

# TEKNOLOGI PENGAMBILAN KEMBALI KROM DALAM LIMBAH SHAVINGS INDUSTRI PENYAMAKAN KULIT

(TECHNOLOGY OF CHROME SHAVING WASTES RECOVERY FROM  
LEATHER TANNING INDUSTRY)

Sri Sutyasmi dan Ign Sunaryo

Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik

Jl. Sokonandi 9 Jogjakarta 55166

Telp.0274-512929,563939, Fax.0274-563655

Email :bbkpk@jogjamedianet.com

## ABSTRAK

Telah dilakukan ekstraksi khrom dari limbah *shavings* Industri Penyamakan Kulit di Yogyakarta dengan cara hidrolisis menggunakan asam klorida (HCl) dan kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ). Limbah *shavings* seberat 40 gram dihidrolisa dengan asam klorida (HCl) dan dengan kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) masing-masing dengan variasi 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 % dalam air 500 ml, diikuti dengan pemanasan pada suhu  $100^\circ\text{C}$  selama 1 jam dan pengendapan. Larutan mengandung krom dipisahkan dari padatan mengandung protein. Hasil hidrolisa dengan asam klorida (HCl) menghasilkan krom tertinggi pada HCl 2 % yaitu sebesar 0,33% sementara dengan kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), diperoleh kadar krom tertinggi pada  $\text{Ca(OH)}_2$  2 % yaitu sebesar 2,98%. Pemurnian oksida krom yang didapat dilaksanakan dengan cara pembentukan garam kromat. Hasil pemurnian terbaik diperoleh dari hidrolisa asam klorida (HCl) 2 % yakni sebesar 44,38 % dan dengan kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ ) 2 % yakni sebesar 66,79 %. Kemurnian oksida krom ini sudah dapat digolongkan ke dalam oksida krom teknis.

**Kata kunci:** limbah *shavings*, hidrolisa, oksida krom, pemurnian.

## ABSTRACT

*Extraction of chrome from leather shaving waste of leather tanning industry in Yogyakarta has been carried out by hydrolysis method using chloride acid, (HCl), and lime,  $\text{Ca(OH)}_2$ . Leather shaving waste of 40 gram was hydrolyzed by hydrochloric acid and lime with the variation of which were 1 ; 1.5; 2; 2.5 and 3 % in 500 ml water. This solution was heated at  $100^\circ\text{C}$  temperature for 1 hour, and then precipitated. Solution containing-chrome was separated from sediment containing protein. The highest chrome concentration resulting from hydrolysis by using hydrochloric acid 2% was 0.33% while by using lime 2 % was 2.98%. Purification of chrome oxide was performed via chrome oxide salt. The best result, based on the chrome oxide extracted, was 44,38% by using 2% hydrochloric acid and 66,79% by using 2% lime. The purification of such recovered chrome oxide could be categorized into technical chrome oxide.*

**Keywords:** chrome leather shavings, hydrolysis, chrome oxide, purification

## I. PENDAHULUAN

Industri Penyamakan Kulit merupakan industri yang menghasilkan limbah padat, cair dan gas. Limbah cair kebanyakan industri sudah mempunyai IPAL, namun tidak demikian dengan limbah padat.

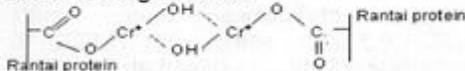
Dalam rangka ikut serta melestarikan lingkungan maka industri penyamakan kulit yang sudah terkenal potensial mencemari lingkungan harus bisa menangani atau mengolah limbah yang dihasilkan agar industri tetap bisa beroperasi. Limbah *shavings* adalah limbah padat dari kulit tersamak yang mempunyai volume yang

sangat besar dan ringan serta tidak mudah terdegradasi (Jost PDT 1990).

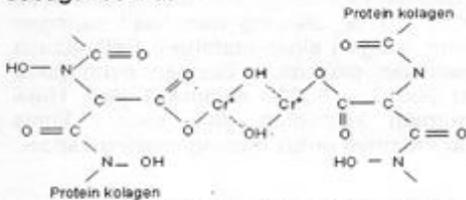
Potensi kulit sapi dan kerbau seluruh Indonesia yang menghasilkan limbah shaving adalah sebagai berikut; Jabotabek : 17,7 juta kg, Jawa barat : sekitar 7,85 juta kg, Jawa tengah : 7,60 juta kaki persegi atau sekitar 3,80 kg, Yogyakarta : 1,70 juta kaki persegi atau sekitar 0,85 juta kg, Jawa timur : 54,50 juta kaki persegi atau sekitar 27,25 kg. Dengan demikian potensi kulit sapi dan kerbau yang menghasilkan limbah *shavings* di pulau Jawa saja sekitar 57,45 juta kaki persegi atau 28,275 juta kg = 28.275.000 ton (Ign Sunaryo dkk 2002). Limbah padat ini

umumnya masih mengandung krom untuk kulit yang disamak krom dan formalin untuk kulit yang disamak formaldehid. Volume limbah *shavings* ini berkisar sekitar 100 kg untuk setiap ton kulit yang diproses (Bosnic, M 1997). Sehingga limbah *shavings* yang dihasilkan khusus dari hasil penyamakan kulit sapi dan kerbau di pulau Jawa saja = 2.799.225 ton.

Di industri penyamakan kulit telah diterima bahwa 1 ton kulit mentah basah akan menghasilkan kulit sebanyak 200 kg (sekitar 20% dari berat awal kulit), dengan demikian berarti bahwa lebih dari 600 kg akan berupa limbah padat atau lebih dari 60% dari berat awal kulit (Post, V., 1998). Limbah *shavings* sebetulnya merupakan kumpulan serat protein kolagen yang sangat halus dengan sifat yang tidak mudah rusak oleh mikroorganisme, bahan kimia bahkan perlakuan fisik (Sharphouse 1989). Adapun struktur jaringan kolagen kulit tersamak krom adalah sebagai berikut.



Atau yang lebih lengkap dapat ditulis sebagai berikut:



Jadi dapat kita ketahui bahwa kulit wet blue tersebut bermuatan positif, selain dari unsur kromnya juga rantai ujung amina atau rantai samping yang pada suasana pH rendah akan terdisosiasi menjadi  $\text{---NH}_3^+$ . Muatan ini akan reaktif dengan semua molekul yang bermuatan negatif (-) pada bahan pembantu seperti resin atau pewarna. (Bienkiewicz, K, 1998)

Penelitian yang sudah dilakukan adalah dimanfaatkan untuk pembuatan kertas, karton, leather board, panel serba guna, batako/corn block, dll.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk memisahkan protein kolagen dari limbah kulit seperti metode termohidrolisis, hidrolisis secara asam, hidrolisis secara alkali, dan hidrolisis secara enzimatis (Alloy 1976). Ikatan asylamide dari serabut kolagen mudah dihidrolisa pada suhu tinggi dengan

asam, dan asam tersebut akan dinetralkan oleh amino kolagen yang baru saja dihasilkan dari perusakan asylamide kolagen, sehingga asam tersebut akan dihilangkan pada saat hidrolisa berlangsung (Costle, DM, 1979). Hidrolisa jaringan kolagen secara asam jauh lebih mudah dan lebih sempurna dibanding pyrolisis yang disebabkan oleh katalisis asam. Komponen kolagen yang dihidrolisa dari limbah kulit dengan asam adalah mudah larut dalam air, pada saat yang sama garam krom dalam limbah kulit juga dapat larut dalam kondisi asam, dan kandungan krom dalam protein kolagen hampir sama dengan krom *shavings* (Anonimus 2005), dengan demikian perlu penambahan bahan pengendap untuk menghilangkan garam krom dari protein kolagen setelah hidrolisa dengan asam (Taylor MM 1998). Jaringan kolagen sedikit lebih mudah untuk dihidrolisa dengan asam dibanding dengan alkali, yang dapat diperoleh dari perbandingan dari berat molekul. Protein kolagen yang dihasilkan dari hidrolisa dengan asam dari limbah *shavings* kulit krom jauh lebih tinggi dibanding dengan hidrolisa dengan alkali (Zhiwen, D 2008).

Menurut Cabeza LF, 1997 bahwa, serabut kolagen dari berkas asam amida mudah untuk dihidrolisa pada suhu tinggi dengan alkali, alkali akan dinetralkan oleh karboxil kolagen yang baru saja dihasilkan dari penghancuran kolagen asam amida. Komponen kolagen yang dihidrolisa dari limbah kulit dengan alkali akan dapat larut dalam larutan cair, tetapi garam krom dalam limbah kulit tidak larut dalam kondisi alkali (Catalina, M. 2008). Sehingga dapat memudahkan untuk memisahkan antara protein kolagen dan garam krom. Protein kolagen yang dihasilkan dalam hidrolisa dengan alkali tergantung pada jenis dan jumlah alkali, suhu dan lamanya hidrolisa (Anonimus 2009).

Hamsah V, dkk. (1992) telah melakukan penelitian hidrolisa krom dari limbah *shavings* sampai dengan perancangan alatnya yaitu dengan memanaskan sampai mendidih selama 1 jam dengan  $\text{NaOH}$  ( $\pm 2\%$ ), didinginkan dan disaring. Oksida krom yang terjadi dimurnikan dengan dikering anginkan kemudian dipanaskan dalam oven  $200^\circ\text{C}$  untuk mendapatkan oksida krom. Oksida krom hasil ekstraksi dimurnikan dengan jalan pembentukan garam kromat. Oksida krom ditambah karbonat dan terus

dipanaskan dalam cawan platina, kemudian dilarutkan dalam air dan terus disaring. Ke dalam filtrat ditambah larutan asam sulfat 10% dan natrium sulfit. Terus dididihkan dan kemudian diendapkan dengan menambahkan NaOH. Endapan dicuci dan dikeringkan pada suhu 200 – 300° C (Setiono L 1990))

Beda penelitian ini dengan penelitian Hamsah V dkk adalah penelitian Hamsah V dkk hanya menggunakan NaOH dan protein tidak dipisahkan sedangkan penelitian ini menggunakan asam klorida dan kapur serta krom dan protein dipisahkan untuk dimanfaatkan tersendiri.

## II. METHODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat

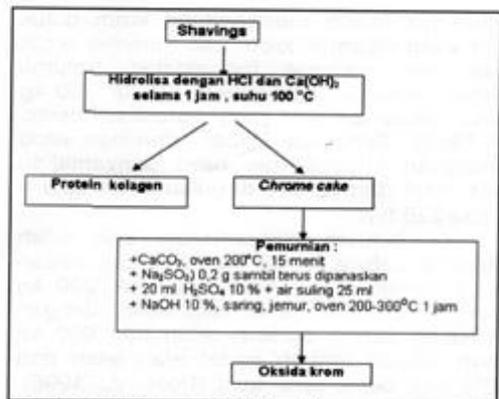
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini ialah limbah *shavings* dari industri penyamakan kulit yang diambil dari salah satu industri penyamakan kulit di Yogyakarta, Asam klorida (HCl), alkali/kapur (CaOH)<sub>2</sub>, NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, bahan kimia untuk uji seperti, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, KI, HCl 4 N, larutan Sodium Thiosulfat (Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), dan amylum indikator.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini ialah beker glass, termometer panas, kompor listrik, pengaduk, erlenmeyer, buret, gelas ukur, pipet gondok, pippet ukur.

### 2.2 Metode

Penelitian ini bersifat laboratoris (skala laboratorium). Hidrolisa limbah *shavings* menggunakan asam klorida dengan variasi HCL 1%, 1,5%, 2%, 2,5% dan 3% dan dengan alkali (kapur) dengan konsentrasi yang sama.

Sebanyak 40 gram limbah *shavings* dimasukkan ke dalam larutan asam Klorida (500 ml) dengan variasi ( 1% ; 1,5% ; 2% ; 2,5% ; dan 3%) ke dalam beker glass volume 1000 ml. Demikian juga dengan hidrolisa menggunakan alkali (kapur). Kemudian dipanaskan dalam kompor listrik dengan suhu 100°C waktu 1 jam. Didinginkan dan dibiarkan mengendap, baru kemudian disaring. Filtrat kemudian dianalisa kadar kromnya baru kemudian diendapkan dengan NaOH sampai pH 12 -13, selanjutnya disaring (untuk hidrolisa dengan asam). Sedangkan untuk hidrolisa dengan alkali (CaOH)<sub>2</sub>, endapan yang diperoleh dari pemisahan krom dengan protein diperiksa kadar kromnya baru kemudian dilanjutkan



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

dengan pemurnian kadar krom. Pemurnian krom hasil penyaringan (*chrome cake*) dilakukan dengan cara menambahkan carbonat dan dipanaskan dalam oven 200°C selama 15 menit. Selanjutnya sambil dipanaskan ditambahkan Sodium sulfit (Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>) 0,2 gram, asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) 10 % sebanyak 20 ml dan ditambah air suling sebanyak 25 ml, sambil diaduk. Setelah menjadi larutan yang homogen, kemudian diendapkan lagi dengan Sodium Hydroksida (NaOH) 10 %, disaring dan hasil saringan dijemur dengan sinar matahari. Selanjutnya pemanasan diteruskan dengan oven pada suhu 200°C – 300°C selama 1 jam. Hasil pemurnian kemudian diuji secara kimia kadar kromnya untuk masing-masing variasi.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Hidrolisa dengan asam Klorida (HCl)

Hidrolisa limbah *shavings* dengan asam klorida (HCl) akan diperoleh protein kolagen dan krom dimana protein berupa padatan putih dan krom akan terlarut bersama asam dan sedikit protein. Krom yang terlarut dalam asam ini kemudian diendapkan lagi dengan natrium hidroksida (NaOH) untuk memperoleh "*chrome cake*", yang selanjutnya dimurnikan guna memperoleh oksida krom dalam bentuk powder dan kadarnya lebih tinggi. Berikut ini adalah gambar dari larutan krom hasil hidrolisa (Gambar 2 dan Gambar 3)

Hasil Hidrolisa limbah *shavings* Industri penyamakan Kulit dengan asam klorida dengan konsentrasi HCl 1%; 1,5%; 2%; 2,5%



Gambar 2. Proses hidrolisa shavings



Gambar 3. Larutan krom dan padatan protein

dan 3 % dan limbah shaving sebanyak 40 gram dalam air suling 500 ml adalah seperti yang disebut dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1 diatas dapat diketahui bahwa kadar krom dari berat "chrome cake" masing-masing konsentrasi asam klorida (HCl) hanya sedikit perbedaannya. Namun demikian ada kadar dan berat "chrome cake" yang tertinggi yaitu pada konsentrasi HCl 2 % yaitu kadar sebesar 0,33 % dan berat "chrome cake" sebesar 0,448 gram. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asam klorida (HCl) yang digunakan untuk menghidrolisa limbah shavings tidak akan menambah kadar krom dan berat "chromecake" yang diperoleh. Hal ini mungkin disebabkan karena semakin pekat asam yang digunakan, protein dalam limbah shavings akan cepat menjadi gelatin

Tabel 1. Kadar krom dan berat chrome cake hasil hidrolisa dengan HCl

No	Konsentrasi HCl (%)	Limbah Shavings yang digunakan (gram)	Larutan krom hasil hidrolisa Volume larutan leon (ml)	Kadar krom (%)	Berat chrome cake yang dihasilkan (gram)
1	1	40	119	0,21	0,413
2	1,5	40	158	0,21	0,432
3	2	40	154	0,33	0,448
4	2,5	40	160	0,28	0,429
5	3	40	157	0,27	0,433

yang mana akan sulit untuk dipisahkan dengan krom sehingga krom yang terdeteksi akan semakin sedikit. Ini berarti bahwa kadar krom yang diperoleh dari hidrolisa tidak tergantung dari jumlah/konsentrasi asam yang digunakan untuk menghidrolisa limbah shavings.

Menurut Zhiwen, D (2008), serabut kolagen dari berkas *acilamide* mudah dihidrolisa dengan asam pada suhu tinggi, dan asamnya akan dinetralisir oleh amino kolagen yang baru dihasilkan dari perombakan acylamide kolagen. Hidrolisa dengan asam terhadap serabut kolagen jauh lebih mudah dan lebih sempurna dibanding *thermal hidrolisis*, karena disebabkan oleh katalisis asam, pada saat yang sama berat mol dari protein terisolasi jauh lebih kecil dibanding dengan termal hidrolisis karena kuatnya hidrolisis dengan asam.

Masih menurut Zhiwen, D (2008), kandungan krom dalam protein kolagen terutama tergantung pada pH larutan alkali. Kandungan krom akan meningkat apabila pH bertambah. Dapat dikatakan bahwa krom oksid merupakan suatu oksida amphoter, ia dapat diendapkan dalam larutan alkali, dan ia akan terlarut dan sebagian akan dilarutkan dalam larutan alkali kuat, oleh karena itu perlu mengatur pH larutan hidrolisa untuk mengontrol kandungan krom dalam protein kolagen.

Komponen kolagen dihidrolisa dari limbah kulit dengan asam dan akan larut dalam larutan cair, pada saat yang sama garam krom dalam limbah kulit dapat juga larut dalam kondisi asam, dan kandungan krom dalam protein kolagen hampir sama dengan krom shavings, dengan demikian diperlukan bahan pengendap untuk menghilangkan garam krom dari protein kolagen setelah hidrolisa dengan asam (M. M. Taylor 1998).

$\text{Ca(OH)}_2$  dapat dipilih sebagai bahan pengendap pada larutan protein kolagen yang dihidrolisa secara asam, karena  $(\text{OH})^-$  dari  $\text{Ca(OH)}_2$  dapat bereaksi dengan  $\text{Cr}^{3+}$  untuk membentuk endapan  $\text{Cr(OH)}_3$ , dan  $\text{Ca}^{2+}$  dari  $\text{Ca(OH)}_2$  dapat bereaksi dengan  $\text{SO}_4^{2-}$  untuk membentuk endapan  $\text{CaSO}_4$  (Catalina, M 2008)

### 3.2 Hasil Hidrolisa dengan Kapur ( $\text{Ca(OH)}_2$ )

Selain hidrolisa limbah shavings dengan menggunakan asam (HCl), limbah shaving juga dihidrolisa dengan Alkali (kapur/ $\text{Ca(OH)}_2$ ).

Hasil hidrolisa limbah *shavings* dengan alkali (kapur) dapat dilihat dalam Tabel 2 dibawah ini, Perlu diketahui disini bahwa hidrolisa dengan kapur ini lain dengan asam, karena protein dan krom langsung dapat dipisahkan. Disini krom berupa padatan hasil saringan dan protein berupa larutan berwarna coklat. Sedangkan hidrolisa limbah shaving dengan asam protein merupakan padatan putih dan sebagian ikut terlarut dalam larutan krom sehingga perlu dipisahkan lagi dengan kapur. Proses hidrolisa dengan kapur dapat dilihat dalam gambar berikut ini. Disini terlihat bahwa larutan protein berwarna coklat sedangkan "Chrome cake" berada dalam kertas saring berwarna hijau kebiruan, sedangkan kalau hidrolisa dengan asam krom terlihat larut dalam larutan asam bersama protein seperti terlihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Dari Tabel 2 di atas dapat diketahui bahwa kadar krom tertinggi dan berat "chrome cake" tertinggi terdapat pada hidrolisa dengan konsentrasi 2 % kapur dimana nilai kadar krom adalah 2,98 % dan berat chrome cake adalah 2,046 gram. Semakin tinggi alkali (CaOH)<sub>2</sub> yang digunakan dalam hidrolisa *shavings* ini tidak menunjukkan bertambahnya kadar krom dalam "chrome cake". Hal ini mungkin disebabkan karena krom yang terikat secara kimia oleh kulit (*shavings*) apabila dihidrolisa dengan alkali dengan konsentrasi lebih dari 2 %, protein kolagen yang terkandung dalam limbah *shavings* akan cepat menjadi gelatin sehingga krom yang sudah terhidrolisa yang ada dalam *shavings* terikat kembali oleh gelatin dan sulit dipisahkan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Zhiwen, D 2008, bahwa Protein kolagen yang dihasilkan dalam alkali hidrolisis tergantung pada jenis dan jumlah alkali, suhu dan lamanya hidrolisa.

### 3.3 Hasil Pemurnian Krom

Hasil pemurnian krom dari hidrolisa dengan asam klorida (HCl) dan dengan Alkali (kapur) dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini, sedangkan gambar krom yang sudah dimurnikan dapat dilihat dalam Gambar 6. Kadar krom dan berat *chrome cake* hasil hidrolisa dengan alkali (kapur)

No	Konsentrasi Kapur (%)	Limbah Shavings yang digunakan (gram)	Larutan krom hasil hidrolisa		Berat chrome cake yang dihasilkan (gram)
			Volume larutan krom (ml)	Kadar krom (%)	
1	1	40	113	1,45	1,396
2	1,5	40	115	1,79	1,434
3	2	40	150	2,88	2,046
4	2,5	40	143	2,85	1,813
5	3	40	137	2,08	1,686

Gambar 6

Hasil pemurnian krom yang dilihat dari Tabel 3 diatas dapat diketahui bahwa hasil pemurnian krom dengan HCL kadar tertinggi terdapat pada hidrolisa limbah *shavings* dengan konsentrasi 2 % sebesar 44,38 % sedangkan dari konsentrasi yang lain, kadar krom terendah pada konsentrasi HCL 1 % HCL yaitu nilainya sebesar 13,15 %.. Hal ini menunjukkan bahwa optimum penggunaan HCL untuk menghidrolisa *shavings* yang selanjutnya dimurnikan adalah konsentrasi HCL 2 %.

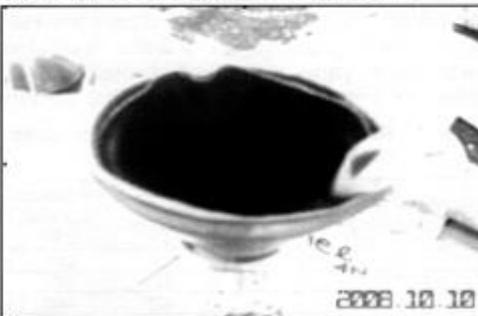
Untuk hidrolisa *shavings* dengan kapur (Ca(OH)<sub>2</sub>), kadar krom tertinggi juga pada konsentrasi Ca(OH)<sub>2</sub> 2 % yaitu sebesar 66,19%. Namun demikian dari variasi konsentrasi yang digunakan (1 %; 1,5%; 2 %; 2,5% dan 3 %) baik HCL maupun kapur,

Tabel 3. Hasil penurnian krom dari hidrolisa *shavings* dengan asam klorida (HCl) dan Alkali (kapur)

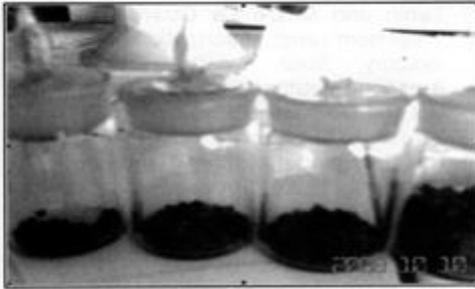
No	Konsentrasi HCl/kapur (%)	Kadar krom hasil Pemurnian dengan HCl (%)	Kadar krom hasil Pemurnian dengan kapur (%)
1	1	13,15	10,12
2	1,5	27,32	27,34
3	2	44,38	66,79
4	2,5	25,3	16,19
5	3	23,27	14,16



Gambar 4. Pemisahan krom dengan Kapur



Gambar 5. Chrome cake



**Gambar 5.** Krom yang sudah dimurnikan (oksida krom)

kadar krom yang dimurnikan mempunyai rata-rata yang hampir sama yaitu sekitar 26 %, walaupun dari masing-masing konsentrasi, hidrolisa dengan asam adalah mempunyai nilai kadar krom yang lebih tinggi dibanding dengan hidrolisa menggunakan kapur. Oksida krom hasil pemurnian ini dapat digolongkan sebagai oksida krom teknis. (Hamzah, F 1992).

#### IV. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1 Kesimpulan

1. Hasil hidrolisa dengan asam klorida diperoleh kadar krom tertinggi pada variasi asam klorida 2 % yaitu sebesar 0,33 %
2. Hasil hidrolisa dengan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) diperoleh kadar krom tertinggi pada variasi kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) 2 % yaitu sebesar 2,98 %
3. Hasil pemurnian garam kromat terbaik dengan asam klorida 2% sebesar 44,38 % dan dengan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) sebesar 66,79 %
4. Hidrolisa dengan kapur ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) adalah lebih baik dibanding hidrolisa dengan asam klorida.

##### 4.2 Saran

1. Perlu pemanfaatan hasil krom dan protein hasil hidrolisa
2. Dengan menghidrolisa limbah shaving maka akan didapat cara penanganan limbah shaving yang efektif bagi industri penyamakan kulit.

#### V. DAFTAR PUSTAKA

1. Alloy, Avolachier, B. Fulliermed tahun 1976, Protein Recovery From Lime Pelt.

- Centre Technique du Cuir.181,Anenue Jean – Jaures- 69007 Lyon, Franc
2. Anonimus, (2009). Recommendations For Tannery Solid Byproduct Management, International Union of Leather Technologists and Chemiste Societies, (IULTCS).
3. Anonimus, (2005). Ketentuan Teknis Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3). BAPEDALDA Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
4. Anonimus, (2005). Crome – based product in a hydrolyzed proteic compound and process for the making thereof, United States Patent Application 20050069472.
5. Bienkiewicz, K, 1983, "Phisical Chemistry Of Leather Making", Robert. E. Krieger Publishing Company, Malabar Florida.
6. Bosnic, M, Jakov Buljan, R.P. Daniels, 1997. Pollutants in Tannery Effluents Definitions and Environmental Impact limits for Discharge into Water Bodies and Sewers, Effluen Treatment Technologies, BLC. – The Leather Technology Centre.
7. Cabiza LF, Maryann M. Taylor, Eleanor M. Brown and William N. Marmer, (1997), Influence of Pepsin and Trypsin on Chemical and Physical Properties of Isolated Gelatin from Chrome shavings, The journal of The American Leather Chemists Association (JALCA) Vol. 92, No. 8.
8. Catalina, M, G.Attenburrow, Jaume Cot, A.D. Covington, A.P.M.Antunes, (2008) isolasi and characterization of gelatin obtained from chrome-tanned shavings, British School of Leather Technology, The University of Northampton; Boughton Green read; Northampton, NN2 7AL, United Kingdom.
9. Consejo Superior de investigaciones Cientificas (CSIC); C/ Jordi Girona, 18-26, Barcelona,08034, Spain.
10. Costle, DM, et al, 1979, Leather Tanning and Finishing Point Source Category of Effluent Guideliners Division Office of Water and Waste Water Management, US Environmental Protection Agency Wasington, DC.
11. Hamzah, F, Sarwendah, Suhandah., 1992. Pemanfaatan Krom Dari Limbah Kulit Untuk Bahan Pewarna Keramik. Jurnal Keramik dan Gelas Indonseia Vol. I No.1, 1992. Hal. 12 – 17.
12. Joss, P.D.T., 1990. "Assistance in the Development of New Activities at the

institute for Research and Development of Leather and Allied Industry". UNIDO, Viena.

13. Post, V., 1998. "Tannery Solid Waste Generation, Reduktion, Conversion and Disposal With Focus On Tamilnadu", India.
14. Sharpouse, J.H. 1989. "Leather Technician's Handbook", Leather Producers Association, Moullonpark, Northampton, England.
15. Sunaryo, Ign, Sri Sutyasmi, Widari dan Murwati, 2002. "Kulit Penggunaan Lemak Fleshing Industri Penyamakan Untuk Pembuatan Sabun Mandi". Majalah BBKPP Volume II, Yogyakarta.
16. Setiono L, A Hadyana, Pujaatmaka, (1990), Vogel, Buku Teks Analisis anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, PT Kalman Media Pusaka, Jakarta.

17. Tahiri and M.De La Guardia, (2009), *Treatment and Valorization of leather industry Solid wastes*, A Review, American Leather Chemists Association, Vol 104 No.2 Page 52-57.
18. Taylor, M.M., Luiza F. Cabeza, Gary L. DiMaio, Eleanor M. Brown and William N. Marmer. (1998). *Processing of leather waste: pilotscale studies on chrome shavings. Parti 1. Isolatio and characterization of protein products and separation of chrome cake*. JALCA, 1998. 93; p. 61-82
19. Zhiwen, D (2008). *Leather waste resuse technology*. Developing Countries Training Course on Eco-Leather Manufacture Technology, Chinese Leather and Footwear Industry Research Institute.