

## SKRIPSI

### PEMANFAATAN KARBON AKTIF DARI KAYU ALABAN TERAKTIVASI ASAM FOSFAT ( $H_3PO_4$ ) UNTUK PENURUNAN KONSENTRASI WARNA NAFTOL *BLUE BLACK* ARTIFISIAL

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

Dibuat:

**Esa Fatih Gibran**

NIM. 2110815210008

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 FOSFAT ( $H_3PO_4$ ) UNTUK PENURUNAN KONSENTRASI WARNA  
NAFTOL BLUE BLACK ARTIFISIAL**

Oleh:

**Esa Fatih Gibran (2110815210008)**

Telah dipertahankan didepan Dewan Penguji pada hari... tanggal... dan dinyatakan

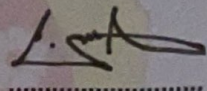
**LULUS**

**Komite Penguji:**

**Ketua**

: **Muhammad Husin, S.T., M.S.**

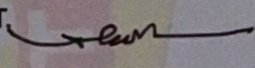
NIP 196605291999031001



**Anggota**

: **Muhammad Syahirul Alim, S.T., M.T.**

NIP 197511092009121002

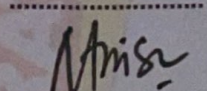


ls/g h25

**Pembimbing**

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

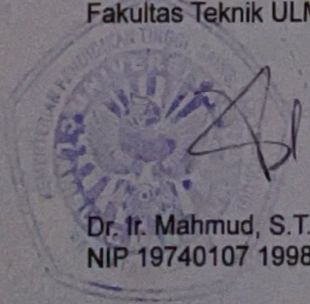
NIP 198911282024212032



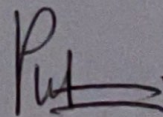
Banjarbaru, **11 SEP 2025**  
diketahui dan disahkan oleh:

Wakil Dekan Bidang Akademik  
Fakultas Teknik ULM,

Koordinator Program Studi  
S-1 Teknik Lingkungan,



Dr. Ir. Mahmud, S.T., M.T.  
NIP 19740107 199802 1001



Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S.  
NIP 19870829 201212 2001

## ABSTRAK

Potensi kayu alaban di Kalimantan dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon aktif karena kualitasnya yang sangat baik. Kayu alaban yang melimpah dapat menjadikan alternatif karbon aktif pemecahan masalah untuk pencemaran limbah cair sasirangan dengan representatif warna sintesis naftol *blue black* yang dapat mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menurunkan konsentrasi warna artifisial melalui karakteristik karbon aktif dan kondisi proses adsorpsi penggunaan *Response Surface Method (RSM) Model Box Behnken Design (BBD)*. Rancangan percobaan pembuatan karbon aktif kayu alaban dilakukan pada suhu dan waktu aktivasi fisika, serta konsentrasi  $H_3PO_4$  pada aktivasi kimia. Respon karakteristik karbon aktif kayu alaban didapat dengan kadar air, kadar abu, dan daya serap iodin. Karakteristik karbon aktif kayu alaban didapatkan dengan hasil sesuai SNI 06-3730-1995. Adsorpsi warna naftol *blue black* artifisial dilakukan dengan karakteristik karbon aktif melalui faktor suhu  $650^\circ C$  selama 30 menit menggunakan konsentrasi  $H_3PO_4$  sebesar 15% selama 24 jam. Proses adsorpsi dilakukan dengan faktor kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, serta dosis adsorben kayu alaban dengan respon efisiensi adsorpsi. Kondisi operasi adsorpsi diperoleh dengan hasil sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 16 Tahun 2019, yaitu sebesar 200 Pt-Co.

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

## **ABSTRACT**

*The potential of alaban wood in Kalimantan can be utilized as a raw material for activated carbon due to its excellent quality. Alaban wood presents a potential alternative source of activated carbon for wastewater treatment in sasirangan dyeing processes, particularly for removing the synthetic dye Naphthol Blue Black, which contributes to environmental pollution. This study aims to reduce the concentration of artificial dye through the characterization of activated carbon and optimization of adsorption process conditions using the Response Surface Methodology (RSM) with a Box–Behnken Design (BBD). The experimental design for producing activated carbon from alaban wood was carried out by varying the activation temperature and time for physical activation, as well as the concentration of  $H_3PO_4$  for chemical activation. The characteristics of the resulting activated carbon, including moisture content, ash content, and iodine adsorption capacity, were found to meet the requirements of SNI 06-3730-1995. Adsorption of the artificial Naphthol Blue Black dye was then conducted using the activated carbon under the conditions of 650°C for 30 minutes with 15%  $H_3PO_4$  concentration for 24 hours. The adsorption process was optimized by examining the effects of stirring speed, contact time, and alaban wood adsorbent dosage, with adsorption efficiency serving as the response parameter. The optimal adsorption conditions obtained complied with the standards of the Regulation of the Minister of Environment and Forestry of the Republic of Indonesia Number 16 of 2019, with a final color level of 200 Pt-Co.*

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

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Karbon Aktif dari Kayu Alaban Teraktivasi Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) untuk Penurunan Konsentrasi Warna Naftol *Blue Black* Artifisial” dapat diselesaikan dengan baik. Penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan kesempatan kepada penulis hingga laporan proposal tugas akhir dapat diselesaikan, diantaranya:

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia dan kesehatan dari awal hingga akhir dalam melaksanakan penelitian.
2. Kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan penuh kepada saya sehingga penelitian ini dapat selesai dengan baik.
3. Saudara-saudara kandung penulis yang telah memberikan semangat untuk menyelesaikan penelitian ini.
4. Ibu Nova Annisa, S.Si., M.S. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang memberi masukan dan membimbing dalam menyusun penelitian.
5. Bapak Chairul Abdi, S.T., M.T. dan Bapak Rony Riduan, S.T., M.T.. selaku dosen penguji atas masukan dan saran yang diberikan dalam menyusun penelitian.
6. Ibu Dr. Rizqi Puteri Mahyudin, S.Si., M.S. selaku Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat
7. Dosen dan staf administrasi Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat yang telah memberikan ilmu dan arahan kepada penulis.
8. Bapak Akhmad Syarief, S.T., M.T. selaku Kepala Laboratorium Material dan Metalurgi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas

Lambung Mangkurat yang sangat membantu dalam penggunaan *furnace* bahkan ketika dalam posisi sangat diperlukan pada waktu singkat.

9. Tim Alaban yang telah menemani pada proses penelitian dengan memberikan dukungan dan masukan mengenai penelitian.
10. Adzra Luthfia Ramadhani, partner terbaik yang hadir dalam suka dan duka, serta menjadi bagian penting dari perjalanan perkuliahan ini.
11. Teman-teman dari PT SKK yang telah memberikan beberapa kesempatan dalam pengembangan diri dan motivasi penulis selama masa perkuliahan.
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu dengan bantuan dan semangat yang diberikan untuk penulis.

Penulis dengan segala kerendahan hati berharap agar dapat memberikan manfaat bagi bidang pendidikan dan penerapan di lapangan serta bisa disempurnakan lebih lanjut.

Banjarbaru, September 2025

Esa Fatih Gibran

## DAFTAR ISI

<b>SKRIPSI</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>PRAKATA</b> .....	<b>v</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>xiii</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 Landasan Teori .....	7
2.1.1 Kayu Alaban ( <i>Vitex pinnata L.</i> ).....	7
2.1.2 Karbon Aktif.....	8
2.1.3 Pewarna Naftol <i>Blue Black</i> Artifisial.....	18
2.1.4 <i>Response Surface Method</i> (RSM).....	19
2.2 Studi Pustaka.....	20
2.3 Hipotesis .....	21
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	<b>22</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	22
3.1.1 Variabel Penelitian .....	22
3.1.2 Kerangka Penelitian .....	24
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	25
3.2.1 Waktu Penelitian .....	25

3.2.2	Tempat Penelitian .....	25
3.3	Bahan dan Peralatan Penelitian .....	26
3.3.1	Bahan Penelitian .....	26
3.3.2	Peralatan Penelitian .....	26
3.4	Prosedur Penelitian dan Pengumpulan Data .....	26
3.4.1	Karakterisasi Karbon Aktif Kayu Alaban (SNI 06-3730-1995) .....	27
3.4.2	Perlakuan Larutan Induk Naftol <i>Blue Black</i> .....	29
3.4.3	Perlakuan Larutan Standar Naftol <i>Blue Black</i> .....	29
3.4.4	Perlakuan Terhadap Sampel Naftol <i>Blue Black</i> .....	29
3.5	Pengumpulan Data .....	30
3.6	Analisis Data .....	31
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>33</b>
4.1	Karakteristik Karbon Aktif Kayu Alaban .....	33
4.1.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Air .....	33
4.1.2	Hubungan Suhu, Waktu, dan Konsentrasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> terhadap Respon Kadar Air .....	35
4.1.3	Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Abu .....	38
4.1.4	Hubungan Suhu, Waktu, dan Konsentrasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> terhadap Respon Kadar Abu .....	40
4.1.5	Analisis Ragam ANOVA Respon Daya Serap Iodin .....	42
4.1.6	Hubungan Suhu, Waktu, dan Konsentrasi H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> terhadap Respon Daya Serap Iodin .....	44
4.2	Proses Adsorpsi Warna Artifisial Naftol <i>Blue Black</i> Menggunakan Karbon Aktif Kayu Alaban .....	47
4.2.1	Analisis Ragam ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi .....	48
4.2.2	Hubungan Kecepatan Pengadukan, Dosis Adsorben, dan Waktu Pengadukan Terhadap Efisiensi Adsorpsi .....	50
4.2.3	Isoterm Adsorpsi .....	52
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>55</b>
5.1	Kesimpulan .....	55

5.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR RUJUKAN.....</b>	<b>57</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>64</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Standar Kualitas Karbon Aktif Berdasarkan SNI 06-3730-1995 .....	13
<b>Tabel 2.2</b>	Standar Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil.....	18
<b>Tabel 3.1</b>	Kode dan Level Variabel Karakteristik Karbon Aktif.....	23
<b>Tabel 3.2</b>	Kode dan Level Variabel Adsorpsi.....	23
<b>Tabel 4.1</b>	Analisis ANOVA Respon Kadar Air.....	33
<b>Tabel 4.2</b>	Data Statistik .....	33
<b>Tabel 4.3</b>	Analisis ANOVA Respon Kadar Abu.....	38
<b>Tabel 4.4</b>	Data Statistik .....	38
<b>Tabel 4.5</b>	Analisis ANOVA Respon Daya Serap Iodin.....	43
<b>Tabel 4.6</b>	Data Statistik .....	43
<b>Tabel 4.11</b>	Data Hasil Efisiensi Adsorpsi.....	47
<b>Tabel 4.12</b>	Analisis ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi .....	48
<b>Tabel 4.13</b>	Data Statistik .....	48
<b>Tabel 4.10</b>	Persamaan Model Isoterm Langmuir .....	53
<b>Tabel 4.11</b>	Persamaan Model Isoterm Freundlich .....	53

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Karbon Aktif Serbuk .....	9
<b>Gambar 2.2</b>	Karbon Aktif Granular.....	10
<b>Gambar 2.3</b>	Karbon Aktif Pellet.....	10
<b>Gambar 3.1</b>	Diagram Alir Penelitian.....	24
<b>Gambar 4.1</b>	Grafik 3D Hubungan Antara Faktor terhadap Kadar Air A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi, C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi.....	36
<b>Gambar 4.2</b>	Kurva Kontur Hubungan Antara Faktor terhadap Respon Kadar Air A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi, C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi .....	36
<b>Gambar 4.3</b>	Grafik 3D Hubungan Antara Faktor terhadap Respon Kadar Abu A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi, C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi.....	41
<b>Gambar 4.4</b>	Kurva Kontur Hubungan Antara Faktor terhadap Respon Kadar Abu A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi, C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi .....	41
<b>Gambar 4.5</b>	Grafik 3D Hubungan Antara Faktor terhadap Respon Daya Serap Iodin A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi, C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi .....	45
<b>Gambar 4.6</b>	Kurva Kontur Hubungan Antara Faktor terhadap Respon Daya Serap Iodin A) Hubungan antara faktor suhu dan waktu, B) Hubungan antara faktor suhu dan konsentrasi C) Hubungan antara faktor waktu dan konsentrasi .....	45

<b>Gambar 4.7</b>	Grafik 3D Hubungan Antara Faktor terhadap Efisiensi Adsorpsi, 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 .....	51
<b>Gambar 4.8</b>	Kurva Kontur Hubungan Antara Faktor terhadap Efisiensi Adsorpsi 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. ....	51
<b>Gambar 4.9</b>	Grafik Isoterm Langmuir .....	53
<b>Gambar 4.10</b>	Grafik Isoterm Freundlich .....	53

## DAFTAR ISTILAH

Adsorbat	= Zat yang diserap oleh adsorben
Adsorben	= Zat yang melakukan penyerapan zat lain pada adsorpsi
Adsorpsi	= Proses masuknya zat padat karena gaya tarik molekul pada permukaan zat
Aktivasi	= Proses memperbesar luas permukaan pori karbon aktif
<i>Batch</i>	= Proses yang tidak berlangsung secara terus menerus
BBD	= <i>Box-Behnken Design</i>
Dehidrasi	= Proses pengurangan kadar air pada bahan baku
Hidrolisis	= Penguraian zat pada reaksi kimia yang disebabkan oleh air
Higroskopis	= Kemampuan zat untuk menyerap cairan melewati proses adsorpsi
IUPAC	= <i>International Union of Pure and Applied Chemistry</i>
Karbonisasi	= Proses pemanasan bahan baku untuk menguraikan selulosa organik menjadi unsur karbon
RSM	= <i>Response Surface Method</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia