

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH KAYU GALAM SEBAGAI KARBON AKTIF
TERAKTIVASI KALIUM HIDROKSIDA (KOH) UNTUK MENURUNKAN KADAR
WARNA PADA LIMBAH CAIR SASIRANGAN**

Diajukan untuk memenuhi persyaratan mencapai derajat sarjana S1 pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Umi Kalsum

NIM. 2010815120009

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
Kalium Hidroksida (KOH) untuk Menurunkan Konsentrasi Warna
pada Limbah Cair Sasirangan**

Oleh
Umi Kalsum (2010815120009)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 6 September 2024 dan dinyatakan

L U L U S

Komite Penguji :

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

NIP. 198708282012122001

Anggota 1 : Riza Miftahul Khair, S.T., M.Eng.

NIP. 19840510201601108001

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

Utama NIP. 198911282024212032

Banjarbaru, **20 SEP 2024**

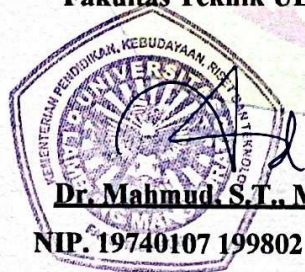
Diketahui dan disahkan oleh:

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

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Umi Kalsum merupakan anak kedua dari tiga bersaudara yang lahir di Kumai pada tanggal 2 Oktober 2001. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis berawal dari TK Sadar Bhakti di Kumai yang diselesaikan pada tahun 2007, SD Negeri 1 Kumai Hilir yang diselesaikan pada tahun 2014, SMP Negeri 1 Kumai yang diselesaikan pada tahun 2017, dan SMA Negeri 1 Kumai yang diselesaikan pada tahun 2020. Penulis meneruskan Pendidikan Sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru dan diterima pada tahun 2020 melalui jalur SNMPTN. Penulis dalam masa studinya pada periode 2020 hingga 2021 aktif sebagai pengurus Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) Regional 5 dan pada periode 2021 hingga 2022 aktif sebagai Kepala Departemen Komunikasi dan Informasi Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) Regional 5. Pada tahun 2022 penulis mengikuti Program Merdeka Belajar Kampus Merdeka Skema Bina Desa selama 1 semester. Tahap akhir penulis untuk meraih gelar Sarjana Teknik ialah dengan melakukan penelitian dengan judul “Pemanfaatan Limbah Kayu Galam sebagai Karbon Aktif Teraktivasi Kalium Hidroksida (KOH) untuk Menurunkan Kadar Warna Pada Limbah Cair Sasirangan” pada tahun 2024.

ABSTRAK

Industri tekstil Indonesia berkembang pesat, termasuk produksi Kain Sasirangan di Kalimantan Selatan yang menggunakan pewarna sintetis. Dampak negatif dari setiap tahap pewarnaan dapat disisihkan dengan menggunakan ada teknik adsorpsi. Penggunaan karbon aktif dalam proses adsorpsi merupakan salah satu solusi yang potensial untuk mengatasi limbah cair yang mengandung zat warna. Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan kadar warna adalah kayu galam. Komposisi kayu galam mencakup hemiselulosa 27,42%, lignin 18,28%, selulosa 47%, kadar air 1,86%, kandungan abu 1,33%, dan kontaminan 4,11%, kandungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik karbon aktif kayu galam teraktivasi kalium hidroksida (KOH) yang optimal sesuai dengan SNI 06-3730-1995 dan pengujian lanjutan karakterisasi sebelum aktivasi, setelah aktivasi dan setelah adsorpsi untuk melakukan optimasi proses adsorpsi warna limbah cair sasirangan. Penelitian ini menggunakan model Box-Behnken Design yang dianalisis dengan perangkat lunak Design Expert. Optimalisasi pembuatan karbon aktif melibatkan pengaturan suhu aktivasi fisika, durasi aktivasi, dan rasio KOH dalam aktivasi kimia. Hasil terbaik menunjukkan bahwa karbon aktif memiliki kadar air 2,92%, kadar abu 5,4%, dan daya serap iod sebesar 1.126,37 mg/g pada suhu aktivasi fisika 611°C, durasi 81 menit, dan rasio KOH 26%. Setelah formulasi karbon aktif ditetapkan, dilakukan proses adsorpsi pada LCS dengan mengoptimalkan kecepatan pengadukan, dosis adsorben, dan waktu kontak. Efisiensi adsorpsi optimum mencapai 79,764% pada kecepatan pengadukan 150 rpm, dosis adsorben 3 gr/L, dan waktu kontak 60 menit.

Kata kunci: Adsorben, Karbon aktif, Limbah Kayu Galam, Limbah cair sasirangan, RSM (*Responce Surface Method*).

ABSTRACT

Indonesia's textile industry is rapidly growing, including the production of Sasirangan fabric in South Kalimantan, which uses synthetic dyes. The negative impacts of each dyeing stage can be mitigated using adsorption techniques. The use of activated carbon in the adsorption process is a potential solution for treating wastewater containing dyes. One material that can be used as an adsorbent to reduce color levels is galam wood. The composition of galam wood includes 27.42% hemicellulose, 18.28% lignin, 47% cellulose, 1.86% moisture content, 1.33% ash content, and 4.11% contaminants. This study aims to analyze the characteristics of galam wood activated carbon, activated with potassium hydroxide (KOH), to achieve optimal results according to SNI 06-3730-1995, and to conduct further testing of the characteristics before activation, after activation, and after adsorption to optimize the adsorption process of Sasirangan wastewater dye. The study uses the Box-Behnken Design model, analyzed with Design Expert software. The optimization of activated carbon production involves adjusting the physical activation temperature, activation duration, and KOH ratio in chemical activation. The best results showed that the activated carbon had a moisture content of 2.92%, an ash content of 5.4%, and an iodine adsorption capacity of 1,126.37 mg/g at a physical activation temperature of 611°C, activation duration of 81 minutes, and a KOH ratio of 26%. After formulating the activated carbon, the adsorption process was carried out on Sasirangan wastewater by optimizing the stirring speed, adsorbent dosage, and contact time. The optimum adsorption efficiency reached 79.764% at a stirring speed of 150 rpm, an adsorbent dosage of 3 g/L, and a contact time of 60 minutes.

Keywords: Adsorbent, Activated carbon, Galam wood waste, Sasirangan liquid waste, RSM (Response Surface Method).

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT., yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Pemanfaatan Limbah Kayu Galam Sebagai Karbon Aktif Teraktivasi Kalium Hidroksida (KOH) Untuk Menurunkan Kadar Warna Limbah Cair Sasirangan”. Dalam penulisan Tugas Akhir, 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 dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Alinapsiah dan Ibu Ilih yang selalu membantu dalam jerih payahnya, keringatnya, doa dan harapannya, semangat yang selalu diberikan yang memotivasi saya untuk dapat menyelesaikan tugas akhir ini sesegera mungkin.
3. Kedua saudari kandung penulis, Kakak Fajria Maulida dan Adik Nadhira Thafana telah memberikan penulis semangat dan juga doa dalam penulisan Tugas Akhir.
4. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing dan memberi masukan dalam menyusun Tugas Akhir.
5. Bapak Dr. Andy Mizwar, S.T, M.Si, selaku dosen pembimbing akademik yang selalu mengarahkan penulis, meluangkan waktu, memberikan saran dan masukan yang membangun untuk akademik penulis selama berkuliah di Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

6. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si, M.S dan Bapak Riza Miftahul Khair, ST., M.Eng selaku dosen penguji yang selalu memberikan kritik dan saran dalam menyempurnakan Tugas Akhir ini.
7. Dosen dan staff administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Teman seperjuangan penulis selama kuliah Annisa Rahmadina, Dicha Fadhillah, Dilayunika Salsabila, Dita Alfera Yusdianti, Lubna Alhabsyi, Rosa Fithriyah, Siti Zahra dan Ziadatul Mawaddah dari Teknik Lingkungan 2020 yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan bantuan kepada penulis.
9. Teman satu tim penelitian tugas akhir penulis Dicha Fadhillah, Dita Alfera Yusdianti, dan Ziadatul Mawaddah yang telah menemani dan membantu penulis selama masa penelitian tugas akhir.
10. Teman penulis sejak sekolah Regina Yulianti Trinitati Simanjuntak, Sumida Debora Oktavia Sinurat, Dhea Islamianda, dan Kevinda Cindy Syahrani yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat kepada penulis.
11. Teman Angkatan TL20 (Foture) yang telah memberi bantuan dan dukungan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir 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 | Error! Bookmark not defined. |
| 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 | 4 |
| 1.4 Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.5 Manfaat Penelitian | 5 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA | 7 |
| 2.1 Landasan Teori | 7 |
| 2.1.1 Kayu Galam | 7 |
| 2.1.2 Karbon Aktif | 8 |
| 2.1.3 Limbah Cair Sasirangan | 21 |
| 2.1.4 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM) | 23 |
| 2.2 Studi Pustaka | 24 |
| 2.3 Hipotesis | 25 |
| III. METODE PENELITIAN | 26 |
| 3.1 Rancangan Penelitian | 26 |
| 3.1.1 Variabel Penelitian | 27 |
| 3.1.2 Kerangka Penelitian | 29 |
| 3.2 Waktu dan Tempat Penelitian | 30 |
| 3.2.1 Waktu Penelitian | 30 |
| 3.2.2 Tempat Penelitian | 30 |
| 3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian | 31 |
| 3.3.1 Bahan Penelitian | 31 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.3.2 | Peralatan Penelitian | 31 |
| 3.4 | Prosedur Penelitian..... | 31 |
| 3.4.1 | Pembuatan Arang Aktif | 31 |
| 3.4.2 | Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Galam (SNI 06-3730-1995) | 33 |
| 3.4.3 | Perlakuan Terhadap Limbah Cair Sasirangan | 35 |
| 3.5 | Teknik Pengumpulan Data..... | 36 |
| 3.6 | Analisis Data..... | 36 |
| IV. | HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 38 |
| 4.1 | Karakteristik Karbon Aktif | 38 |
| 4.1.1 | Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Air | 38 |
| 4.1.2 | Hubungan Suhu Aktivasi, Waktu dan Rasio KOH Terhadap Kadar Air | 40 |
| 4.1.3 | Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Abu | 42 |
| 4.1.4 | Hubungan Suhu, Waktu dan Rasio KOH Terhadap Kadar Abu | 44 |
| 4.1.5 | Analisis Ragam ANOVA Respon Daya Serap Iod | 46 |
| 4.1.6 | Hubungan Suhu, Waktu dan Rasio KOH Terhadap Daya Serap Iod | 48 |
| 4.1.7 | Optimasi Respon Nilai Kadar Air, Kadar Abu dan Daya Serap Iod | 50 |
| 4.1.8 | Verifikasi Kondisi Optimum Hasil Prediksi Model | 51 |
| 4.2 | Uji Lanjutan | 53 |
| 4.2.1 | Uji SEM..... | 54 |
| 4.2.2 | Analisa CHN..... | 56 |
| 4.2.3 | Uji BET | 57 |
| 4.2.4 | Uji FTIR | 58 |
| 4.3 | Proses Adsorpsi Warna LCS menggunakan Karbon Aktif Kayu Galam | 60 |
| 4.3.1 | Analisis Ragam ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi | 61 |
| 4.3.2 | Hubungan Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Adsorpsi..... | 63 |
| 4.3.3 | Optimasi Respon Efisiensi Adsorpsi | 65 |
| 4.3.4 | Verifikasi Kondisi Operasi Optimum Hasil Prediksi Model | 66 |
| 4.4 | Isoterm Adsorpsi | 68 |
| V. | KESIMPULAN DAN SARAN..... | 71 |
| 5.1. | Kesimpulan..... | 71 |
| 5.2. | Saran | 71 |
| | DAFTAR RUJUKAN..... | 72 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1 Persyaratan Karbon Aktif Menurut SNI 06-3730-1995..... | 16 |
| Tabel 2.2 Penelitian Terdahulu Sebagai Acuan..... | 24 |
| Tabel 3.1 Rancangan Percobaan Karakteristik Karbon Aktif..... | 26 |
| Tabel 3.2 Rancangan Percobaan Proses Adsorpsi Karbon Aktif..... | 27 |
| Tabel 3.3 Kode dan Level Variabel Karakteristik Karbon Aktif..... | 28 |
| Tabel 3.4 Kode dan Level Variabel Proses Adsorpsi..... | 28 |
| Tabel 4. 1 Analisis ANOVA Respon Kadar Air | 38 |
| Tabel 4. 2 Analisis ANOVA Respon Kadar Abu | 42 |
| Tabel 4. 3 Analisis ANOVA Respon Daya Serap Iod | 46 |
| Tabel 4. 4 Batasan Nilai Ideal Optimasi Untuk Respon | 51 |
| Tabel 4. 5 Solusi Formula Karbon Aktif yang Terpilih..... | 51 |
| Tabel 4. 6 Hasil Verifikasi Formulasi Karbon Aktif Optimum | 52 |
| Tabel 4. 7 Analisis Konfirmasi Hasil Verifikasi | 52 |
| Tabel 4. 8 Hasil Analisis Uji CHN | 56 |
| Tabel 4. 9 Hasil Analisis Uji BET | 58 |
| Tabel 4. 10 Interpretasi Gugus Fungsi FTIR | 59 |
| Tabel 4. 11 Analisis ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi | 61 |
| Tabel 4. 12 Batasan Nilai Ideal Optimasi Untuk Respon Efisiensi Adsorpsi | 65 |
| Tabel 4. 13 Solusi Formula Karbon Aktif yang Terpilih..... | 66 |
| Tabel 4. 14 Hasil Verifikasi Kondisi Operasi Adsorpsi Optimum | 67 |
| Tabel 4. 15 Analisis Konfirmasi Hasil Verifikasi..... | 67 |
| Tabel 4. 16 Persamaan dan Nilai Koefisien Korelasi Isoterm Freundlich | 69 |
| Tabel 4. 17 Persamaan dan Nilai Koefisien Korelasi Isoterm Langmuir | 69 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Karbon Aktif Granula | 10 |
| Gambar 2.2 Karbon Aktif Pellet | 10 |
| Gambar 2.3 Karbon Aktif Serbuk..... | 11 |
| Gambar 3.1 Diagram Alir Kerangka Penelitian | 29 |
| Gambar 4. 1 Grafik 3D Hubungan Antara Faktor Terhadap Respon Kadar Air ... | 41 |
| Gambar 4. 2 Grafik 3D Hubungan Antara Faktor Terhadap Respon Kadar Abu.. | 45 |
| Gambar 4. 3 Grafik 3D Hubungan Antara Faktor Terhadap Daya Serap Iod..... | 49 |
| Gambar 4. 4 Hasil Uji SEM..... | 54 |
| Gambar 4. 5 Hasil Pengujian FTIR..... | 59 |
| Gambar 4. 6 Grafik 3D Hubungan Antara Faktor Terhadap Efisiensi Adsorpsi ... | 64 |
| Gambar 4. 7 Grafik Model Isoterm Freundlich..... | 69 |
| Gambar 4. 8 Grafik Model Isoterm Langmuir..... | 69 |

DAFTAR ISTILAH

| | |
|-------------|---|
| Å | = Satuan panjang yang dipakai untuk mengukur jarak dalam tingkat atom atau molekul |
| Adsorbat | = Zat yang diserap oleh adsorben |
| Adsorben | = Materi padat yang mampu menyerap partikel cair dalam suatu proses adsorpsi |
| Adsorpsi | = Proses di mana suatu substansi alir, bisa berupa cairan atau gas, terikat pada suatu padatan atau cairan tertentu (zat penyerap, adsorben), dan akhirnya membentuk lapisan tipis (zat yang diserap, adsorbat) di permukaannya |
| Aktivasi | = Proses mengubah karbon dari tingkat daya serap yang rendah menjadi karbon yang memiliki tingkat daya serap yang tinggi. |
| Dehidrasi | = Proses eliminasi air yang terdapat dalam prekursor atau bahan baku utama pada pembentukan karbon aktif |
| gr/L | = Gram per liter |
| IUPAC | = <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i> |
| Karbonisasi | = Proses mengubah bahan baku menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam lingkungan tertutup dengan pasokan udara yang terbatas atau sesedikit mungkin |
| LCS | = Limbah cair sasirangan |
| mg/g | = Milligram per gram |
| rpm | = <i>Revolution per minute</i> |
| RSM | = <i>Response Suurface Method</i> |
| SNI | = Standar Nasional Indonesia |
| PtCo | = <i>Platinum Cobalt</i> |