



**OPTIMASI PEMBUATAN ADSORBEN DARI LIMBAH RANTING TEH
(*Camellia sinensis*) DALAM MENURUNKAN NILAI BOD PADA LIMBAH
CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN *RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY***

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan
Program Sarjana Strata-1 Biologi**

Oleh :

LAILY DIAH OKTASARI

NIM. 1911013220003

**PROGRAM STUDI S-1 BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU**

2023

**LEMBAR PENGESAHAN
SKRIPSI**

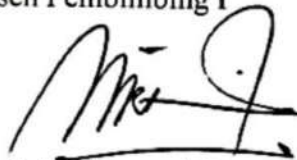
**OPTIMASI PEMBUATAN ADSORBEN DARI LIMBAH RANTING TEH
(*Camellia sinensis*) DALAM MENURUNKAN NILAI BOD PADA LIMBAH
CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN *RESPONSE
SURFACE METHODOLOGY***

Oleh:
Laily Diah Oktasari
NIM. 1911013220003

Telah dipertahankan di depan Dosen Penguji pada Rabu, 22 November 2023

Susunan Dosen Penguji :

Dosen Pembimbing I



Dr. Evi Mintowati Kuntorini, M.Si
NIP. 196901012002122001

Dosen Penguji I



Dr. Gunawan, S.Si. M.Si
NIP. 197911012005011002

Pembimbing II

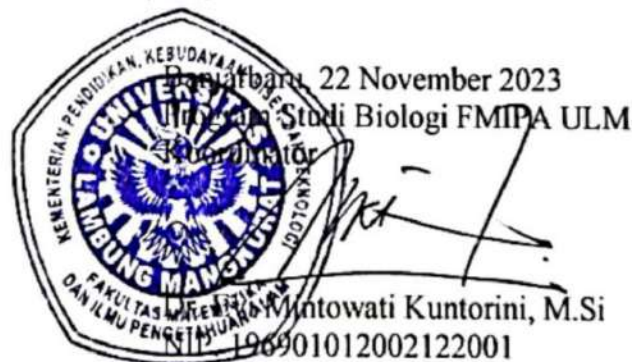


Dr. Hafiih Prasetya
NIP. 198507102019021002

Dosen Penguji II



Sasi Gendro Sari, S.Si, M.Sc
NIP. 197912172006042001



PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana dalam suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Banjarbaru, 22 November 2023



Laily Diah Oktasari
NIM. 1911013220003

ABSTRAK

OPTIMASI PEMBUATAN ADSORBEN DARI LIMBAH RANTING TEH (*Camellia sinensis*) DALAM MENURUNKAN NILAI BOD PADA LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT MENGGUNAKAN *RESPONSE SURFACE METHODOLOGY*

(Oleh: Laily Diah Oktasari; Pembimbing: Evi Mintowati Kuntorini, Hafiizh Prasetia; 2023; 61 halaman)

Limbah ranting teh memiliki kandungan karbon yang tinggi sehingga berpotensi untuk diolah menjadi biochar sebagai adsorben, sedangkan limbah cair pabrik kelapa sawit (LCPKS) sendiri memiliki kandungan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang tinggi sehingga harus diolah terlebih dahulu sebelum bisa dibuang ke alam, salah satu cara pengolahannya adalah dengan proses adsorpsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengolah limbah ranting teh menjadi adsorben agar bisa menurunkan kandungan BOD LCPKS dengan kondisi optimum. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Response Surface Methodology* (RSM) *Box-Behnken Design* (BBD) dan *Central Composite Design* (CCD). Pembuatan adsorben dilakukan dengan variasi aktivasi yang terdiri dari suhu (500, 600, dan 700°C), waktu aktivasi (30, 60, dan 90 menit), dan konsentrasi H₃PO₄ (8, 10, dan 12%). Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi dosis adsorben (1, 2, dan 3g) dan waktu kontak (60, 90, 120 menit). Analisis data dilakukan menggunakan aplikasi *Design-Expert* ver. 13. Kondisi optimum yang didapat dalam proses aktivasi adsorben yaitu dengan suhu 500°C, waktu 40 menit, dan konsentrasi H₃PO₄ 12%. Sedangkan kondisi optimum untuk proses adsorpsi yaitu dengan dosis adsorben 2,24 g dan waktu kontak 120 menit.

Kata kunci: *Box-Behnken Design*, *Central Composite Design*, Optimasi, Teh (*Camellia sinensis*).

ABSTRACT

OPTIMIZATION OF ADSORBENT MANUFACTURING FROM TEA TRANCH WASTE (*Camellia sinensis*) IN REDUCING BOD VALUE IN PALM FACTORY LIQUID WASTE USING RESPONSE SURFACE METHODOLOGY.

(By: Laily Diah Okasari; Supervisors: Evi Mintowati Kuntorini, Hafiizh Prasetia; 2023; 61 pages)

Tea twig waste has a high carbon content so it has the potential to be processed into biochar as an adsorbent, while liquid waste from palm oil mills (LCPKS) itself has a high Biological Oxygen Demand (BOD) content so it must be processed first before it can be discharged into nature, one way of processing it is by the adsorption process. This research was conducted to process tea twig waste into an adsorbent in order to reduce the BOD content of LCPKS under optimum conditions. The methods used in this research are Response Surface Methodology (RSM) Box-Behnken Design (BBD) and Central Composite Design (CCD). Adsorbent preparation was carried out with variations in activation consisting of temperature (500, 600, and 700°C), activation time (30, 60, and 90 minutes), and H₃PO₄ concentration (8, 10, and 12%). The adsorption process was carried out with variations in adsorbent dosage (1, 2, and 3g) and contact time (60, 90, 120 minutes). Data analysis was carried out using the Design-Expert application ver. 13. The optimum conditions obtained in the adsorbent activation process are a temperature of 500°C, a time of 40 minutes, and an H₃PO₄ concentration of 12%. Meanwhile, the optimum conditions for the adsorption process are an adsorbent dose of 2.24 g and a contact time of 120 minutes.

Keywords: *Box-Behnken Design, Central Composite Design, Optimization, Tea (*Camellia sinensis*).*

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Optimasi Pembuatan Adsorben dari Limbah Ranting Teh (*Camellia sinensis*) Dalam Menurunkan Nilai BOD pada Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Menggunakan *Response Surface Methodology*”. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan, dukungan, motivasi dan kemurahan hati dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Abdul Gafur, M. Si., M. Sc., Ph.D selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat.
2. Ibu Dr. Dra. Evi Mintowati Kuntorini, M.Si selaku Ketua Program Studi S-1 Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat sekaligus dosen pembimbing pertama yang selalu sabar dan tulus dalam mendidik dan memberikan arahan serta dukungan dalam perkembangan akademik sampai dengan penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Hafiih Prasetia – Pusat Riset Kimia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selaku pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi.
4. Ibu Prof. Dr. Ir Anny Sulaswatty, M. Eng – Pusat Riset Kimia Maju, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) selaku ketua tim riset BRIN yang selalu memberikan arah, dukungan, motivasi serta kritik dan saran dalam kelancaran penelitian dan penyusunan skripsi.
5. Seluruh dosen FMIPA ULM, khususnya dosen Biologi yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalamannya kepada penulis.
6. Laily, diri sendiri, yang telah berjuang dan tidak berhenti hingga hari ini, yang selalu menguatkan diri ketika menyerah dan kehilangan arah menjadi teman lain yang mengiringi. *You did well, thank you and I love you.*
7. Orang tua, yang tidak pernah berhenti menguatkan anaknya yang tidak pernah jadi dewasa didepan mereka. Terima kasih atas semua do’a, kasih sayang, kesabaran, dan segala hal baik yang terus diberikan ketika sang anak jauh dari pandangan.

8. Halyda Pradna Pitaloka dan Oryza Sativa, selaku adik yang tidak pernah berhenti membuat kakaknya tertawa.
9. Sabila Fauzia Fasya, selaku teman, sahabat, sosok kakak yang terus menguatkan dan memberikan motivasi kepada penulis dengan segala macam pengalamannya yang luar biasa.
10. Kawan-kawan grup Huraaaa, Andifa Anugerah Putra, Camalia Maisya, Dewi Indah Sari, Helda Febriyani, Iqbal Amanullah Putra Gazali, Irwanto, Nisrina Najla Huwaida, yang tidak pernah bosan mendengarkan keluhan dan cerita penulis selama melakukan penelitian.
11. Putri Ayu, Hainur Aini, Siti Rahmah dan teman-teman penelitian lainnya yang juga telah bersedia menjadi teman cerita dan selalu memberikan bantuan, dukungan, dan semangat kepada penulis dalam menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi ini, dan
12. Semua pihak terlibat yang tidak bisa disebutkan satu-persatu yang telah memberikan bantuan kepada penulis dalam melakukan penelitian dan menyelesaikan skripsi.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki dan menyempurnakan penulisan skripsi ini. Penulis juga berharap laporan skripsi ini memberikan manfaat bagi pihak manapun, terutama bagi pembaca.

Banjarbaru, November 2023

Penulis



Laily Diah Oktasari
NIM. 1911013220003

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Teh.....	5
2.2 Biochar	7
2.3 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan Biochar	8
2.4 Macam-Macam Bahan Baku Biochar	10
2.5 Metode Pembuatan Biochar	11
2.6 Karbon Aktif.....	13
2.7 Aktivasi Karbon Aktif	14
2.8 Adsorpsi.....	15
2.9 Karakterisasi Karbon Aktif.....	16
2.9.1 Kadar Air	17
2.9.2 Kadar Abu.....	17
2.9.3 Kadar Zat Terbang (<i>Volatile Matter</i>).....	17
2.9.4 Kadar Karbon Terikat (<i>Fixed Carbon</i>)	18
2.9.5 Analisis Karakterisasi Lanjutan	18
2.10 Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit.....	19

2.11 Response Surface Methodology (RSM).....	20
BAB III. METODE PENELITIAN	23
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	23
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	23
3.3 Tahap Penelitian	23
3.4 Rancangan Percobaan.....	24
3.4.1 Rancangan Percobaan Proses Aktivasi Karbon Aktif.....	24
3.4.2 Rancangan Percobaan Proses Adsorpsi Karbon Aktif.....	25
3.5 Prosedur Kerja.....	26
3.5.1 Pembuatan Biochar dengan Metode Pirolisis	26
3.5.2 Proses Aktivasi Karbon Aktif	26
3.5.3 Proses Adsorpsi Limbah Cair	26
3.6 Analisis Hasil.....	27
3.6.1 Uji Proksimat	27
3.6.2 Uji Karakteristik Lanjutan	28
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	30
4.1 Biochar	30
4.2 Pembuatan Adsorben.....	31
4.2.1 Analisa Proksimat.....	32
4.2.2 Optimasi Aktivasi Karbon Aktif.....	38
4.2.3 Perbandingan Proksimat Karbon Aktif dan SNI.....	40
4.3 Proses Adsorpsi	40
4.3.1 Analisa Efisiensi Penyerapan BOD	41
4.3.2 Optimasi Adsorpsi	42
4.4 CHN.....	43
4.7 FTIR	43
4.8 SEM-EDX	45
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Distribusi kandungan kimia biomassa selama pirolisis	10
Tabel 2. Penelitian adsorpsi terhadap limbah cair PKS	15
Tabel 3. Rancangan percobaan proses aktivasi.....	24
Tabel 4. Pengacakan faktor menggunakan <i>Box-Behnken Design</i> (BBD).....	25
Tabel 5. Rancangan percobaan proses adsorpsi limbah cair PKS	25
Tabel 6. Pengacakan faktor menggunakan <i>Central Composite Design</i> (CCD)....	25
Tabel 7. Biochar hasil pirolisis.....	30
Tabel 8. Hasil Optimasi Aktivasi Karbon Aktif.....	39
Tabel 9. Perbandingan Akurasi Solusi	39
Tabel 10. Perbandingan Kualitas Karbon Aktif dan SNI Karbon Aktif	40
Tabel 11. Solusi optimasi efisiensi penyerapan BOD.....	42
Tabel 12. Perbandingan akurasi efisiensi penyerapan BOD.....	43
Tabel 13. Analisis Unsur <i>Energy Dispersive X-ray</i> Biochar	47

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Kebun Teh PPTK Gambung	6
Gambar 2. Limbah batang, cabang, dan ranting teh	6
Gambar 3. Dekomposisi komponen biomassa pada berbagai suhu	10
Gambar 4. Model <i>Box-Behnken Design</i> (Ferreira <i>et al.</i> , 2023)	21
Gambar 5. Model Central Composite Design (Bhattacharya, 2020).	22
Gambar 6. Diagram alir pembuatan adsorben.....	23
Gambar 7. Diagram alir proses adsorpsi limbah cair PKS.....	24
Gambar 8. Biochar	31
Gambar 9. Grafik pengaruh antar faktor berupa (a) suhu, (b) waktu, dan (c) konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar air adsorben.....	33
Gambar 10. Grafik 3D pengaruh (a) suhu dan waktu, (b) suhu dan konsentrasi H_3PO_4 , serta (c) waktu dan konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar air adsorben	34
Gambar 11. Grafik nilai kadar abu adsorben	34
Gambar 12. Grafik pengaruh antar faktor berupa (a) suhu, (b) waktu, dan (c) konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar zat terbang adsorben	35
Gambar 13. Grafik 3D pengaruh suhu dan konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar zat terbang adsorben	36
Gambar 14. Grafik pengaruh antar faktor berupa (a) suhu, (b) waktu, dan (c) konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar karbon terikat adsorben.....	36
Gambar 15. Grafik 3D pengaruh (a) suhu dan waktu, serta (b) suhu dan konsentrasi H_3PO_4 terhadap kadar karbon terikat adsorben.....	37
Gambar 16. Grafik pengaruh antar faktor berupa (a) suhu, (b) waktu, dan (c) konsentrasi H_3PO_4 terhadap rendemen adsorben	37
Gambar 17. Grafik 3D pengaruh suhu dan waktu terhadap rendemen adsorben..	38
Gambar 18. Grafik pengaruh antar faktor berupa (a) dosis adsorben dan (b) waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan BOD	41
Gambar 19. Grafik 3D pengaruh dosis adsorben dan waktu kontak terhadap efisiensi penyerapan BOD.....	42

Gambar 20. Hasil Analisis <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> Biochar Ranting Teh	44
Gambar 21. Hasil Analisis <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> Karbon Aktif Ranting Teh.....	44
Gambar 22. Hasil Analisis <i>Scanning Electron of Microscopy</i> (a) biochar sebelum aktivasi dan (b) sesudah aktivasi.....	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Dokumentasi preparasi sampel limbah ranting teh
2. Alat yang digunakan
3. Dokumentasi pengambilan sampel limbah cair pabrik kelapa sawit
4. Dokumentasi proses aktivasi
5. Dokumentasi sampel
6. Dokumentasi analisa proksimat
7. Dokumentasi proses adsorbsi
8. Perhitungan konsentrasi larutan aktivator H_3PO_4
9. Tabel data lengkap aktivasi karbon aktif
10. Tabel ANOVA hasil analisis proksimat karbon aktif
11. Solusi optimasi proses aktivasi
12. Verifikasi kondisi optimum proses aktivasi karbon aktif
13. Tabel data lengkap proses adsorbsi
14. Tabel ANOVA hasil analisis efisiensi penyerapan BOD
15. Solusi optimasi proses adsorbsi
16. Verifikasi kondisi optimum proses adsorbsi
17. Sertifikat Seminar Pendidikan Biologi Nasional ke-8 UMM 2023