

Research Article

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

Utilization of Citronella Lignin as Lignin Resorsinol Formaldehyde (LRF) Using Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction (UMAE)

Adityas Agung Ramandani^{1a*}, Shintawati^{1a}, Salomo Pranata Aji^{1a}, Sunarsi^{1b}

^{1a}Politeknik Negeri Lampung, Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Indonesia

^{1b}Politeknik Negeri Lampung, Produksi dan Manajemen Industri Perkebunan, Indonesia

*correspondence email: adityasagungr1212@gmail.ac.id

Received: 03 September 2021;

Revised: 16 May 2022;

Accepted: 17 May 2022;

doi: [10.25273/cheesa.v5i1.10348.40-48](https://doi.org/10.25273/cheesa.v5i1.10348.40-48)

Abstrak

Limbah padat serai wangi mengandung lignin cukup tinggi yang dapat berpotensi untuk dikembangkan menjadi berbagai produk komersial, salah satunya adalah perekat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan kondisi optimum dalam pembuatan lignin resorsinol formaldehida (LRF) dari limbah serai wangi menggunakan metode *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE). Rancangan percobaan menggunakan *response surface methodology* (RSM) khususnya *Box-Behnken Design* (BBD). Variabel bebas dalam riset ini adalah volume NaOH (10, 13 dan 16 mL), waktu reaksi (10, 20 dan 30 menit), dan komposisi perekat (4, 6 dan 8 gram). Hasil penelitian menunjukkan perekat lignin LRF yang dihasilkan memenuhi SNI 06-4567-1998 untuk parameter berat jenis, waktu gelatinisasi, dan sisa penguapan. Daya tahan rekat (delaminasi) LRF yang dihasilkan memenuhi standar JAS 1996 yaitu rata-rata 0%. Kondisi optimum pembuatan LRF dicapai pada penambahan NaOH 15,0561 mL, waktu reaksi 20 menit dan massa lignin 4 gram dengan daya tahan rekat (delaminasi) tertinggi yang dihasilkan 1 %.

Kata kunci: delaminasi; lignin; LRF; metode ekstraksi; serai wangi

Abstract

Citronella solid waste contains high enough lignin which has the potential to be developed into various commercial products, one of which is adhesives. The purpose of this study was to obtain the optimum conditions for the manufacture of lignin resorsinol formaldehyde (LRF) from citronella waste using the Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction (UMAE) method. The experimental design uses response surface methodology (RSM), especially Box-Behnken Design (BBD). The independent variables in this study were the volume of NaOH (10, 13 and 16 mL), reaction time (10, 20 and 30 min) and adhesive composition (4, 6 and 8 g). The results showed that the LRF lignin adhesive produced complied with SNI 06-4567-1998 for the parameters of specific gravity, gelatinization time and remaining evaporation. The adhesive resistance (delamination) of LRF produced meets the JAS standard 1996, which is an average of 0%. The optimum conditions for making LRF were achieved with the addition of 15.0561 mL of NaOH, a reaction time of 20 min and a mass of lignin of 4 g with the highest delamination resistance of 1%.

Keywords: citronella; delamination; extraction method; lignin, lignin resorsinol formaldehyde

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

1. Pendahuluan

Serai wangi (*Cymbopogon nardus*) merupakan salah satu tanaman penghasil minyak atsiri yang tersebar hampir di seluruh wilayah Indonesia. Tanaman serai wangi tumbuh baik pada lahan marginal dan tingkat serangan organisme pengganggu tumbuhan (OPT) yang rendah sehingga penanaman dan pemeliharaannya menjadi relatif mudah. Kebutuhan pasar serai wangi meningkat 3-5% per tahun. Amerika Serikat, China, Taiwan, Singapura, Belanda, Jerman, dan Filipina merupakan pengimpor minyak serai wangi asal Indonesia. Oleh sebab itu semakin banyak Indonesia memproduksi minyak atsiri dari serai wangi, maka semakin banyak pula limbah penyulingan yang akan dihasilkan. Untuk mengurangi keberadaan limbah tersebut, salah satu langkah strategis yang perlu dilakukan adalah dengan mengkonversinya menjadi produk yang bernilai ekonomis salah satunya adalah menjadi perekat dengan bantuan metode *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE). Metode ini merupakan gabungan proses ekstraksi antara *Ultrasonic-Assisted Extraction* (UAE) dengan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE).

Ultrasonic-Assisted Extraction (UAE) adalah metode ekstraksi dengan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik yang efektif untuk menghasilkan perpindahan pelarut yang cepat, sehingga menyebabkan perpindahan massa yang lebih tinggi dan waktu ekstraksi yang lebih cepat [1]. Sedangkan *Microwave-Assisted Extraction* (MAE) adalah metode ekstraksi menggunakan radiasi elektromagnetik dengan frekuensi 0,3 - 300 GHz [2]. Metode ekstraksi UMAE ini sesuai dengan perkembangan konsep “*Green Chemistry*” karena mempersingkat waktu proses

ekstraksi, dapat mengeluarkan ekstrak dari matriks tanpa merusak struktur ekstrak, dan lebih sedikit dalam penggunaan pelarut kimia, sehingga biaya pelarut dapat ditekan, serta menghasilkan produk yang aman bagi lingkungan dengan kemurnian yang cukup tinggi. Hal ini ditunjang oleh industri *plywood* karena lignin dapat dimanfaatkan sebagai perekat kayu komposit. Minyak serai wangi secara umum diproduksi dengan metode distilasi uap.

Proses distilasi serai wangi menghasilkan minyak atsiri sebesar 0,5-1,5%, limbah cair (hidrosol) sebesar 8-18%, dan sisanya sebesar 80-90% berupa limbah padat [3]. Saat ini, hidrosol dijual oleh produsen minyak serai limbah ke industri kecantikan/spa maupun *online*. Akan tetapi, limbah padat serai wangi masih cenderung dibuang dan belum dimanfaatkan dengan baik. Limbah padat serai wangi seringkali menjadi kendala tersendiri bagi produsen minyak atsiri serai wangi yang memiliki lahan terbatas. Limbah padat serai wangi masih mengandung kadar air dan lignin yang tinggi. Limbah penyulingan serai wangi mengandung *insoluble lignin* yang tinggi sebesar 25–31% [4]. Tingginya kandungan lignin pada limbah padat serai wangi memungkinkan untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku *adhesive*, surfaktan, adsorben, dan sebagainya. Pemanfaatan lignin dari ampas tebu sebagai bahan baku perekat lignin resorsinol formaldehida (LRF) telah dilakukan [5], dengan hasil perbandingan lignin : resorsinol : formaldehida (1:0,9:2) mampu menghasilkan perekat yang memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI).

Saat ini pemanfaatan lignin dari limbah padat distilasi serai wangi belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, pada

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

riset ini dipelajari kondisi optimum dalam pembuatan LRF dari limbah serai wangi menggunakan metode *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE). Rancangan penelitian menggunakan *Box-Behnken design* dan analisis data menggunakan *response surface methodology* (RSM). RSM merupakan suatu metode statistik untuk rancangan percobaan, optimasi proses dan pemodelan matematik guna memprediksi kuantitas dan kualitas produk yang dihasilkan [6]. RSM meninjau 2 atau lebih variabel proses yang berinteraksi satu dengan yang lain secara simultan [7].

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap menggunakan *response surface methodology* (RSM) yaitu ekstraksi lignin dari limbah padat serai wangi serta penentuan kondisi optimum produksi perekat resorsinol formaldehida yang disubstitusi lignin limbah serai wangi.

2.1 Alat dan Bahan

Limbah padat serai wangi diperoleh dari Laboratorium Teknologi Rekayasa Kimia Industri, Politeknik Negeri Lampung. Limbah padat dikeringkan hingga kadar air 10%, digiling menggunakan *disk mill* kemudian diayak menggunakan ayakan 40 mesh. Bahan lain yang digunakan adalah formaldehid 37%, NaOH, veneer, dan akuades.

Alat yang digunakan antara lain *ultrasonic bath* (BRANSON), *microwave oven* (SHARP), pH meter (ATC 190012), dan *disk mill* (FFC-15).

2.2 Ekstraksi Lignin dari Limbah Padat Serai Wangi

Sampel limbah penyulingan serai wangi sebanyak 40 gram ditambahkan

akuades sebanyak 250 mL lalu disonikasi dengan *ultrasonic batch* pada suhu 30 °C, frekuensi 40 kHz, selama 10 menit, dan *power ultrasonic batch* sebesar 100%. Sampel yang telah disonikasi diekstraksi dengan *microwave* menggunakan daya sebesar 199,5 W selama 30 menit. Selanjutnya sampel tersebut difiltrasi menggunakan alat *vacuum filtration*. *Cake* yang diperoleh dikeringkan di dalam oven pada temperatur 50 °C selama 24 jam. Residu hasil ekstraksi ditimbang 90 gram lalu ditambahkan NaOH 1% sebanyak 1.350 mL (rasio padat terhadap cair 1:15 (g/mL)) kemudian dipanaskan pada suhu 170 °C di atas *hotplate* selama 1 jam, lalu didinginkan selama 2 jam (suhu dibawah 70°C).

Setelah sampel dingin, dilakukan pemisahan lindi hitam dari bahan serat menggunakan alat filtrasi vakum. Lindi hitam ditambahkan asam sulfat (H₂SO₄) 0,002 M secara perlahan-lahan (1 mL per menit) hingga pH=2. Endapan lignin yang terbentuk didinginkan dalam *freezer* selama sekitar 24 jam. Pengerinan lignin dilakukan dengan pencairan lindi hitam pada suhu kamar lalu disaring hingga didapatkan lignin basah yang selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 45°C selama 24 jam. Lignin yang diperoleh, siap untuk digunakan sebagai bahan baku pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida (LRF). Lignin tersebut selanjutnya diidentifikasi gugus fungsinya menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectrometer* (FTIR) [8]. Sedangkan struktur molekul lignin yang diperoleh diidentifikasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

2.3 Pembuatan perekat lignin resorsinol formaldehida (LRF)

Pembuatan bahan perekat lignin resorsinol formaldehida (LRF) dilakukan dengan perbandingan mol lignin (L) : resorsinol (R) : formaldehida (F) = 1 : 0,9 : 2 dengan berat molekul masing-masing 231 : 110,1 : 30,03 g/mol [5]. Variabel bebas pada penelitian ini adalah volume NaOH, waktu reaksi, dan massa lignin. Pada penelitian ini digunakan rancangan *Box Behnken design* dengan variabel respon yang diamati yaitu pH, berat jenis, sisa penguapan, dan waktu gelatinisasi seperti yang terlihat pada Tabel 1. Setelah semua perlakuan selesai dilakukan, perekat lignin resorsinol formaldehida (LRF) diuji berdasarkan SNI 06-4567-1998 dan daya tahan rekatnya (delaminasi). Rancangan percobaan pada pembuatan perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) menggunakan *Box-Behnken Design* (BBD) dengan 3 variabel volume NaOH (10, 13 dan 16 mL), waktu reaksi (10, 20 dan 30 menit) dan massa lignin (4, 6 dan 8 gram) dapat dilihat pada tabel 1.

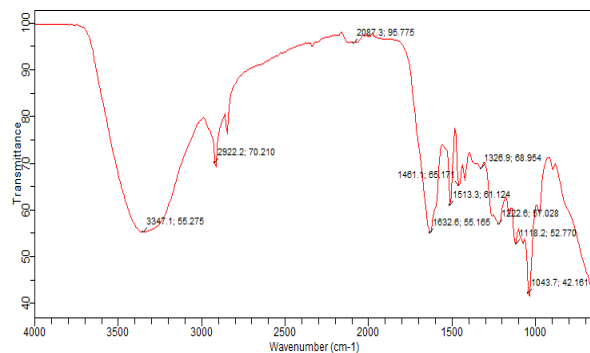
Tabel 1. Rancangan *Box-Behnken Design*

Perlakuan ke-	Volume NaOH	Waktu Reaksi	Massa Lignin
	(mL)	(Menit)	(gram)
	X1	X2	X3
1	10	10	6
2	16	10	6
3	10	30	6
4	16	30	6
5	10	20	4
6	16	20	4
7	10	20	8
8	16	20	8
9	13	10	4
10	13	30	4
11	13	10	8
12	13	30	8
13	13	20	6
14	13	20	6
15	13	20	6

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Gugus Fungsi Lignin menggunakan FTIR

Lignin diekstraksi dari limbah penyulingan serai wangi menggunakan metode *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE). Pada pengujian FTIR dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi, Universitas Lampung. Hasil analisis FTIR terhadap lignin dari limbah padat distilasi serai wangi dapat dilihat pada Gambar 1. Lignin dari limbah serai wangi berada pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm^{-1} dengan gugus fungsi penyusun lignin limbah serai wangi yang dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Spektrum FT-IR lignin dari limbah serai wangi

Tabel 2. Hasil uji gugus fungsi lignin dari limbah serai wangi

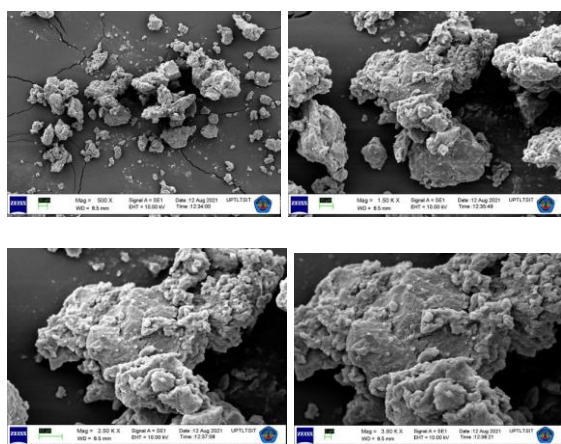
No	Bilangan gelombang (cm^{-1}) hasil riset	Standar serapan (cm^{-1})	Keterangan gugus fungsi
1	1043,7	1000-1260	Senyawa fenolik
2	1329,6	1270-1330	-OCH ₃
3	1461,1	1460-1470	Vibrasi cincin aromatik
4	1513,3	1505-1515	Vibrasi ulur C=C
5	1632,6	1630-1690	Vibrasi ulur C=O
6	2922,2	2820-2940	Vibrasi ulur C-H metil
7	3347,1	3200-3600	-OH alkohol

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction (UMAE)*

Tabel 2 menunjukkan serapan khas pada bilangan gelombang $1330\text{-}1315\text{ cm}^{-1}$ dan $1280\text{-}1270\text{ cm}^{-1}$ merupakan serapan khas cincin siringil dan quasil ($-\text{OCH}_3$) yang merupakan gugus utama penyusun lignin [9]. Gugus-gugus fungsi yang terdapat pada lignin hasil isolasi limbah serai wangi ini menyerupai gugus fungsi penyusun lignin standar [10].

3.2 Karakteristik lignin menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*

Karakteristik morfologi permukaan lignin dari limbah serai wangi menggunakan SEM yang diuji di Laboratorium Terpadu Sentra Inovasi, Universitas Lampung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Morfologi permukaan lignin

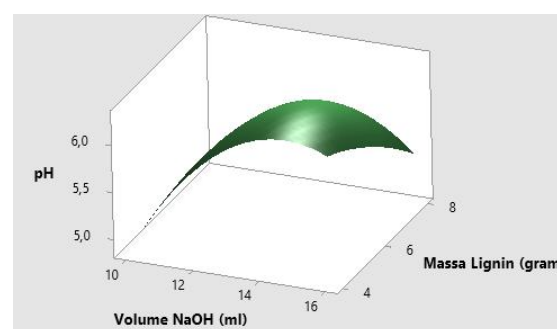
Gambar 2 menunjukkan hasil SEM lignin dari limbah serai wangi yang memiliki struktur berbentuk granula tidak beraturan dengan banyak rongga di dalamnya yang menjadikan permukaannya terbuka dan tidak kompak. Hal ini dikarenakan adanya penggunaan NaOH pada proses isolasi lignin membuat mikrostruktur pada serai wangi menjadi kasar dan berserabut. Perubahan mikrostruktur lignin dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi NaOH pada proses *pretreatment*, dengan permukaan

lignin terlihat semakin kasar dan berserabut seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan [11].

3.3 Identifikasi kualitas perekat LRF berdasarkan SNI 06-4567-1998

a. Derajat keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) perekat LRF yang dihasilkan berkisar 4,8-6,3. Hal ini sesuai dengan pH perekat komersial sebesar 4,4 [12]. Respon permukaan derajat keasaman (pH) produk LRF yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan volume NaOH dan massa lignin terhadap derajat keasaman

Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin banyak masa lignin yang ditambahkan maka derajat keasaman LRF semakin turun. Penambahan NaOH akan meningkatkan pH LRF hingga volume NaOH 15 mL. Derajat keasaman (pH) di atas 3 mengakibatkan proses pereaksian semakin cepat, sehingga adanya NaOH tersebut menyebabkan pengaktifan lignin dengan resorsinol dan formaldehid [12].

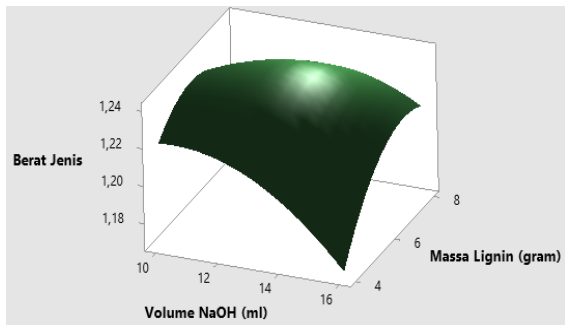
b. Berat jenis

Berat jenis perekat LRF hasil penelitian ini adalah 1,1588-1,2518 g/mL yang memenuhi persyaratan SNI yaitu 1,165-1,200 g/mL. Berat jenis perekat dipengaruhi oleh komponen-komponen penyusun perekat tersebut [13]. Berat jenis

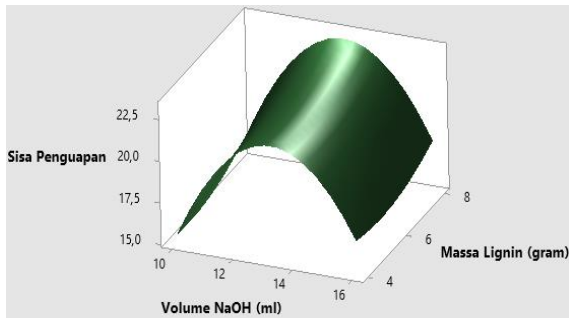
Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction (UMAE)

perekat menunjukkan berat jenis masing-masing komponen penyusun perekat tersebut. Semakin banyak komponen perekat yang berat jenisnya tinggi, maka berat jenis perekat ini akan semakin tinggi.

Pada Gambar 4 dapat dilihat pengaruh volume NaOH dan masa lignin terhadap berat jenis perekat LRF yang dihasilkan. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin banyak massa lignin dan semakin sedikit volume NaOH, maka akan meningkatkan berat jenis LRF.



Gambar 4. Hubungan volume NaOH dan massa lignin terhadap berat jenis LRF



Gambar 5. Hubungan volume NaOH dan massa lignin terhadap sisa penguapan

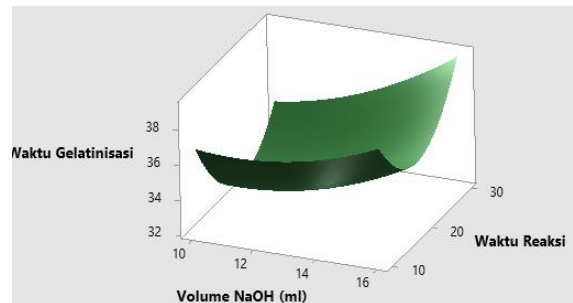
c. Sisa penguapan

Pengaruh volume NaOH dan massa lignin terhadap sisa penguapan dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin sedikit massa lignin dan semakin banyak penambahan NaOH, maka akan menurunkan sisa penguapan. Dari hasil penelitian diperoleh sisa penguapan

perekat LRF berkisar antara 12,11-24,80% yang nilai tersebut memenuhi persyaratan SNI yaitu 7-45%.

d. Waktu gelatinisasi

Dari hasil penelitian diperoleh waktu gelatinisasi perekat LRF antara 30,15-42,08 menit. Persyaratan SNI untuk waktu gelatinisasi adalah lebih dari 30 menit. Sehingga dapat dikatakan bahwa waktu gelatinisasi perekat LRF hasil eksperimen memenuhi SNI. Respon permukaan volume NaOH dan waktu reaksi terhadap waktu gelatinisasi dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin banyak volume NaOH dan semakin lama waktu reaksi, maka akan meningkatkan waktu gelatinisasi.



Gambar 6. Hubungan volume NaOH dan waktu reaksi terhadap waktu gelatinisasi

3.4 Optimasi kondisi pembuatan perekat resorsinol formaldehida yang disubstitusi lignin

Pengujian daya tahan rekat (delaminasi) dari perekat LRF dilakukan dengan menggunakan spesimen uji dari kulit kayu jati yang berukuran 75 mm x 75 mm yang direkatkan pada kayu tripleks. Spesimen uji direndam dalam air panas pada suhu 35±3°C selama 2 jam. Kemudian spesimen uji tersebut dikeringkan dalam oven pada suhu 60±3°C selama 3 jam [13]. Hasil eksperimen pengujian daya tahan rekat (delaminasi) dapat dilihat pada Tabel 3. Pada Tabel 3

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

memperlihatkan terdapat beberapa perlakuan yang tidak mengalami pengelupasan atau delaminasi (0%).

Tabel 3. Daya tahan rekat pada setiap perlakuan

Perlakuan	Daya rekat atau delaminasi (%)
1	0
2	100
3	0
4	100
5	25
6	100
7	0
8	0
9	100
10	100
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0

RSM sendiri merupakan metode statistika dalam mengelola satu kelompok data dari suatu eksperimen guna mengoptimasi dan menentukan koefisien model matematik [14]. Analisis data menggunakan RSM menghasilkan model matematik seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Model matematik daya tahan rekat (delaminasi)

Model matematik	Koefisien	R ²
$Y=3,01 - 0,149 X_1 - 0,1375 X_2 - 0,0312 X_3 + 0,0174 X_1^2 + 0,00344 X_2^2 + 0,0391 X_3^2 - 0,00000 X_1 * X_2 - 0,00000 X_1 * X_3 + 0,00000 X_2 * X_3$	0,230489	91,76 %

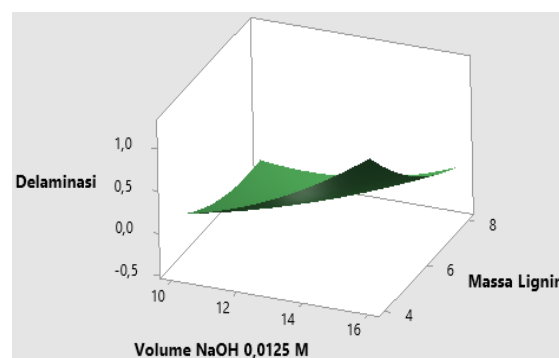
Y adalah daya tahan rekat. X₁ adalah volume NaOH (mL), X₂ adalah waktu reaksi (menit), dan X₃ adalah massa lignin (gram). Interaksi antar variabel bebas di uji

menggunakan ANOVA, adapun hasil uji tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil *analysis of variance* (ANOVA)

Sumber	Nilai f	Nilai p
X ₁	17,79	0,008
X ₂	0,00	1,000
X ₃	24,85	0,004
X ₁ ²	1,70	0,249
X ₂ ²	8,21	0,035
X ₃ ²	1,70	0,249
X ₁ *X ₂	0,00	1,000
X ₁ *X ₃	2,65	0,165
X ₂ *X ₃	0,00	1,000

Nilai *p-value* pada Tabel 5 menunjukkan signifikansi koefisien regresi terhadap model. Variabel X₁ dan X₃ memiliki pengaruh yang signifikan terhadap daya tahan rekat (delaminasi) yang ditunjukkan dari nilai *p-value* pada kedua variabel tersebut <0,05. Nilai *p-value* dari X₂ yang lebih besar dari 0,05 menunjukkan bahwa variabel bebas tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap daya tahan rekat (delaminasi).



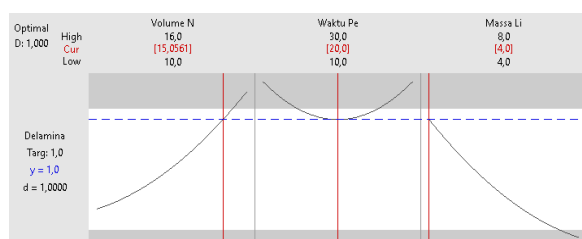
Gambar 7. Pengaruh volume NaOH dan massa lignin terhadap delaminasi

Pengaruh volume NaOH dan massa lignin dalam nilai daya tahan rekat (delaminasi) diperlihatkan pada Gambar 7. Pada Gambar 7 diperlihatkan bahwa dalam pengurangan massa lignin dan penambahan volume NaOH maka akan meningkatkan nilai daya tahan rekat (delaminasi). Faktor-faktor yang dapat

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE)

mempengaruhi nilai daya rekat yaitu bahan dasar atau komposisi dari lem itu sendiri, jumlah lem yang dilaburkan ke permukaan bahan, kadar air, serta tingkat kehalusan permukaan benda yang akan direkatkan. Sebelum melakukan pelaburan lem, bahan yang digunakan dihaluskan permukaannya dengan menggunakan amplas. Hal ini bertujuan supaya lem yang terlabur akan dapat masuk ke dalam pori-pori. Selain itu, daya rekat (delaminasi) juga sangat ditentukan oleh kualitas bahan perekat, jenis bahan yang digunakan sebagai bahan baku, proses pelaburan, dan berat labur perekat [15].

Kondisi optimum pembuatan perekat LRF dapat dilihat pada Gambar 8. Berdasarkan Gambar 8, kondisi operasi optimum dalam pembuatan perekat LRF adalah NaOH sebanyak 15,0561 mL, waktu reaksi 20 menit, dan massa lignin 4 gram. Pada kondisi operasi optimum tersebut akan diperoleh daya tahan rekat (delaminasi) sebesar 1 %.



Gambar 8. Kondisi optimum perekat LRF terhadap daya tahan rekat (delaminasi)

4. Kesimpulan

Substitusi lignin dari limbah serai wangi menggunakan metode *Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction* (UMAE) pada pembuatan perekat LRF mampu menghasilkan perekat yang memenuhi SNI 06-4567-1998 untuk parameter berat jenis, waktu gelatinisasi, dan sisa penguapan. Derajat keasaman (pH) perekat lignin-LRF yang dihasilkan sesuai seperti nilai pH dari perekat komersial. Kondisi optimum pembuatan perekat lignin-LRF dapat dicapai pada penambahan NaOH 15,0561 mL, waktu reaksi 20 menit, dan massa lignin 4 gram yang pada kondisi operasi optimum tersebut akan diperoleh daya tahan rekat (delaminasi) sebesar 1 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terimakasih kepada Politeknik Negeri Lampung khususnya Dr. Oktaf Rina, M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri yang sudah mendukung dan menyiapkan sesuatunya yang diperlukan oleh penulis. Terimakasih pula untuk Shintawati, S.T., M.Si. selaku dosen pendamping yang senantiasa membimbing kami dalam kegiatan penelitian ini dan sudah memberikan limbah serai wangi kepada penulis.

Daftar Rujukan

- [1] Teng, H., Chen, L., Huang, Q., Wang, J., Lin, Q., Liu, M., ... Song, H. (2016). Ultrasonic-assisted extraction of raspberry seed oil and evaluation of its physicochemical properties, fatty acid compositions and antioxidant activities. *PLoS ONE*, 11(4), 1–17. doi: 10.1371/journal.pone.0153457
- [2] Hadkar, U. B., Dhruv, N., Malode, Y., & Chavan, B. (2013). Microwave Assisted Extraction of Phytoconstituents. *Asian Journal of Phytomedicine and Clinical Research*, 2(3), 73–86.
- [3] Usmiati, S., Nurdjannah, N., & Sri Yuliani. (2012). Penyulingan Sereh Wangi Dan Nilam Sebagai Insektisida Pengusir Lalat Rumah (*Musca domestica*). *J. Tek. Ind. Pert.*, 15(1), 10–16.
- [4] Sakdaronnarong, C. K., Onsrithong, N., Suwankrua, R., & Jonglertjunya, W. (2012). Improving enzymatic saccharification of sugarcane bagasse by biological/physico-chemical pretreatment using *trametes versicolor* and *bacillus* sp. *BioResources*, 7(3), 3935–3947.

Pemanfaatan Lignin Serai Wangi Sebagai Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF) Menggunakan Ultrasonic Microwave-Assisted Extraction (UMAE)

-
- [5] Maysarah, S., & Herlina, N. (2015). Pembuatan Perekat Lignin Resorsinol Formaldehid Dari Natrium Lignosulfonat Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(4), 58–63. doi: 10.32734/jtk.v4i4.1514.
- [6] Kusuma, H. S., & Mahfud, M. (2016). Preliminary study: Kinetics of oil extraction from sandalwood by microwave-assisted hydrodistillation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 128(1), 62–69. doi: 10.1088/1757-899X/128/1/012009
- [7] Anuar, N., Mohd Adnan, A. F., Saat, N., Aziz, N., & Mat Taha, R. (2013). Optimization of extraction parameters by using response surface methodology, purification, and identification of anthocyanin pigments in melastoma malabathricum fruit. *The Scientific World Journal*, 2013. doi: 10.1155/2013/810547
- [8] Chadijah, S. (2011). Kinetika Delignifikasi Sabut Kelapa Dengan Proses Peroksida Alkali Pada Pembuatan Pulp. *Teknosains: Media Informasi Sains dan Teknologi*, 5(2), 223–231. Retrieved from <https://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/teknosains/article/view/180>
- [9] Minu, K., Jiby, K. K., & Kishore, V. V. N. (2012). Isolation and purification of lignin and silica from the black liquor generated during the production of bioethanol from rice straw. *Biomass and Bioenergy*, 39, 210–217. doi: 10.1016/j.biombioe.2012.01.007
- [10] Esse, I. (2018). *Pemanfaatan Lignin Hasil Delignifikasi Ampas Tebu sebagai Perekat Lignin Resorsinol Formaldehida (LRF)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar. Retrieved from http://repositori.uin-alauddin.ac.id/11975/1/INDO_ESSE.PDF.
- [11] Binoto, N. L. L., Rolan, S., & Ikhsan, D. (2010). Hidrolisis Ampas Tebu Secara Enzimatis Menggunakan *Trichoderma reesei* Novi. *Seminar Tugas Akhir S1 Teknik Kimia UNDIP*, Retrieved from http://eprints.undip.ac.id/16654/1/ARTIKEL_ILMIAH.pdf
- [12] Susilowati, Munandar, S., & Edahwati, L. (2013). Pemanfaatan Lignin dari Limbah Kulit Buah Kakao Menjadi Perekat. *Jurnal Teknik Kimia*, 8(1), 22–26. Retrieved from <http://ejournal.upnjatim.ac.id/index.php/tekkim/article/view/710>
- [13] Medynda, M., Sucipto, T., & Hakim, L. (2012). Pengembangan Perekat Likuida Dari Limbah Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). *Peronema Forestry Science Journal*, 1(1).
- [14] Pawignya, H., Kusworo, T. D., & Pramudono, B. (2019). Optimization for Production Tert-Butyl Glycoside Nonionic Surfactant Using Response Surface Methodology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1295(1). doi: 10.1088/1742-6596/1295/1/012003
- [15] Arsad, E. (2011). Sifat Fisik Kayu Lapis Berbahan Baku Kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) dan Kelampayan (*Anthocephalu* spp). *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 3(2), 1. doi: 10.24111/jrihh.v3i2.1188