



**SINTESIS DAN KARAKTERISTIK BIOCHAR KULIT BATANG SAGU
(*Metroxylon sagu rothb*) TERDOPING NITROGEN UNTUK ADSORPSI
METILEN BIRU**

SKRIPSI

**untuk memenuhi persyaratan
dalam menyelesaikan program sarjana Strata-1 Kimia**

Oleh:

EVA RAHMAH

2211012220021

**PROGRAM STUDI S-1 KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
JULI
2026**

SKRIPSI

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu Rottb*) TERDOPING NITROGEN UNTUK ADSORPSI METILEN BIRU

Oleh:

Eva Rahmah

2211012220021

Pembimbing I,



Prof. Ir. Sunardi, S. Si. M. Sc.Ph.D
NIP. 197708202005011006

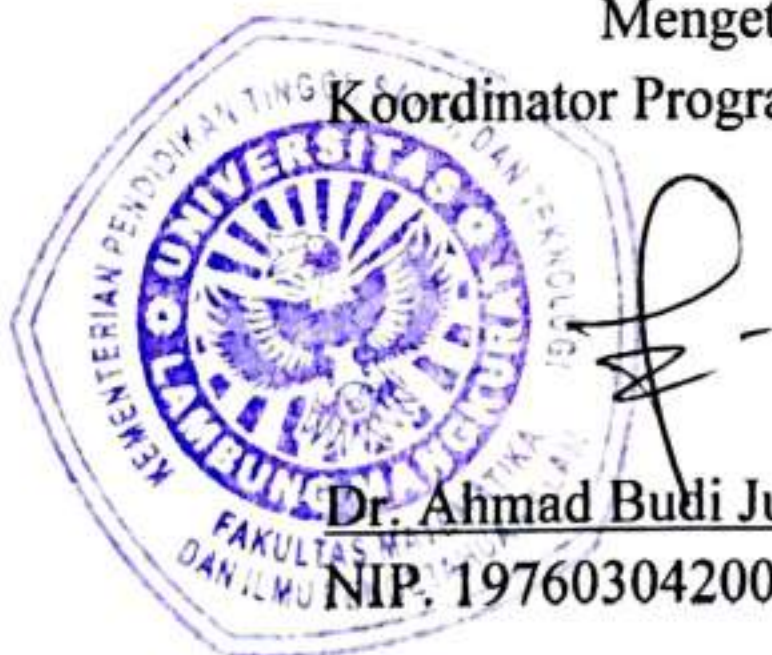
Pembimbing II,



Edi Mikrianto, S. Si. M. Si
NIP. 197005101995121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi S-1 Kimia



Dr. Ahmad Budi Junaidi, S.Si., M.Sc
NIP. 197603042001121003

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di 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 diacudalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 24 Juni 2026



Eva Rahmah

2211012220021

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISTIK BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu rothb*) TERDOPING NITROGEN UNTUK ADSORPSI METILEN BIRU (Oleh Eva Rahmah Pembimbing: Prof. Ir. Sunardi S.Si. M.Sc. Ph.D; Edi Mikrianto S.Si. M.Si; 51 halaman)

Kulit batang sagu merupakan limbah biomassa yang dapat dijadikan sumber bahan baku pembuatan biochar untuk material adsorben yang ramah lingkungan dan ekonomis. Namun, biochar memiliki keterbatasan berupa gugus fungsi permukaan yang kurang variatif sehingga diperlukan modifikasi untuk meningkatkan kinerjanya. Salah satu metode yang dapat dilakukan adalah N-doping menggunakan urea sebagai sumber nitrogen. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan mengkarakterisasi biochar terdoping nitrogen serta mengevaluasi kemampuan adsorpsinya terhadap metilen biru. Biochar kulit sagu diaktivasi menggunakan larutan NaOH 1,5 M, kemudian dimodifikasi melalui metode hidrotermal dengan variasi rasio biochar terhadap urea sebesar 2:1, 2:2, dan 2:3. Karakterisasi material dilakukan menggunakan FTIR dan SAA, sedangkan kemampuan adsorpsi dievaluasi melalui pengujian waktu kontak, variasi konsentrasi awal metilen biru, dan pemodelan isoterm adsorpsi menggunakan model Langmuir dan Freundlich. Hasil FTIR menunjukkan bahwa modifikasi N-doping berhasil menambahkan gugus fungsi nitrogen, ditandai dengan munculnya gugus C=N pada bilangan gelombang 1571-1559 cm^{-1} serta C-N stretching pada 1242-1233 cm^{-1} . Sedangkan, hasil SAA menunjukkan penurunan luas permukaan spesifik biochar dari 59,904 m^2/g menjadi 31,910; 23,955; dan 16,948 m^2/g setelah proses N-doping, yang diduga disebabkan oleh penutupan pori oleh senyawa hasil modifikasi. Data adsorpsi metilen biru lebih sesuai mengikuti model isoterm Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum untuk biochar, biochar/urea 2:1, biochar/urea 2:2, dan biochar/urea berturut-turut sebesar 16,2337; 8,0128; 11,8483; dan 10,1522 mg/g . Hasil penelitian menunjukkan bahwa modifikasi N-doping mengindikasikan terbentuknya gugus nitrogen pada biochar, tetapi belum mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi metilen biru dibandingkan biochar tanpa modifikasi.

Kata kunci: Biochar; N-doping; adsorpsi; metilen biru; isoterm adsorpsi

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERISTICS OF NITROGEN-DOPED SAGO (Metroxylon sagu rottb) BIOCHAR FOR METHYLENE BLUE ADSORPTION (Oleh Eva Rahmah Pembimbing: Prof. Ir. Sunardi S.Si. M.Sc. Ph.D; Edi Mikrianto S.Si. M.Si; 51 Pages)

Sago bark is a biomass waste that can be used as a raw material for making biochar for environmentally friendly and economical adsorbent materials. However, biochar has limitations in the form of less varied surface functional groups so that modifications are needed to improve its performance. One method that can be done is N-doping using urea as a nitrogen source. This study aims to synthesize and characterize nitrogen-doped biochar and evaluate its adsorption capacity towards methylene blue. Sago bark biochar was activated using 1.5 M NaOH solution, then modified through a hydrothermal method with variations in the ratio of biochar to urea of 2:1, 2:2, and 2:3. Material characterization was carried out using FTIR and SAA, while the adsorption capacity was evaluated through contact time testing, variations in the initial concentration of methylene blue, and adsorption isotherm modeling using the Langmuir and Freundlich models. The FTIR results showed that the N-doping modification successfully added nitrogen functional groups, marked by the appearance of C=N groups at wave numbers 1571-1559 cm^{-1} and C-N stretching at 1242-1233 cm^{-1} . Meanwhile, the SAA results showed a decrease in the specific surface area of biochar from 59.904 m^2/g to 31.910; 23.955; and 16.948 m^2/g after the N-doping process, which was thought to be caused by pore closure by the modified compounds. The methylene blue adsorption data more closely followed the Langmuir isotherm model with maximum adsorption capacities for biochar, biochar/urea 2:1, biochar/urea 2:2, and biochar/urea 2:3 of 16.2337; 8.0128; 11.8483; and 10.1522 mg/g , respectively. The results of the study showed that N-doping modification successfully added nitrogen groups to biochar, but was not able to increase the adsorption capacity of methylene blue compared to unmodified biochar.

Keywords: Biochar; N-doping; adsorption; methylene blue; adsorption isotherm

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "**Sintesis dan Karakterisasi Biochar Kulit Batang Sagu (*Metroxylon sagu rothb*) terdoping Nitrogen untuk Adsorpsi Metilen Biru**". Penyusunan skripsi ini tidak akan terselesaikan dengan baik tanpa adanya bantuan, dukungan, serta kemurahan hati berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

- Pihak instansi Universitas Lambung Mangkurat Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Prof. Ir. Sunardi, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing I yang telah bersedia membimbing penulis dari awal penelitian hingga akhir penelitian, memberikan banyak ilmu pengetahuan, motivasi, kritik, dan saran serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi ini.
- Bapak Edi Mikrianto S.Si. M.Si. selaku Dosen Pembimbing II yang juga telah bersedia membimbing penulis dari awal penelitian hingga akhir penelitian, memberikan banyak ilmu pengetahuan, motivasi, kritik, dan saran serta meluangkan waktu selama penyusunan skripsi ini.
- Prof. Rodiansono, S.Si., M. Si., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dan arahan selama perkuliahan.
- Staf dosen pengajar di Program Studi Kimia dan teknisi di Laboratorium Kimia yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan membantu pelaksanaan penelitian selama penulis menempuh pendidikan di FMIPA ULM.
- Kedua orang tua saya yaitu Jali Rahman dan Marliani serta kedua kakak saya yaitu Jelila Rahmah dan Yogi Rahman yang telah memberikan kasih sayang yang tak terhingga, mendidik, mendoakan, dan memberikan dukungan baik.
- Sahabat saya yaitu Nor Afni Afdella dan Ni Komang Mahalia Larasanty yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini.

- Teman-teman satu tim penelitian *Ecomaterials Research Group*: Natasya Dira Rahmadhani, Selina Citra Wati, Sybilla Natasya, Rizka Amalia, Adinda Mahariani Putri dan Havard Bryan Fernando Haryanto yang telah mau berjuang bersama dan menjadi tempat keluh kesah serta tempat diskusi.
- Seluruh teman-teman Kimia angkatan 2022 yang telah membantu, mendukung serta mendoakan penulis dalam menyelesaikan penelitian serta penyusunan skripsi.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala saran dan masukan dari berbagai pihak selalu diharapkan untuk perbaikan dan penyempurnaan skripsi ini.

Banjarbaru, 24 Juni 2026



Eva Rahmah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	ii
ABSTRAK	iii
PRAKATA.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Biochar Kulit Batang Sagu (<i>Metroxylon sagu rothb</i>)	4
2.2 Metode Pirolisis.....	5
2.3 N-Doping dengan Urea.....	5
2.4 Isoterm Adsorpsi	7
2.5 Metilen Biru.....	9
BAB III METODOLOGI.....	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat & Bahan.....	10
3.2.1 Alat.....	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Prosedur Kerja.....	10
3.3.1 Aktivasi Biochar	10
3.3.2 Sintesis Biochar terdoping Nitrogen.....	11
3.3.3 Karakterisasi Sampel	11

3.3.4 Adsorpsi Metilen Biru	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	13
4.1 Sintesis Biochar terdoping Nitrogen	13
4.2 Karakterisasi Sampel	14
4.2.1 Karakterisasi dengan <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR).....	14
4.2.2 Karakterisasi dengan <i>Surface Area Analyzer</i> (SAA).....	16
4.3 Adsorpsi Metilen Biru	17
4.3.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	17
4.3.2 Pembuatan Kurva Kalibrasi Metilen Biru	18
4.3.3 Pengaruh Waktu Kontak terhadap Kemampuan Adsorpsi Metilen Biru.	18
4.3.4 Kajian Pengaruh Konsentrasi Awal terhadap Kemampuan Adsorpsi Metilen Biru.....	19
4.3.5 Isoterm Adsorpsi.....	21
4.3.6 Kemungkinan Mekanisme Adsorpsi.....	24
BAB V PENUTUP	26
5.1 Kesimpulan.....	26
5.2 Saran.....	26
DAFTAR PUSTAKA	27
LAMPIRAN.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data bilangan gelombang FTIR	15
Tabel 2. Hasil Analisis Luas Permukaan Spesifik	16
Tabel 3. Parameter Isoterm Langmuir dan Freundlich.....	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Gugus fungsional nitrogen pada biochar	6
Gambar 2. Struktur Metilen biru	9
Gambar 3. Produk sintesis: (a) biochar, (b)biochar/urea 2:1, (c) biochar/urea 2:2,13	
Gambar 4. Spektrum FTIR (a) biochar, (b) biochar/ urea 2:1, (c) biochar/urea 2:2, (d) biochar/ urea 2:3	14
Gambar 5. Grafik panjang gelombang maksimum metilen biru	17
Gambar 6. Kurva Standar Metilen Biru.....	18
Gambar 7. Pengaruh waktu kontak terhadap penyisihan metilen biru pada adsorben (■) biochar (●) biochar/urea 2:1 (▲) biochar/urea 2:2 (★) biochar/urea 2:3	19
Gambar 8. Kurva pengaruh konsentrasi awal metilen biru pada adsorben (■) biochar (●) biochar/urea 2:1 (▲) biochar/urea 2:2 (★) biochar/urea 2:3	20
Gambar 9. Model Isoterm Langmuir pada adsorben (■) biochar (●) biochar/urea 2:1 (▲) biochar/urea 2:2 (★) biochar/urea 2:3	21
Gambar 10. Model Isoterm Freundlich pada adsorben (■) biochar (●) biochar/urea 2:1 (▲) biochar/urea 2:2 (★) biochar/urea 2:3	22
Gambar 11. Ilustrasi mekanisme adsorpsi.....	25

DAFTAR LAMPIRAN

1. Diagram Alir Prosedur Kerja Penelitian
2. Perhitungan
3. Data Statistik
4. Dokumentasi Penelitian
5. Riwayat Hidup