

TUGAS AKHIR

PEMANFAATAN ARANG AKTIF TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI ADSORBEN DALAM PENURUNAN WARNA PADA LIMBAH CAIR SASIRANGAN

Diajukan sebagai salah satu persyaratan dalam menyusun Tugas Akhir pada
Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung
Mangkurat

Dibuat:

Nadia Sholeha

NIM. 1910815220019

Pembimbing

Nova Annisa S.Si., M.S.

NIP. 19891128 201601 208001



**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK LINGKUNGAN
Pemanfaatan Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben
Dalam Penurunan Warna Pada Limbah Cair Sasirangan
Oleh
Nadia Sholeha (1910815220019)

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada 27 Oktober 2023 dan dinyatakan
LULUS


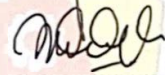
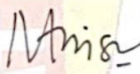
Komite Penguji :

Ketua : Dr. Andy Mizwar, S.T., M.Si.
NIP. 19800707 200801 1029

Anggota 1 : Rd. Indah Nirtha Nilawati N.P., S.T., M.Si.
NIP. 19770619 200801 2019

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

Utama NIP. 19891128 201601 208001


.....

.....

.....

10 NOV 2023
Banjarbaru,

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



Nadia Sholeha merupakan anak pertama dari dua bersaudara yang lahir di Martapura pada tanggal 9 Februari 2001. Pendidikan formal yang telah ditempuh oleh penulis berawal dari TK Kemuning Jaya Lestari di Banjarbaru yang diselesaikan pada tahun 2007, SD Negeri 2 Komet Banjarbaru yang diselesaikan pada tahun 2013, SMP Negeri 2 Banjarbaru yang diselesaikan pada tahun 2016, dan SMA Negeri 1 Banjarbaru yang diselesaikan pada tahun 2019. Penulis meneruskan Pendidikan Sarjana di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru dan diterima pada tahun 2019 melalui jalur SBMPTN. Penulis dalam masa studinya pada periode 2019 hingga 2020 aktif sebagai tim inti *World Clean Up* yang di tunjuk secara resmi oleh Dinas Lingkungan Hidup Banjarbaru dalam surat keputusan No.96 Tahun 2020 dan aktif sebagai pengurus Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) Regional 5. Pada tahun 2022 penulis menjalankan Kerja Praktek di PERUMDA PALD Banjarmasin selama satu bulan dan meraih juara 1 lomba desain poster tingkat nasional pada proyek hari bumi yang diselenggarakan oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Geologi Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Yogyakarta. Tahap akhir penulis untuk meraih gelar Sarjana Teknik ialah dengan melakukan penelitian dengan judul “Penurunan Konsentrasi Warna Limbah Cair Sasirangan Menggunakan Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit” pada tahun 2023.

ABSTRAK

Penelitian ini diharapkan mampu mengatasi masalah Limbah Cair Sasirangan (LCS) dan limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) secara bersamaan, yaitu dengan proses adsorpsi kandungan warna pada LCS menggunakan arang aktif TKKS. Penelitian ini menggunakan metode *Response Surface Methode* (RSM) dalam proses optimalisasi formulasi pembuatan arang aktif terhadap kualitas arang aktif yang ditinjau dari karakteristiknya dan optimalisasi proses adsorpsi efisiensi terhadap efisiensi adsorpsi. Penelitian ini dilakukan dengan rancangan model *Box-Behnken Design* yang diproses menggunakan perangkat lunak model statistik *Design expert*. Optimalisasi formulasi pembuatan arang aktif dilakukan dengan mengoptimasi suhu aktivasi fisika, waktu aktivasi dan rasio HCl aktivasi kimia. Hasil optimum kualitas arang aktif adalah memiliki karakteristik kadar air 2,05%, kadar abu 2%, daya serap iod 1008,86mg/g pada variabel suhu aktivasi fisika 650°C, waktu aktivasi 30 menit dan rasio HCl 1%. Setelah formulasi arang aktif ditentukan maka dilanjutkan dengan proses adsorpsi pada LCS. Proses adsorpsi LCS dilakukan dengan mengoptimasi dosis adsorben, pH LCS dan waktu kontak terhadap efisiensi adsorpsi. Hasil analisa nilai optimum efisiensi adsorpsi adalah 98,832% pada dosis adsorben 5 gr, pH 5 dan waktu kontak selama 80 menit.

Kata kunci: Adsorben, Arang aktif, Box-Behnken Design, Limbah cair sasirangan, RSM (*Response Surface Methode*).

ABSTRACT

This research is expected to be able to solve the problem of Sasirangan Liquid Waste (LCS) and Empty Palm Oil Bunches (TKKS) waste simultaneously, namely by adsorption process of color content in LCS using TKKS activated charcoal. This research uses the Response Surface Method (RSM) method in the process of optimizing the formulation for making activated charcoal on the quality of activated charcoal in terms of its characteristics and optimizing the efficiency of the adsorption process on adsorption efficiency. This research was carried out using the Box-Behnken Design model which was processed using the Design expert statistical modeling software. Optimizing the formulation for making activated charcoal was carried out by optimizing the physical activation temperature, activation time and chemical activation HCl ratio. The optimum results for the quality of activated charcoal are that it has the characteristics of a water content of 2.05%, an ash content of 2%, an iodine absorption capacity of 1008.86mg/g at a physical activation temperature variable of 650°C, an activation time of 30 minutes and an HCl ratio of 1%. After the activated charcoal formulation is determined, it continues with the adsorption process on LCS. The LCS adsorption process was carried out by optimizing the adsorbent dose, LCS pH and contact time on adsorption efficiency. The analysis results show that the optimum adsorption efficiency value is 98.832% at an adsorbent dose of 5 gr, pH 5 and contact time of 80 minutes.

Keywords: Adsorbent, Activated charcoal, Box-Behnken Design, Sasirangan liquid waste, RSM (Response Surface Method).

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, anugerah, dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Pemanfaatan Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Dalam Penurunan Warna Pada Limbah Cair Sasirangan”. Penulis memperoleh dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua dan keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.
3. Nova Annisa S.Si., M.S. sebagai Dosen Pembimbing yang telah membimbing dan memberi masukan dalam menyusun proposal tugas akhir.
4. Dosen dan staff admin Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat.
5. Teman Angkatan TL19 (Elysian) yang telah memberi bantuan dan dukungan.
6. 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, Oktober 2023



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
ABSTRACT	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR ISTILAH	ix
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Cair Sasirangan (LCS)	6
2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	8
2.3 Adsorpsi.....	10
2.4 Adsorben	14
2.5 Arang Aktif	15
2.5.1 Pembuatan Arang Aktif	16
2.5.2 Karakteristik Arang Aktif	18
2.6 <i>Response Surface Methodology</i> (RSM)	19
2.7 Studi Literatur	19
2.8 Hipotesis	20
III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Rancangan Penelitian	21
3.1.1 Variabel Penelitian	21
3.1.2. Kerangka Penelitian.....	23
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	24
3.2.1 Waktu Penelitian	24
3.2.2 Lokasi Penelitiann.....	24
3.3 Bahan dan Peralatan Penelitian	25

3.3.1. Bahan Penelitian	25
3.3.2. Peralatan Penelitian	25
3.4. Prosedur Penelitian	25
3.4.1. Pembuatan Arang Aktif	25
3.4.2. Karakterisasi Arang Aktif TKKS	27
3.4.3. Perlakuan Terhadap Limbah Cair Sasirangan	30
3.5. Pengumpulan Data	31
3.6. Analisis Data	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1. Karakteristik Arang Aktif	33
4.2.1. Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Air	33
4.2.2. Pengaruh Suhu aktivasi, waktu dan Rasio HCL Terhadap Kadar Air ...	35
4.2.3. Analisis Ragam ANOVA Respon Kadar Abu	37
4.2.4. Pengaruh Suhu, waktu dan Rasio HCL Terhadap Kadar Abu	39
4.2.5. Analisis Ragam ANOVA Respon Daya Serap Iod	41
4.2.6. Pengaruh Suhu, waktu dan Rasio HCL Terhadap Daya Serap Iod	42
4.2.7. Optimasi Respon Nilai Kadar Air, Kadar Abu dan Daya Serap Iod	44
4.2.8. Verifikasi Kondisi Optimum Hasil Prediksi Model	46
4.2. Uji Lanjutan	46
4.2.1. Uji SEM	47
4.2.2. Uji CHN	48
4.2.3. Uji BET	49
4.3. Proses Adsorpsi Warna LCS menggunakan Arang Aktif TKKS	50
4.3.1 Analisis Ragam ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi	50
4.3.2 Pengaruh Dosis Adsorben, pH dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi Adsorpsi	52
4.3.3 Optimasi Respon Efisiensi Adsorpsi	54
4.3.4 Verifikasi Kondisi Operasi Optimum Hasil Prediksi Model	55
V. KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57
DAFTAR RUJUKAN	59

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Baku Mutu Air Limbah Industri Tekstil	8
Tabel 2. 2 Karakteristik Limbah Cair Sasirangan	8
Tabel 2. 3. Komposisi Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	9
Tabel 2. 4 Standar Karakteristik Arang Aktif	18
Tabel 2. 5 Hasil Penelitian Terdahulu pemanfaatan TKKS sebagai adsorben ...	20
Tabel 3. 1 Kode dan level 3 variabel	22
Tabel 3. 2 Rancangan Percobaan Aktivasi Arang Aktif	27
Tabel 3. 3 Rancangan Percobaan Proses Adsorpsi.....	31
Tabel 4. 1 Analisis ANOVA Respon Kadar Air.....	33
Tabel 4. 2 Analisis ANOVA Respon Kadar Abu.....	37
Tabel 4. 3 Analisis ANOVA Respon Daya Serap Iod	41
Tabel 4. 4 Batasan nilai ideal optimasi untuk respon	45
Tabel 4. 5 Solusi Formula Arang Aktif yang Terpilih.....	45
Tabel 4. 6 Perbandingan data hasil komputasi dengan data aktual.....	46
Tabel 4. 7 Analisa CHN Arang Aktif	48
Tabel 4. 8 Analisa BET Arang Aktif	49
Tabel 4. 9 Analisis ANOVA Respon Efisiensi Adsorpsi	50
Tabel 4. 10 Batasan nilai ideal optimasi untuk respon efisiensi adsorpsi	54
Tabel 4. 11 Solusi kondisi operasi adsorpsi warna LCS	55
Tabel 4. 12 Perbandingan data hasil komputasi dengan data aktual	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Tipe Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	10
Gambar 2. 2 Mekanisme Adsorpsi	11
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	23
Gambar 4. 1 Grafik 3D Hubungan Faktor terhadap Respon Kadar Air	35
Gambar 4. 2 Grafik 3D Hubungan Faktor terhadap Respon Kadar abu.....	39
Gambar 4. 3 Grafik 3D Hubungan Faktor Terhadap Respon Daya Serap Iod ...	43
Gambar 4. 4 Hasil Uji SEM	47
Gambar 4. 5 Grafik 3D Hubungan Faktor Terhadap Respon efisiensi adsorpsi	52

DAFTAR ISTILAH

LCS	= Limbah Cair Sasirangan
TKKS	= Tandan Kosong Kelapa Sawit
SNI	= Standar Nasional Indonesia
Adsorba	= 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
Afinitas	= Suatu unsur yang membentuk ikatan kimia dengan unsur lain
Aktivasi	= Proses memperbesar luas permukaan pori
Batch	= Proses yang tidak berlangsung secara terus-menerus
Dehidrasi	= Proses pengurangan kadar air pada bahan baku
Hidrolisis	= Penguraian zat pada reaksi kimia yang disebabkan oleh air
Higroskopis	= Kemampuan suatu zat untuk menyerap cairan melewati proses adsorpsi
Karbonisasi	= Proses pemanasan bahan baku untuk menguraikan selulosa organik menjadi unsur karbon
<i>Batch</i>	= Proses yang tidak berlangsung secara terus menerus