USAHA PENCEGAHAN PENCEMARAN PADA INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

Oleh:

Robiatun *)

Abstract

Leather industries produce a complicated pollution. Action to minimize the pollution it had been done in the leather industry which is middle industry. To implement this programme will save 50 % of fresh water in hide washing process (batch system) compared to continuous processed, while install screen in wastewater's flow will reduce solid waste in the sedimentation tank. Recycling the deliming washing water for washing the raw hide has no effect to leather quality (remain unchange). While recycling pickle washing water added with tanning washing water for tanning process will produce pollutant which chrome oxide in it is 50 % less than as usually and the wet blue product is still fulfil the standard requirement. By experiment recycling pickle-washing water added with chrome oxide for tanning process has no effect to the finished leather quality.

I. PENDAHULUAN

Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit jadi atau kulit tersamak dengan menggunakan bahan penyamak. Industri penyamakan kulit ini dapat mengurangi dampak lingkungan dari industri daging yang mempunyai problem lingkungan yang besar. Hanya kira-kira 1/5 bagian bahan baku yang dapat dirubah menjadi kulit yang dapat dijual sedangkan sisanya berupa rambut, protein larut, lemak, potongan kulit dll. Limbah dari industri penyamakan kulit dapat berupa limbah cair dari pengerjaan basah (*beam house*), penyamakan (*tanning*) maupun pengerjaan akhir (*finishing*), limbah debu dan kebisingan, limbah padat dll.

*) Staf Peneliti

Balai Lit. Kimia Organik dan Fermentasi
Balai Besar Industri Kimia

Limbah yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis dan sifat kulit yang diproses serta teknologi yang diterapkan. Bahan pencemar yang dihasilkan oleh limbah penyamakan kulit berasal dari proses pengerjaan basah, proses penyamakan dan proses penyelesaian akhir. Bahan yang digunakan dalam proses tersebut sebagian besar merupakan bahan yang berbahaya. Apabila penanganannya tidak tepat dapat membahayakan manusia serta mencemari lingkungan, oleh karena itu usaha-usaha perlu dilakukan untuk mengurangi limbah yang dihasilkan industri penyamakan kulit tersebut.

II. PROSES PENYAMAKAN KULIT DAN BAHAN PENCEMARANYA

Proses penyamakan kulit meliputi pengerjaan basah, penyamakan dan penyelesaian akhir. Produksi kulit jadi ini dimulai dengan

Gambar 1 : Bagan proses penyamakan kulit beserta pencemarnya

mengolah kulit segar atau yang sudah diawetkan menjadi kulit yang telah dipisahkan bulunya didalam proses pengerjaan basah, dimana dalam proses ini dihasilkan pencemaran paling banyak. Selanjutnya di dalam proses penyamakan yang menggunakan khrom dihasilkan *wet blue* (kulit tersamak) yang masih menghasilkan pencemaran tinggi, *wet blue* ini kemudian disempurnakan menjadi kulit jadi dimana dalam proses ini dihasilkan sedikit pencemar. Pada Gambar 1 berikut dapat diketahui proses penyamakan kulit beserta pencemaran yang dihasilkan : (Gambar 1).

Jenis bahan pencemar yang ada dalam industri penyamakan kulit berupa :

1. Buangan/limbah yang mengandung khrom.
Limbah khrom ini terjadi dan terdapat selama penyamakan, pemerahan, pembelahan, penyamakan ulang, penyelesaian akhir, termasuk air yang menetes dan air cucianya. Khrom yang ada didalam penyamakan kulit ini adalah khrom valensi 3,

yang tidak begitu berbahaya dibanding khrom valensi 6, khromat dan bikhromat, tetapi khrom 3 ini dapat berubah menjadi khrom 6 pada lingkungan tertentu.

2. Air limbah yang mengandung sulfida. Sulfida digunakan dan terjadi dalam proses pembuangan bulu. Sulfida dalam bentuk larut (ion S_2) atau gas H_2S berbahaya terhadap manusia maupun ikan dan mikroorganisme air.
3. Penggunaan bahan berbahaya seperti pewarna karsinogen, pestisida, pengawet dan lain-lain seperti azodyes, benzidine, formaldehyde dan lain-lain.
4. Penggunaan bahan kimia seperti asam, basa, pelarut, surfaktan dll yang sebagian tersisa dalam proses dan akan dibebaskan lagi setelah proses.
5. Bahan organik kulit didalam air limbah. Bahan-bahan tersebut berasal dari struktur jaringan kulit binatang yang ikut terbuang.

Adapun beban pencemaran limbah penyamakan kulit (samak khrom) dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1: Beban pencemaran limbah penyamakan kulit (samak khrom)

No.	Parameter	Satuan	kadar
1.	BOD	mg / l	140 – 2800
2.	COD	mg / l	700 – 5700
3.	Minyak lemak	mg / l	49 – 620
4.	Amoniak	mg / l	0,4 – 660
5.	Khrom total	mg / l	0,006 – 390
6.	Sulfida	mg / l	0,03 – 300
7.	Padatan total	mg / l	94 – 8600
8.	Nitrogen total	mg / l	63 – 3600
9.	Phenol total	mg / l	0,44 – 6,8

Sumber : Tanneries and the environment, 1994

III. USAHA-USAHA YANG DILAKUKAN UNTUK PENGURANGAN PENCEMARAN PADA INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

Industri penyamakan kulit menghasilkan limbah berupa limbah cair dari proses pengerjaan basah, penyamakan dan pengerjaan akhir, limbah padat berupa daging, bulu, belahan dan potongan kulit, debu dan kebisingan terutama pada proses mekanis. Usaha untuk dapat mengurangi limbahnya dapat dilakukan dengan cara yaitu:

- Pencegahan timbulnya pencemaran
- Pengendalian pencemaran

A. Pencegahan timbulnya pencemaran

Pencegahan timbulnya pencemaran dapat dilakukan dengan :

1. Peningkatan usaha kebersihan (*good house keeping*).

Dalam kegiatan sehari-hari hal-hal yang kelihatan sepele tetapi mempunyai dampak besar terhadap biaya misalnya:

- Menutup rapat kran, katup, selang atau pipa untuk menghindari kebocoran atau kehilangan air atau bahan kimia. Pengontrolan penutupan kran, katup, selang atau pipa untuk menghindari kebocoran akan membantu dalam mengurangi jumlah limbah cair yang dihasilkan.
- Kebersihan ruangan kerja pabrik perlu mendapat perhatian. Dalam proses penyamakan kulit akan dihasilkan limbah padat berupa potongan-potongan kulit. Potongan kulit tersebut apabila terlambat

pembersihannya akan terjadi pembusukan yang akan menimbulkan pencemaran udara. Air bersih agar tidak digunakan untuk mencuci dan membersihkan lantai, membuang limbah padat dan lain-lain, dan sebaiknya menggunakan air bekas cucian serta menggunakan sikat dan sapu.

2. Penyimpanan bahan

Kulit mentah yang akan diolah sebaiknya disimpan pada tempat yang padat, tertutup dan dilindungi terhadap hujan, kehilangan dan timbulnya bau. Pallet harus digunakan karena kontak langsung kulit dan tanah akan mempercepat pengotoran dan biodegradasi yang mengakibatkan timbulnya problem bau. Semua bahan kimia termasuk pelarut, pewarna, minyak, cat dll harus disimpan ditempat yang padat, dihindari kebocoran, tumpah, tertutup dan dilindungi terhadap hujan, kehilangan dan timbulnya bau. Penyimpanan dilakukan didalam ruang yang berventilasi baik, sebaiknya diberi label. Pengambilan bahan seharusnya didahulukan yang sudah disimpan terlebih dahulu dengan sistem FIFO (*First In First Out*).

3. Perencanaan Proses

Pencegahan terjadinya limbah dapat dilakukan dengan perencanaan proses yang cermat. Didalam proses pengerjaan basah minimasi limbah dapat dicapai dengan merubah sistem pencucian secara kontinyu menjadi sistem batch. Cara ini akan mengurangi jumlah limbah cucian yang dihasilkan sehingga dapat mengurangi

biaya pengolahan limbah. Agar dihindari untuk melakukan penyamakan dan peminnyakan ulang, karena hal ini akan menghasilkan limbah cair dengan volume dan konsentrasi yang lebih besar. Buang rambut/bulu secara tradisional menghasilkan beban pencemaran yang tinggi, untuk itu perlu dicari jalan untuk mengurangi besarnya beban pencemaran dengan mengamankan rambut, sehingga menghasilkan beban cemaran organik lebih rendah dalam limbah cair.

4. Penggantian bahan kimia tertentu

Agar diusahakan untuk menggunakan bahan kimia yang mempunyai beban pencemaran dan sifat toksis rendah. Pemilihan bahan kimia yang akan digunakan jangan hanya memperhatikan keandalan bahan kimia tersebut untuk keberhasilan proses yang dikehendaki serta biaya prosesnya, tetapi harus diperhatikan pula dampak pula dampak penggunaan bahan kimia yang dipilih terhadap karakter limbah serta cara dan biaya pengolahan limbahnya. Pengawetan kulit saat ini banyak menggunakan garam atau bahan pengawet penta chlorophenol (PCP). Jumlah garam yang digunakan dapat dikurangi dengan cara dilakukan pemisahan garam yang menempel pada kulit sebelum dilakukan perendaman. Sedangkan garam yang terpisah dapat digunakan lagi untuk mengawetkan kulit mentah. Penggunaan pengawet garam dapat diganti dengan proses pendinginan atau proses iradiasi, sedang PCP dapat diganti dengan 2 Thio Cyano Methyl Thio Benzothiazol (TC MTB) atau Octyl Iso Thia Zolin (OITZ). Penggunaan surfaktan (sebagai bahan pen-

cuci, pembasah) agar dipilih surfaktan yang *biodegradable* dan sedikit menimbulkan buisa. Penggunaan sulfida untuk membuang bulu dapat digantikan dengan menggunakan enzim buang bulu, bahan kimia dimethyl amin sulfat, NaCl, mercaptan dll. Untuk mengurangi bahan pencemar pada proses penyamakan dilakukan dengan menggunakan bahan kimia *high exhaustion* atau mengganti khrom dengan bahan kimia lainnya. Penggunaan *high exhaustion chrome* untuk menyamak kulit akan menghasilkan kualitas kulit tetap baik, kadar khrom dalam larutan bekas proses jumlahnya minimum, fiksasi khrom dalam kulit dapat optimum dll. Bahan penyamak yang mempunyai dampak kecil terhadap lingkungan adalah alum, titanium, sellatan P/EC, zirconium dll. Proses penyamakan kulit tanpa menggunakan khrom akan menghasilkan limbah yang bebas khrom sehingga tidak banyak menimbulkan permasalahan pada penanganan limbah cairnya.

5. Daur ulang dan penggunaan kembali limbah cair.

Pencegahan pencemaran dapat dilakukan dengan penggunaan kembali cairan atau bahan sisa proses yang dibuang. Misalnya : limbah cair yang berasal dari proses buang bulu dan penyamakan.

a). Daur ulang dan penggunaan kembali cairan kapur/sulfida.

- Limbah yang mengandung sulfida juga dapat digunakan lagi dengan cara menambah asam, pada umumnya cairan

limbah tersebut mempunyai pH 13. Selanjutnya H_2S yang dihasilkan dengan adanya penambahan asam tersebut agar ditampung dalam larutan soda. Perlakuan seperti ini harus hati-hati untuk menjamin gas yang dihasilkan tidak keluar. Dalam proses pengasaman tersebut diatas, protein yang terdapat didalam cairan buangan kapur tersebut mengendap dan dapat dikeluarkan untuk digunakan sebagai makanan ternak. Daur ulang secara sederhana dari sulfida dapat juga dilakukan dengan mengalirkan cairan bekas pengapuran melalui saringan untuk menghilangkan kotoran dan rambut-rambut. Sedangkan cairannya kemudian diendapkan untuk dilakukan analisa kandungan sulfida dan kapurnya, untuk memperhitungkan berapa kapur dan sulfidanya yang ditambahkan untuk proses buang bulu selanjutnya. Daur ulang ini

dapat mengurangi penggunaan sulfida sampai 20 – 50 % dan penggunaan kapur dapat dihemat 40 - 60%.

b). Daur ulang dan penggunaan kembali cairan khrom.

Air yang mengandung khrom dapat digunakan untuk penyamakan. Terlebih dahulu air buangan tersebut dianalisa kadar khromnya, untuk selanjutnya tambahkan bahan penyamak khrom sesuai kadar yang telah ditentukan untuk

proses penyamakan. Dengan sistem ini akan mengurangi limbah cair yang mengandung khrom.

Penggunaan kembali khrom dapat dilakukan dengan pengendapan terlebih dahulu. Ada beberapa cara pengendapan, yaitu dengan cara :

1. Pengendapan cepat dengan NaOH. Kemudian lumpurnya dipisahkan dengan penyaringan atau *sentrifuge*. Pengendapan cepat dapat juga dilakukan dengan menggunakan koagulan dan polielektrolit diikuti pemisahan dengan *filter* atau *belt press*.
2. Pengendapan lambat dengan menggunakan MgO , lumpur yang dihasilkan disaring, sistem ini paling banyak digunakan. Reaksi pengendapan dengan MgO adalah sebagai berikut :

B. Pengendalian Pencemaran.

Pengendalian pencemaran pada industri penyamakan kulit dilakukan dengan mengolah limbah yang sudah dikeluarkan dari proses penyamakan kulit. Jenis limbah penyamakan kulit yaitu limbah cair, padat, dan udara.

1. Pengolahan limbah cair.

Untuk mengurangi bahan berbahaya dan beracun di dalam limbah cair penyamak -

an kulit, perlu dilakukan perlakuan pendahuluan terhadap limbah tersebut. Sebelumnya limbah yang berbahaya dipisahkan untuk dilakukan perlakuan pendahuluan terlebih dahulu sebelum dicampur limbah yang lain. Air limbah yang mengandung sulfida harus segera diolah dan dipisahkan dari air limbah yang lain. Agar dihindari untuk mencampur limbah sulfida dengan limbah pengasaman dan penyamakan. Salah satu cara untuk mengurangi sulfida adalah dengan menggunakan $MnSO_4$. Sulfida akan mudah teroksidasi bila dilakukan aerasi dengan menambah $MnSO_4$ sebagai katalisator. Air limbah yang mengandung khrom sebelum dicampur dengan air limbah lainnya, dapat dilakukan pengendapan khromnya, untuk digunakan kembali dalam proses penyamakan berikutnya. Untuk selanjutnya kedua air limbah yang telah mendapat perlakuan pendahuluan tersebut dijadikan satu dengan air limbah cair lainnya untuk diolah secara kimia dan biologi. Agar bisa dibuang ke lingkungan, air limbah yang dihasilkan harus memenuhi baku mutu limbah cair industri penyamakan kulit sesuai dengan Kep 51/Men LH/10/1995 tgl. 23 Oktober 1995.

2. Pengolahan Limbah Padat.

Limbah padat industri penyamakan kulit berupa limbah padat kulit belum tersamak, limbah tersamak (mengandung khrom), dan limbahsludge. Untuk mengurangi jumlah limbah padat tersamak dapat dilakukan pembelahan kulit sebelum dilakukan penyamakan. Potongan kulit atau limbah padat yang dihasilkan dengan cara ini tidak

mengandung khrom. Pemnafaatan limbah padat yang belum tersamak untuk diolah sebagai makanan ikan, ternak atau pupuk. Limbah padat tersamak dapat dimanfaatkan untuk bahan pengisi papan asbes dan lain-lain. Sedangkan sludge dapat digunakan untuk bahan pengisi batako.

3. Pengolahan Limbah Udara.

Pencemaran udara yang dihasilkan karena proses pemanasan atau pengeringan kulit dapat dikurangi dengan mengoptimalkan pemanasan boilernya. Debu yang dihasilkan selama proses agar dikumpulkan dalam *filter bag* dan diolah dengan aman. Debu tersebut apabila mengandung khrom jangan dibakar, karena apabila dibakar asap yang dihasilkan masih mengandung khrom yang berbahaya terhadap kesehatan. Limbah gas buang terutama berasal dari mesin pengecatan yang berasal dari bahan cat, thinner dan lain-lain. Untuk mengurangi bahan partikel debu tersebut dengan melakukan penanganan atau penangkapan partikel gas debu pada sumbernya, melindungi pekerja dengan memberi alat penahan atau penyaring atau masker.

IV. USAHA-USAHA PENCEGAHAN PENCEMARAN PADA INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT SKALA MENENGAH

Industri penyamakan kulit yang melakukan usaha-usaha pencegahan pencemaran dengan menggunakan bahan baku kulit yang sudah digarami. Bahan

baku yang digunakan berupa kulit domba/kambing digunakan dalam jumlah banyak, sedang kulit sapi digunakan dalam jumlah sedikit. Kulit jadi yang dihasilkan digunakan untuk sarung tangan, alas sepatu dan garmen. Pengurangan limbah pada industri penyamakan kulit tersebut telah dilakukan dengan kegiatan :

1. Pemasangan *water flow meter*.
2. Pemasangan saringan.
3. Penggunaan kembali air cucian.
4. Daur ulang air limbah untuk penyamakan

1. Pemasangan *Water Flow Meter*.

Pemasangan *water flow meter* dimaksudkan untuk mengetahui banyaknya penggunaan air selama proses. Setelah dipasang *flow meter* diketahui bahwa proses pencucian dengan menggunakan air mengalir memerlukan 18 kali berat kulit mentah, sedang dengan sistem *batch* hanya diperlukan air sebesar 9 kalinya. Ini berarti bahwa penghematan yang diperoleh industri ini untuk pencucian adalah sebesar 50%.

2. Pemasangan Saringan.

Pemasangan saringan sepanjang aliran limbah cair pada proses pengerjaan batch telah dapat mengurangi jumlah padatan pada bak pengendap sampai separuhnya. Hal tersebut akan mengurangi pekerjaan pengambilan limbah padat sisa bulu dari bak pengendapan.

3. Penggunaan Kembali Air Cucian.

Air cucian yang berasal dari proses *deliming*, digunakan untuk proses pencucian awal kulit mentah. Dalam proses pencucian awal kulit mentah dilakukan

dengan menggunakan air cucian yang berasal dari proses *deliming*, telah menunjukkan tidak ada perubahan penampilan terhadap kulit *pickle* yang dihasilkan. Ini berarti dapat dilakukan penghematan terhadap air bersih yang digunakan untuk pencucian awal dengan menggunakan air cucian yang berasal dari proses *deliming*. Penghematan yang diperoleh industri ini untuk pencucian awal sebesar 50m³/hari.

4. Daur Ulang Air Limbah Untuk Penyamakan.

- a). Percobaan yang dilakukan dengan menggunakan air limbah pengasaman dan air limbah khrom untuk penyamakan kulit telah dilakukan dengan perlakuan sebagai berikut :
Air limbah pengasaman ditambah dengan air limbah khrom dengan sumber yang berbeda sebanyak 3 buah, yaitu **chromosal B**, khrom bikarbonat, dan *reduce chrome* digunakan untuk penyamakan kulit. Pengamatan terhadap kadar khrom oksida yang tersisa di dalam air limbah penyamakan kulit yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 2. Dari hasil pengujian tersebut, ternyata kadar khrom di dalam air limbah setelah daur ulang berkurang sebesar 50%. Pengamatan terhadap kulit tersamak yang dihasilkan dapat dilihat pada tabel 3.

Dari data pada Tabel 3 terlihat bahwa kadar Cr₂O₃ di dalam kulit tersamak yang

Tabel 2 : Kadar Khrom Oksida yang tersisa didalam air limbah penyamakan kulit

No.	Bahan khrom	Limbah sebelum daur ulang Cr_2O_3 (g / l)	Limbah setelah daur ulang Cr_2O_3 (g / l)
1.	Chromosal B	7,818	3,673
2.	Khrom Bikarbonat	6,795	3,253
3.	Reduce Chrome	10,756	5,037

Tabel 3: Pengamatan terhadap kulit tersamak yang dihasilkan

No.	Bahan Khrom	Kadar air (%)	Kadar Cr_2O_3 atas dasar berat kering (%)	Penyamakan
1.	Chromosal B	64,28	3,72	Masak
2.	Khrom Bikarbonat	67,67	3,46	Masak
3.	Reduce Chrome	70,31	3,6	Masak
4.	SNI	50-60	min 3	Masak

dihasilkan dengan menggunakan air limbah pengasaman dan air limbah khrom dengan bahan khrom berbeda memenuhi persyaratan SNI yaitu dengan menggunakan Chromonal B sebesar 3,72 % menggunakan khrom Bikarbonat sebesar 3,46% dan menggunakan *Reduce Chrome* sebesar 3,6 %, sedang untuk kadar airnya, ketiganya melebihi SNI (50-60%). Kadar air yang melebihi SNI tersebut dapat dikurangi dengan menambah waktu pengeringannya.

- b). Percobaan daur ulang air limbah pengasaman ditambah garam khrom untuk proses penyamakan dapat dilihat pada

Tabel 4 sebagai berikut :

Kulit tersamak yang dihasilkan selanjutnya diproses menjadi kulit jadi. Menurut pengamatan hasil akhir pada kulit jadi yang dihasilkan ternyata tidak menunjukkan perbedaan nyata yaitu penyamakannya masak, kadar airnya diperkecil dengan menambah waktu pengeringannya sedang kadar khrom oksida dapat diperbesar dengan menambah konsentrasi kadar garam khrom yang digunakan didalam proses penyamakan sampai tercapainya persyaratan yang telah ditentukan.

Tabel 4 : Kulit tersamak yang dihasilkan dari daur ulang limbah pengasaman ditambah garam khrom.

No.	Kulit tersamak yang dihasilkan		
	Jenis Uji	Hasil Uji	Persyaratan SNI
1.	Kadar air	65,99%	50-60%
2.	Kadar Khrom Oksida	0,98 % (keadaan basah) 2,08% (keadaan kering)	min 3 % adb
3.	pH	3,7	3,5-5
4.	Penyamakan (fisik)	masak	masak

V. KESIMPULAN

1. Industri penyamakan kulit merupakan industri yang potensial untuk mencemari lingkungan.
2. Telah dilakukan usaha-usaha untuk mengurangi pencemaran pada salah satu industri penyamakan kulit skala menengah. Penelitian yang telah dilakukan berupa pemasangan *water flow meter*, saringan, penggunaan kembali cucian dan daur ulang limbah.

Hasil penelitian tersebut adalah sebagai berikut :

- Penghematan pemakaian air untuk pencucian kulit mentah hampir 50 % dengan mengganti sistem kontinyu menjadi sistem batch.
- Pemasangan saringan sepanjang aliran limbah cair mengurangi jumlah limbah padat dibak pengendapan sampai separuhnya.
- Penggunaan kembali air limbah yang berasal dari *deliming* untuk pencucian awal kulit mentah. Hasil yang diperoleh menunjukkan kulit *pickle* yang dihasilkan tidak ada perubahan penampilan.
- Daur ulang limbah pengasaman ditambah air limbah khrom untuk proses penyamakan kulit, air limbah yang dihasilkan mengandung khrom oksida berkurang sebesar 50 %, sedang kulit tersamak kadar Cr_2O_3 dan penyamakannya memenuhi persyaratan SNI.
- Daur ulang air limbah pengasaman ditambah garam khrom untuk proses penyamakan kulit. Kulit jadi yang dihasilkan dengan adanya daur ulang ini tidak menunjukkan perbedaan nyata.

VI. DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous, 1989
Industrial Pollution Control General Review and Practice in Japan Volume 1. Air and Water Revised: Industrial Pollution Control Association of Japan. Tokyo, Japan.
2. Anonymous, 1994
Tanneries and the environment A Technical guide to reducing the environmental impact of tannery operations UNEP (United Nations Environment Programme). Industry and environment. Programme Activity Centre France.
3. Anonymous, 1994
SNI 06-3538-1994 Kulit khrom basah (wet blue) dari domba atau kambing. Dewan Standardisasi Nasional-DSN.
4. Anonymous, 1995
EMDI. Workshop Proyek Demonstrasi Proses teknologi Bersih pada industri penyamakan kulit PT BUDI MAKMUR JAYAMURNI. BAPEDAL bekerjasama dengan BBKKP Yogyakarta.
5. David S. Cruickshank, 1995
The Regional Southeast Asian Conference and workshop on Eco Efficiency and Cleaner Production for Enhancing Profitability and Competitiveness. Cleaner Technologies in Leather manufacturing. Majelis Usaha Indonesia, BAPEDAL, UNEP.

6. Anonymous, 1998

Indonesian-German government cooperation in environment. Produksih and ecolabel project, BAPEDAL-GTZ cleaner production in the Tanning industry guideline, Jakarta.

7. Anonymous, 1998

Cleaner Production action plans. Environmental Impact management agency.

-----ooooo00000ooooo-----