

**SKRIPSI**

**PEMANFAATAN LIMBAH KAYU GALAM SEBAGAI KARBON AKTIF  
TERAKTIVASI NATRIUM HIDROKSIDA (NaOH) UNTUK MENYISIHKAN  
KONSENTRASI WARNA MERAH ARTIFISIAL *RUBBER* PADA INDUSTRI  
SABLON**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat Sarjana pada Program  
Studi S-1 Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

**Dicha Fadhillia**

NIM. 2010815220011

Pembimbing:

**Nova Annisa, S.Si., M.S.**

**NIP. 19891128 20242 12032**



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT  
BANJARBARU  
2024**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN**

**Pemanfaatan Limbah Kayu Galam sebagai Karbon Aktif  
Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Menyisihkan  
Konsentrasi Warna Merah Artifisial *Rubber* pada Industri**

**Sablon**

**Oleh**

**Dicha Fadhilla (2010815220011)**

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 26 Juli 2024 dan dinyatakan

**L U L U S**

**Komite Penguji :**

**Ketua : Chairul Abdi, S.T., M.T**

**NIP. 197807122012121002**

**Anggota 1 : Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T**

**NIP. 199101192019031016**

**Pembimbing : Nova Annisa, S.Si., M.S**

**Utama NIP. 198911282024212032**

Banjarbaru, 02 AUG 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik**

**Fakultas Teknik ULM,**



**Dr. Mahmud. S.T., M.T.**

**NIP. 19740107 199802 1 001**

**Koordinator Program Studi**

**S-1 Teknik Lingkungan,**

**Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S**

**NIP. 19780828 201212 2 001**

## ABSTRAK

Limbah cair sablon pada beberapa industri sablon di Banjarbaru masih belum dilakukan pengolahan secara optimal sehingga limbah tersebut mencemari lingkungan. Limbah kayu galam dapat dimanfaatkan untuk menyisihkan konsentrasi warna dengan proses adsorpsi karbon aktif pada limbah cair sablon yang dibuat secara artifisial. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik terbaik berdasarkan SNI 06-3730-1995 dan kondisi operasi adsorpsi terbaik karbon aktif kayu galam terhadap limbah cair sablon artifisial. Penelitian ini menggunakan *Response Surface Method* (RSM) dengan model *Box Behnken Design* (BBD) untuk karakteristik dan kondisi operasi terbaik karbon aktif kayu galam. Optimasi pembuatan karbon aktif kayu galam dilakukan dengan mengoptimasi suhu dan waktu aktivasi fisika, serta konsentrasi NaOH pada aktivasi kimia. Berdasarkan hasil optimasi didapat formulasi terbaik pada pembuatan karbon aktif kayu galam yaitu pada suhu 550°C, waktu aktivasi fisika 81 menit, dan konsentrasi NaOH 10%, yang menghasilkan karakteristik kadar air 3,66667%, kadar abu 6,333%, dan daya serap iod 1.085 mg/g. Formulasi karakteristik karbon aktif kayu galam terbaik kemudian dilanjutkan pada proses adsorpsi limbah cair sablon artifisial. Proses adsorpsi dilakukan dengan mengoptimasi kecepatan dan waktu pengadukan, serta dosis karbon aktif kayu galam terhadap efisiensi adsorpsi. Kondisi operasi terbaik adsorpsi didapat pada formulasi kecepatan pengadukan 150 rpm, waktu pengadukan 30 menit, dan dosis karbon aktif 5 gr yang mampu menyisihkan konsentrasi warna sebesar 89,03%.

**Kata kunci:** Box Behnken Design (BBD), Karbon Aktif, Kayu Galam, Limbah Cair Sablon, Response Surface Method (RSM).

## **ABSTRACT**

*Screen printing liquid waste in several screen printing industries in Banjarbaru is still not optimally treated so that the waste pollutes the environment. Galam wood waste can be used to remove colour concentration with activated carbon adsorption process on artificially made screen printing liquid waste. This study aims to analyse the best characteristics based on SNI 06-3730-1995 and the best adsorption operating conditions of galam wood activated carbon on artificially made screen printing liquid waste. This research uses Response Surface Method (RSM) with Box Behnken Design (BBD) model for the best characteristics and operating conditions of galam wood activated carbon. Optimisation of galam wood activated carbon was carried out by optimising the temperature and time of physical activation, as well as the concentration of NaOH in chemical activation. Based on the optimisation results, the best formulation for the manufacture of galam wood activated carbon was obtained at a temperature of 550°C, a physical activation time of 81 minutes, and a NaOH concentration of 10%, which produced characteristics of 3,66667% moisture content, 6,333% ash content, and an iod absorption capacity of 1.085 mg/g. Formulation of the best galam wood activated carbon characteristics was then continued in the process of adsorption of artificial screen printing liquid waste. The adsorption process was carried out by optimising the stirring speed and time, as well as the dosage of galam wood activated carbon on the adsorption efficiency. The best adsorption operating conditions were obtained in the formulation of 150 rpm stirring speed, 30 minutes stirring time, and 5 g activated carbon dosage which was able to remove the colour concentration of 89,03%.*

**Keywords:** *Box Behnken Design (BBD), Activated Carbon, Galam wood, Screen Printing Liquid Waste, Response Surface Method (RSM).*

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, anugerah, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Limbah Kayu Galam sebagai Karbon Aktif Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH) untuk Menyisihkan Konsentrasi Warna Merah Artifisial *Rubber* pada Industri Sablon”, sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S-1) Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Agus Suparji dan Ibu Rosina, yang selalu memberikan kasih sayang, do'a, nasehat, serta kesabarannya yang luar biasa dalam setiap langkah hidup penulis.
3. Saudara-saudara penulis tercinta, Meyni Dria Astarina, Kukuh Ari Lazuardi, dan Richa Nadhilla, terima kasih atas do'a dan segala dukungannya kepada penulis.
4. Ibu Nova Annisa, S. Si., M.S. selaku dosen pembimbing yang senantiasa dengan sabar membimbing dan memberi masukan kepada penulis selama penyusunan skripsi ini.

5. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. dan bapak Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan saran dan masukkan dalam skripsi.
6. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat.
7. Seluruh dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat yang telah membantu dan memfasilitasi penulis selama melaksanakan perkuliahan.
8. Muhammad Syufian Syauri, partner terbaik yang telah banyak membantu dan memberi dukungan serta motivasi kepada penulis dari awal sampai akhir perkuliahan.
9. Teman-teman satu tim (Tim Aselole), Dita Alfera Yusdianti, Umi Kalsum, dan Ziadatul Mawaddah, terima kasih sudah mau berjuang bersama dari awal penyusunan proposal penelitian sampai dengan penyusunan skripsi ini.
10. Teman-teman terbaik selama perkuliahan (Grup Anjay), Annisa Rahmadina, Dilayunika Salsabila, Lubna Al Habsyi, Siti Zahra, Rosa Fithriyah, Dita Alfera Yusdianti, Umi Kalsum, dan Ziadatul Mawaddah, terima kasih telah kebersamai perjuangan penulis sedari maba sampai akhir perkuliahan ini.
11. Teman-teman terbaik sedari SMP, Audira Fatika Nor Puteri, Sella Juwita Sari, Indri Rifina Putri, Putri Rossadi, Anisa Meilani, dan Maulidatu Jauharoti Alisyah, terima kasih atas do'a, dukungan, motivasi, serta pengalaman yang diberikan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
12. Teman-teman Foture Angkatan 2020 yang mendukung kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.

13. Terakhir yaitu untuk diri saya sendiri, terima kasih karena sudah mau berjuang untuk bisa menyelesaikan skripsi walaupun banyak hambatan dan rintangan yang dihadapi selama menyelesaikan skripsi ini.

Banjarbaru, Juli 2024



Dicha Fadhillah

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>i</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>iii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISTILAH .....</b>	<b>xii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>7</b>
2.1 Kayu Galam.....	7
2.2 Karbon Aktif.....	8
2.2.1 Jenis-Jenis Karbon Aktif .....	9
2.2.2 Pembuatan Karbon Aktif .....	11
2.2.3 Karakteristik Karbon Aktif.....	14
2.2.4 Mekanisme Adsorpsi .....	18
2.2.5 Isoterm Adsorpsi.....	20
2.2.6 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi .....	21
2.3 Cat Pewarna Sablon <i>Rubber</i> .....	23
2.4 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM).....	24
2.5 Studi Pustaka .....	27
2.6 Hipotesis.....	28
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>29</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	29
3.1.1 Variabel Penelitian.....	29
3.1.2 Kerangka Penelitian.....	32
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	33
3.2.1 Waktu Penelitian.....	33
3.2.2 Tempat Penelitian.....	33
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian .....	34



3.3.1	Bahan Penelitian.....	34
3.3.2	Peralatan Penelitian.....	34
3.4	Prosedur Penelitian .....	34
3.4.1	Pembuatan Karbon Aktif .....	34
3.4.2	Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Galam (SNI 06-3730-1995) ....	36
3.4.3	Preparasi Larutan Induk Warna Merah Artifisial <i>Rubber</i> .....	38
3.4.4	Preparasi Larutan Standar Warna Merah Artifisial <i>Rubber</i> .....	38
3.4.5	Perlakuan Terhadap Sampel Warna Merah Artifisial <i>Rubber</i> ....	38
3.5	Teknik Pengumpulan Data.....	39
3.6	Analisis Data .....	40
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>45</b>
4.1	Karakteristik Karbon Aktif Kayu Galam .....	45
4.1.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Air.....	46
4.1.2	Hubungan Suhu Aktivasi Fisika, Waktu Aktivasi Fisika, dan Konsentrasi NaOH Terhadap Kadar Air .....	48
4.1.3	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Abu.....	52
4.1.4	Hubungan Suhu Aktivasi Fisika, Waktu Aktivasi Fisika, dan Konsentrasi NaOH Terhadap Kadar Abu .....	54
4.1.5	Analisis Ragam ANOVA Respon Daya Serap Iod.....	58
4.1.6	Hubungan Suhu Aktivasi Fisika, Waktu Aktivasi Fisika, dan Konsentrasi NaOH Terhadap Daya Serap Iod .....	60
4.1.7	Pengaruh Faktor-Faktor Terhadap Respon Karakteristik .....	64
4.1.8	Optimasi Respon Nilai Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Iod .....	65
4.1.9	Verifikasi Kondisi Optimum Data Karakteristik Hasil Prediksi Model.....	67
4.1.10	Uji Lanjutan.....	69
4.2	Proses Adsorpsi Warna Artifisial <i>Rubber</i> Menggunakan Karbon Aktif Kayu Galam .....	74
4.2.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi .....	75
4.2.2	Hubungan Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi.....	78
4.2.3	Pengaruh Faktor-Faktor Terhadap Respon Efisiensi Adsorpsi..	81
4.2.4	Optimasi Respon Efisiensi Adsorpsi .....	82
4.2.5	Verifikasi Kondisi Optimum Data Efisiensi Adsorpsi Hasil Prediksi Model.....	83
4.2.6	Isoterm Adsorpsi.....	86

<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>89</b>
5.1 Kesimpulan.....	89
5.2 Saran.....	89
<b>DAFTAR RUJUKAN .....</b>	<b>91</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b> Persyaratan Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995 .....	14
<b>Tabel 2.2</b> Studi Pustaka .....	27
<b>Tabel 3.1</b> Kode dan Level Variabel Karakteristik Karbon Aktif .....	31
<b>Tabel 3.2</b> Kode dan Level Variabel Proses Adsorpsi .....	31
<b>Tabel 4.1</b> Data Hasil Karakteristik Karbon Aktif Kayu Galam .....	45
<b>Tabel 4.2</b> Analisis ANOVA Respon Kadar Air .....	46
<b>Tabel 4.3</b> Fit Statistics .....	46
<b>Tabel 4.4</b> Data Hasil Penelitian Kadar Air yang Dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 .....	49
<b>Tabel 4.5</b> Analisis ANOVA Respon Kadar Abu .....	52
<b>Tabel 4.6</b> Fit Statistics .....	52
<b>Tabel 4.7</b> Data Hasil Penelitian Kadar Abu yang Dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 .....	55
<b>Tabel 4.8</b> Analisis ANOVA Respon Daya Serap Iod .....	58
<b>Tabel 4.9</b> Fit Statistics .....	58
<b>Tabel 4.10</b> Data Hasil Penelitian Daya Serap Iod yang Dibandingkan dengan SNI 06-3730-1995 .....	61
<b>Tabel 4.11</b> <i>Coefficient Table</i> .....	64
<b>Tabel 4.12</b> Batasan Nilai Ideal Optimasi untuk Respon Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Iod .....	66
<b>Tabel 4.13</b> Solusi Optimal Formula Karbon Aktif yang Terpilih .....	67
<b>Tabel 4.14</b> Data Hasil Verifikasi Formula Optimum Karakteristik .....	68
<b>Tabel 4.15</b> Hasil Konfirmasi Data Verifikasi Karakteristik .....	68
<b>Tabel 4.16</b> Hasil Analisis CHN Arang Kayu Galam .....	69
<b>Tabel 4.17</b> Hasil Uji BET .....	70
<b>Tabel 4.18</b> Data Hasil Efisiensi Adsorpsi .....	75
<b>Tabel 4.19</b> Analisis ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi .....	76
<b>Tabel 4.20</b> Fit Statistics .....	76
<b>Tabel 4.21</b> <i>Coefficient Table</i> .....	81
<b>Tabel 4.22</b> Batasan Nilai Ideal Optimasi untuk Respon Efisiensi Adsorpsi .....	82
<b>Tabel 4.23</b> Solusi Optimal Efisiensi Adsorpsi Warna Merah Artifisial Rubber ....	83
<b>Tabel 4.24</b> Data Hasil Verifikasi Formula Optimum Efisiensi Adsorpsi .....	84
<b>Tabel 4.25</b> Hasil Konfirmasi Data Verifikasi Efisiensi Adsorpsi .....	85
<b>Tabel 4.26</b> Persamaan dan Nilai Koefisien Korelasi Isoterm Freundlich .....	87
<b>Tabel 4.27</b> Persamaan dan Nilai Koefisien Isoterm Langmuir .....	88

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b> Kayu Galam.....	8
<b>Gambar 2.2</b> Karbon Aktif Bentuk <i>Granular</i> .....	10
<b>Gambar 2.3</b> Karbon Aktif Bentuk <i>Pellet</i> .....	11
<b>Gambar 2.4</b> Karbon Aktif Bentuk Serbuk ( <i>Powder</i> ) .....	11
<b>Gambar 2.5</b> Proses Adsorpsi .....	19
<b>Gambar 4.1</b> Grafik 3D dan <i>Contour</i> a) Hubungan Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan Faktor Waktu dan Konsentrasi Terhadap Kadar Air.....	49
<b>Gambar 4.2</b> Grafik 3D dan <i>Contour</i> a) Hubungan Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan Faktor Waktu dan Konsentrasi Terhadap Kadar Abu.....	56
<b>Gambar 4.3</b> Grafik 3D dan <i>Contour</i> a) Hubungan Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan Faktor Waktu dan Konsentrasi Terhadap Daya Serap Iod.....	62
<b>Gambar 4.4</b> Hasil Uji FTIR .....	72
<b>Gambar 4.5</b> Hasil Uji SEM Terhadap (a) Karbon Sebelum Aktivasi, (b) Karbon Setelah Aktivasi, (c) Karbon Aktif Setelah Adsorpsi .....	73
<b>Gambar 4.6</b> Grafik 3D dan <i>Contour</i> a) Hubungan Faktor Kecepatan Pengadukan dan Dosis Adsorben, b) Hubungan Faktor Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan, c) Hubungan Faktor Dosis Adsorben dan Waktu Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi .....	78
<b>Gambar 4.7</b> Hasil Verifikasi Efisiensi Adsorpsi .....	84
<b>Gambar 4.8</b> Grafik Isoterm Freundlich .....	86
<b>Gambar 4.9</b> Grafik Isoterm Langmuir .....	87

## DAFTAR ISTILAH

Absorpsi	= Proses di mana atom, molekul, atau ion memasuki fase ruah lain baik berupa bahan cair atau padat
Adsorbat	= Molekul yang diserap oleh adsorben
Adsorben	= Material padat berpori yang berguna untuk menjerap molekul adsorbat dalam proses adsorpsi
Adsorpsi	= Proses masuknya zat padat tertentu karena adanya gaya tarik molekul pada permukaan suatu zat
Aktivasi	= Proses pengaktifan karbon aktif untuk memperbesar luas permukaan pori
Amorf	= Zat padat dengan struktur partikel yang tidak teratur
Artifisial	= Buatan
<i>Batch</i>	= Proses yang tidak berlangsung secara terus-menerus
Dehidrasi	= Proses pengeringan untuk mengurangi kadar air pada bahan baku
Higroskopis	= Kemampuan suatu zat untuk menyerap cairan melewati proses adsorpsi
Karbonisasi	= Proses pemanasan bahan-bahan organik pada suhu tertentu dengan jumlah oksigen yang terbatas
<i>Monolayer</i>	= Terjadi dimana lapisan tunggal molekul zat (adsorbat) menempel pada permukaan zat padat (adsorben) seperti karbon aktif
<i>Multilayer</i>	= Terjadi ketika molekul adsorbat menumpuk dan membentuk beberapa lapisan di atas permukaan adsorben seperti karbon aktif
RSM	= <i>Response Surface Methodology</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia