



OPTIMASI PEMBUATAN PEREKAT KAYU ALAMI DENGAN MEMANFAATKAN LIMBAH PENYAMAKAN KULIT

Optimizing Making Natural Wood Adhesive With Utilizing Tannery Waste

Budhi Indrawijaya¹, Anggun Windarti², Elly Suryani³

^{1,2,3} Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Pamulang, Banten
Jl.Surya Kencana No.1 Pamulang Barat Tangerang Selatan, Banten

*email: budhi.indrawijaya@gmail.com

Received : 12 Desember 2019; Accepted : 11 Januari 2020; Publish : Januari 2020

ABSTRAK

Industri penyamakan kulit merupakan salah satu industri kimia yang banyak menggunakan bahan kimia. Dalam proses penyamakan kulit terdapat sisa kulit seperti kulit split yang merupakan bagian bawah yang tidak memiliki lapisan kulit asli. Dalam satu ton kulit mentah garaman (kulit segar yang telah diawetkan dengan garam) terdapat 11,5% kulit split atau sejumlah 115 kg. Kulit mentah yang dihasilkan dimanfaatkan untuk meningkatkan nilai tambah produk seperti pembuatan krecek (kerupuk kulit). Penelitian dilakukan dengan memanfaatkan limbah kulit split dari industri penyamakan kulit untuk menghasilkan perekat menggunakan proses hidrolisis kolagen menggunakan katalisator asam klorida (HCl). Proses hidrolisis pada percobaan ini menggunakan katalisator HCl yang dimasukkan ke dalam gelas kimia dengan menggunakan pengaduk magnetik. Kulit split dipanaskan hingga mencapai suhu tertentu sampai menjadi larutan kental. Setelah itu filtrat yang dihasilkan di saring dan di uapkan dalam oven sampai beratnya konstan. Penelitian dilakukan menggunakan dua jenis kulit hewan yaitu kulit sapi dan kulit kambing. Dari percobaan yang telah dilakukan pada variabel perbandingan zat pereaksi antara berat kulit split terhadap volume air, dengan katalisator HCl 5% sebanyak 10 mL, kecepatan pengadukan 250 rpm dan suhu 70 – 75°C, waktu reaksi selama 3 jam didapatkan kondisi optimum yaitu kulit sapi pada perbandingan zat pereaksi 30gr/200 mL air dengan hasil lem sebanyak 10,8 gr, rendemen sebesar 35,35%, dan keteguhan rekat sebesar 15,41 kg/cm². Sedangkan untuk kulit kambing pada perbandingan zat pereaksi 20gr/200 mL air dengan hasil lem sebanyak 6,90 gr, rendemen sebesar 28,66%, dan keteguhan rekat sebesar 7,70 kg/cm².

Kata Kunci: kulit split, lem, kolagen, hirolisis kolagen

ABSTRACT

The tannery industry is one of the chemical industries that use a lot of chemicals. In the process of tanning, there are skin remnants such as split skin which is the bottom that does not have a layer of real leather. In one ton of salt skin (fresh skin that has been preserved with salt) there is 11.5% split skin or some 115 kg. The resulting raw skin is used to increase the added value of products such as the manufacture of crackers (skin crackers). The study was conducted by utilizing split leather waste from the leather tanning industry to produce adhesives using the collagen hydrolysis process using chloride acid (HCl) catalyst. The hydrolysis process in this experiment uses an HCl catalyst that is inserted into a beaker glass using magnetic stirrers. Split skin is heated to a certain temperature until it becomes a thick solution. After that, the resulting filtrate is filtered and evaporated in an oven to a constant weight. The study was conducted using two types of animal skins, cow skin, and goat skin. From the experiments that have been done on the variable ratio of reagents between the weight of split skin to the volume of water, with a 5% HCl catalyst as much as 10 mL, mixing speed of 250 rpm and temperature of 70-75°C, reaction time for 3 hours obtained optimal conditions, that is cow leather at a ratio of 30gr / 200 mL of reagent water with a yield of 10.8 g of glue, yield of 35.35%, and stickiness of 15.41 kg / cm². Whereas for goat skin in the ratio of reagent 20gr/200 mL of water with glue yield of 6.90 gr, the yield of 28.66%, and stickiness of 7.70 kg / cm².

Keywords: split leather, glue, collagen, collagen hydrolysis



PENDAHULUAN

Dalam rangka meningkatkan komoditi ekspor non migas, komoditas kulit merupakan salah satu komoditi yang mempunyai masa depan yang baik untuk dikembangkan. Namun sejak dikeluarkan kebijaksanaan pemerintah tentang larangan ekspor kulit mentah, juga setelah meningkatnya permintaan barang dari kulit, secara tidak langsung telah mendorong berkembangnya industri penyamakan kulit di Indonesia.

Dalam Standar Industri Indonesia (SII), kulit adalah kulit dari semua jenis hewan besar/kecil yang biasa diambil kulitnya untuk disamak, misalnya kulit sapi, kerbau, kuda, domba, kambing, dan lain-lain. Sedangkan penyamakan kulit adalah suatu proses untuk merubah kulit mentah menjadi kulit tersamak dengan menggunakan bahan penyamak^[8].

Industri penyamakan kulit seperti industri lainnya, tidak terlepas dari masalah limbah yang dihasilkan yaitu menimbulkan pencemaran lingkungan baik disebabkan oleh limbah padatan, limbah gas maupun limbah cairan yang dihasilkannya. Salah satu jalan keluar untuk mengatasi atau mengurangi dampak negatif itu yaitu dengan mengolah atau memanfaatkan kembali limbah kulit tersebut.

Sampai saat ini, sebagian besar kebutuhan perekat kayu sudah terpenuhi oleh produk dalam negeri. Jenis perekat yang diproduksi adalah perekat sintesis yang tidak dapat diperbaharui dan tidak bersahabat dengan lingkungan seperti urea formaldehida, melamin formaldehida dan fenol formaldehida, sehingga pembuatan lem kulit sebagai perekat untuk kayu merupakan alternatif yang bersahabat dengan lingkungan.

Menurut Alfred Adam (1943)^[1] ada beberapa keunggulan perekat kulit hewani dibandingkan perekat sintesis yaitu : pertama mudah menyesuaikan pada kondisi yang

berbeda-beda, kedua biaya produksi lebih rendah dan daya rekatnya lebih baik, dan ketiga dalam proses produksi serta penggunaannya tidak mengganggu kesehatan pekerja pada saat operasi, keempat bahan baku dapat diperbaharui dan bersahabat dengan lingkungan.

Limbah padat dari industri penyamakan kulit ada tiga jenis menurut Balai Penelitian Kulit Semarang (1982)^[3] yaitu pertama limbah padat kulit mentah yang masih segar berupa potongan kulit mentah segar, lemak, dan bulu sekitar 5% dimanfaatkan oleh masyarakat untuk krupuk rambak dan makanan kikil. Kedua, limbah padat kulit yang telah tersamak berupa potongan-potongan sisa kulit dari proses *shaving*, *buffing*, dan proses *finishing* sekitar 3% dari kulit mentah segar. Sedangkan yang ketiga limbah kulit mentah yang telah diawetkan berupa potongan-potongan kulit, daging, dan bulu hasil dari proses *fleshing*, *split*, dan *trimming* sekitar 5% dari kulit mentah segar belum dimanfaatkan secara serius sehingga limbah jenis ketiga ini sangat potensial untuk diolah menjadi lem kulit.

Gelatin merupakan jenis perekat yang dapat digunakan yang terbuat dari kolagen dan sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar lem. Gelatin ini dapat diperoleh dari kulit hewan yang terdiri atas sebagian besar protein, yang jika dihidrolisis dapat menghasilkan gelatin. Pada penelitian ini, limbah padat yang digunakan yaitu limbah dari potongan *trimming split*, diolah menjadi lem kulit yang diproses secara hidrolisis kolagen menggunakan katalisator HCl dan pemanasan.

Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan agar limbah potongan *trimming split* tidak hanya menjadi limbah buangan yang dapat mencemarkan lingkungan, melainkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan dasar perekat kayu berupa lem kulit.



BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah kulit potongan *trimming split* kambing dan sapi yang diperoleh dari industri jaket dan aksesoris dari kulit di daerah Sukarenggang-Garut, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 3%, HCl 5%, garam amonium sulfat $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2%, aquades, indikator phenolftalein.

Alat

Alat yang digunakan adalah *magnetic stirrer*, *hot plate*, neraca analitik, *beaker glass*, *thermometer*, cawan penguap, oven, spatula, kaca arloji, gelas ukur, tangkrus, wadah lem, talenan, gunting, viscometer, pH meter, kayu ukuran 1,5 cm x 1,5 cm, alat uji rekat, tisu, dan lain-lain.

Pencucian Limbah Kulit

Limbah kulit yang akan digunakan untuk membuat perekat terlebih dahulu dicuci dengan air untuk menghilangkan kotoran yang masih menempel, lemak, darah, dan lain-lain. Pencucian di ulang beberapa kali sampai bersih.

Pemotongan Limbah Kulit

Setelah dicuci sampai bersih, bahan kulit dipotong kecil-kecil sekitar 2 cm untuk membantu mempercepat proses hidrolisis.

Pengapuran

Hal ini dilakukan untuk menghilangkan protein non kolagen dan membuka tenunan serat kulit. Bahan kulit dimasukkan ke dalam wadah berukuran sedang yang berisi air sebanyak 400 persen dari berat kulit yang digunakan, dan larutan kapur $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 3%, lalu dihomogenkan kemudian di rendam selama 2 jam dan sewaktu-waktu diaduk agar larutannya merata, selanjutnya dicuci dengan air.

Pembuangan Kapur

Dalam penelitian ini, di buat larutan pembuang kapur (penetral) dengan menggunakan +/- 20 gram $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dengan 1 L aquades untuk menghilangkan sisa kapur yang masih tertinggal setelah pencucian. Proses pembuangan kapur ini dilakukan untuk menghilangkan sisa kapur yang masih tertinggal setelah pencucian. Bahan kulit dimasukkan ke dalam wadah yang berisi larutan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 2 % dalam air 200 persen, dan diaduk sekitar 1 jam. Proses pembuangan kapur selesai bila bagian kulit yang ditetesi indikator phenolftalein tidak berubah warna menjadi merah dan mempunyai pH 6,0 – 8,0 kemudian dicuci dengan air sampai bersih.

Hidrolisis

Perbandingan zat pereaksi masing-masing kulit sapi dan kambing, sebagai berikut :

Tabel 1. Perbandingan Zat Pereaksi

No	Kode Sampel	Zat Pereaksi
1.	K.1	20 gr/200 mL air
2.	K.2	30 gr/200 mL air
3.	K.3	40 gr/200 mL air
4.	S.1	20 gr/200 mL air
5.	S.2	30 gr/200 mL air
6.	S.3	40 gr/200 mL air

Siapkan 6 buah *beaker glass* dan dilabeli dengan kode S1, S2, S3, K1, K2, K3. Timbang potongan bahan kulit sapi dan kambing masing-masing sebanyak 20 gram, 30 gram, dan 40 gram ke dalam *beaker glass* yang telah diberi label, panaskan menggunakan *hotplate* dengan suhu 70-75°C dan kecepatan pengadukan 250 rpm. Lalu tutup masing-masing *beaker glass* dengan menggunakan kaca arloji, setelah larutan mendidih, katalisator HCl 5% sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam masing-masing *beaker glass* tersebut dan saat itu merupakan waktu awal reaksi hidrolisis. Waktu



hidrolisis selama 3 jam dan dilakukan pengadukan secara kontinyu.

Penyaringan, Pemekatan, dan Pencetakan

Setelah bahan kulit terhidrolisis, lalu dilakukan penyaringan untuk menghilangkan kotoran dan komponen-komponen lainnya yang tidak terhidrolisis. Kemudian hasil hidrolisis dipanaskan lagi dan diaduk-aduk sampai diperoleh cairan yang sangat kental. Lalu produk dituangkan ke dalam cetakan dari plat tipis dan dibiarkan dalam cetakan pada suhu kamar sampai memadat.

Pengeringan

Setelah produk memadat lalu diambil dari cetakan, kemudian dikeringkan sampai diperoleh kadar air sekitar 15% dengan di oven vakum pada suhu 40°C selama 3 jam. Lalu dimasukkan ke dalam desikator dan disimpan pada suhu kamar selama 24 jam, produk lem kulit siap untuk dianalisa.

METODE ANALISA

Analisa Rendemen

Perekat hasil hidrolisis yang telah dikeringkan ditimbang (A gram), kemudian diambil sebanyak B gram dan di oven pada suhu 105°C hingga dicapai berat yang konstan (C gram). Apabila jumlah bahan kulit yang digunakan adalah D gram, maka rendemen hasil hidrolisis di hitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\left(\frac{C}{B}\right) \times A}{D} \times 100 \%$$

Analisa Kadar Air^[9]

Sampel sebanyak A gram di timbang dengan teliti dalam cawan yang sebelumnya telah dikeringkan dalam oven selama 10 menit. Cawan dan sampel dimasukkan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 – 3 jam, kemudian dimasukkan ke dalam desikator dan di timbang. Pekerjaan ini

diulang – ulang sampai diperoleh berat konstan.

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{\text{Penyusutan berat sampel (gr)}}{\text{Berat akhir sampel (gr)}} \times 100\%$$

Analisa Berat Jenis

Menentukan berat jenis zat cair dengan gelas ukur dan neraca, dengan cara : Timbang gelas ukur (A) dalam keadaan kosong (gr), isi gelas ukur dengan lem kulit (B) sebanyak 10 mL (gr) lalu timbang gelas ukur setelah di isi zat cair.

$$\begin{aligned} \text{Berat Jenis Perekat} &= \frac{\text{Berat (N)}}{\text{Volume (m}^3\text{)}} \\ &= \frac{(\text{massa B} - \text{massa A}) \times g}{\text{Volume}} \end{aligned}$$

Catatan :

Percepatan gravitasi (g) = 1000 cm/s²

Analisa pH

Satu gram sampel perekat dilarutkan dalam air yang baru mendidih, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur dengan ditambahkan air sampai mencapai 10 mL. Kemudian didinginkan pada suhu kamar dan dilakukan pengukuran pH dengan alat pH meter. Selama pengukuran diusahakan tidak terjadi penyerapan karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer.

Analisa Viskositas

Sampel sebanyak 6,67 gram dilarutkan dengan aquades pada labu ukur sampai mencapai volume 100 mL kemudian dipanaskan pada suhu 60°C baru kemudian diukur viskositasnya, menggunakan spindel no. 6 dan kecepatan putarnya 60 rpm menggunakan *Viscometer Digital Lammy*.

Analisa Keteguhan Rekat

Keteguhan rekat dilakukan dengan uji geser tekan. Perekat kering (1 gram) dicampur dengan air (2,25 gram), asam oksalat (0,05 gram), dan paraformaldehida (0,1 gram) lalu dipanaskan pada suhu 70°C, sambil diaduk-aduk hingga larut. Kemudian dilabur pada balok berbentuk lingkaran



dengan diameter (1,5 cm). Setelah itu, di rekatkan menjadi satu bagian. Kemudian didiamkan pada suhu kamar selama satu minggu.

Sebelum dilakukan pengujian, terlebih dahulu dilakukan perlakuan terhadap sampel sebagai berikut : sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 20 jam, kemudian di simpan kembali pada suhu kamar selama 5 hari, setelah itu sampel siap untuk di uji keteguhan rekatnya dengan alat geser tekan.

$$\text{Keteguhan rekat} \left(\frac{Kg}{cm^2} \right) = \frac{\text{Beban maks. rusak (kg)}}{\text{Luas leburan (cm}^2\text{)}}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun standar hasil lem kulit ini mengacu pada hasil sifat fisik dan kimia seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2^[10].

Tabel 2. Sifat Fisik dan Sifat Kimia Lem Kulit

Sifat	Nilai
Kekuatan gel (gr. Bloom)	75,0 – 275,0
Viskositas (cp)	2,0 – 7,5
Ph	6,5 – 7,7
Berat jenis	1,25 – 1,27
Kadar air (%)	10,0 – 14,0
Titik isoelektrik	4,8 – 5,0

Sumber : Tourtellote, 1980

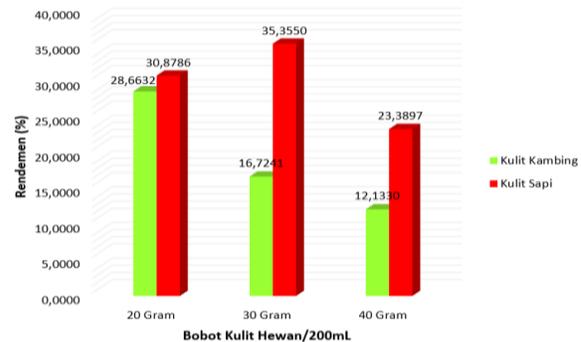
Analisa Produk Lem

Hasil Analisa yang dilakukan meliputi Analisa rendemen, kadar air, berat jenis, pH, viskositas dan keteguhan rekat.

Analisa Rendemen

Berdasarkan hasil analisa diperoleh hasil rendemen lem kulit (perekat) dari proses hidrolisis limbah kulit *trimming split* berkisar antara 12,13% - 35,55% dengan rata-rata 24,52%. Rendemen tertinggi dihasilkan dari kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL air. Sedangkan rendemen terendah dihasilkan dari kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dan

perbandingan zat pereaksi 40 gram/200 mL air seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.

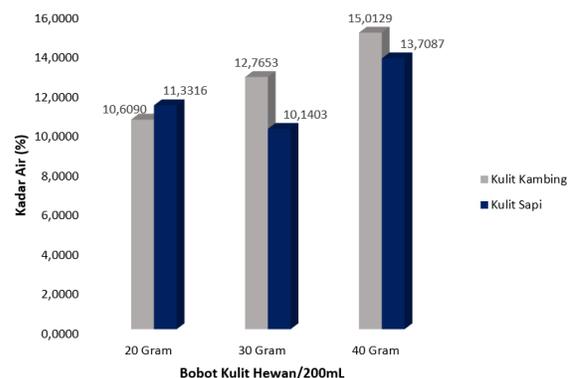


Gambar 1. Grafik Hasil Rendemen

Hal ini disebabkan karena pada perbandingan zat pereaksi yang tinggi, terjadinya tumbukan antar molekul-molekul kolagen dan air semakin sulit sehingga reaksinya berjalan lambat dan rendemen yang dihasilkan menurun.

Analisa Kadar Air

Berdasarkan hasil analisa diperoleh hasil kadar air lem kulit (perekat) dari proses hidrolisis limbah kulit *trimming split* berkisar antara 10,14% - 15,01% dengan rata-rata 12,26%. Kadar air tertinggi di peroleh dari kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dan perbandingan zat pereaksi 40 gram/200 mL air. Sedangkan kadar air terendah di dapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL. Rata-rata kadar air lem kulit ini sesuai dengan kadar air yang umum diperoleh, yaitu 10% - 14%^[10].

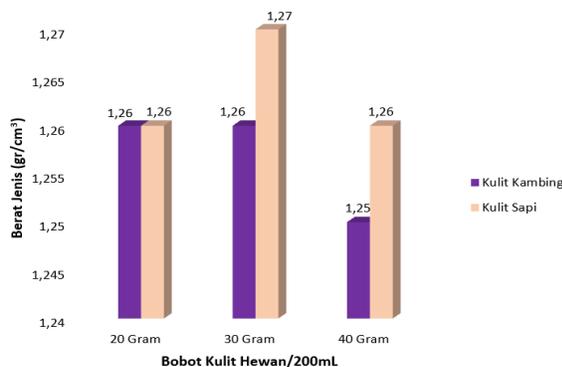




Gambar 2. Grafik Hasil Kadar Air

Terlihat pada Gambar 2, jenis kulit kambing menunjukkan kadar air yang relatif lebih tinggi dibandingkan jenis kulit sapi. Hal ini dimungkinkan karena ikatan saling pembentuk struktur tiga dimensi kolagen kulit kambing, yaitu ikatan silang antara rantai polipeptida dan ikatan silang di dalam rantai polipeptida yang berpilin lebih longgar. Ini menyebabkan air bebas yang terkandung dalam kulit kambing tersebut lebih banyak^[6].

Analisa Berat Jenis



Gambar 3. Grafik Hasil Berat Jenis

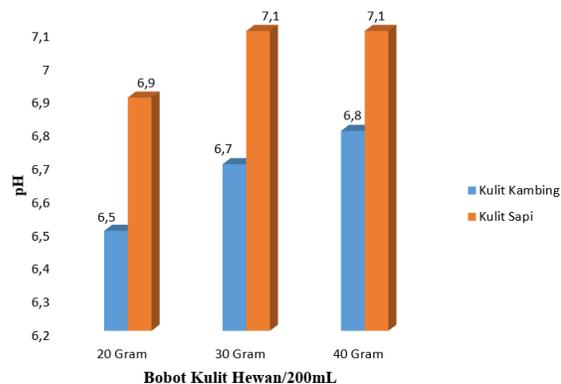
Berdasarkan hasil analisa seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3 diperoleh hasil berat jenis lem kulit (perekat) dari proses hidrolisis limbah kulit *trimming split* berkisar antara 1,25 – 1,27 gr/cm³ dengan rata - rata 1,26 gr/cm³. Berat jenis tertinggi diperoleh dari kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL. Sedangkan berat jenis terendah didapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dan perbandingan zat pereaksi 40 gram/200 mL. Berat jenis ini sesuai dengan berat jenis yang umum diperoleh (Tourtellote, 1980), yaitu 1,25 – 1,27 gr/cm³.

Hasil Analisa pH

Nilai lem kulit yang diukur berkisar antara 6,5 – 7,1 dengan nilai pH rata - rata

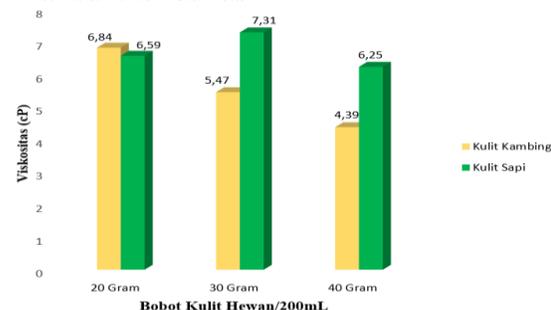
6,85. Nilai pH tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL air dan 40 gram/200 mL air. Sedangkan nilai pH terendah terdapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dan perbandingan zat pereaksi 20 gram/200 mL. Nilai rata-rata pH lem kulit ini masih berada pada kisaran nilai pH yang umum diperoleh yaitu kisaran 6,5 – 7,4^[4].

Pada Gambar 4, terlihat bahwa peningkatan perbandingan zat pereaksi cenderung meningkatkan nilai pH, namun pada nilai pH mendekati pH netral (7,0) relatif tidak terjadi perubahan nilai pH karena peningkatan perbandingan zat pereaksi. Hal ini sesuai dengan pendapat bahwa sebagian besar lem dihasilkan pada pH yang hampir netral dalam larutan air biasanya berkisar antara 6,5 – 7,4, namun masih mungkin terjadi pada pH yang lebih bervariasi^[4].



Gambar 4. Grafik Hasil Analisa pH

Analisa Viskositas



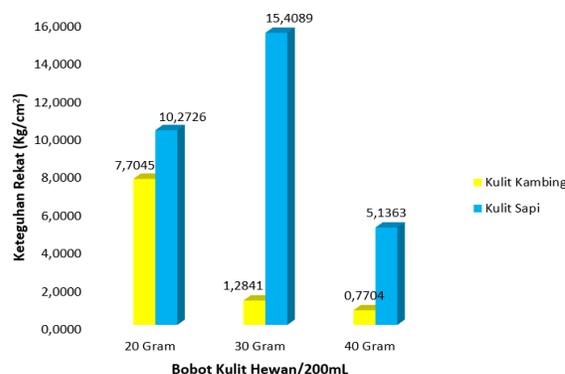
Gambar 5. Grafik Hasil Analisa Viskositas



Nilai viskositas yang ditunjukkan pada Gambar 5 berkisar antara 4,39 – 7,31 cP, dengan rata – rata 6,14 cP. Viskositas tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dengan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL. Sedangkan nilai viskositas terendah terdapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dengan perbandingan pereaksi 40 gram/200 mL. Nilai viskositas ini sesuai dengan nilai viskositas yang umum diperoleh yaitu berkisar antara 2,0 cP – 7,5 cP^[10].

Keteguhan Rekat

Nilai keteguhan rekat lem kulit yang diperoleh berkisar antara 0,77 Kg/cm² – 15,41 Kg/cm², dengan keteguhan rekat rata-rata 6,76 Kg/cm². Nilai keteguhan rekat tertinggi terdapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit sapi dengan perbandingan zat pereaksi 30 gram/200 mL seperti yang terlihat pada Gambar 6. Sedangkan nilai keteguhan rekat terendah terdapat pada kombinasi perlakuan jenis kulit kambing dengan perbandingan zat pereaksi 40 gram/200 mL. Keteguhan rekat ini sebagian besar belum sesuai dengan nilai keteguhan rekat standar Jerman (DIN 68705-2)^[2] yaitu keteguhan rekat minimum 12 Kg/cm². Perakat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan. Ikatan permukaan itu dapat terjadi karena masuknya cairan perekat ke dalam pori benda yang direkat kemudian mengeras dan gaya tarik menarik antar molekul perekat dengan molekul benda yang direkatkan^[7].



Gambar 6. Grafik Hasil Analisa Keteguhan Rekat

KESIMPULAN

Bahan dasar perekat kayu dapat dibuat dari limbah potongan kulit *trimming split* sapi dan *trimming split* kambing dengan proses hidrolisis kolagen yang terdapat pada kulit.

Perbandingan zat pereaksi mempengaruhi terhadap hasil lem kulit, dilihat dari semakin besar perbandingan kulit dengan air, maka lem yang dihasilkan semakin bertambah karena tumbukan antara molekul kolagen dan molekul air semakin besar. Tetapi dengan perbandingan yang terlalu besar, kekentalan semakin besar sehingga tumbukkan antara molekul-molekul kolagen dan air semakin sulit sehingga reaksinya berjalan lambat, dan rendemen yang dihasilkan menurun^[5].

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian penelitian ini khususnya kepada Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adam, A. 1943. The History of Animal Glue. Pergamon Press, London.
- [2] Anonim. 1975. DIN Taschenbuch 60, Beuth Verlag GmbH. Berlin Koln. Frankfurt (Main). pp. 49-51.
- [3] Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang. 1982. Pemanfaatan Kulit Sisa Penyamakan Untuk Makanan Ternak, BPPI, Semarang.
- [4] Gustavson, K.H. 1956. The Chemistry and Reactivity of Collagen, Academic Press Inc., New York.
- [5] Johns, D. 1977. The Structure and Composition of Collagen Containing Tissue. Academic Press, London.
- [6] King W. 1969. Gelatin. Di dalam Gum Technology in Food Industry. Academic Press, London
- [7] Sutigno, P. 1988. Perekat dan Perekatan. Departemen Kehutanan BPHH, Bogor.
- [8] SII. 0360-80, 1980. Mutu dan Istilah Kulit.
- [9] SII. 0759-83, 1983, Cara Uji Kadar Air Dalam Kulit.
- [10] Tourtellotte, P. 1980. Gelatin di dalam Mec Graw Hill Enclopedia of Science and Technology. McGraw Hill Book Company, New York.