

**PENGARUH KUALITAS AIR LIMBAH SENTRA INDUSTRI
 PENYAMAKAN KULIT SITIMULYO TERHADAP KARAKTERISTIK AIR
 SUNGAI**
**(THE INFLUENCE OF WASTE WATER QUALITY IN TANNING INDUSTRY CENTRE
 SITIMULYO FOR WATER RIVER CHARACTERISTIC)**

R. Jaka Susila, dan Yuwono Sumasto¹⁾

ABSTRACT

The characteristic of waste discharged in tanning industry depends on variety and describe of processing and technology are used. Liquid effluent is high-grade category. Waste water comes from beam house process and tanning process, and the dangerous of waste is trivalent and hexavalent of chrome from tanning chrome process. The management of waste in the tanning industry is holding and handling start at raw material, auxilaries, processing, finishing the last product and the end of pipe treatment. The objective of the research was to know the influence of waste water quality in tanning industry centre Sitimulyo for water river characteristic. The sample was examine in 5 months and the eight parameters were limited by SK Gubernur No: 281/KPTS/1998: Waste water analysis in tanning industry was 31,80 mg/l, COD 660,84 mg/l, TSS 221,60 mg/l, Chrom 0,07 mg/l, N-Amonia 13,36 mg/l, Sulfide 13,56 mg/l, Oil/fat 4,80 mg/l, and pH 7,53. Characteristic water river before received pollutant was BOD 0,75 mg/l, COD 12,18 mg/l, TSS 10,00 mg/l, Chrom 0,01 mg/l, N-Amonia 2,07 mg/l, Sulfide 0,17 mg/l, Oil/fat 4,00 mg/l, and pH 7,48. Characteristic water river after received pollutant was BOD 8,17 mg/l, COD 38,42 mg/l, TSS 14,00 mg/l, Chrom 0,06 mg/l, N-Amonia 0,47 mg/l, Sulfide 0,002 mg/l, Oil/fat 4,21 mg/l and pH 7,33. Stated that there is a correlation between waste water quality in tanning industry centre Sitimulyo with the river. Although water river characteristic to be change, but still full fill the requirements.

Key words: waste water, tanning industry, water river

ABSTRAK

Karakteristik limbah yang dikeluarkan industri penyamakan kulit dipengaruhi oleh jenis dan sifat kulit yang diproses serta teknologi yang diterapkan. Limbah cair industri penyamakan kulit termasuk kategori pencemar tinggi. Limbah cair terutama berasal dari proses basah (beam house) dan proses penyamakan, sedang bahan pencemar berbahaya terutama adalah krom valensi 3 dan krom heksavalen yang berasal dari bahan penyamak krom. Pengelolaan limbah industri penyamakan kulit berupa pengendalian dan pengelolaan mulai dari input bahan baku, bahan pembantu, proses, penanganan produk akhir dan ujung akhir proses (end of pipe treatment). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kualitas air limbah penyamakan kulit Sitimulyo terhadap karakteristik air sungai. Sampling limbah cair dilakukan selama 5 bulan di sentra industri Penyamakan kulit Sitimulyo dan parameter yang diuji meliputi 8 parameter limbah cair sesuai SK Gubernur No: 281/KPTS/1998. Baku mutu limbah cair industri penyamakan kulit. Hasil pengujian air limbah diperoleh rata-rata BOD 31,80 mg/l, COD 660,84 mg/l, TSS 221,60 mg/l, krom 0,07 mg/l, N-Amonia 13,36 mg/l, sulfida 13,56 mg/l, minyak/lemak 4,80 mg/l dan pH 7,53. Karakteristik air sungai sebelum menerima beban polutan adalah sebagai berikut nilai BOD 0,75 mg/l, COD 12,18 mg/l, TSS 10,00 mg/l, krom 0,01 mg/l, N-Amonia 2,07 mg/l, sulfida 0,17 mg/l, minyak/lemak 4,00 mg/l, dan pH 7,48. Karakteristik air sungai setelah dialiri limbah adalah sebagai berikut BOD 8,17 mg/l, COD 38,42 mg/l, TSS 14,00 mg/l, krom 0,06 mg/l, N-Amonia 0,47 mg/l, sulfida 0,002 mg/l, minyak/lemak 4,21 mg/l dan pH 7,33. Berarti ada korelasi antara kualitas air limbah di sentra industri penyamakan kulit Sitimulyo terhadap karakteristik air sungai. Walaupun ada perubahan karakteristik air sungai, namun masih memenuhi persyaratan.

Kata kunci: air limbah, industri penyamakan kulit, air sungai

PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah (hides and skin) menjadi

kulit tersamak (leather) dengan menggunakan bahan penyamak. Pada proses penyamakan, semua bagian kulit mentah yang bukan collagen dihilangkan karena

¹⁾Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik, Yogyakarta

hanya collagen saja yang dipakai sebagai bahan pokok yang dapat mengadakan reaksi dengan zat penyamak. Kulit jadi sangat berbeda dengan kulit mentah dalam sifat organoleptis, fisis maupun kimiawi.

Air buangan industri penyamakan kulit yang masuk ke badan air harus sudah memenuhi standar baku mutu tentang ambang batas baku mutu industri khususnya industri penyamakan kulit. Hal ini karena air buangan akan masuk ke badan air sungai. Dengan mulai aktifnya produksi 2 (dua) perusahaan di kawasan sentra industri kulit Yogyakarta, maka akan semakin meningkat pula jumlah air buangan ke badan air sungai. Peningkatan jumlah produk di kedua industri penyamakan kulit tersebut akan memberi dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Hal ini disebabkan terjadinya kegiatan proses produksi sedangkan dampak positif adalah kebutuhan akan tenaga kerja yang akan mengurangi angka pengangguran. Demikian pula pertumbuhan ekonomi di Daerah Istimewa Yogyakarta khususnya Kabupaten Bantul serta peningkatan pendapatan masyarakat sehingga devisa negara akan bertambah. Air tercemar adalah air yang mengandung mikroorganisme atau zat kimia atau kotoran-kotoran lain yang mengakibatkan tidak sehat atau tidak bersih lagi. Jenis pencemar pada suatu wilayah oleh suatu industri tergantung pada bahan baku yang digunakan untuk melakukan proses produksi serta produk yang dihasilkan.

Air buangan industri sangat luas ragamnya, volume sangat tergantung dari jenis industri yang bersangkutan dan metode operasinya. Akibat dari cemaran air buangan suatu industri dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia, cemaran limbah berasal dari bahan arsenic, krom, mercuri, sianida, zinc, cloroform dan pestisida. (Tjokrokusumo, 1999).

Karakteristik limbah dari unsur metal tidak dapat di-biodegradasi dan akan tertinggal pada endapan, bersifat racun dalam larutan dan menjadikan biomagnifikasi. (Stainley et al., 1993).

Limbah cair industri pada umumnya fluktuatif yaitu volume maupun konsentrasi bahan limbah selalu berubah setiap waktu. Bahan polutan yang terkandung dalam air buangan secara umum dapat diklasifikasikan dalam tiga kategori yaitu bahan terapung, bahan tersuspensi dan bahan terlarut. Selain 3 hal tersebut ada yang lain yaitu, panas, warna, rasa, bau dan radioaktif. Karakteristik air buangan dari industri penyamakan kulit mengandung padatan total, garam, sulfat, ion krom, BOD dan kesadahan tinggi, BOD bervariasi antara 500 mg/l sampai dengan 5000 mg/l.

Oleh karena itu perlu diteliti pengaruh jumlah dan kualitas air limbah yang dibuang terhadap daya dukung lingkungan terutama air sungai.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan penelitian :

Bahan-bahan yang diperlukan untuk penelitian terdiri atas :

- Limbah cair dari 2 perusahaan yang menuju badan air dan air sungai
- Bahan untuk analisa parameter limbah cair terdiri atas :

Uji BOD: NaOH 0,1N, H₂SO₄ 0,1N, FeCl₃, MgSO₄, CaCl₂, buffer phosphat, MnSO₄, alkali iodida azida, indikator amilum, K₂Cr₂O₇ 0,025N, Na₂SO₃.

Uji COD : Hg SO₄, K₂Cr₂O₇ 0,25 N, H₂ SO₄ yang mengandung Ag₂SO₄ (10 g/l), larutan ferro ammonium sulfat 0,1N, indikator feroin krom, NaOH 1N, H₂O₂ 30%, HNO₃ pekat, larutan Na₂ S₂O₃ 0,1N, H₂SO₄ (1+1), NH₄OH pekat, larutan permanganat, KI 1N.

Uji sulfida : larutan seng asetat 2N, larutan NaOH 6N, larutan HCl 6N, larutan iod 0,0250N, larutan natrium tiosulfat 0,0250N, amyllum, air suling bebas CO₂.

Uji N-Amonia : kertas pH, H₂SO₄, NaOH, NaOH 6N, Na₂B₄O₇. 10 H₂O, Na₂SO₃, Na₂SO₃. 5 H₂O, indikator merah metil, Indikator biru metilen; H₃BO₃; larutan asam borat, larutan buffer borat, H₂SO₄ 0,02N, air suling bebas ammonium.

Uji lemak/ minyak: CCl₄

Alat penelitian :

Alat penelitian terdiri atas : pH meter, pipet, buret, refluks, labu Kjeldahl, kompor listrik, soklet, timbangan analitis

Cara penelitian:

Sampel limbah cair diambil dari saluran buangan limbah cair dua industri yang menuju badan sungai dengan volume produksi dan volume limbah yang bervariasi, sehingga dapat diketahui variasi karakteristik dari limbah cair yang dibuang, dilakukan selama 5 bulan dan dibandingkan dengan badan air sungai yang telah mendapat limpahan buangan limbah cair industri. Kemudian dari hasil pemeriksaan dibandingkan dengan baku mutu Kep. Men. LH No. Kep-51/ Men-LH/10-95 Baku mutu limbah cair industri penyamakan kulit dan PP No. 82/2001 Pengelolaan kualitas air dan Pengendalian Pencemaran Air, serta SK Gubernur No: 281/KPTS/1998 Baku mutu limbah cair industri

penyamakan kulit. Parameter uji yang dilakukan meliputi 8 (delapan) parameter uji yang mempengaruhi karakteristik dari limbah cair dan badan air sungai yang meliputi BOD, COD, TSS, N-Amoniak, Sulfida, Krom total, Lemak/minyak dan pH. Pengambilan sampel masing-masing tempat dilakukan sebanyak dua titik dari satu aliran limbah buangan masing-masing 2 liter agar dapat mewakili sampel, kemudian dicampur hingga homogen dan diambil contoh uji untuk dilakukan pengujian, demikian juga sampel uji dari badan air sungai. Pengujian dilaksanakan di Laboratorium Lingkungan Bidang Pengujian BBKKP Yogyakarta.

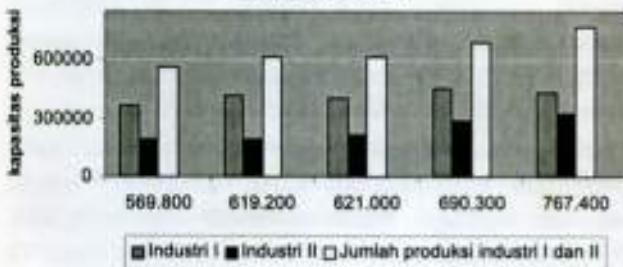
HASIL DAN PEMBAHASAN

Industri penyamakan kulit meghasilkan limbah cair, volumenya 50 - 70 lt air per kg bahan baku. Zat pencemar yang terkandung dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Dampak yang paling cepat berpengaruh adalah bau busuk dan kadang-kadang secara visual nampak berbusuh banyak. Secara umum limbah cair penyamakan kulit mengandung bagian dari kulit seperti bulu, sisa daging, potongan kulit dan bahan kimia sisa dari bahan yang ditambahkan dalam proses penyamakan.

Pencemaran yang berasal dari industri penyamakan kulit berupa padatan dan limbah cair yang secara signifikan dapat mencemari bila tanpa perlakuan sebelum dibuang (Bosnic et al, 2000). Menurut UNEP (1991) kandungan air limbah industri penyamakan kulit terdiri dari BOD, COD, SS, DS, asam, garam, krom, sisa samak nabati, syntan.

Dari hasil pengujian beban pencemar yang terkandung dalam limbah cair yang dikeluarkan dipengaruhi dari proses produksi yang dikerjakan, jenis dan sifat kulit yang diproses serta teknologi yang diterapkan. Adapun produksi kulit jadi yang dihasilkan di sentra industri penyamakan kulit Sitimulyo dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.

Grafik produksi



Gambar 1: Grafik produksi kulit (sqft)

Sumber: Data produksi industri kulit di Sitimulyo, 2005

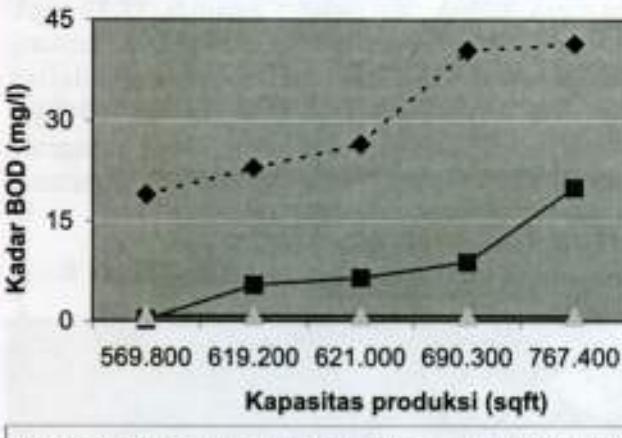
Limbah cair terutama dari proses basah (beam house)

dan proses penyamakan, sedang bahan pencemar berbahaya terutama adalah krom valensi 3 dan krom heksavalen yang berasal dari bahan penyamak krom.

Biological Oxygen Demand (BOD)/ Kebutuhan Oksigen Biokimia

Beberapa komponen limbah akan terurai oleh adanya bakteri menjadi komponen yang sederhana. Oksigen yang dibutuhkan oleh kehidupan bakteri (aerobik) dan terurainya beberapa komponen tergantung dari komposisi limbah sehingga peruraian dapat berlangsung secara cepat atau lambat. Bila limbah dibuang secara langsung ke badan air maka kepekaan keseimbangan yang dihasilkan dalam air akan menjadi kelebihan beban. Adanya oksigen dalam air menyebabkan ketergantungan pada kehidupan tanaman, bakteri, dan ikan dalam air sungai. (Bosnic et al., 2000)

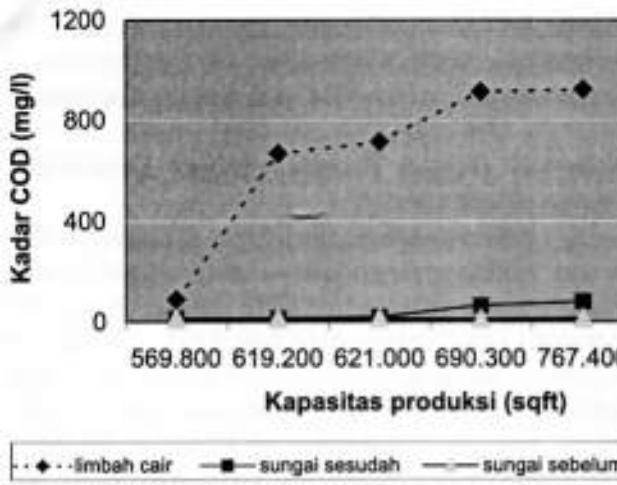
Dari gambar dibawah dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan kadar BOD air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 0,75 mg/l. Kadar BOD limbah cair adalah rata-rata 31,8 mg/l, kualitas BOD air sungai setelah mendapat buangan limbah cair industri rata-rata 8,17 mg/l. Ambang batas sesuai PP No. 82, Pengendalian pencemaran air kelas IV, kadar BOD maks 12 mgr/l, berarti air sungai yang telah mendapat buangan limbah masih memenuhi syarat.



Gambar 2 : Grafik kebutuhan oksigen biokimawi

Chemical Oxygen Demand (COD)/ Kebutuhan Oksigen Kimia

Kebutuhan Oksigen Kimia diukur untuk memberikan gambaran seberapa banyak kadar bahan organik mengingat limbah cair industri penyamakan kulit banyak mengandung bahan pewarna dan bahan kimia lain yang dipergunakan untuk proses penyamakan

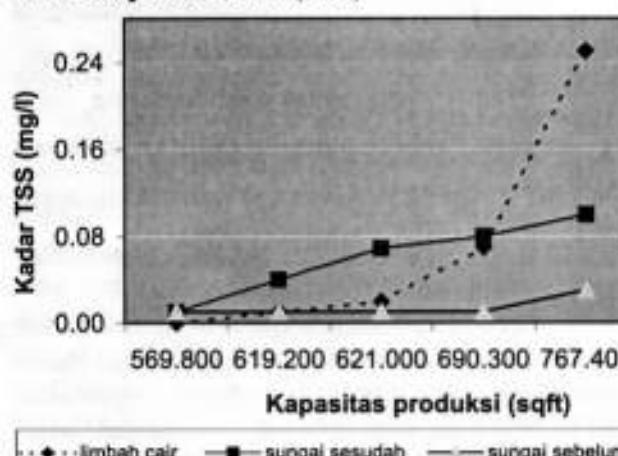


Gambar 3 : Grafik Kebutuhan Oksigen Kimia

Kadar COD tergantung dari bahan kimia yang digunakan pada proses pembuatan produk kulit. Beraneka ragam jenis limbah yang dikeluarkan rata-rata dapat dibiodegradasi. Kadar COD juga tergantung pada pengendapan limbah, bila tidak disaring bahan semi koloid yang terlarut pada limbah cair juga berpengaruh. (Bosnic, et al., 2000)

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan kadar COD air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 12,18 mg/l. Kadar COD limbah cair rata-rata 660,84 mg/l, sedangkan kadar COD air sungai setelah mendapat buangan limbah cair industri rata-rata 38,42 mg/l. Ambang batas sesuai PP No. 82 th 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air untuk kualitas IV adalah 100 mg/L Dengan demikian kualitas air sungai masih memenuhi baku mutu, sehingga dapat dikatakan beban pencemar dapat di purifikasi oleh badan air sungai.

Total Suspended Solid (TSS)



Gambar 4 : Grafik Kadar Total Suspended Solid

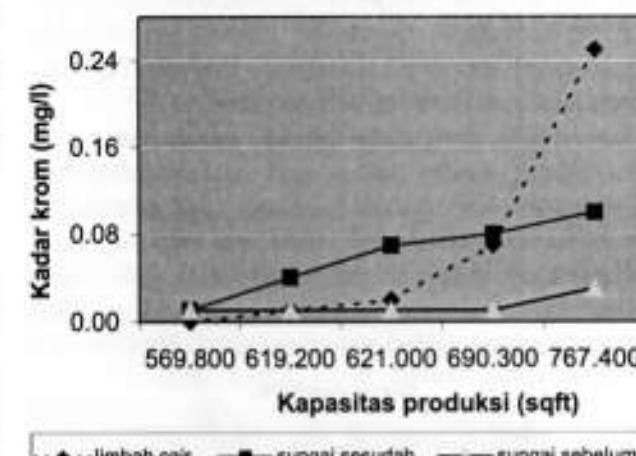
Total Suspended Solid merupakan jumlah

bahan terlarut dalam air limbah, bahan terlarut tersebut dapat menyebabkan persoalan bila dibuang langsung ke badan sungai. Bahan terlarut berasal dari buangan bahan kimia dan bahan dari limbah lain sedangkan volume yang besar berasal dari bagian *Beam house operation* (Bosnic et al., 2000).

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan kadar TSS air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 10,0 mg/l. Kadar TSS limbah cair rata-rata 221,6 mg/l, sedangkan kadar TSS air sungai setelah mendapat buangan limbah industri rata-rata 14,0 mg/l. Ambang batas sesuai PP No. 82 th 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air adalah 400 mg/l. Dengan demikian ditinjau dari kadar TSS air sungai masih memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

Kadar krom

Proses produksi pada industri penyamakan kulit menggunakan bahan penyamak krom untuk proses kulit jaket 10%, batting 15%, upper 15%, suede 20% dan glove 10%. Unsur metal dalam limbah tidak dapat dibiodegradasi. Limbah krom berasal dari proses penyamakan krom dan buangan dari proses *retanning* dan *dyeing*. Limbah krom yang bercampur dengan limbah proses lain akan bereaksi sangat cepat dan menimbulkan lumpur protein-krom (Bosnic et al., 2000).



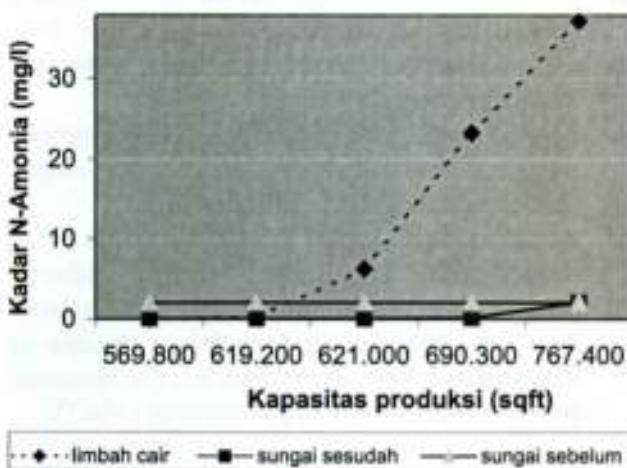
Gambar 5 : Grafik kadar krom

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan kadar krom air sungai sebelum mendapat buangan limbah industri adalah 0,01 mg/l. Kadar krom total limbah cair rata-rata 0,07 mg/l, berarti kadar tersebut masih memenuhi Kep. Gub. DIY No.281 tahun 1998. Kadar krom air sungai setelah mendapat buangan air limbah industri rata-rata 0,06 mg/l. Ambang batas sesuai PP No.82 th 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian

N-Amonia

Beberapa komponen air limbah industri penyamakan kulit berisi nitrogen sesuai dengan susunan kimia kulit. Amonia berasal dari protein kulit. Tipe limbah penyamakan kulit mengandung sejumlah 40% dari kebutuhan oksigen adalah untuk pergerakan komponen nitrogen (Bosnic *et al.*, 2000).

Dari gambar dibawah dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar N-Amonia air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 0,17 mg/l. Kadar N-Amonia limbah cair adalah rata-rata 13,36 mg/l. Kadar N-Amonia air sungai setelah mendapat buangan limbah adalah rata-rata 0,47 mg/l, sedangkan ambang batas sesuai PP No. 82 th 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air untuk kadar N-Amonia adalah 0,5 mg/l, untuk air kelas I dan tidak dipersyaratkan untuk air kelas IV



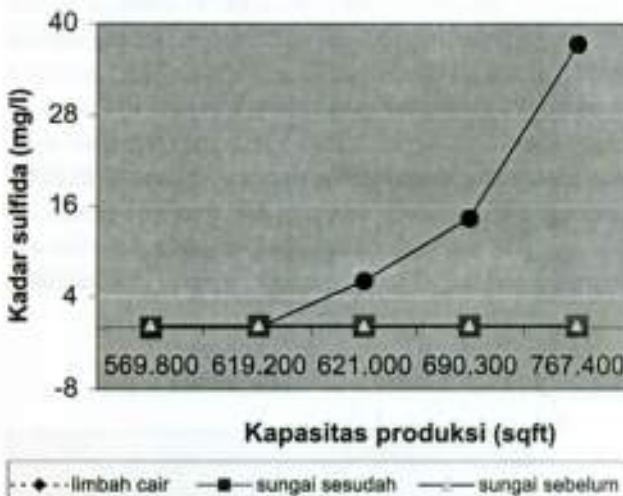
Gambar 6 : Grafik kadar N-Amonia

Kadar sulfida

Limbah sulfida pada industri penyamakan kulit berasal dari Sodium sulfida atau sodium hidrosulfid dari buang bulu pada proses *unhairing*. Meskipun kedua industri tidak melakukan proses pengapuran pada pengolahan bahan baku namun penggunaan asam sulfat teknis masih digunakan pada proses repikling dan bahan protein berasal dari bahan baku kulit pikelnya (Bosnic *et al.*, 2000).

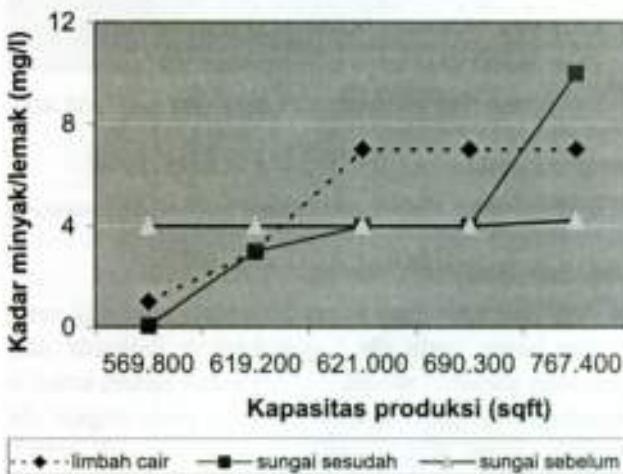
Dari gambar dibawah dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar sulfida air sungai sebelum mendapatkan buangan limbah adalah 0,17 mg/l. Kadar sulfida limbah cair rata-rata 13,56 mg/l, kisaran air sungai setelah mendapat buangan limbah cair industri rata-rata 0,19 mg/l. Ambang batas kadar sulfida sesuai dengan PP No. 82 th 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian

pencemaran air adalah 0,002 mg/l untuk kelas III dan tidak dipersyaratkan untuk kelas IV. Pada kondisi alkali sulfida dalam larutan sangat banyak bilamana pH larutan turun dibawah 9,5 hidrogen sulfida tinggal di dalam larutan limbah, pH rendah lambat laun menjadi tinggi dan limbah berbau seperti telur busuk. Gas hidrogen sulfida terdapat juga dalam larutan, bila diserap oleh asam lemah akan bereaksi dan dapat menyebabkan korosi. Sulfida dapat dioksidasi menjadi tidak beracun oleh bakteri tertentu dalam sungai dengan memerlukan banyak kebutuhan oksigen. Bilamana oksigen kurang akan mengancam kehidupan organisme dalam air.



Gambar 7 : Grafik kadar sulfida

Kadar minyak /lemak



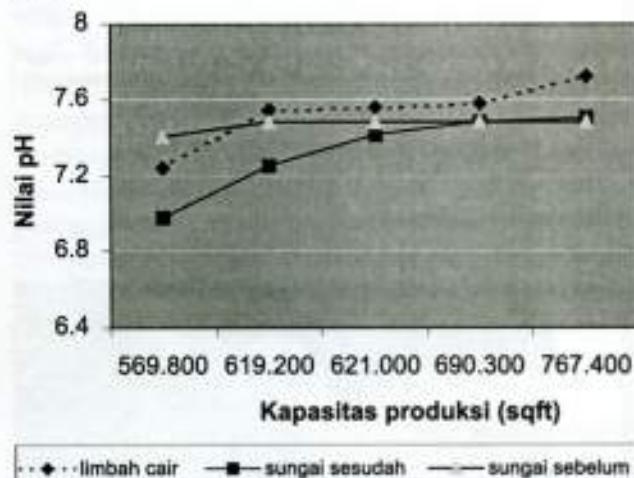
Gambar 8 : Grafik Kadar minyak/ lemak

Penggunaan minyak pada industri penyamakan kulit sangat diperlukan untuk melemaskan kulit jadinya. Di dalam bahan baku kulit juga terdapat minyak alami dan lemak yang akan dikeluarkan pada proses pengolahan agar tidak

menganggu bahan lain untuk bereaksi dengan serat-saraf kulit. Bila pengujian cairan lemak tidak baik beberapa substansi lemak akan bercampur dengan limbah cair. Timbulnya partikel lemak/minyak yang mengambang pada permukaan memperlihatkan warna air menjadi buram dan apabila berikatan dengan bahan lain maka berpotensi untuk mengelompok. Bila permukaan air mengandung lemak dan minyak atau lapisan minyak akan menghambat penetrasi oksigen dari atmosfer. Minyak teremulsi memerlukan oksigen dalam jumlah banyak untuk biodegradasinya (Bosnic et al., 2000).

Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar minyak/lemak air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 4,00 mg/l. Kadar minyak/lemak air limbah rata-rata 4,80 mg/l. Kadar minyak/lemak air sungai setelah mendapat buangan air limbah industri rata-rata 4,21 mg/l. Ambang batas sesuai dengan PP No. 82 th 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air baku mutu untuk kadar minyak/lemak adalah 1,00 mg/l untuk kelas III dan tidak dipersyaratkan untuk kelas IV.

pH



Gambar 9 : Grafik pH

Batasan nilai pH mempunyai toleransi yang cukup besar, pada pH tinggi karbon dioksida dari atmosfer atau dari proses biologi untuk sistem kondisi kesehatan air permukaan cenderung pada tingkat pH rendah sangat efektif untuk kondisi menjadi netral. Bila pH air permukaan melebihi 6,5 - 7,5 kehidupan ikan dan tumbuhan sangat sensitif dan cenderung mematikan biota air. Menurut Bosnic et al., 2000 pH untuk air limbah yang akan dibuang ke badan sungai 5,5 - 10. Dari gambar diatas dapat dilihat bahwa nilai pH air sungai sebelum mendapat buangan limbah adalah 7,48. Hasil uji pH limbah cair rata-rata pH 7,53, sedangkan pH air sungai setelah mendapat

buangan limbah rata-rata 7,33. Nilai ambang batas pH menurut PP No. 82 th 2001 tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air yaitu 6,0 - 9,0.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Karakteristik air sungai di sentra penyamakan kulit Sitimulyo sebelum dialiri limbah adalah sebagai berikut: BOD 0,75 mg/l, COD 12,8 mg/l, TSS 10 mg/l, Cr total 0,1 mg/l, N-Amonia 0,17 mg/l, sulfida 0,17 mg/l, minyak dan lemak 4,0 mg/l dan pH 7,48.
2. Sampai dengan produksi 767.400 sqft, sentra industri penyamakan kulit Sitimulyo mengeluarkan limbah cair dengan kualitas sebagai berikut; BOD 31,8 mg/l, COD 660 mg/l, TSS 221,6 mg/l, Cr total 0,07 mg/l, N-Amonia 13,36 mg/l, minyak dan lemak 4,80 mg/l.
3. Karakteristik air sungai setelah dialiri limbah sebagai berikut : BOD 8,17 mg/l, COD 38,42 mg/l, TSS 14 mg/l, Cr total 0,06 mg/l, N-Amonia 13,36 mg/l, Sulfida 0,19 mg/l.
4. Peningkatan kapasitas produksi disentra industri penyamakan kulit Sitimulyo sangat mempengaruhi karakteristik air sungai.
5. Karakteristik air sungai setelah menerima beban pencemaran air limbah sentra industri penyamakan kulit Sitimulyo masih memenuhi PP No.82 th 2001, tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, dan termasuk golongan baku mutu kelas III maupun kelas IV.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1993. Inventarisasi Waste Water Treatment Plant dari Pabrik Penyamakan Kulit di DIY. Laporan Teknis, BBKKP, Yogyakarta.
- Anonim, 1995. Buku Panduan: Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Penyamakan Kulit. BBKKP & Bapedal Yogyakarta.
- Bosnic, M., J. Buljan and R. P. Daniels, 2000. Regional Programme for Pollution Control in the Tanning Industry in South-East Asia Pollutants In Tannery Effluents. *Definitions And Environmental Impact*. Limits For Discharge Into Water Bodies And Sewers. United Nations Industrial Development Organization US/RAS/92/120.
- Clonfero, 1993. Typical Tannery Effluent and Residual Sludge Treatment. Workshop on Pollution Control, Control/ low Waste Technologies in Agro Based Industries in

- Selected Countries, From The Asia and the Pasific Region, Shanghai.
- Chalid Fandeli, 1995. Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Prinsip Dasar dan Pemapanannya Dalam Pembangunan, Liberty Offset, Yogyakarta.
- Edifieldo, 2003. Integrated Pollution Prevention and Control: *Reference Document on Best Available Techniques for Tanning of Hides and Skins*, E-41092 Seville, Spain, <http://cipcbe.jrc.es>
- Laporan Studi Amdal Kawasan Industri Kulit Terpadu di DI Yogyakarta. Th1997/1998.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 tahun 2001. Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air.
- SK Gubernur No 281/KPTS/1998 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Industri di Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta - Baku Mutu Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit.
- SNI 06-2503-1991. Metoda pengujian kadar Kebutuhan Oksigen Biokimiawi dalam Air.
- SNI 06-2504-1991. Metoda Pengujian Kadar Kebutuhan Oksigen Kimiaiwi Dalam Air dengan Alat Refluks Tertutup.
- SNI 06-4563-1998. Cara Uji Kadar Residu Suspensi dalam Air Limbah Penyamakan Kulit.
- SNI 06-1132-1989. Cara Uji Kadar Khrom dalam Air.
- SNI 06-2502-1991. Cara Uji Kadar Minyak/ Lemak dalam air.
- SNI 19-4780-1998. Metoda Uji Kadar N-Amoniak dalam Air.
- SNI 19-4795-1998. Cara Uji Kadar Sulfida dalam Air Limbah Penyamakan Kulit.
- SNI 06-1140-1989. Cara Uji pH air dengan Elektrometri.
- SNI 03-7016-2004. Tata Cara Pengambilan Contoh Dalam Pemantauan Kualitas Air pada Suatu Daerah Pengaliran Sungai.
- Stainley H.A., Ronald E. Beiwenger and P. Walton Purdon, 1993. Environmental Science, fourth edition, Macmillan Publishing Company New York.
- Tjokrokusumo, 1999. Pengantar Enjiniring Lingkungan, Jilid 2, STTL 'YLH' Yogyakarta.
- UNEP and IEO, 1991. Tanneries and the Environment of Technical Guide to Reducing the Environmental Impact of Tannery Operation, Paris Ledek, France.