

PEMANFAATAN KEMBALI KROM LIMBAH *SHAVING* UNTUK PENYAMAKAN KULIT

CHROME UTILIZATION OF *SHAVING* WASTE FOR LEATHER TANNING

Sri Sutiyasmi*, Supraptiningsih

Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik, Jl. Sokonandi No. 9 Yogyakarta 55166, Indonesia

* Penulis korespondensi. Telp.: +62 274 512929, 563939; Fax.: +62 274 563655;

E-mail: srisutyasmi@ymail.com

Diterima: 20 Agustus 2014 Direvisi: 7 November 2014 Disetujui: 10 November 2014

ABSTRACT

The aims of this study was to determine how much chrome in the shaving waste that could be recovered and used again for tanning leather and thus reducing the environmental pollution. Three kilograms of chrome shaving waste was hydrolyzed with NaOH in 10 liters of water, at a temperature of 100°C for 1 hour. NaOH concentration was varied from 1 to 3%. The resulting solution was filtered to separate the chrome from the collagen protein. The filtered solids chrome was recovered by using concentrated sulfuric acid. The resulting chrome has Cr₂O₃ concentration of ±11 g/kg with the use of 2% NaOH. The recovered chrome was used for tanning goat skin with variation of 0, 30, 40, 50, 60, 70, and 100% from total chrome used for tanning leather. Test result showed that the variation of 60% met the standard of SNI 0253:2009: Shoe upper leather - goat skin. The use of recovered chrome was able to reduce environmental pollution.

Keywords: chrome, hydrolysis, shaving waste, tannery, environment protection.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sampai berapa jauh senyawa krom dalam limbah *shaving* bisa diperoleh dan dimanfaatkan kembali untuk penyamakan kulit serta untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Untuk itu setiap 3 kg limbah *shaving* yang mengandung senyawa krom dihidrolisis dengan NaOH dengan variasi konsentrasi berturut-turut 1, 2, dan 3% dalam 10 liter air, pada suhu 100°C, selama 1 jam. Selanjutnya larutan yang dihasilkan disaring untuk memisahkan senyawa krom dari protein kolagen. Senyawa krom yang tertahan pada saringan diperoleh kembali dengan menggunakan asam sulfat pekat. Senyawa krom yang dihasilkan mempunyai kadar Cr₂O₃ ±11 g/kg dengan penggunaan NaOH sebesar 2%. Krom yang didapatkan digunakan untuk menyamak kulit kambing. Variasi penggunaan krom hasil recovery yaitu 0, 30, 40, 50, 60, 70 dan 100% dari total krom yang digunakan untuk menyamak kulit. Hasil uji kulit tersamak menunjukkan bahwa variasi 60% memenuhi SNI 0253:2009: Kulit bagian atas alas kaki - kulit kambing. Penggunaan krom hasil *recovery* mengurangi pencemaran lingkungan.

Kata kunci: krom, hidrolisis, limbah *shaving*, penyamakan kulit, perlindungan lingkungan

PENDAHULUAN

Sejalan dengan berkembangnya industri khususnya industri penyamakan kulit di Indonesia, maka pencemaran lingkungan juga mengalami peningkatan. Industri penyamakan kulit adalah industri yang mengolah kulit mentah menjadi kulit tersamak yang siap digunakan untuk berbagai keperluan pembuatan bahan jadi kulit. Selama proses penyamakan kulit, dihasilkan limbah cair, padat dan gas. Kebanyakan industri penyamakan kulit

sudah menangani limbah cairnya, namun limbah padat dan limbah gas pada umumnya belum ditangani secara baik. Beberapa jenis limbah padat yang mengandung krom ialah limbah padat krom *shaving*, *crust dyeing/undyeing* dan lumpur IPAL. Pada pembuatan kulit jadi dengan bahan baku satu ton kulit mentah awet garam akan dihasilkan limbah padat sebesar 600-800 kg yang terdiri atas 70-230 kg *fleshing*, 120 kg *trimming* kulit mentah, 115 kg *split wet blue*, 100 kg *trimming* + *shaving*

wet blue, 2 kg debu *buffing* dan 250 kg lumpur (Sunaryo & Sutyasmi, 2011), serta diperoleh kulit jadi 200 kg (Sundar *et al.*, 2011).

Limbah *shaving* adalah limbah padat kulit tersamak yang mempunyai volume relatif besar, ringan, tidak mudah rusak oleh perlakuan fisik dan kimia serta tidak mudah terdegradasi oleh mikrobia (Sutyasmi, 2010). Gambar 1 menunjukkan besar volume limbah *shaving* di salah satu industri penyamakan kulit. Sangeeth *et al.* (2009), menyebutkan bahwa limbah *shaving* memiliki komposisi kimia yang meliputi 25,42% air, 11,29% abu, 5,42% Cr_2O_3 , dan 3,21% lemak.

Limbah *shaving* yang dimanfaatkan oleh industri hanya sebagian kecil saja dari total volume produksi, dan sebagian besar limbah *shaving* samak krom yang dihasilkan seharusnya dibuang ke *landfill* karena mengandung krom. Namun demikian dalam kenyataannya limbah *shaving* tersebut hanya dibuang bersama-sama sampah ke TPA (Tempat Pembuangan Akhir) sebagai limbah kulit tersamak. Pembuangan limbah ini ke *landfill* memerlukan biaya mahal, dan dikawatirkan krom dalam lindi akan teroksidasi menjadi krom valensi 6 (Cr^{6+}) yang mencemari lingkungan, sehingga perlu dipikirkan pemanfaatannya (Okoh *et al.*, 2012).

Penelitian tentang penanganan limbah *shaving* telah dilakukan dengan cara pembakaran (Famielec & Wieczorek-Ciurowa, 2011; Marcilio *et al.*, 2010). Abu yang diperoleh mengandung krom oksida, yang bisa diambil dan digunakan ulang untuk proses penyamakan. Metode lain yang dapat di gunakan untuk memisahkan krom dan protein kolagen dalam limbah *shaving* yaitu dengan termohidrolisis, hidrolisis asam, hidrolisis alkali dan hidrolisis enzimatis (Beltrán *et al.*,



Gambar 1. Limbah *shaving* di salah satu industri penyamakan kulit.

2011; Sutyasmi & Sunaryo, 2009; Pati *et al.*, 2014). Proses pemisahan senyawa krom dengan metode enzimatis limbah kulit samak krom berhasil mereduksi senyawa krom sebesar 99,62%. Senyawa krom hasil pemisahan digunakan untuk menyamak, sedangkan protein kolagen yang bebas krom selanjutnya dibuat gelatin untuk pembuatan film, pelapis kertas dll. (Belay, 2010).

Sutyasmi (2010) menyatakan bahwa hidrolisis secara kimia yang diikuti dengan perlakuan mekanis sederhana atau pemisahan secara pengendapan terhadap krom untuk daur ulang merupakan cara pendahuluan untuk daur ulang limbah *shaving* samak krom, karena proses ini dapat dilaksanakan di industri penyamakan kulit. **Pengetahuan mengenai recovery** krom dan *recycling* limbah cair dapat di aplikasikan dalam *recovery* krom dari limbah padat. Limbah pertama kali di uji cobakan untuk mendapatkan protein sebanyak-banyaknya, dan diikuti perlakuan kimia untuk pemurnian serbuk krom untuk keperluan daur ulang penyamakan kulit (Ferreira *et al.*, 2010; Pati *et al.*, 2014).

Tujuan penelitian adalah untuk pengambilan kembali senyawa krom dalam limbah *shaving* dan pemanfaatan kembali senyawa krom tersebut untuk penyamakan kulit, dan mencegah pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh krom.

BAHAN DAN METODE

Bahan Penelitian

Bahan penelitian adalah limbah *shaving* yang berasal dari industri penyamakan kulit di Yogyakarta, bahan kimia untuk hidrolisis dan *recovery* limbah *shaving* meliputi: NaOH dan H_2SO_4 , kulit kambing mentah, bahan kimia untuk menyamak kulit yaitu: Teepol, Na_2S , garam dapur (NaCl), Oropon, kapur, HCOOH , Kromosal B, Na_2CO_3 , anti jamur, minyak untuk *fatliquor* (Leathernol SPU dan Neopristol), *dyesstuff*, dan bahan-bahan untuk *finishing* kulit.

Peralatan Penelitian

Peralatan penelitian terdiri atas: kompor gas Hitachi, tangki hidrolisis dari *stainless steel*, pengaduk kayu, kain penyaring (sifon), ember plastik, drum plastik untuk menampung krom olahan (hasil *recovery*), drum penyamakan kulit dengan kapasitas 20 kg beserta rangkaian perlengkapannya.

Metode Penelitian

Penelitian terdiri atas dua tahap yaitu tahap pertama hidrolisis alkali limbah *shaving* yang di-

lanjutkan dengan *recovery* krom dan tahap kedua adalah penyamakan kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing dengan menggunakan krom hasil *recovery* limbah *shaving*. Senyawa krom murni (Cr_2O_3) yang digunakan untuk penyamakan kulit sebesar 8% dari berat kulit. Selanjutnya pemakaian ulang senyawa krom hasil olahan kembali (hasil hidrolisis dan *recovery* limbah *shaving*) divariasikan konsentrasinya agar diperoleh senyawa krom optimum untuk penggunaan kembali penyamakan kulit.

Limbah *shaving* diambil dari dua lokasi industri penyamakan kulit di Yogyakarta, yang selanjutnya ditimbang sebanyak 3 kg dan dihidrolisis menggunakan larutan alkali (NaOH) dengan variasi konsentrasi berturut-turut 1, 2, dan 3 % dalam tangki *stainless steel* yang berisi air 10 liter, waktu pemanasan/hidrolisis 1 jam pada suhu 100°C. Kemudian dilanjutkan pemisahan krom dan protein kolagen dengan cara penyaringan. Lumpur/padatan tertahan saringan yang mengandung krom (*chrome cake*) yang diperoleh kemudian di *recovery* menggunakan asam sulfat pekat. Krom hasil *recovery* kemudian diuji/dianalisis kadar krom (Cr_2O_3) yang terkandung dalam krom sulfat.

Penyamakan kulit kambing digunakan krom hasil *recovery* dari limbah *shaving* hasil hidrolisis. Kulit kambing awet garaman sebanyak 30 lembar disamak menggunakan total krom sebesar 8% dari berat kulit. Rasio Kromosal B dengan krom hasil hidrolisis limbah *shaving* (krom olahan) berturut-turut sebesar 100:0; 70:30; 60:40; 50:50; 40:60; 30:70; dan 0:100. Kulit disamak menjadi kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing (kulit *glace*).

Selanjutnya kulit kambing hasil penelitian diuji sesuai dengan SNI 0253:2009 Kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing. Hasil uji kulit kambing bagian atas kulit alas kaki-kulit kambing kemudian di evaluasi pengaruh kadar krom hasil *recovery* dari limbah *shaving* (krom olahan) yang digunakan untuk menyamak terhadap kualitas kulit tersamak.

HASIL DAN PEMBAHASAN

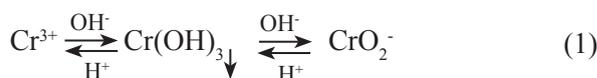
Hasil Hidrolisis Limbah *Shaving* dengan Alkali.

Limbah *shaving* yang diambil dari 2 industri penyamakan kulit di Yogyakarta dihidrolisis dengan alkali, selanjutnya dipisahkan antara krom dan protein kolagennya dengan cara penyaringan. Selanjutnya senyawa krom yang didapat di *recovery* menggunakan asam sulfat pekat. Hasil hidrolisis limbah *shaving* dari 2 industri tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa peningkatan penggunaan alkali (NaOH) dari 1% sampai dengan 3% diperoleh hasil kadar krom oksida (Cr_2O_3) hasil hidrolisis yang hampir sama yaitu 10,89-11,56 g/l pada kadar air 48,47% (Industri A) dan 10,60-11,46 g/l pada kadar air 50,05% (Industri B). Untuk lebih mudah membandingkan hasil dari Industri A dan B, maka dipakai basis kadar air 20%. Terlihat bahwa hidrolisis limbah *shaving* industri A maupun limbah *shaving* industri B menghasilkan kandungan krom oksida (Cr_2O_3) dari hasil *recovery* yang cukup dekat yaitu antara 16,92-18,25 g/l pada kadar air 20 %.

Pada kondisi basa, terbentuk endapan garam krom ($\text{Cr}(\text{OH})_3$) dan larutan hidrolisat protein. Terbentuknya endapan garam krom ini memberikan kelebihan hidrolisis dengan alkali dibandingkan hidrolisis dengan asam. Pada kondisi asam, garam krom tetap larut sehingga tidak bisa dipisahkan dari hidrolisat protein (Beltran *et al.*, 2011).

pH yang terlalu tinggi akan membuat garam krom yang diperoleh terlarut ke dalam hidrolisat protein dalam bentuk CrO_2^- . Menurut Mu *et al.*, (2003), persamaan kesetimbangan krom dalam larutan terlihat pada persamaan (1).



Beltran *et al.* (2011) melaporkan bahwa konsentrasi NaOH di atas 2,5% menyebabkan pH di atas 11,5. Sehingga pada penelitian ini diputuskan

Tabel 1. Hasil uji krom *shaving* dari hasil hidrolisis dengan alkali (NaOH)

Konsentrasi NaOH (%)	Industri A		Industri B		Krom (g/l) (basis kadar air 20%)	
	Krom (g/l)	Air (%)	Krom (g/l)	Air (%)	Industri A	Industri B
1	10,89	48,47	10,60	50,05	17,04	16,92
2	11,08	48,47	11,24	50,05	17,33	18,00
3	11,56	48,47	11,46	50,05	18,08	18,25

variasi 2% NaOH adalah yang digunakan menghidrolisis limbah *shaving*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa setiap 3 kg limbah *shaving* yang di hidrolisis diperoleh larutan krom sulfat sekitar 1 liter dengan kandungan Cr_2O_3 sekitar 11 g/l. Dengan demikian untuk 1 ton limbah *shaving* yang di hidrolisis akan dihasilkan 333,33 liter larutan Cr_2O_3 dengan konsentrasi 11 g/l.

Hasil Uji Sifat Kimia Kulit Tersamak

Hasil uji sifat kimia kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing yang disamak dengan krom hasil hidrolisis krom *shaving* dengan menggunakan alkali (NaOH) adalah seperti terlihat pada Tabel 2.

Sifat kimia pada Tabel 2 **apabila dibandingkan** dengan SNI 0253:2009 Kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing, maka dapat diketahui bahwa semua variasi konsentrasi krom olahan untuk penyamakan kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing mempunyai kadar air, krom, pH, lemak, dan abu pada jumlah yang memenuhi syarat SNI.

Garam khrom yang dapat digunakan untuk penyamakan kulit adalah garam Cr valensi 3 dalam bentuk senyawa khrom sulfat basis antara 33-45% (Beltran *et al.*, 2011). Selain basisitas, mutu bahan penyamak dalam bentuk senyawa krom ditentukan oleh kadar krom yang lazim digunakan (Mukherjee, 2012). Pada basisitas rendah daya ikat (fiksasi) krom rendah; pada basisitas tinggi daya ikat (fiksasi) krom tinggi; pada basisitas rendah mudah larut dan pada basisitas tinggi akan mengendap (El-Sabbagh & Mohamed, 2011). Pembentukan ikatan koordinasi asam organik lemah atau bahan masking (*masking agent*) dengan kromium kompleks, tergantung pada asam dan nilai pH yang tinggi akan menaikkan kereaktifan protein kulit

(Kasim, *et al.*, 2014). Ikatan yang terbentuk antara krom dengan protein kulit disebut ikatan silang yang terbentuk selama penyamakan dan inilah yang menyebabkan berubahnya sifat kulit mentah menjadi lebih tahan terhadap pengaruh fisik maupun kimiawi (Marcilio *et al.*, 2010).

Hasil Uji Sifat Fisis Kulit Tersamak

Sifat fisis (Tabel 3) dari kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing menunjukkan bahwa parameter tebal kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing hasil penelitian semua variasi konsentrasi dapat memenuhi syarat dalam SNI 0253:2009, sedangkan parameter mutu penyamakan yang memenuhi syarat untuk SNI 0253:2009 (masak) adalah kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing yang dibuat dengan variasi konsentrasi krom olahan sebesar 60%. Pada parameter mutu ketahanan gosok cat baik basah (sedikit luntur) maupun kering (tidak luntur) semua hasil dari variasi konsentrasi krom olahan memenuhi syarat SNI 0253:2009. Sedangkan parameter mutu untuk ketahanan retak/zwik semua hasil dari variasi konsentrasi krom olahan memenuhi SNI 0253:2009. Begitu juga untuk parameter kekuatan tarik, semua parameter memenuhi SNI 0253:2009. Namun untuk parameter kemuluran yang memenuhi SNI 0253:2009 adalah variasi 60, 70, dan 100% (54,33; 53,33; dan 53,33). Hal ini kemungkinan karena pemakaian krom olahan pada variasi konsentrasi 0-50% terlalu banyak mengandung Cr_2O_3 , sehingga kulit hasil penelitian sedikit di atas persyaratan karena sifat krom adalah untuk melemaskan kulit. Hal ini sesuai dengan yang dikatakan Ferreira (2010), bahwa krom dalam penyamakan kulit fungsinya untuk menyamak kulit dan melemaskan kulit. Angka kemuluran menurut SNI 0253:2009 adalah

Tabel 2. Sifat kimia bagian atas alas kaki-kulit kambing hasil penggunaan krom olahan hasil *recovery* krom *shaving*

Jenis Uji	Konsentrasi krom hasil olahan (%)							SNI 0253:2009
	0	30	40	50	60	70	100	
1. Air (%)	17,09	14,99	14,98	15,00	14,99	15,99	14,98	Maks. 18%
2. Krom (%)	4,56	5,60	4,32	3,15	3,88	3,57	2,94	Min. 2,5 %
3. Abu (% di atas kadar Cr_2O_3)	0,71	1,68	1,60	1,33	1,37	1,31	2,00	Maks. 2 % diatas kadar Cr_2O_3
4. Minyak (%)	5,0	4,78	5,8	7,13	5,68	5,89	7,70	4-8 %
5. pH	4,32	3,5	4,13	4,78	4,10	4,24	3,50	3,5-7

Tabel 3. Sifat fisis bagian atas alas kaki-kulit kambing hasil penggunaan krom olahan hasil *recovery* krom *shaving*.

Jenis Uji	Konsentrasi krom hasil olahan (%)						SNI 0253: 2009	
	0	30	40	50	60	70		100
1. Tebal (mm)	0,68	0,76	1,00	0,74	1,00	0,74	0,82	Min.0,6
2. Penyamakan (% susut)	masak (susut 1,65)	masak (susut 1,32)	masak (susut 2,30)	masak (susut 2,30)	masak (susut 1,16)	masak (susut 0,33)	kurang masak (susut 65,98)	Masak
3. Ketahanan gosok cat								
- Kering	4/5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	4/5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	4/5 (tidak luntur)	4/5 (tidak luntur)	Tidak luntur
- Basah	3/4 (sedikit luntur)	4/5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	5 (tidak luntur)	4/5 (tidak luntur)	4/5 (tidak luntur)	Sedikit luntur
4. Ketahanan retak/zwick (mm)	nerf dan cat tidak retak (9,02)	nerf dan cat tidak retak (8,68)	nerf dan cat tidak retak (11,81)	nerf dan cat tidak retak (9,18)	nerf dan cat tidak retak (11,03)	nerf dan cat tidak retak (8,57)	nerf dan cat tidak retak (9,99)	Nerf tidak pecah
5. Kekuatan tarik (kg/cm)	250,72	161,47	245,71	154,68	245,71	154,68	205,63	Min. 150
6. Kemuluran (%)	56,00	55,67	55,33	55,67	54,33	53,33	53,33	Min. 16 Maks. 55

Tabel 4. Sifat organoleptis bagian atas alas kaki-kulit kambing hasil penggunaan krom olahan hasil *recovery* krom *shaving*.

Jenis Uji	Konsentrasi Krom hasil olahan (%)						SNI 0253: 2009	
	0	30	40	50	60	70		100
1. Kerusakan	7,65	7,14	7,69	7,69	7,69	7,69	7,69	< 40 %
2. Keadaan kulit	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos	Tidak gembos
3. Ketahanan Sobek	Kuat	Kuat	Kuat	Kuat	Cukup kuat	Cukup kuat	Cukup kuat	Cukup kuat
4. Kelentingan	Kenyal	Kenyal	Kenyal	Kenyal	Kenyal	Kenyal	Kenyal	Kenyal

minimal 16 dan maksimal 55, sedangkan hasil penelitian pada variasi konsentrasi 0-50% adalah 56; 55,57 dan 55,33.

Hasil Uji Sifat Organoleptis Kulit Tersamak

Untuk pengujian organoleptis (Tabel 4), seperti kerusakan, keadaan kulit, kelentingan, kerusakan kulit, dan ketahanan gosok cat semuanya juga memenuhi SNI 0253:2009 Kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing. Sedangkan untuk parameter ketahanan sobek hanya sampai dengan variasi 60% krom olahan yang bisa digunakan untuk menyamak kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing yang dapat memenuhi SNI 0253:2009. Hal ini juga dimungkinkan seperti halnya pada pengujian fisis diatas bahwa kulit kurang masak sehingga ketahanan sobek kurang (dalam tabel hasil uji disebutkan "cukup kuat", sedangkan yang lain "kuat").

Reaksi penyamakan kulit dengan garam krom akan menjadikan serabut kulit sangat stabil dan tahan terhadap serangan mikrobial dalam kulit dan juga tahan terhadap suhu tinggi. Karena adanya penggunaan krom olahan yang lebih dari 60% menunjukkan bahwa penyamakan kulit kurang masak, ini berarti kadar Cr_2O_3 dalam krom olahan 70 dan 100% masih kurang dalam hal kadar Cr_2O_3 nya. Namun demikian tanpa proses lebih lanjut, kulit yang di samak krom tidak memberikan kualitas yang diharapkan untuk berbagai macam keperluan. Keuntungan pokok penyamakan kulit dengan krom ialah cepat, biaya rendah, warna cerah, dan pengawetan protein kulit bagus. (Covington, 2009)

Dengan menggunakan teknologi seperti diuraikan di atas diharapkan limbah *shaving* yang semula merupakan masalah bagi industri penyamakan kulit akhirnya bermanfaat, karena senyawa krom dapat diperoleh kembali dan dimanfaatkan untuk penyamakan kulit dan protein kolagennya bisa dimanfaatkan untuk kimia kulit seperti *binder* pada *finishing* kulit dan sebagai pengisi/*filler* untuk memperbaiki penampilan dari kulit (Nogueira *et al.*, 2011).

Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa senyawa krom olahan ulang bisa digunakan untuk penyamakan kulit menjadi kulit masak adalah variasi krom olahan sebesar 60%. Dengan demikian maka industri penyamakan kulit dengan kapasitas produksi sebesar ± 3000 lembar kulit per hari atau krom yang diperlukan sebesar ± 240 ton per tahun dan harga krom per kg sebesar Rp.40.000,-, maka

dapat menghemat penggunaan krom sebesar ± 144 ton/tahun dengan nilai rupiah Rp 5.760.000.000,- (5,7 milyar rupiah). Selain itu juga mengurangi biaya pembuangan limbah ke *landfill* yang juga tidak murah dan beban pencemaran endapan oleh krom.

Keunggulan penelitian ini adalah mampu mengatasi masalah krom di industri penyamakan kulit dan sekaligus dapat diperoleh limbah senyawa krom untuk keperluan penyamakan kulit yaitu krom yang lazim digunakan untuk penyamakan serta protein kolagen yang lazim digunakan untuk kimia kulit lainnya seperti binder pada *finishing* kulit, bahan pengisi untuk memperbaiki penampilan kulit jadi.

Kebanyakan industri penyamakan kulit masih belum banyak menggunakan teknologi ini, karena teknologi yang digunakan oleh industri penyamakan kulit selama ini adalah daur ulang senyawa krom dari limbah cair, dan bukan dari limbah padatnya. Sebenarnya semua limbah *shaving* dapat dihidrolisis sampai habis dan selanjutnya di peroleh kembali agar dapat dimanfaatkan kembali dan tidak hanya sebagai senyawa campuran.

KESIMPULAN

Pengambilan kembali senyawa krom dalam limbah *shaving* dapat digunakan untuk penyamakan kulit, sehingga dapat melindungi lingkungan dari pencemaran yang diakibatkan oleh senyawa krom. Penggunaan krom olahan (hasil *recovery*) untuk penyamakan kulit memenuhi SNI 0253:1989 (tentang Kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing) sampai dengan variasi 60 %.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik Yogyakarta atas bantuan dana penelitian dan semua pihak yang telah membantu program penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Belay, A. A. (2010). Impacts of chromium from tannery effluent and evaluation of alternative treatment options. *Journal of Environmental Protection*, 1, 53-58.
- Beltrán, J. C. P., Rodríguez, R. V., Pérez, M. C., Bolaños, J. L., Nava, E., Islas, H. J., & Álvarez, J. E. B. (2011). Chromium recovery from solid leather waste by chemical treatment and optimisation by response surface methodology. *Chemistry and Ecology*, 28(1), 89-102.
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). (2009). SNI

- 0253:2009: Kulit bagian atas alas kaki-kulit kambing. Jakarta, Indonesia: BSN.
- Covington, A. D. (2009). *Tanning Chemistry: The Science of Leather*. Cambridge, UK: The Royal Society of Chemistry.
- El-Sabbagh, S. H., & Mohamed. O. A. (2011). Recycling of chrome-tanned leather waste in acrylonitrile butadiene rubber. *Journal of Applied Polymer Science*, 121(2), 979-988.
- Famielec, S., & Wieczorek-Ciurowa, K. (2011). Waste from leather industry. Threats to the environment, *Czasopismo Techniczne. Chemia*, 108, 43-48.
- Ferreira, M. J., Almeida, M. F., Pinho, S. C. & Santos, I. C. (2010). Finished leather waste chromium acid extraction and anaerobic biodegradation of the products. *Waste Management*, 30(6), 1091-1100.
- Kasim, A., Novia, D., Mutiar, S., & Efendi, A. (2014). Diminishing chromium use on combined chromium-gambier tanning process upon the characteristics of tanned leather. *Media Peternakan*, 37(1), 24-29.
- Marcilio, N., Dettmer, A., Nunes, K., & Gutierrez, M. (2010). Tanning using basic chrome sulfate obtained from ash produced in the thermal treatment of leather wastes. *Journal of the American Leather Chemists' Association*, 105(9), 280-288.
- Mu, C., Lin, W., Zhang, M., & Zhu, Q. (2003). Towards zero discharge of chromium-containing leather waste through improved alkali hydrolysis. *Waste management*, 23(9), 835-843.
- Mukherjee, G. (2012). Modification of chrome tanned waste with epichlorohydrin. *Journal of Indian Leather technologists Association*, 62(10), 902-908.
- Nogueira, F. G., Castro, I. A., Bastos, A. R., Souza, G. A., de Carvalho, J. G., & Oliveira, L. C. (2011). Recycling of solid waste rich in organic nitrogen from leather industry: mineral nutrition of rice plants, *Journal of Hazardous Materials*, 186(2), 1064-1069.
- Okoh, S., Okunade, I. O., Adeyemo, D. J., Ahmed, Y. A., Audu, A. A., & Amali, E. (2012). Residual chromium in leather by instrumental neutron activation analysis. *American Journal of Applied Sciences*, 9(3), 327-330.
- Pati, A., Chaudhary, R., & Subramani, S. (2014). A review on management of chrome-tanned leather shavings: a holistic paradigm to combat the environmental issues. *Environmental Science and Pollution Research*, 21(19), 11266-11282.
- Sangeeth, M. G., Saravanakumar, M. P., & Porchelvan, P. (2009). Pollution potential of chrome shaving generated in tanning process. *Journal of Applied Sciences in Environmental Sanitation*, 11, 11-15.
- Sutyasmi, S. & Sunaryo, I. (2009). Teknologi pengambilan kembali krom dalam limbah shaving industri penyamakan kulit. *Jurnal Riset Industri*, 3(3), 156-162.
- Sutyasmi, S. (2010). Pemisahan protein dalam limbah shaving industri penyamakan kulit. Dalam *Prosiding Workshop Nasional Karya Tulis Ilmiah Jurnal Riset Industri*. Bandung, Indonesia: BPKIMI.
- Sunaryo, I., & Sutyasmi, S. (2011). Manfaat limbah padat industri penyamakan kulit dan pengelolannya. Dalam *Prosiding Workshop Penelitian dan Pengembangan Kulit, Karet dan Plastik*. Yogyakarta, Indonesia: BBKPP.
- Sundar, V. J., Raghavarao, J., Muralidharan, C., & Mandal, A. B. (2011). Recovery and utilization of chromium-tanned proteinous wastes of leather making: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 41(22), 2048-2075.

