubahan aktivitas berupa kondisi stres dan mengakibatkan terjadinya penempelan zat tertentu pada bagian sisik ikan,

2. Saran

Beberapa saran yang perlu disampaikan antara lain: 1) Waktu penelitian baiknya dilakukan pada musim panas dan musim hujan, karena kondisi di lapangan dapat berubah dan lebih mudah mengetahui adanya pengaruh pengenceran dan pengaruh dari factor lingkungan lainnya bagi penelitian. 2) Penelitian diharapkan dilakukan dalam jangka waktu yang lebih lama dan apabila mungkin sekaligus pemeliharaan ikan sedari masa benih, agar pengaruh limbah yang terpapar dalam tubuh ikan lebih terlihat. 3) Sebaiknya dilakukan juga penangkapan ikan di tempat sebagai sampel penelitian dan sosialisasi dengan warga sekitar sungai, mengingat kondisi warga sekitar yang memiliki hobi memancing di sungai, sehingga bahaya seperti akumulasi zat – zat merugikan dari limbah dalam tubuh warga dapat lebih dikurangi. 4) Sebaiknya lebih teliti dalam melihat kondisi lingkungan, mengingat kondisi lingkungan tidak dapat dikontrol dan memiliki dinamika tersendiri, terlebih bila ada kasus seperti pembuangan limbah secara diam – diam, yang bahkan banyak warga sekitar yang belum menyadarinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Erlangga. Jakarta.
- Klein, L. 1983. *River Pollution 2: Cause and Effects*. Butterworth. London
- Mardianto, L. 2008. *Teknik Penyamakan Kulit*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Martaningtyas, D. 2004. *Bahan Cemar Logam Berat*. Cakrawala, Jakarta.
- Yuniar, V. 2009. Toksisitas Merkuri (Hg) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah dan Kerusakan Organ Pada Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. Diakses melalui [http://www.google.co.id /url?sa=t&rct=j&q=&esrG2l08aBje1ParmYbQ](http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=&esrG2l08aBje1ParmYbQ). Diunduh tanggal 5 Februari 2013.
- Untari, L. F dan T. Nuraeni. 2010. Kemelimpahan dan keanekaragaman Algae Hijau – Biru di Aliran Sungai Limbah Pabrik Penyamakan Kulit. *Seminar Nasional Biologi 2010*. Fakultas Biologi Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Purba, I. 2008. Kualitas Air Sungai Code, Winongo dan Gajah Wong, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Ilmu Tanah dan Lingkungan*. J. 2 : 121-125.