

PEMBUATAN PEREKAT LIGNIN RESORSINOL FORMALDEHID DARI NATRIUM LIGNOSULFONAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Siti Maysarah*, Netti Herlina

Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Almamater Kampus USU Medan 20155, Indonesia

*Email : icha_b0nar@yahoo.com

Abstrak

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit yang pemanfaatannya masih terbatas. Pemanfaatan lignin dari TKKS yang dilakukan adalah pembuatan perekat alami. Pembuatan perekat ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu pembuatan serbuk TKKS bebas ekstraktif, isolasi lignin, pembuatan natrium lignosulfonat, pemurnian natrium lignosulfonat dan pembuatan perekat. Pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehid ini dilakukan dengan perbedaan perbandingan mol NaLS : resorsinol : formaldehid yaitu 1:1:1; 1:1:2; dan 1:1:3. Hasil yang didapatkan dari uji kenampakan perekat memiliki warna coklat kehitaman. pH dari setiap perbandingan yaitu perbandingan 1:1:1 nilainya 11,2, perbandingan 1:1:2 nilainya 11,4 dan perbandingan 1:1:3 nilainya 12,0. Berat jenis perekat perbandingan 1:1:1 yaitu 1,2857, perbandingan 1:1:2 1,2119, dan perbandingan 1:1:3 nilai berat jenisnya 1,3097. Viskositas dari perbandingan 1:1:1 nilainya 108,83 cps, perbandingan 1:1:2 nilainya 94,31 cPs dan perbandingan 1:1:3 nilainya 129,92 cPs. Sisa penguapan pada perbandingan 1:1:1 sebesar 50,77%, perbandingan 1:1:2 sebesar 42,35% dan perbandingan 1:1:3 sebesar 41,01%. Hasil yang didapat dibandingkan dengan standar fenol formaldehid yaitu SNI 06-4567-1998 fenol formaldehid cair dan dihasilkan bahwa perbandingan 1:1:3 merupakan perbandingan yang terbaik dibanding dengan perbandingan lainnya.

Kata kunci : tandan kosong kelapa sawit, perekat lignin resorsinol formaldehid, natrium lignosulfonat, resorsinol, formaldehid

Abstract

Oil palm empty fruit bunches are waste from palm oil mill utilization is still limited. Lignin utilization of oil palm empty fruit bunches made of natural adhesive manufacture. Making adhesive is carried out in several stages namely the manufacture of powder oil palm empty fruit bunches free extractives, lignin isolation, the manufacture of sodium lignosulfonate, sodium purification lignosulfonate and the manufacture of adhesive. Making the lignin resorcinol formaldehyde adhesive is done by differences sodium lignosulfonate : resorcinol : formaldehyde mole ratio are ratio 1:1:1, ratio 1:1:2 and ratio 1:1:3. The results obtained from testing the appearance of the adhesive has a blackish brown color. pH of each ratio is ratio 1:1:1 11,2, ratio 1:1:2 11,4 and ratio 1:1:3 12,0. Adhesive densities are ratio 1:1:1 1,2857, ratio 1:1:2 1,2119, and ratio 1:1:3 1,3097. Viscosities are ratio 1:1:1 108,83 cps, ratio 1:1:2 94,31 cps and ratio 1:1:3 129,92 cps. The rest of the evaporation are ratio 1:1:1 50,77%, ratio 1:1:2 42,35% and ratio 1:1:3 41,01%. Test results compared with standard phenol formaldehyde which is SNI 06-4567-1998 liquid phenol formaldehyde and result ratio 1:1:3 the best of another ratio .

Keywords : oil palm empty fruit bunches, adhesive lignin resorcinol formaldehyde, sodium lignosulfonate, resorcinol, formaldehyde

Pendahuluan

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan limbah dari pabrik kelapa sawit yang pemanfaatannya masih terbatas sebagai pupuk organik yang memiliki nilai tambah yang rendah. Pada tahun 2010 produksi buah sawit mencapai 21.958.120 ton dan pada tahun 2011 produksi tersebut mencapai 22.508.011 ton. Setiap produksi kelapa sawit menghasilkan limbah berupa tandan kosong sawit 23%, cangkang 8%, serat 12%, dan limbah cair 66%. Limbah TKKS pada tahun 2010 mencapai 5.050.367,6 ton dan pada tahun 2011 mencapai 5.176.842,53 ton. Dengan jumlah limbah tandan kosong yang terus meningkat, jika tidak dimanfaatkan secara optimal maka dapat berakibat buruk bagi lingkungan [9].

Pemanfaatan limbah kelapa sawit yang umum dilakukan saat ini diantaranya adalah penggunaan TKKS sebagai mulsa di kebun, akan tetapi biaya transportasi yang dikeluarkan per unit nutrisi cukup tinggi dan dapat menimbulkan ledakan populasi hama kumbang yang mematikan tanaman kelapa sawit. Pemanfaatan lain dari TKKS adalah penggunaannya dalam pembuatan pupuk organik. TKKS dalam pemanfaatannya dapat dibakar dengan incenerator sehingga abunya dapat digunakan sebagai pupuk kalium. Namun usaha pembakaran TKKS tersebut ternyata tidak efektif dan dilarang oleh pemerintah karena dapat menimbulkan pencemaran udara [4].

Perekat sintetik merupakan perekat yang berbahan baku hasil olahan minyak bumi. Kelemahan perekat sintesis adalah ketersediaan

sumber bahan baku perekat yang semakin berkurang dan timbulnya emisi formaldehida dari produk material hasil perekatan terhadap lingkungan. Perekat berbahan formaldehida itu sendiri diperoleh sebagai hasil olahan minyak bumi yang tidak dapat pulih. Sementara itu minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui dan persediaannya sewaktu-waktu akan habis. Maka perlu adanya bahan pengganti dalam pembuatan perekat.

Penelitian dan pengembangan mengenai perekat terus dilakukan untuk mengeksplorasi perekat alami baru yang kualitasnya tinggi dan dampak negatif terhadap lingkungan yang rendah [8].

Teori

Lignin adalah senyawa organik polimer yang banyak dan penting dalam dunia tumbuhan selain selulosa. Struktur lignin sangat beraneka ragam tergantung dari jenis tanamannya. Lignin merupakan komponen terbesar yang terdapat dalam larutan lindi hitam. Secara umum polimer lignin disusun oleh unit-unit fenil propana yaitu *p*-kumaril alkohol, koniferil alkohol, dan sinapil alkohol.

Natrium lignosulfonat (NaLS) dapat disintesis dari lignin dengan reaksi sulfonasi. Reaksi sulfonasi merupakan reaksi yang melibatkan pemasukan gugus sulfonat ke dalam lignin. Proses sulfonasi pada lignin bertujuan untuk mengubah sifat hidrofilitas dari lignin yang tidak larut dalam air dengan memasukkan gugus sulfonat yang lebih polar dari gugus hidroksil, sehingga akan meningkatkan sifat hidrofilitasnya dan menjadikan lignosulfonat [3].

Tabel 1. Persyaratan Mutu Fenol Formaldehida Cair untuk Perekat Kayu Lapis [8]

No	Pengujian	Berdasarkan SNI 06 – 4567-1998
1.	Bentuk	Cair
2.	Kenampakan	Merah Kehitaman dan bebas dari kotoran
3.	pH (25 °C)	10,0 – 13,0
4.	Kekentalan (25 °C)	130 – 300
5.	Berat Jenis (25 °C)	1,165-1,200
6.	Sisa penguapan	7– 45 %
7.	Massa glatinasi (100 °C)	>30 Menit

Perekat (*adhesives*) adalah suatu yang memiliki kemampuan untuk mempersatukan bahan sejenis atau tidak sejenis melalui ikatan permukaan. Dilihat dari reaksi perekat terhadap panas, maka perekat dapat dibedakan atas perekat termoset dan termoplastis. Perekat termoset merupakan perekat yang dapat mengeras bila terkena panas dan

reaksinya bersifat tidak dapat balik. Perkat jenis ini jika sudah mengeras, tidak dapat lagi menjadi lunak. Contoh perekat yang termasuk jenis ini adalah fenol formaldehida, urea formaldehida, melamin formaldehida, isosianat dan resorsinol formaldehida. Perekat termoplastis adalah perekat yang dapat melunak jika terkena panas dan menjadi mengeras jika suhunya telah turun. Contoh perekat yang termasuk jenis ini adalah *polyvinil adhesive*, *cellulose adhesive* [2].

Metodologi

Bahan baku yang digunakan adalah TKKS, resorsinol dan formaldehid. TKKS yang didapat dihasilkan dari limbah pabrik kelapa sawit, resorsinol didapatkan dari CV. Rudang Jaya, dan formaldehid didapatkan dari Laboratorium Proses Industri Kimia Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

Prosedur kerja dari penelitian ini terdiri dari 6 tahap, yaitu pembuatan serbuk TKKS bebas ekstraktif, isolasi lignin, pembuatan natrium lignosulfonat, pemurnian natrium lignosulfonat, pembuatan perekat Lignin resorsinol Formaldehid (LRF), dan penentuan analisa perekat LRF.

Pembuatan Serbuk TKKS Bebas Ekstraktif

Pembuatan serbuk TKKS bebas ekstraktif dilakukan dengan cara TKKS digiling, diayak untuk mengambil serbuknya yang lolos ayakan 50 mesh sebagai bahan baku. TKKS yang telah melewati ayakan dikeringkan di oven pada suhu 60 °C selama 16 jam. TKKS kering diekstraksi dengan menggunakan heksana : etanol 96 % (2:1, v/v) selama 6 jam pada *soxlet apparatus*. Dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 16 jam. Diekstraksi dengan etanol 96 % selama 4 jam. Diekstraksi dengan air mendidih selama 2 jam.

Isolasi Lignin

Isolasi lignin dilakukan pada serbuk TKKS bebas pengotor, 300 gr ditimbang dan dimasukkan kedalam digester dengan penambahan larutan pemasak 10:1 v/b, dimana komposisi larutan pemasak adalah etanol 96 % : air (1:1). Pada digester ditambahkan katalis natrium Hidroksida (NaOH) 10%. Campuran kemudian dimasak pada digester hingga mencapai suhu 170 °C kemudian dipertahankan selama 1 jam pada suhu tersebut. Lindi hitam (lignin terlarut) kemudian disaring dengan kain. Lindi hitam kemudian ditambahkan asam sulfat 15 % sampai pH 2, kemudian didiamkan selama 8 jam. Kemudian disaring dengan kertas saring. Endapan hasil saringan dimasukkan dalam beaker glass. Endapan dilarutkan dengan Natrium Hidroksida (NaOH) 1 N 100 ml. Kemudian disaring dengan kertas saring. Endapan dicuci dengan asam sulfat (H₂SO₄) 10 %, v/v. Endapan disaring dengan kertas saring. Endapan kemudian dicuci dengan aquades.

Endapan kemudian disaring dengan kertas saring. Endapan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 16 jam.

Pembuatan Natrium Lignosulfonat

Hasil dari isolasi lignin ditimbang sebanyak 5 gr, dicampurkan dengan NaHSO₃ dengan perbandingan mol lignin : NaHSO₃ adalah 1:0,5 lalu dimasukkan dalam 150 ml air. Lignin dimasukkan dalam labu leher tiga ukuran 500 ml menggunakan pengaduk. Kemudian pH diatur 7 dengan cara penambahan NaOH 15 % yang ditunjukkan pada skala indikator pH universal. Campuran tersebut diaduk pengaduk agar campuran bereaksi sempurna. Campuran selanjutnya direfluks pada suhu 106 °C sambil dilakukan pengadukan dengan alat pengaduk agar campuran reaksi sempurna, pemanas listrik selama 4 jam.

Pemurnian Natrium Lignosulfonat

Untuk memurnikan Natrium Lignosulfonat, hasil refluks pada pembuatan natrium lignosulfonat didistilasi pada suhu 100 °C untuk menguapkan air, guna mengurangi volume. Larutan yang telah pekat dimasukkan ke dalam corong pemisah, untuk memisahkan sisa lignin. Filtratnya berupa natrium lignosulfonat yang masih mengandung NaHSO₃ (sisa reaksi). Filtrat kemudian ditambahkan methanol sambil dikocok kuat sehingga NaHSO₃ terendapkan dan dimasukkan dalam corong pemisah. Metanol yang terdapat dalam filtrat diuapkan. NaLS pekat yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C.

Pembuatan Perakat Lignin Resorsinol Formaldehida

Untuk membuat perekat LRF, sebanyak 20 gram NaLS ditimbang kemudian dicampur dengan NaOH 10% dalam gelas piala. Diaduk pada suhu ruangan. Ditambahkan larutan NaOH 50 % sambil diaduk dan pH mencapai 10. Larutan yang terbentuk kemudian ditambahkan dengan resorsinol sedikit demi sedikit dan diaduk sampai homogen. Larutan dikondisikan sampai pH mencapai 11 dengan menambahkan larutan NaOH 50%. Ditambahkan larutan formaldehida 37% sambil diaduk. Larutan NaOH 10% dimasukkan, dan campuran diaduk lagi sampai pH larutan mencapai pH 11. Reaksi dilakukan pada suhu kamar

Analisa Perakat LRF

perekat yang dihasilkan akan dianalisa sifat fisik perekat tersebut meliputi kenampakan perekat, pH/keasaman, berat jenis, dan kekentalan (viskositas) perekat LRF pada suhu kamar serta kadar sisa penguapan pada 105 °C.

Hasil dan Pembahasan Uji Kenampakan

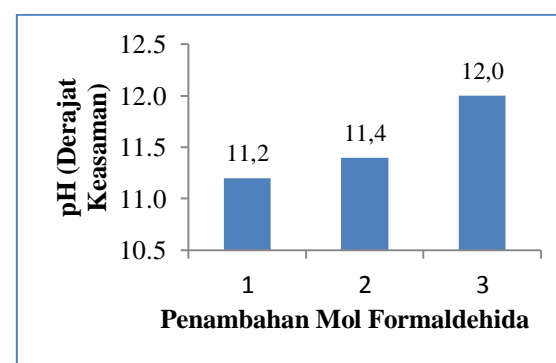
Tabel 2. Hasil Uji kenampakan Perekat LRF

Perbandingan	Kenampakan	SNI 06-4567-1998
1:1:1	Cairan, warna coklat kehitaman dan bebas pengotor	Cairan, merah kehitaman dan bebas pengotor
1:1:2	Cairan, warna coklat kehitaman dan bebas pengotor	
1:1:3	Cairan, warna coklat kehitaman dan bebas pengotor	

Dari tabel 2. hasil uji kenampakan perekat LRF yang didapat berbentuk cairan dan memiliki coklat kehitaman serta bebas dari pengotor. Sedangkan pada standar mutu perekat fenol formaldehida pada SNI 06-4567-1998, bentuk perekat adalah cairan dan kenampakannya merah kehitaman dan bebas dari pengotor. Warna perekat LRF yang didapat berbeda dengan SNI fenol formaldehida hal ini dikarenakan perbedaan dari lignin yang dihasilkan.

Menurut Pizzi dalam Harisyah Manurung (2009), warna yang dihasilkan diduga berasal dari perpaduan lignin isolat dengan resorsinol, yang merupakan senyawa fenolik mengandung 1 gugus hidroksi tambahan pada inti aromatik membentuk posisi meta [5].

Uji pH (Derajat Keasaman)



Gambar 1. Pengaruh Penambahan Mol Formaldehida Terhadap Nilai pH/Keasaman Perekat LRF

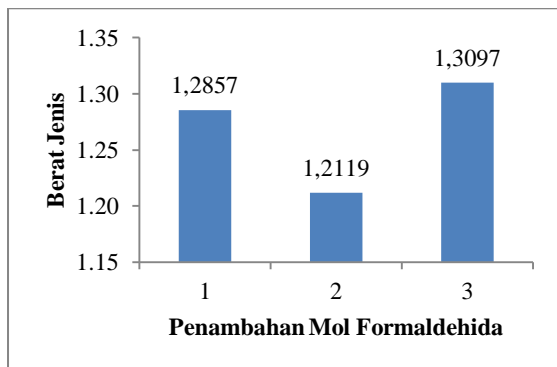
Berdasarkan gambar 1. nilai pH rata-rata dari setiap perbandingan yaitu perbandingan 1:1:1 nilainya 11,2, perbandingan 1:1:2 nilainya 11,4 dan perbandingan 1:1:3 nilainya 12,0. Nilai pH ini tidak

berpengaruh pada perbandingan jumlah formaldehida pada pembuatan perekat LRF. Ini juga dapat diketahui dari perlakuan yang dilakukan bahwa pH akhir dari pembuatan perekat LRF adalah pada pH 11. Berdasarkan data ini nilai pH perekat LRF yang dihasilkan sesuai dengan SNI 06-4567-1998 yang mensyaratkan nilai pH sebesar 10,0-13,0.

Dan Menurut Medynda, sifat basa yang terdapat pada perekat ini sebabkan karena adanya penambahan NaOH 50% ke dalam larutan perekat. Sifat basa diperlukan untuk kesesuaian perekat dan kayu dan agar tidak merusak struktur kayu yang direkat [6].

Menurut Adi Santoso (2003), pH resin merupakan target akhir reaksi kondensasi yang disengaja dikondisikan basa, namun diupayakan tanpa menimbulkan pengaruh negatif terhadap kayu (pH 8-11) dengan tujuan memperlambat reaksi polimerisasi sehingga resin cair stabil dalam waktu relatif lama selama penyimpanan [1].

Berat Jenis



Gambar 2. Pengaruh Penambahan Mol Formaldehida Terhadap Nilai Berat Jenis Perekat LRF

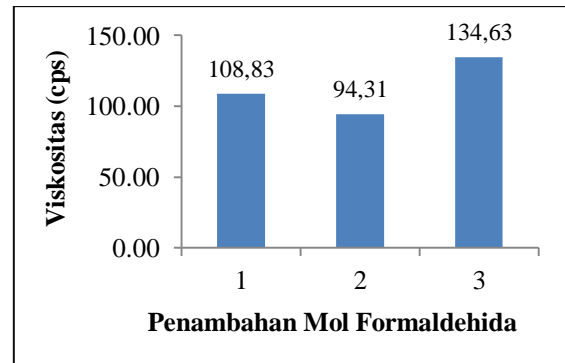
Dari gambar 2. dapat dilihat nilai berat jenis dari perekat LRF pada Perbandingan 1:1:1 adalah 1,2857, pada perbandingan 1:1:2 1,2119 dan pada perbandingan 1:1:3 sebesar 1,3097. Hal ini menunjukkan adanya pengaruh dari penambahan mol formaldehida pada perekat yang dihasilkan.

Berdasarkan data di atas nilai berat jenis untuk setiap perbandingan lebih besar dari standar yang diacu. Pada SNI 06-4567-1998 mensyaratkan nilai berat jenis sebesar 1,165 – 1,200. Maka nilai berat jenis perekat LRF yang dihasilkan tidak memenuhi standar. Namun nilai ini masih mendekati dari standar tersebut.

Berat jenis perekat dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusun perekat tersebut, sesuai dengan Setiawan dalam Medynda dkk (2012), berat jenis perekat menunjukkan berat jenis masing-masing komponen penyusun perekat tersebut, semakin banyak komponen perekat yang berat jenisnya tinggi maka berat jenis perekat ini juga akan semakin tinggi [6].

Viskositas

Dari gambar 3. dapat dilihat bahwa nilai viskositas dari perekat LRF pada perbandingan 1:1:1, perbandingan 1:1:2 dan perbandingan 1:1:3 adalah 108,83 cps, 94,31 cps dan 134,63 cps. Dari hasil pengujian nilai viskositas dari perekat yang dihasilkan maka penambahan mol formaldehida mempengaruhi nilai viskositas perekat LRF.

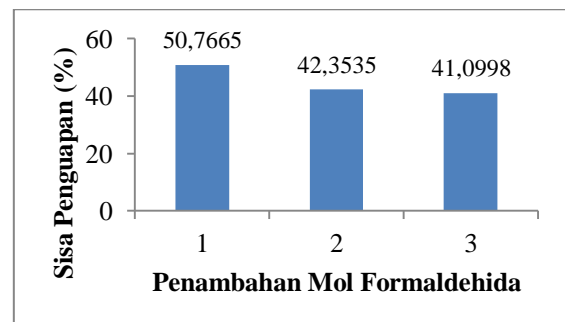


Gambar 3. Pengaruh Penambahan Mol Formaldehida Terhadap Viskositas Perekat LRF

Pada SNI 06-4567-1998 nilai viskositas perkat sebesar 130-300 cps. Hasil yang didapatkan nilai viskositas 1:1:3 telah sesuai dengan standar, namun untuk perbandingan 1:1:1 dan perbandingan 1:1:2 nilainya lebih kecil dari standar sehingga belum sesuai dengan standar SNI 06-4567-1998.

Menurut Ruhendi dalam Medynda dkk (2012), semakin kecil viskositas perekat, maka semakin besar kemampuan perekat untuk mengalir, berpindah, dan mengadakan penetrasi dan pembasahan. Dengan demikian maka kualitas perekatan akan meningkat sampai pada batas keenceran tertentu, karena perekat yang terlalu encer justru akan menurunkan nilai keteguhan rekat. Sebaliknya, semakin tinggi kekentalan, maka kemampuan untuk membasahi dan berpenetrasi ke dalam permukaan yang direkat akan semakin sulit [6].

Sisa Penguapan

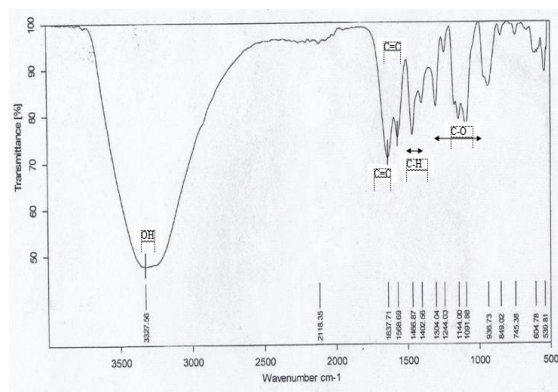


Gambar 4. Pengaruh Penambahan Mol Formaldehida Terhadap Nilai Sisa Penguapan Perekat LRF

Berdasarkan gambar 4. dapat dilihat nilai sisa penguapan perekat LRF. Pada perbandingan 1:1:1, perbandingan 1:1:2 dan perbandingan 1:1:3 adalah 50,7665 %, 42,3535 % dan 41,0998 %. Ini menunjukkan nilai berat jenis perekat LRF yang dihasil dipengaruhi oleh penambahan mol formaldehida. Berdasarkan data ini nilai sisa penguapan pada perbandingan 1:1:1 tidak sesuai dengan standar, sedangkan untuk perbandingan 1:1:2 dan perbandingan 1:1:3 telah sesuai dengan standar. Standar perekat dari SNI 06-4567-1998 besarnya nilai sisa penguapan adalah sebesar 40-45 %.

Dari data yang diperoleh, perbandingan formaldehida dalam pembuatan perekat menunjukkan dengan adanya penambahan formaldehida maka semakin berkurang sisa penguapan. Menurut Harisyah (2009) meningkatnya resin padatan menambah sempurnanya reaksi kopolimerisasi, sehingga molekul-molekul yang terkandung didalamnya semakin meningkat. Maka diharapkan semakin banyak molekul-molekul perekat yang akan bereaksi dengan kayu sehingga meningkatkan daya rekat menjadi lebih baik [5].

Karakteristik Senyawa Penyusun Perekat Lignin Resorsinol Formaldehid (LRF)



Gambar 5. Grafik FT-IR Perekat LRF

Tabel 3. Pencirian Gugus-Gugus Fungsi Perekat LRF [7]

Frekuensi (cm ⁻¹) pada penelitian	Standar kisaran pita serapan (cm ⁻¹)	Keterangan gugus Fungsi
3.327	3.385-3.443	OH fenolik
1.637	1.680-1.600	C=C alkena
1.568	1.600-1475	C=C aromatik
1.466	1.465-1.370	C=H metilena
1.402	1.465-1.370	C=H metilena
1.304-1.091	1.300-1000	C-O dari eter
1.244-1.091	1.260-1000	Senyawa fenolik

Dari gambar 5. dan table 3. dapat dilihat bahwa frekuensi 3.327 cm⁻¹ mengindikasikan adanya gugus OH. Untuk mengindikasikan ikatan

C=C pada alkena muncul frekuensi 1.680-1.600 cm⁻¹, untuk cincin aromatik 1.600-1.475 cm⁻¹ [7]. Pada gambar 6. muncul frekuensi 1.466 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan C=C. Hal ini sesuai dengan Bhunia *et al.* (1998) dalam Risfaheri *et al.* (2005) yang menyatakan pita absorpsi C=C muncul pada frekuensi 1.625-1.430 cm⁻¹.

Menurut Risfaheri *et al.* (2005) [24] gugus C-H muncul pada frekuensi 1.465-1.370 cm⁻¹, dari gambar di atas dapat lihat frekuensi 1.402-1.466 cm⁻¹ menunjukkan adanya gugus C-H dari metilena. Frekuensi pada 1.091 menunjukkan adanya gugus C-O dari eter dan senyawa fenolik pada frekuensi 1.144-936 cm⁻¹. Berdasarkan Risfaheri *et al.* (2005) [7] frekuensi 1.300- 1.000cm⁻¹ menandai adanya gugus C-O dari eter dan senyawa fenolik (1.260-1.000cm⁻¹).

Berdasarkan pada grafik pengukuran FT-IR pada perekat LRF dapat dilihat gugus-gugus pada perekat LRF memiliki kesamaan dengan gugus-gugus pada perekat Fenol Formaldehida. Gugus-gugus penyusunnya yaitu gugus O-H, C=C aromatik, C-H metilena, C-O dan gugus senyawa fenolik.

Kesimpulan dan Saran

Pemanfaatan TKKS sebagai perekat memiliki potensi yang besar karena TKKS memiliki kandungan lignin yang besar yaitu sebesar 16 %. Hasil dari uji perekat lignin resorsinol formadehid pada perbandingan 1:1:1 adalah perekat berbentuk cairan berwarna coklat kehitaman dan bebas pengotor, pH 11,2, berat jenis 1,2857, viskositas 108,83 cps dan sisa penguapan 50,77%. Hasil dari uji perekat lignin resorsinol formadehid pada perbandingan 1:1:2 adalah perekat berbentuk cairan berwarna coklat kehitaman dan bebas pengotor, pH 11,4, berat jenis 1,219, viskositas 94,31 cps dan sisa penguapan 42,35 %. Hasil dari uji perekat lignin resorsinol formadehid pada perbandingan 1:1:3 adalah perekat berbentuk cairan berwarna coklat kehitaman dan bebas pengotor, pH 12,0, berat jenis 1,3097, viskositas 134,63 cps dan sisa penguapan 41,01%. Perekat pada perbandingan 1:1:3 lebih memenuhi standar perekat SNI 06-4567-1997 dibanding pada perbandingan lainnya. Penambahan mol formaldehida dalam pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehid memiliki pengaruh yang besar.

Saran untuk kedepannya adalah Penelitian tentang pembuatan perekat LRF ini sebaiknya dilakukan pengujian lanjutan pada kayu sehingga dapat ditentukan aplikasi dari perekat yang dihasilkan. Pengujian waktu glatinasi perekat LRF juga perlu dilakukan untuk perekat LRF untuk mengetahui waktu perekatan dari perekat yang dihasilkan.

Daftar Pustaka

- [1] Adi Santoso, Komposisi Resin dan Kadar Adiktif dalam Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida pada Kayu Lamina Kempas, Jurnal Teknologi Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor, Vol. 16 No. 2, Bogor, 2003.
- [2] Firda Aulya Syamani, Peningkatan Kualitas Papan Komposit Sisaal (Agave Sisalana Perr.) Dengan Perlakuan Mekanis, Tesis, Sekolah Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2009.
- [3] Gustini Syabirin, Abdul Aziz Darwis, Ani Suryani, Wasrin Syafii, Pengaruh Nisbah Pereaksi (Lignin Eupcalyptus – Natrium Bisulfit) Dan pH Awal Reaksi Sulfonasi Terhadap Karakteristik *Natrium Lignosulfonat*, Jurnal Teknologi Industri Pertanian, 19(2), 101-106, Bogor, 2010.
- [4] Heradewi, Isolasi Lignin dari Lindi Hitam Proses Pemasakan Organosolv Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2007.
- [5] Harisyah Manurung, Pemanfaatan Lignin dari Lindi Hitam Sebagai Bahan Baku Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF), Skripsi Universitas Sumatera Utara, Medan, 2009.
- [6] Marcelila Medynda, Pengembangan Perekat Likuida Dari Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma Cacao L.*), Skripsi, Program Sarjana Fakultas Kehutanan USU, Medan, 2012.
- [7] Risfaheri, et al., Optimasi Komposisi Kardanol dari Minyak Kulit Mete Sebagai Substitusi Fenol Dalam Formulasi Perekat Fenol Formaldehida, Jurnal Pascapanen 2(1) 2005: 24-33.
- [8] Tito Sucipto, Karakterisasi Partikel Dan Likuida Tandan Kosong Sawit, Tesis, Sekolah Pascasarjana IPB, Bogor, 2009.
- [9] Yuliani, Kualitas Papan Partikel Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq*) Menggunakan Perekat Likuida dengan penambahan Resorsinol, Skripsi Institut Pertanian Bogor, Bogor, 2012.