

PEMBUATAN LEM SINTETIK DAN APLIKASINYA PADA ALAS KAKI (PRODUCTION OF SYNTHETIC ADHESIVE AND ITS APLICATION ON FOOTWEAR)

Arum Yuniari dan Herminiwati ¹⁾

ABSTRACT

Footwear can be categorized as one of labour intensive and very superior export commodities, consequently the product quality must be maintained and be continually improved. The quality parameter of footwear is determined by the bonding strength between the uppers and the soles, it means that it depends on the adhesive applied. Soling system is widely applied in small and medium industries are cemented system used synthetic adhesive. Now, the adhesive was applied in the manufacturing of foot wear supported by binding of the soles and the uppers is easy to peel off because of the poor bonding strength. The aim of the research was to investigate a suitable synthetic adhesive formula to used in footwear manufacturing. In preparing of the adhesive formula, the effect of phenolic resin addition as tackifier were varies i.e 35, 45 and 55 phr using chloroprene rubber as raw material were observed. Synthetic adhesive compound was produce by two roll mill after that compound were dissolved in toluene with ratio 1 : 3. The prepared adhesive then was applied to manufacture footwear using cool press system. The soles used in the experiment were made of rubber and plastic material whereas the uppers made of either leather or artificial leather. The test result and data analysis showed that adhesive performed for the highest bonding strength as much as 1000 g/cm and decrease to lowest bonding strength after soaking in to water for 500 seconds one percent was obtained by the following formula that were: chloroprene rubber 100 phr, butylated hydroxy toluene 2 phr, magne: 'um oxide 4 phr, zinc oxide 5 phr and phenolic resin 45 phr. The prepared formula performed a better bonding strength when it was compared with chloroprene rubber adhesive in market. The application of this prepared formula in making ladies shoes performed good bonding strength and accordance with the requierments of SNI 12-2942-1992 about Leather Pantopel Style Cemented System Ladies Shoes

Keywords: synthetic adhesive, chloroprene rubber, footwear

ABSTRAK

Alas kaki merupakan salah satu komoditi andalan ekspor yang bersifat padat karya dan banyak menyerap tenaga kerja, sehingga kualitasnya harus selalu dijaga dan terus ditingkatkan. Kualitas alas kaki salah satunya ditentukan dari kekuatan rekat bagian atas sepatu dengan sol yang dipengaruhi oleh lemnya. Sistem pengesolan yang banyak digunakan di industri kecil dan menengah adalah sistem lem, menggunakan lem sintetis. Saat ini lem yang digunakan dalam pembuatan alas kaki mudah mengelupas apabila sering terkena air karena kuat rekatnya masih rendah. Tujuan penelitian adalah mendapatkan formula lem sintetis yang tepat untuk digunakan pada pembuatan alas kaki. Dalam pembuatan lem ini dipelajari pengaruh penggunaan phenolic resin sebagai tackifier berturut turut sebesar 35: 45 dan 55 phr dengan bahan baku chloroprene rubber. Pembuatan kompon lem dilakukan dengan mesin two roll mill dan selanjutnya lem dilarutkan dalam toluen dengan perbandingan 1 bagian kompon dan 3 bagian toluen. Selanjutnya lem yang dibuat digunakan untuk pembuatan alas kaki dengan sistem lem pres dingin. Sol yang digunakan adalah sol karet dan plastik dengan bahan atasan dari kulit maupun kulit imitasi. Hasil uji dan analisa data menunjukkan bahwa lem yang mempunyai kuat rekat optimum sebesar 1000 g/cm dan penurunan kuat rekat yang terendah setelah perendaman dalam air selama 500 detik sebesar 1 % adalah lem dengan formula: chlroroprene rubber 100 phr, butylated hydroxy toluene 2 phr, magnesium oxide 4 phr, zinc oxide 5 phr dan phenolic resin 45 phr. Formula tersebut mempunyai kuat rekat lebih tinggi dibanding lem chloroprene rubber dari pasaran. Aplikasinya untuk sepatu wanita memberikan nilai kuat rekat baik dan memenuhi SNI 12- 2942-1992 sepatu wanita dari kulit model pantopel sistem lem.

Kata kunci : lem sintetis, chloroprene rubber, alas kaki

¹⁾Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik , Yogyakarta

PENDAHULUAN

Sepatu dan alas kaki merupakan salah satu komoditi andalan ekspor yang bersifat padat karya dan banyak menyerap tenaga kerja. Industri sepatu dan alas kaki di Indonesia sebanyak 390 perusahaan dengan nilai investasi Rp 2,305 trilyun dan kapasitas produksi 1,14 milyar pasang sepatu per tahun (Anonim, 2007).

Kualitas sepatu diantaranya ditentukan oleh kekuatan rekat bagian atas sepatu dengan solnya yang dipengaruhi oleh mutu dan jenis lemnya (Pramono, 2007). Salah satu proses pengesolan adalah dengan sistem lem press yang banyak dikerjakan di industri sepatu, khususnya industri kecil dan menengah (IKM). Sering kali alas kaki yang dibuat dengan sistem lem mudah mengelupas terutama apabila sering terkena air. Hal ini disebabkan lem yang digunakan dalam pembuatan alas kaki tersebut kuat rekatnya masih kurang, selain itu harganya relatif mahal. Menurut Cagle (1982) kuat rekat lem dipengaruhi oleh jenis dan kondisi bahan yang di lem. Pada prinsipnya lem melekat kuat apabila dapat menyatu dengan bahan yang direkatkan.

Lem adalah suatu bahan yang berfungsi sebagai perekat elemen atau obyek perantara untuk merekatkan bahan satu dengan yang lain. Bahan-bahan kimia yang digunakan sebagai bahan dasar pembuat lem adalah termasuk bahan makromolekul (Hartomo dkk, 1997). Cara kerja lem adalah liquid solidification yaitu dengan cara melelehkan makromolekul diatas titik leburnya. Setelah dingin mereka mempunyai kuat rekat yang tinggi (Cagle, 1982).

Chloroprene rubber dibuat dari polimerisasi 2-chlorobutadiena, terdapat dalam berbagai jenis dan dapat digunakan untuk membuat berbagai macam produk karena mempunyai sifat fisis yang baik serta kondisi proses yang dapat disesuaikan. Salah satu jenis chloroprene rubber adalah Baypren 300, merupakan bahan baku pembuatan lem. Dalam pembuatan lem berbahan baku chloroprene rubber dibutuhkan antioksidan yang sesuai agar diperoleh lem yang baik diantaranya butylated hydroxy toluene (BHT). Sebagai crosslinking agent digunakan kombinasi magnesium oksida dan seng oksida. Penambahan oksida logam dalam kompon chloroprene rubber adalah sebesar 5 phr magnesium oksida dan 3 phr untuk seng oksida (Morton, 1981). Tackifier jenis phenolic resin Hirenol CKA 1634 mempunyai sifat meningkatkan kecepatan pengeringan, kekuatan, keawetan dan ketahanan terhadap air maupun caustic soda (Anonim, 1985). Pelarut (solven) yang diperlukan dalam pembuatan lem antara lain toluen, hexane dan ethyl acetat atau

kombinasinya. Perbandingan antara solven dan solid content 1 : 3 (Anonim, 1984).

Sedangkan pembuatan lem dari bahan lateks polychloroprene menggunakan emulsifier nonionic dan anionic menghasilkan lem dengan kuat rekat 1,9 N/mm. (Yashima et,al, 2007)

Dengan pesatnya perkembangan teknologi polimer maka saat ini sol sepatu dibuat dari berbagai macam polimer sintetik disamping dari polimer alam seperti karet alam (natural rubber). Bahkan sol tersebut dapat dipadukan dengan berbagai atasan sepatu mulai dari bahan kulit, kulit imitasi dan tekstil.

Sehubungan dengan hal tersebut diperlukan penelitian tentang pembuatan lem sintetik dan aplikasinya pada alas kaki dengan berbagai bahan atasan sepatu dengan sol dari karet alam maupun sintetik dengan tujuan mendapatkan formula lem sintetik yang tepat untuk alas kaki serta kesesuaian aplikasi lem sintetik tersebut untuk berbagai sol dan atasan sepatu.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan baku pembuatan lem adalah chloroprene rubber Baypren grade 300 diperoleh dari pasaran.

Bahan pembantu yang digunakan terdiri atas, zinc oxide, magnesium oxide, butylated hydroxy toluene (BHT), phenolic resin merk Hirenol tipe CKA 1634, sol karet, sol plastik, kulit, kulit imitasi, metil etil keton (MEK), wetting agent (Prima DX) dan toluen.

Alat Penelitian

Alat penelitian terdiri atas neraca (Sartorius tipe BP 4100, kapasitas 2000 g), mesin two-roll mill (Kodaira Seisaku-sho Ltd, kap 8-5 lbs), oven (Mommert dengan suhu operasional 100°C), hydraulic press (Shanghai WRB, model XLB-D), tensile strength tester (Kao Tich model KT 7010A), viscosimeter (Brook Field), gunting, Fourier Transform Infrared Spectrofotometer (Shimadzu PC-8201).

CARA PENELITIAN

Rancangan percobaan

Dalam penelitian ini faktor yang dipelajari adalah pengaruh penggunaan tackifier sebanyak berturut-turut 35, 45 dan 55 phr terhadap kekuatan rekat lem. Sebagai pembanding adalah lem pasaran yang berbahan baku chloroprene rubber. Adapun formulasi lem sintetik adalah sebagai berikut : chloroprene rubber 100 phr, BHT 5 phr, MgO 4 phr, ZnO 5 phr dan phenolic resin 35-45 phr. Analisa data dilakukan dengan rancangan CRD (Completely Randomized Design), dengan program SAS kontras

1 faktor.

Pembuatan kompon lem sintetik

Lem sintetik dibuat dengan formulasi sebagai berikut : chloroprene rubber 100 phr, butylated hydroxy toluene (BHT) 2 phr, magnesium oxide (MgO) 2 phr, zinc oxide (ZnO) 5 phr dan phenolic resin berturut – turut 35 phr, 45 phr dan 55 phr. Lem sintetik dibuat dari campuran chloroprene rubber, butylated hydroxy toluene (BHT), magnesium oxide (MgO), Zinc oxide (ZnO) dan phenolic resin dalam jumlah yang di sesuaikan dengan formula yang telah ditentukan. Selanjutnya bahan dicampur dengan two rollmill namun chloroprene rubber terlebih dahulu dimastikasi dengan cara digiling hingga plastis, kemudian ditambah berturut – turut butylated hydroxy toluene (BHT), magnesium oxide (MgO) dan zinc oxide (ZnO), selanjutnya digiling hingga homogen, dan terakhir ditambahkan phenolic resin. Pencampuran dengan two rollmill dilaksanakan selama 30 menit, kemudian kompon lem sintetik yang berbentuk lembaran didiamkan didalam ruang untuk conditioning pada suhu $25 \pm 2^\circ\text{C}$ selama 24 jam.

Pelarutan dalam solven

Lembaran kompon lem sintetik dipotong kecil kecil ukuran 2 cm x 2 cm, selanjutnya ditimbang dan dilarutkan dengan toluen dengan perbandingan berat kompon : toluen 1:3.

Aplikasi lem sintetik dengan sistem press untuk alas kaki

Lem sintetik diaplikasikan untuk pembuatan alas kaki dengan sol karet dan sol plastik dengan atasan dari kulit dan kulit imitasi dengan sistem lem press dingin, yang dibuat dengan mengikuti formula yang telah ditentukan. Sebagai pembanding dibuat alas kaki dengan lem dari pasaran yang menggunakan bahan baku chloroprene rubber.

Pengeleman sol dan alas kaki dilakukan dengan cara sebagai berikut:

Masing-masing sol dan atasan alas kaki yang akan direkatkan diampelas dengan amplas halus pada kedua permukaan yang akan direkatkan. Debu pengamplasan dibersihkan dengan kain flanel, selanjutnya sol maupun atasan alas kaki yang telah bersih diolesi metil etil keton dan dibiarkan kering. Selanjutnya diolesi dengan bahan pembasah (wetting agent) dibiarkan beberapa saat. Sol maupun atasan diolesi lem tipis-dan merata sebanyak $\pm 1,5$ g per $2,5$ cm² menggunakan kuas karet busa yang ujungnya dipotong serong. Sol maupun atasan alas kaki yang

telah diolesi lem dibiarkan diudara selama 10 – 15 menit, selanjutnya diuji tackiness dengan nul test (test jari) yakni bila dipegang lem tidak lengket tetapi juga tak sampai kering dengan demikian sol maupun atasan dioven dengan suhu $55 - 60^\circ\text{C}$ selama 10 – 15 menit untuk aktivasi. Sol dan atasan alas kaki kemudian direkatkan dan dipress dengan tekanan $2,5$ kg/cm² selama 2 menit

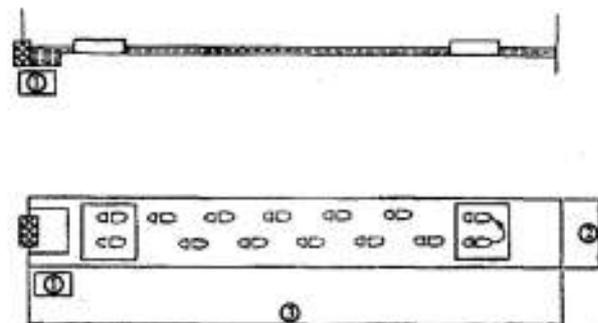
Pengujian

Uji kuat rekat, kekentalan, ketahanan terhadap air dan gugus fungsi lem

Untuk mengetahui kerekatan lem maka dilakukan uji kuat rekat lem menggunakan alat tensile strength. Sedangkan untuk mengetahui kekentalan lem maka masing - masing kompon lem diuji viskositasnya dengan viscometer Brook Fields, Sedangkan untuk mengetahui gugus fungsinya diuji dengan Fourier Transform Infrared Spectrofotometri Shimadzu PC-8201.

Uji ketahanan terhadap air.

Pengujian dilakukan berdasar standar BS EN 13072001 (Footwear- test methods for whole shoe – Water resistance) sebagai berikut : Contoh uji yang berupa sepasang alas kaki diletakkan diatas plat form (tempat contoh) yang dapat berputar didalam bak pengujian. Selanjutnya plat form dipasang pada bak kosong (Gambar 1)



Keterangan

1. Steker
2. Lebar bak $\pm 0,6$ m
3. Panjang bak $\pm 9 - 10$ m

Gambar 1. Alat uji perendaman alas kaki dalam air

Bak diisi air sampai kedalaman 5 mm diatas garis batas alas kaki dimana atasan dari alas kaki bertemu dengan sol (*feather lines*). Contoh uji dijalankan pelan pelan dengan kecepatan 1 langkah per detik dengan panjang langkah normal sekitar 40 cm tiap langkah. Contoh uji dijalankan selama 100, 300 dan 500 detik, selanjutnya contoh uji diambil dengan hati – hati dan

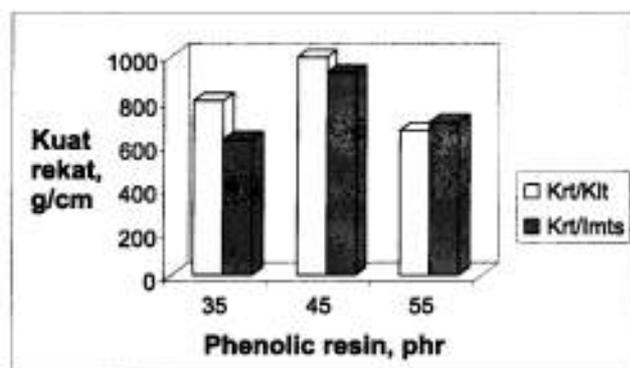
dikeringkan dengan tissue kemudian disimpan dalam ruang kondisi dengan suhu 25 ± 2 °C selama 24 jam. Contoh uji diuji kuat rekatnya setelah perendaman selama 100, 300 dan 500 detik. Persentase penurunan kuat rekat dihitung sebagai berikut :

$$\frac{\text{Kuat rekat awal} - \text{Kuat rekat sesudah perendaman}}{\text{Kuat rekat awal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh penambahan phenolic resin terhadap hasil uji kuat rekat lem sintetik yang diaplikasikan pada alas kaki dengan sol karet dan sol plastik dengan atasan kulit/kulit imitasi

Kuat rekat lem sintetik diaplikasikan pada alas kaki yang terbuat dari bahan atasan kulit dan kulit imitasi dengan sol karet dan plastik seperti tertera pada gambar 2 dan gambar 3.

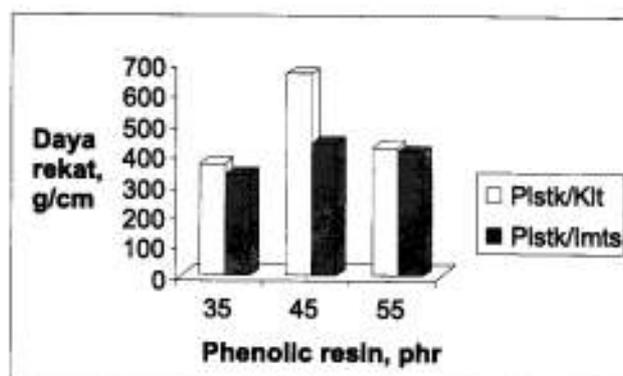


Gambar 2. Kuat rekat alas kaki dengan sol karet dan Atasan Kulit / Kulit Imitasi

Pada Gambar 2 tampak bahwa kuat rekat lem sintetik yang digunakan pada alas kaki dengan sol karet dan atasan kulit lebih tinggi dari pada alas kaki dengan sol karet dan atasan kulit imitasi untuk semua penambahan phenolic resin. Kuat rekat tertinggi sebesar 1000 g/cm dicapai pada penambahan phenolic resin 45 phr untuk sepatu dengan sol karet dan atasan kulit. Hasil uji tersebut memenuhi persyaratan kuat rekat sepatu wanita dari kulit model pantopel sistem lem SNI 12- 2942-1992 yang mensyaratkan 1000 g/cm. Sedangkan lem sintetik hasil penelitian dengan penambahan phenolic resin 35, 45 dan 55 phr jika dibandingkan lem dari pasaran yang diterapkan pada alas kaki dengan bahan yang sama maka kuat rekat lem penelitian jauh lebih tinggi dari pada kuat rekat lem pasaran. Kuat rekat lem pasaran untuk alas kaki dengan sol karet dan atasan kulit sebesar 466 g/cm, sedangkan alas kaki dengan sol karet dan atasan kulit imitasi sebesar 624 g/cm. Disamping itu kuat rekat alas kaki yang dibuat dengan menggunakan sol karet lebih tinggi dari alas kaki yang dibuat dengan menggunakan sol plastik hal ini disebabkan permukaan sol karet mempunyai *critical surface*

tension lebih besar dari pada sol plastik sehingga terjadi kontak yang lebih baik antara adhesive dan *solid surface* dan akan menghasilkan kuat rekat tinggi (Skeits, I 1976).

Gambar 3 menunjukkan kuat rekat lem sintetik hasil penelitian yang digunakan pada alas kaki dengan sol plastik dan atasan kulit maupun kulit imitasi. Hasil uji menunjukkan bahwa kuat rekat lem penelitian lebih tinggi dibandingkan dengan lem pasaran.



Gambar 3. Kuat rekat alas kaki dengan sol plastik dan atasan kulit / kulit imitasi

Nilai kuat rekat tertinggi dicapai pada jumlah phenolic resin 45 phr yaitu sebesar 661,21 g/cm pada sepatu dengan sol plastik dan atasan kulit. Sedangkan nilai kuat rekat lem pasaran dengan sol plastik dan atasan kulit hanya sebesar 365,68 g/cm, kuat rekat alas kaki dengan sol plastik dan atasan kulit imitasi lebih kecil lagi yaitu sebesar 332,620 g/cm. Berdasarkan analisa statistik menggunakan *Completely Randomized Design* 1 faktor dengan $P \leq 0,5$ kuat rekat untuk berbagai penambahan phenolic resin yang digunakan pada sol karet maupun sol plastik menunjukkan beda nyata, dan kuat rekat lem dengan phenolic resin 45 phr adalah tertinggi (661,21 g/cm) namun untuk lem yang menggunakan phenolic resin 55 phr nilai kuat rekat hampir sama dengan lem pasaran. Proses pengeleman antara sol dan atasan sepatu sangat dipengaruhi oleh jenis lem, jenis bahan sol, jenis bahan atasan dan suhu pengeleman (Pramono, 2007). Kuat rekat lem dipengaruhi oleh jumlah *tackifier* yang ditambahkan (Cagle, 1982). Semua hasil uji tampak bahwa ada kecenderungan makin meningkatnya jumlah phenolic resin, kuat rekat antara atasan sepatu dan sol meningkat dan setelah mencapai berat tertentu kuat rekat menurun. Peningkatan kuat rekat dapat disebabkan oleh gaya kohesi yang terjadi pada masing masing partikel polimer mencapai keseimbangan dengan gaya adhesi antar polimer, artinya adhesi dan kohesi saling sinergi sehingga mencapai kuat rekat maksimum (Suliestiyah Wiryodiningrat, 2008). Namun bila jumlah phenolic

resin yang berfungsi sebagai *tackifier* terlalu banyak maka gaya adhesi lebih lemah dari pada gaya kohesi, dan mengakibatkan kuat rekat menurun (Marga Utama dkk, 2002). Hal ini didukung oleh Yashima et al (2006) yang mengatakan bahwa penambahan phenolic resin sebagai *tackifier* dimaksudkan untuk menambah daya rekat dan memperbaiki sifat adhesinya, pada penggunaan *tackifier* kurang dari 30 phr memberikan hasil kuat rekat rendah sedangkan penggunaan *tackifier* lebih besar dari 70 phr juga akan menyebabkan kuat rekat menurun hal ini disebabkan *adhesive coating film* yang terbentuk sudah mengalami kerusakan (Anonim, 2007).

Kuat rekat lem sintetik setelah perendaman dalam air

Hasil perhitungan persentase penurunan kuat rekat setelah perendaman dalam air seperti tertera pada tabel

Tabel 1. Proentase penurunan kuat rekat setelah perendaman dalam air

No	Phenolic resin (phr)	Waktu perendaman (detik)		
		100	300	500
1	P35	0,51 ^c	1,80 ^c	2,00 ^c
2	P45	0,49 ^d	0,70 ^d	1,00 ^d
3	P55	0,58 ^b	2,70 ^b	4,20 ^b
4	P Ps	0,79 ^a	4,39 ^a	6,52 ^a

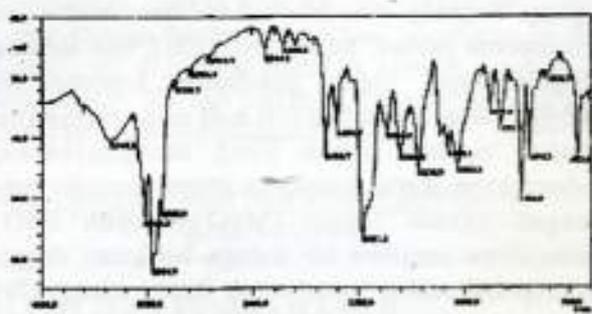
Keterangan : a,b,c,d dalam satu kolom menunjukkan adanya beda nyata dengan $p \leq 0,5$.

Pada tabel 1, nampak bahwa perendaman dalam air mempengaruhi kuat rekat, dari hasil uji menunjukkan bahwa untuk ketiga variasi penambahan phenolic resin makin lama waktu perendaman prosentase penurunan kuat rekat makin besar. Prosentase penurunan kuat rekat yang terbesar adalah lem dengan phenolic resin 55 phr dan lama perendaman 500 menit dengan penurunan kuat rekat sebesar 4,2 %. Bila dibandingkan dengan lem pasaran maka hasil uji penurunan kuat rekat lem sintetik lebih baik. Hal ini disebabkan lem hasil penelitian dalam formulanya menggunakan *tackifier* yang sesuai untuk lem berbahan dasar chloroprene rubber dari jenis phenolic resin Hirenol CKA 1634 yang mempunyai sifat meningkatkan kecepatan pengeringan, kekuatan, keawetan dan ketahanan terhadap air maupun *caustic soda* (Anonim, 1985). Phenolic resin jenis tersebut sangat reaktif dalam keadaan panas dan dapat membentuk ikatan kompleks dengan adanya oksida

logam. Formula lem hasil penelitian terdiri atas chloroprene rubber, MgO, ZnO, BHT dan *tackifier* phenolic resin. Dalam pembuatan kompon lem menggunakan mesin two roll mill maka dampaknya adalah timbul panas yang mengakibatkan terbentuknya ikatan kompleks antara phenolic resin dengan oksida logam (MgO maupun ZnO). Selanjutnya senyawa ini diduga berikatan dengan chloroprene rubber membentuk ikatan silang. Oleh karena itu lem yang dihasilkan mempunyai kuat rekat lebih tinggi dibanding lem dari pasaran, sebaliknya lem pasaran yang berbahan baku chloroprene rubber mempunyai ketahanan terhadap air relatif lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan lem pasaran tidak menggunakan *tackifier* phenolic resin, dan ini terbukti dari gugus fungsi lem pasaran tidak ditemukan gugus phenol, sehingga lem hasil penelitian mempunyai ketahanan terhadap air lebih tinggi dari lem pasaran. Ditinjau dari jumlah penambahan phenolic resin kedalam kompon lem maka nampak penambahan phenolic resin sebesar 45 phr mempunyai prosentase penurunan kuat rekat relatif kecil. Hal ini disebabkan karena penambahan phenolic resin 35 phr maka pembentukan ikatan silang maupun kompleks tidak sebesar lem yang menggunakan phenolic resin 45 phr. Sedangkan pada penambahan phenolic resin 55 phr diperoleh prosentase penurunan yang tinggi, ini kemungkinan tidak semua phenolic resin berikatan dengan oksida logam maupun chloroprene rubber, sehingga kuat rekat lem setelah perendaman air cukup rendah. Ini menunjukkan bahwa penambahan phenolic resin 45 phr merupakan kadar optimum.

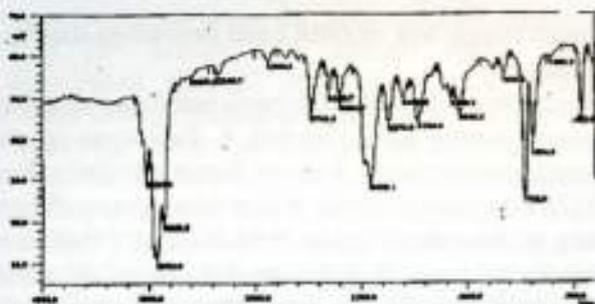
Gugus fungsi lem sintetik hasil penelitian dan lem pasaran

Gugus fungsi lem sintetik hasil penelitian dan lem pasaran tertera pada Gambar 4. Penentuan gugus fungsi menggunakan Fourier Transform Infra Red (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terjadi dibandingkan dengan gugus fungsi lem pasaran sehingga dengan demikian dapat diketahui komposisi lem yang menyebabkan perbedaan kuat rekat maupun sifat lem yang dihasilkan. Hasil uji menunjukan bahwa lem sintetik mempunyai sidik ragam pada bilangan gelombang spesifik berturut-turut 694,3 ; 732,9 ; 1488,9 ; 2954,7 ; 3024,2 dan 3371,3 cm^{-1} . Bilangan gelombang 1488,9 cm^{-1} menunjukkan serapan gugus fungsi $\text{C}=\text{C}$ aromatis dengan intensitas relatif 20,06-25,95%T, bilangan gelombang 694,3 cm^{-1} menunjukkan serapan benzene monosubstitusi dengan intensitas relatif 25,87 – 28,69.



Gambar 4. Gugus fungsional komponen kimia lem sintetik

%T, bilangan gelombang $732,9 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan benzene trisubstitusi 1,2,3 atau disubstitusi 1,2 dengan intensitas relatif 19,04 – 30,37 %T, bilangan gelombang $3024,2 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan $-\text{CH}$ alkana stretching dengan intensitas relatif 17,31 – 24,43 %T, bilangan gelombang $3371,3 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan $-\text{OH}$ fenol (tanpa ikatan hidrogen) dengan intensitas relatif 32,40 – 44,52 %T, dan bilangan gelombang $2954,7 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan $=\text{C}-\text{H}$ stretching dengan intensitas relatif 19,80 – 26,68 %T. Gugus fungsi lem pasaran dapat dilihat pada Gambar 5. Hasil uji menunjukkan bahwa lem pasaran mempunyai sidik ragam pada bilangan gelombang spesifik berturut-turut $694,3$; $732,9$; $1458,1$ dan $2862,2 \text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $1458,1 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan gugus fungsi $-\text{C}=\text{C}$ aromatis dengan intensitas relatif 28,99 %T, cm^{-1} , bilangan gelombang $694,3 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan benzene monosubstitusi dengan intensitas relatif 37,29 %T,



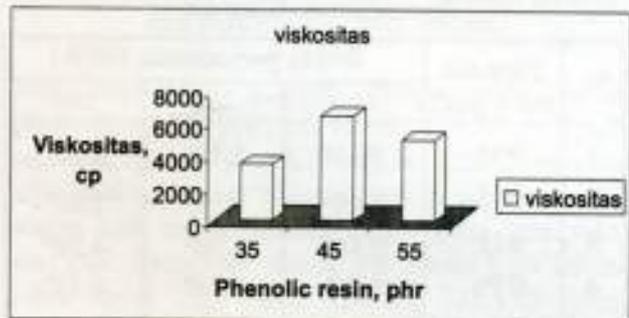
Gambar 5. Gugus fungsional komponen kimia lem pasaran

bilangan gelombang $732,9 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan benzene trisubstitusi 1,2,3 atau disubstitusi 1,2 dengan intensitas relatif 25,83 %T, dan pada bilangan gelombang $2862,2 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan serapan $-\text{CH}$ alkana stretching dengan intensitas relatif 19,76 %T. Bahkan lem pasaran tidak dijumpai adanya gugus fungsi $-\text{OH}$ fenol (tanpa ikatan hidrogen) dan $=\text{C}-\text{H}$

stretching. Tidak adanya gugus fungsi $-\text{OH}$ fenol (tanpa ikatan hidrogen) menunjukkan bahwa *tackifier* yang digunakan dalam pembuatan lem pasaran bukan jenis phenolic resin. *Tackifier* jenis phenolic resin merupakan bahan bersifat reaktif, dapat meningkatkan pengeringan, kuat, awet dan tahan terhadap air sehingga sesuai digunakan untuk formula lem (Anonim, 1985). Oleh karena itu tampak bahwa kuat rekat lem hasil penelitian yang menggunakan phenolic resin baik pada kadar 35, 45 dan 55 phr lebih tinggi dibanding lem pasaran.

Pengaruh kadar phenolic resin terhadap viskositas lem sintetik

Uji viskositas dilakukan untuk mengetahui tingkat kekentalan lem. Kekentalan lem mempengaruhi tingkat kemudahan pengulasan, kerekatan dan waktu pengeringan. Pengujian viskositas dilakukan dengan alat uji viskometer (Brook Fields). Hasil uji viskositas lem sintetik dalam berbagai variasi phenolic resin disajikan dalam gambar 6.



Gambar 6. Viskositas lem sintetik

Viskositas lem sintetik dengan penambahan jumlah phenolic resin 35 phr adalah 3500 cp, sementara penambahan phenolic resin 45 phr viskositasnya naik menjadi 6500 cp dan lem sintetik dengan jumlah phenolic resin 55 phr viskositasnya turun menjadi 5500 cp, sedangkan viskositas lem pasaran adalah 6000 centipoise. Gambar 6. tampak bahwa makin besar kadar phenolic resin maka viskositas lem cenderung mengalami kenaikan dan pada titik tertentu viskositas mengalami penurunan. Hal ini sesuai dengan Mc Bride, (1999) yang mengatakan bahwa makin banyak *tackifier* yang ditambahkan maka lem semakin encer atau viskositas lem turun. Hasil uji menunjukkan bahwa penambahan phenolic resin mulai 35 phr sampai 45 phr maka viskositas lem naik, namun penambahan phenolic lebih besar sampai 55 phr maka viskositas turun. Lem dengan kandungan phenolic resin 45 phr mempunyai viskositas tinggi karena kemungkinan ikatan silang yang terbentuk lebih besar dibanding formula lainnya. Ikatan silang yang terbentuk terbukti meningkatkan viskositas

kompon lem (Hoffmann, 1989). Walaupun viskositas lem pasaran relatif tinggi dibanding lem yang menggunakan phenolic resin 35 dan 55 phr, namun kemungkinan reaktifitasnya terhadap bahan yang direkatkan yaitu sol karet dan plastik dengan atasan kulit dan kulit imitasi tidak sebaik lem hasil penelitian.

KESIMPULAN

Formula lem dengan kualitas terbaik terdiri atas chloroprene rubber 100 phr, butylated hydroxy toluene 2 phr, magnesium oxide 4 phr, zinc oxide 5 phr dan phenolic resin 45 phr, yang mempunyai viskositas 6500 cp dan kuat rekat tinggi sebesar 1000 g/cm, dengan persentase penurunan kuat rekat setelah perendaman dalam air selama 500 detik paling rendah yaitu hanya sebesar 1 % . Lem tersebut sesuai untuk diaplikasikan pada pembuatan alas kaki dengan sol karet atau plastik dan atasan kulit maupun kulit imitasi. Lem sintetik yang diaplikasikan pada pembuatan sepatu dengan sol karet dan atasan kulit dengan kuat rekat 1000 g/cm memenuhi persyaratan mutu menurut SNI 12- 2942-1992 sepatu wanita dari kulit model pantopel sistem lem. Lem sintetik dengan formula terbaik mempunyai kuat rekat lebih tinggi dan tahan air dari pada lem pasaran berbahan baku chloroprene rubber.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1984. *Formulary For The Rubber Industry* Bayer Rubber Chemical Division
- Anonim, 1985. Hirenol CKA1634 Technical Service Report Kolon Chemical Co., Ltd Byungyang-Dong, Kwachon, Kyunggi-Do Korea.
- Anonim, 2007. *Road map industri alas kaki* Direktorat Industri Aneka Departemen Perindustrian Jakarta.
- BS EN 13072001, 2001. Footwear- test methods for whole shoe – Water resistance

- Cagle C V., 1982. *Hand Book of Adhesive Bonding* p 2-1 s/d 2-8 . Mc Graw – Hill Book Company, New York.
- Hartomo A.J., A Rusdiharsono dan D Hardjanto., 1997. *Memahami Polimer Dan Perekat* Penerbit Andi Offset Yogyakarta
- Hoffmann W., 1989. *Rubber Technology Hand Book* Hauser Publisher. Munich Viena New York.
- Anonim, 2007. <http://www.2007>, High Performance chloroprene polymer adhesive composition, patent storm.us/patents/5332771.html yang direkam pada 3 Mei 2007.
- Marga Utama, Sudirman dan Penny Setyowati, 2002. *Studi Produksi Perekat Untuk Sepatu Kanvas dari Kopolimer Lateks Karet Alam Metil Metakrilat (NRL-g-PMMA)*. Jurnal Sains Materi Indonesia
- McBride, 1999. *Shoe Lasting Adhesive*. United States Patent. Patent Number 5,859,093. Date of Patent Jan.12, 1999.
- Morton Maurice, P, 1981. *Rubber Technology*, Van Nostrand, New York.
- Pramono, 2007. *Pengetahuan Dasar Perekat* disampaikan dalam Pelatihan SDM instruktur Lembaga Pelatihan Industri Alas Kaki Dalam Bidang Teknologi Produksi IFCS Sidoarjo
- Skeits, I, 1976. *Hand book of Adhesive* p 242 Van Nostrand Reinhold Company New York
- SNI 12-2942-1992, 1992. *Sepatu wanita dari kulit model pantopel sistem lem*. Badan Standisasi Nasional, Jakarta
- Suliestiyah Wiryodiningrat, 2008. *Pengetahuan Bahan Untuk Pembuatan Sepatu/Alas kaki*. Citra Media . Yogyakarta.
- Yashima, H, Niigata and Mochizuki, K, 2006. *Polychloroprene latex, Process for The Production Therefore and Aqueous Adhesive Composition*.