

SKRIPSI

PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU ALABAN TERAKTIVASI ASAM KLOORIDA (HCI) UNTUK PENURUNAN KONSENTRASI WARNA INDIGOSOL *GOLDEN YELLOW IRK* ARTIFISIAL

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

Dibuat:

Adzra Luthfia Ramadhani

NIM. 2110815220032

Pembimbing:

Nova Annisa, S.Si., M.S.
NIP. 19891128 20242 12032



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN

**PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU ALABAN TERAKTIVASI ASAM
KLORIDA (HCI) UNTUK PENURUNAN KONSENTRASI WARNA INDIGOSOL
GOLDEN YELLOW IRK ARTIFISIAL**

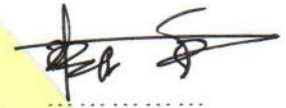

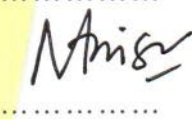
Oleh:

Adzra Luthfia Ramadhani (2110815220032)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 11 Desember 2025 dan dinyatakan

LULUS

Komite Penguji :
Ketua : **Riza Miftahul Khair, S.T., M. Eng.**
NIP. 19840510 202421 1 001
Anggota 1 : **Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T.**
NIP. 19910119 201903 1 016
Pembimbing : **Nova Annisa, S.Si., M.S.**
NIP. 19891128 202421 2 032


.....

.....

.....

Banjarbaru,

Diketahui dan disahkan oleh:

**Wakil Dekan Bidang Akademik
Fakultas Teknik ULM,**

**Koordinator Program Studi
S-1 Teknik Lingkungan,**



Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.
NIP. 19740107 199802 10 01



Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.
NIP. 19870828 201212 2 001

ABSTRAK

Kayu Alaban di Kalimantan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon aktif karena memiliki kualitas yang baik. Ketersediaan limbah biomassa kayu Alaban yang banyak dapat menjadi alternatif solusi karbon aktif untuk mengatasi pencemaran limbah cair dengan pewarna sintetis warna indigosol *golden yellow IRK* yang berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan menurunkan konsentrasi pewarna artifisial melalui optimalisasi karakteristik karbon aktif yang mengacu pada SNI 06-3730-1995 dan efisiensi adsorpsi optimum menggunakan *Response Surface Methodology* (RSM) model *Box Behnken Design* (BBD). Optimasi pada pembuatan karbon aktif kayu Alaban dilakukan menggunakan aktivasi fisika, yaitu faktor suhu dan waktu, serta konsentrasi HCl pada aktivasi kimia. Hasil solusi optimum menunjukkan karakteristik karbon aktif kayu Alaban menghasilkan respons kadar air $2,123\% \pm 0,366\%$, kadar abu $0,540\% \pm 0,201\%$ dan daya serap iodin $969,525 \pm 60,267$ mg/g. Adsorpsi pewarna indigosol *golden yellow IRK* artifisial dilakukan menggunakan karbon aktif dengan karakteristik terbaik. Proses adsorpsi dioptimalkan menggunakan faktor kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, dan dosis adsorben kayu Alaban menghasilkan respons efisiensi adsorpsi. Solusi optimum pada proses adsorpsi diperoleh pada kecepatan pengadukan $67,239 \pm 12,837$ rpm, waktu pengadukan $28,825 \pm 0,883$ menit, dan dosis adsorben $4,484 \pm 0,016$ g/100 mL dengan efisiensi adsorpsi berada pada $80,211\% \pm 0,267\%$.

Kata kunci: *Response Surface Methodology* (RSM), *Box Behnken Design* (BBD), Kayu Alaban, Karbon Aktif, Adsorpsi

ABSTRACT

Alaban wood in Kalimantan can be used as raw material for activated carbon due to its high quality. The availability of Alaban wood biomass waste can be an alternative solution for activated carbon to treat liquid waste pollution with synthetic indigosol golden yellow IRK dye, which has the potential to pollute the environment. This study aims to reduce the concentration of artificial dyes by optimizing the characteristics of activated carbon in accordance with SNI 06-3730-1995 and the optimum adsorption efficiency using the Response Surface Methodology (RSM) model Box Behnken Design (BBD). Optimization in the production of Alaban wood activated carbon was carried out using physical activation, namely temperature and time factors, as well as HCl concentration in chemical activation. The optimal solution results show that the characteristics of Alaban wood activated carbon produce a moisture content response of $2.123\% \pm 0.366\%$, ash content of $0.540\% \pm 0.201\%$, and iodine adsorption capacity of 969.525 ± 60.267 mg/g. The adsorption of artificial indigosol golden yellow IRK dye was carried out using activated carbon with the best characteristics. The adsorption process was optimized using the factors of stirring speed, stirring time, and Alaban wood adsorbent dosage to produce an adsorption efficiency response. The optimal solution in the adsorption process was obtained at a stirring speed of 67.239 ± 12.837 rpm, stirring time of 28.825 ± 0.883 minutes, and adsorbent dose of 4.484 ± 0.016 g/100 mL with an adsorption efficiency of $80.211\% \pm 0.267\%$.

Keywords: *Response Surface Methodology (RSM), Box Behnken Design (BBD), Alaban Wood, Activated Carbon, Adsorption*

PRAKATA

Puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT, karena limpahan rahmat dan hidayah dengan izin-Nya sehingga Tugas Akhir yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Alaban Teraktivasi Asam Klorida (HCl) untuk Penurunan Konsentrasi Warna *Indigosol Golden Yellow IRK* Artifisial” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa pembuatan Tugas Akhir ini tidak sedikit bantuan, petunjuk, saran-saran maupun arahan dari berbagai pihak, oleh karena itu dengan kerendahan hati dan rasa hormat penulis mengucapkan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi.
2. Keluarga saya tercinta, terutama kepada Ibu saya Yuswinda Febrita yang selalu memberikan doa, dukungan, dan kasih sayang yang tak terhingga. Meskipun ayah saya Ahmad Sujatmika telah berpulang, setiap kenangan dan nilai yang beliau ajarkan tetap menjadi sumber inspirasi dan kekuatan bagi saya.
3. Saudari kandung saya Azka Luthfia Kalila yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan skripsi.
4. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
5. Bapak Riza Miftahul Khair, S.T., M. Eng. dan Bapak Muhammad Abrar Firdausy, S.T., M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran perbaikan dalam menyelesaikan skripsi.
6. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S., selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.

7. Seluruh dosen dan staf administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
8. Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T., selaku Kepala Laboratorium Material dan Metalurgi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan bantuan dalam penggunaan *furnace*, bahkan di saat-saat yang mendesak dan waktu yang terbatas.
9. Tim Alaban, yang telah mendampingi saya selama proses penelitian ini, memberikan dukungan serta masukan yang membantu dalam penelitian.
10. Esa Fatih Gibran, yang selalu menemani dalam suka dan duka, memberikan dukungan untuk terus semangat, segala bantuan, dorongan, dan kehadirannya yang sangat berharga dalam setiap langkah perjalanan saya selama berkuliah.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, yang telah memberikan bantuan, semangat, dan dukungan kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat berbagai keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis dengan segala kerendahan hati menerima masukan berupa kritik dan saran dari berbagai pihak untuk memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Banjarbaru, Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR ISTILAH	xii
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	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Kayu Alaban	6
2.1.2 Karbon Aktif	6
2.1.3 Karakteristik Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995	11
2.1.4 Adsorpsi	13
2.1.5 Pewarna Tekstil Sintetis Indigosol	18
2.1.6 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	18
2.2 Studi Pustaka	20
2.3 Hipotesis	21
III. METODE PENELITIAN	22
3.1 Rancangan Penelitian	22
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2.1 Waktu Penelitian	23
3.2.2 Tempat Penelitian	23
3.2.3 Variabel Penelitian	24
3.2.4 Kerangka Penelitian	26
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian	27
3.3.1 Bahan Penelitian	27
3.3.2 Peralatan Penelitian	27
3.4 Prosedur Penelitian	27
3.4.1 Pembuatan Karbon Aktif	27
3.4.2 Karakteristik Karbon Aktif (SNI 06-3730-1995)	29
3.4.3 Preparasi Larutan Induk Indigosol <i>Golden Yellow IRK</i> ...	31
3.4.4 Preparasi Larutan Standar Indigosol <i>Golden Yellow IRK</i> 31	

3.4.5	Perlakuan Terhadap Sampel Indigosol <i>Golden Yellow IRK</i>	32
3.5	Pengumpulan Data	32
3.6	Analisis Data	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1	Karakteristik Karbon Aktif Kayu Alaban	35
4.1.1	Analisis Ragam (ANOVA) Respons Kadar Air	36
4.1.2	Hubungan Suhu Aktivasi, Waktu Pemanasan, dan Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Air	39
4.1.3	Analisis Ragam (ANOVA) Respons Kadar Abu	45
4.1.4	Hubungan Suhu Aktivasi, Waktu Pemanasan, dan Konsentrasi HCl Terhadap Kadar Abu	48
4.1.5	Analisis Ragam ANOVA Respons Daya Serap Iodin	54
4.1.6	Hubungan Suhu Aktivasi, Waktu Pemanasan, dan Konsentrasi HCl Terhadap Daya Serap Iodin	57
4.1.7	Pengaruh Faktor-Faktor Terhadap Respons Karakteristik Karbon Aktif	63
4.1.8	Optimasi Respons Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Iodin	65
4.2	Proses Adsorpsi Warna Indigosol <i>Golden Yellow IRK</i> Artifisial Menggunakan Karbon Aktif Kayu Alaban	68
4.2.1	Analisis Ragam ANOVA Respons Efisiensi Adsorpsi	70
4.2.2	Hubungan Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi	73
4.2.3	Pengaruh Faktor-Faktor Terhadap Respons Efisiensi Adsorpsi	78
4.2.4	Optimasi Respons Efisiensi Adsorpsi	79
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	83
5.1	Kesimpulan	83
5.2	Saran	83
	DAFTAR RUJUKAN	84
	LAMPIRAN	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Syarat Mutu Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995.	12
Tabel 2.2	Perbedaan CCD dan BBD	20
Tabel 2.3	Studi Pustaka.....	20
Tabel 3.1	Rancangan Percobaan Proses Karakteristik Karbon Aktif Kayu Alaban	22
Tabel 3.2	Rancangan Percobaan Proses Adsorpsi Menggunakan Karbon Aktif Kayu Alaban	23
Tabel 3.3	Level dan Kode Variabel Proses Karakteristik Karbon Aktif	25
Tabel 3.4	Level dan Kode Variabel Proses Adsorpsi.....	25
Tabel 4.1	Hasil Respons Kadar Air, Kadar Abu, dan Daya Serap Iodin Terhadap Perlakuan Variasi Aktivasi pada Karbon Aktif.....	35
Tabel 4.2	Analisis Ragam (ANOVA) Hasil Respons Kadar Air	36
Tabel 4.3	Ringkasan Statistik Hasil Respons Kadar Air	36
Tabel 4.4	Hasil Penelitian Kadar Air terhadap SNI 06-3730-1995.....	40
Tabel 4.5	Analisis Ragam (ANOVA) Hasil Respons Kadar Abu	45
Tabel 4.6	Statistik Kecocokan Hasil Respons Kadar Abu.....	46
Tabel 4.7	Hasil Penelitian Kadar Abu terhadap SNI 06-3730-1995....	49
Tabel 4.8	Analisis Ragam (ANOVA) Hasil Respons Daya Serap Iodin	55
Tabel 4.9	Statistik Kecocokan Hasil Respons Daya Serap Iodin.....	55
Tabel 4.10	Hasil Penelitian Daya Serap Iodin terhadap SNI 06-3730-1995	58
Tabel 4.11	Tabel Koefisien Karakteristik Karbon Aktif.....	64
Tabel 4.12	Batasan untuk Optimasi Respons Karakteristik Karbon Aktif	66
Tabel 4.13	Solusi Optimasi Respons Karakteristik Karbon Aktif.....	66
Tabel 4.16	Hasil Respons Efisiensi Adsorpsi Terhadap Perlakuan Variasi Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan.....	70
Tabel 4.17	Analisis ANOVA Hasil Respons Efisiensi Adsorpsi.....	71
Tabel 4.18	Statistik Kecocokan Hasil Respons Efisiensi Adsorpsi	71
Tabel 4.19	Tabel Koefisien Efisiensi Adsorpsi.....	78
Tabel 4.20	Batasan untuk Optimasi Respons Efisiensi Adsorpsi	80
Tabel 4.21	Solusi Formula Optimasi Respons Efisiensi Adsorpsi.....	80

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Karbon Aktif Serbuk.....	8
Gambar 2.2	Karbon Aktif Granular	9
Gambar 2.3	Karbon Aktif Pelet.....	9
Gambar 2.4	Ilustrasi Proses Adsorpsi	13
Gambar 4.1	Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respons Kadar Air, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl.....	41
Gambar 4.2	Kurva Kontur Hubungan antara Faktor terhadap Respons Kadar Air, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl.....	41
Gambar 4.3	Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respons Kadar Abu, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl.....	50
Gambar 4.4	Kurva Kontur Hubungan antara Faktor terhadap Respons Kadar Abu, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl.....	50
Gambar 4.5	Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respons Daya Serap Iodin, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl.....	59
Gambar 4.6	Kurva Kontur Hubungan antara Faktor terhadap Respons Daya Serap Iodin, A) Hubungan antara Faktor Suhu dan Waktu, B) Hubungan antara Suhu dan Konsentrasi HCl, C) Hubungan antara Faktor Waktu dan Konsentrasi HCl	59

Gambar 4.7 Grafik 3D Hubungan antara Faktor terhadap Respons Efisiensi Adsorpsi, A) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Dosis Adsorben, B) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan, C) Hubungan antara Faktor Dosis Adsorben dan Waktu Pengadukan..... 74

Gambar 4.8 Kurva Kontur Hubungan antara Faktor terhadap Respons Efisiensi Adsorpsi, A) Hubungan antara Faktor Kecepatan Pengadukan dan Dosis Adsorben, B) Hubungan antara Kecepatan Pengadukan dan Waktu Pengadukan, C) Hubungan antara Faktor Dosis Adsorben dan Waktu Pengadukan..... 74

DAFTAR ISTILAH

Adsorbat	= Zat yang diserap dan menempel pada permukaan adsorben
Adsorben	= Zat penyerap yang umumnya berupa padatan berpori
Adsorpsi	= Proses penempelan atau penyerapan adsorbat pada permukaan adsorben karena gaya tarik antarmolekul
Aktivasi	= Proses pengaktifan karbon aktif untuk memperbesar luas permukaan pori yang dapat dilakukan melalui dua cara, yaitu aktivasi fisika dan aktivasi kimia
Amorf	= Tidak mempunyai bentuk atau tidak jelas bentuknya
Artifisial	= Buatan
BBD	= <i>Box Behnken Design</i>
CCD	= <i>Central Composite Design</i>
Higroskopis	= Kemampuan suatu zat untuk menyerap atau menarik uap air (kelembapan) dari lingkungannya
Katalisator	= Zat atau senyawa yang berfungsi untuk mempercepat atau mengubah laju reaksi kimia tanpa berpartisipasi dalam reaksi secara permanen
Reversibel	= Sesuatu bisa kembali ke keadaan semula setelah mengalami perubahan
RSM	= <i>Response Surface Methodology</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia