

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH KAYU GALAM SEBAGAI KARBON AKTIF
TERAKTIVASI ASAM KLOORIDA (HCI) UNTUK MENURUNKAN
KONSENTRASI WARNA BIRU ARTIFISIAL *RUBBER* PADA INDUSTRI
SABLON**

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam Menyusun Skripsi pada Program
Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Dibuat:

Dita Alfera Yusdianti

NIM. 2010815220038

Pembimbing:

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

NIP. 198911282024212032



**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
Asam Klorida (HCl) untuk Menurunkan Konsentrasi Warna Biru
Artifisial Rubber pada Industri Sablon**

Oleh

Dita Alfera Yusdianti (2010815220038)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 28 Agustus 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

Ketua : Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.
NIP. 198708282012122001



Anggota 1 : Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihatini, S.Si., M.T.
NIP. 198411182008122003



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



Utama NIP. 198911282024212032

Banjarbaru, 02 SEP 2024

Diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,



Dr. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 1 001



Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S
NIP. 19780828 201212 2 001

ABSTRAK

Penelitian ini diharapkan dapat menangani masalah limbah cair pada industri sablon dan limbah kayu galam secara bersamaan dengan menggunakan proses adsorpsi pada konsentrasi warna biru artifisial *rubber* pada industri sablon menggunakan karbon aktif dari limbah kayu galam. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik karbon aktif kayu galam yang teraktivasi asam klorida (HCl) berdasarkan SNI 06- 3730-1995 dan menganalisis kondisi operasi terbaik karbon aktif kayu galam yang teraktivasi asam klorida (HCl) untuk menurunkan konsentrasi warna biru artifisial *rubber* pada industri sablon. Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Method (RSM)* untuk proses optimasi formulasi karbon aktif yang ditinjau melalui karakteristik dan proses adsorpsi terhadap efisiensi adsorpsi. Penelitian ini memanfaatkan rancangan model *Box-Behnken Design* yang diproses menggunakan perangkat lunak model statistik *Design Expert*. Hasil optimum karakterisasi karbon aktif dilakukan dengan variabel suhu aktivasi fisika 550°C selama 30 menit dan konsentrasi HCl 20% yang memiliki karakteristik sesuai dengan SNI 06-3730-1995 dengan respon kadar air 1,6667%, kadar abu 2%, dan daya serap iod 1070,19 mg/g. Hasil kondisi operasi terbaik efisiensi adsorpsi dilakukan dengan variabel kecepatan pengadukan 120 rpm, dosis adsorben 5 gr/L, dan waktu pengadukan 40 menit yang didapatkan nilai optimum efisiensi adsorpsi sebesar 99.961%.

Kata kunci: Karbon aktif, Kayu Galam, Adsorpsi, Warna, *Response Surface Method (RSM)*, *Box-Behnken Design*, Industri Sablon.

ABSTRACT

This research is expected to handle the problem of liquid waste in the screen printing industry and galam wood waste simultaneously by using an adsorption process on the concentration of artificial rubber blue color in the screen printing industry using activated carbon from galam wood waste. This study aims to analyze the characteristics of activated carbon of galam wood activated by hydrochloric acid (HCl) based on SNI 06- 3730-1995 and analyze the best operating conditions of activated carbon of galam wood activated by hydrochloric acid (HCl) to reduce the concentration of blue color of artificial rubber in the screen printing industry. This research uses Response Surface Method (RSM) for the optimization process of activated carbon formulation which is reviewed through the characteristics and adsorption process on adsorption efficiency. This research utilizes the Box-Behnken Design model which is processed using the Design Expert statistical model software. The optimum results of activated carbon characterization were carried out with a variable physical activation temperature of 550°C for 30 minutes and a concentration of 20% HCl which has characteristics in accordance with SNI 06-3730-1995 with a response of 1.6667% moisture content, 2% ash content, and iodine absorbency of 1070.19 mg/g. The results of the best operating conditions of adsorption efficiency were carried out with variable stirring speed of 120 rpm, adsorbent dose of 5 g/L, and stirring time of 40 minutes which obtained the optimum value of adsorption efficiency of 99.961%.

Keywords: Activated Carbon, Galam Wood, Adsorption, Color, Response Surface Method (RSM), Box-Behnken Design, Screen Printing Industry.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Skripsi dengan judul “Pemanfaatan Limbah Kayu Galam sebagai Karbon Aktif Teraktivasi Asam Klorida (HCl) untuk Menurunkan Konsentrasi Warna Biru Artifisial *Rubber* pada Industri Sablon”. Dalam penulisan Skripsi, tentunya penulis mendapatkan arahan dan bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, anugerah dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
2. Kedua orang tua yang menjadi panutan dalam hidup penulis, Bapak Yuseran dan Ibu Mardiana serta adik kecil penulis Hafidz yang selalu mendoakan, mendengarkan keluh kesah, memberikan perhatian, nasehat, dan motivasi yang tiada hentinya serta memberikan dukungan baik moril, materi, dan spiritual agar penulis dapat menyelesaikan studi dan Skripsi ini
3. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. selaku dosen pembimbing Skripsi yang telah membimbing dan memberi masukan dalam menyusun Skripsi.
4. Bapak Muhammad Firmansyah, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing akademik yang selalu mengarahkan penulis, meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan yang membangun untuk akademik penulis selama berkuliah.
5. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S., dan ibu Dr. Ir. Nopi Stiyati Prihartini, S.Si., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan Skripsi ini.

6. Dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
7. Sahabat-sahabat terbaik di bangku perkuliahan yang selalu kebersamai dalam empat tahun ini, yaitu: Zia, Nisa, Dicha, Umi, Sena, Rosa, Zahra, dan Dila yang banyak membantu baik secara langsung maupun tidak langsung serta selalu memberikan semangat kepada penulis.
8. Sahabat-sahabat tersayang sejak di bangku sekolah menengah atas, yaitu: Athira, Famela, Upi, Alifia, dan Tantri yang selalu mendengarkan keluh kesah dan memberikan dukungan serta semangat kepada penulis.
9. Teman-teman Angkatan 2020 yang telah memberi bantuan dan dukungan kepada penulis.
10. Seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT membalas semua budi baik semuanya.
11. Terakhir, terima kasih untuk diri sendiri atas segala kerja keras dan semangatnya sehingga tidak menyerah dalam mengerjakan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik, saran, bimbingan, dan nasihat yang membangun sehingga dapat menyempurnakan tulisan ini.

Banjarbaru, Agustus 2024

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR ISTILAH	x
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	5
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Landasan Teori	7
2.1.1 Kayu Galam (<i>Melaleuca Leucadendron</i>)	7
2.1.2 Karbon Aktif	8
2.1.3 Pewarna Sablon Jenis <i>Rubber</i>	22
2.1.4 <i>Response Surface Method</i> (RSM)	24
2.2 Studi Pustaka	25
2.3 Hipotesis.....	27
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Rancangan Penelitian	28
3.1.1 Variabel Penelitian.....	28
3.1.2 Kerangka Penelitian	30
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.2.1 Waktu Penelitian.....	31
3.2.2 Tempat Penelitian	31
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian	32
3.3.1 Bahan Penelitian	32

3.3.2	Peralatan Penelitian	32
3.4	Prosedur Penelitian	32
3.4.1	Pembuatan Karbon Aktif	32
3.4.2	Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Galam (SNI 06-3730-1995).....	34
3.4.3	Preparasi Larutan Stok Warna Biru Artifisial <i>Rubber</i>	36
3.4.4	Preparasi Larutan Standar Warna Biru Artifisial <i>Rubber</i>	36
3.4.5	Perlakuan Terhadap Sampel Warna Biru Artifisial <i>Rubber</i>	37
3.5	Pengumpulan Data.....	38
3.6	Analisis Data	39
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1	Karakteristik Karbon Aktif.....	42
4.1.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Air.....	43
4.1.2	Hubungan Suhu Aktivasi, Waktu Pemanasan dan Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Air	44
4.1.3	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Abu	47
4.1.4	Hubungan Suhu aktivasi, Waktu Pemanasan dan Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Abu	48
4.1.5	Analisis Ragam ANOVA Respon Daya Serap Iod	51
4.1.6	Hubungan Suhu aktivasi, Waktu Pemanasan dan Konsentrasi HCl Terhadap Daya Serap Iod	53
4.1.7	Optimasi Respon Nilai Kadar Air, Kadar Abu dan Daya Serap Iod ...	56
4.1.8	Verifikasi Kondisi Optimum Hasil Prediksi Model.....	57
4.1.9	Uji Lanjutan	58
4.2	Proses Adsorpsi Konsentrasi Warna Biru Artifisial <i>Rubber</i> pada Industri Sablon Menggunakan Karbon Aktif Kayu Galam	65
4.2.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi.....	66
4.2.2	Hubungan Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi	68
4.2.3	Optimasi Respon Efisiensi Adsorpsi	70
4.2.4	Verifikasi Kondisi Operasi Optimum Hasil Prediksi Model	72
4.2.5	Isoterm Adsorpsi.....	73
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	78
5.1	Kesimpulan.....	78
5.2	Saran.....	78
	DAFTAR RUJUKAN.....	79

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat Kimia Kayu Galam.....	8
Tabel 2.2 Persyaratan Mutu Arang Aktif Menurut SNI No. 06-3730-1995.....	15
Tabel 2.3 Studi Pustaka.....	26
Tabel 3.1 Kode dan Level Variabel Karakterisasi Karbon Aktif	29
Tabel 3.2 Kode dan Level Variabel Proses Adsorpsi.....	29
Tabel 3.3 Rancangan Percobaan Karakterisasi Karbon Aktif.....	34
Tabel 3.4 Rancangan Percobaan Adsorpsi.....	37
Tabel 4.1 Respon Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Iod Terhadap Variasi pada Perlakuan Aktivasi Arang	42
Tabel 4.2 Kriteria Proses Optimasi untuk Respon	56
Tabel 4.3 Solusi Formula Karbon Aktif	57
Tabel 4.4 Hasil Verifikasi Optimasi Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Galam antara Prediksi dan Aktual	57
Tabel 4.5 Analisa BET Karbon Aktif Limbah Kayu Galam	61
Tabel 4.6 Analisa CHN.....	62
Tabel 4.7 Hasil Respon Efisiensi Adsorpsi terhadap Variasi Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan	66
Tabel 4.8 Kriteria Proses Optimasi Efisiensi Adsorpsi.....	70
Tabel 4.9 Solusi Formula Efisiensi Adsorpsi.....	71
Tabel 4.10 Hasil Verifikasi Efisiensi Adsorpsi antara Prediksi dan Aktual	72
Tabel 4.11 Persamaan dan Nilai Koefisien Korelasi Isoterm Langmuir	75
Tabel 4.12 Persamaan dan Nilai Koefisien Korelasi Isoterm Freundlich	76

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Karbon aktif serbuk.....	9
Gambar 2.2 Karbon aktif granular	10
Gambar 2.3 Karbon aktif pellet	10
Gambar 2.4 Ilustrasi Model Box-Behnken Design Tiga Faktor dalam Penampakan Kubus.....	25
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	30
Gambar 4.1 Grafik 3D a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	45
Gambar 4.2 Kontur a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	45
Gambar 4.3 Grafik 3D a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	49
Gambar 4.4 Kontur a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	49
Gambar 4.5 Grafik 3D a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	53
Gambar 4.6 Kontur a) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, b) Hubungan antara Faktor Suhu dan Konsentrasi, c) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi	53
Gambar 4.7 Karbon aktif Hasil Formulasi Optimum	58
Gambar 4.8 Hasil Pengujian FTIR	59
Gambar 4.9 Hasil Uji SEM (a) Karbon Sebelum Aktivasi, (b) Karbon Aktif Teraktivasi HCl, (c) Karbon Aktif setelah Adsorpsi	64
Gambar 4.10 Grafik 3D a) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Dosis Adsorben, b) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan, c) Hubungan antara Faktor Dosis Adsorben dan Waktu Pengadukan.....	68
Gambar 4.11 Kontur a) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Dosis Adsorben, b) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan, c) Hubungan antara Faktor Dosis Adsorben dan Waktu Pengadukan.....	69
Gambar 4.12 Hasil Verifikasi Adsorpsi Tiga Kali Pengulangan.....	72
Gambar 4.13 Grafik Isoterm Langmuir	74
Gambar 4.14 Grafik Isoterm Freundlich	75

DAFTAR ISTILAH

Adsorbat	= Suatu zat yang diserap oleh adsorben
Adsorben	= Suatu zat yang melakukan penyerapan terhadap zat lain baik cairan maupun gas pada proses adsorpsi
Adsorpsi	= Proses masuknya zat padat tertentu karena adanya gaya tarik molekul pada permukaan suatu zat
Desorpsi	= Suatu proses pengambilan kembali zat yang terserap oleh adsorben
Kemisorpsi	= Adsorpsi yang melibatkan reaksi atau ikatan kimia antara adsorbat dan adsorben
Dehidrasi	= Proses pengurangan kadar air pada bahan baku
Karbonisasi	= Proses pemanasan bahan baku untuk menguraikan selulosa organik menjadi unsur karbon
Amorf	= Padatan berbentuk yang berbanding terbalik dengan kristal
RSM	= <i>Response Surface Method</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
IUPAC	= <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
Artifisial	= Buatan atau tidak alami
Higroskopis	= Kemampuan suatu zat untuk menyerap cairan melewati proses adsorpsi