



**MODIFIKASI BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu*)
MENGUNAKAN DOPING NITROGEN DARI UREA MELALUI
METODE HIDROTERMAL SEBAGAI ADSORBEN CONGO RED
SKRIPSI**

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

Oleh:

**HAVARD BRYAN FERNANDO HARYANTO
NIM 2211012210011**

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

SKRIPSI

MODIFIKASI BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu*) MENGUNAKAN DOPING NITROGEN DARI UREA MELALUI METODE HIDROTERMAL SEBAGAI ADSORBEN CONGO RED

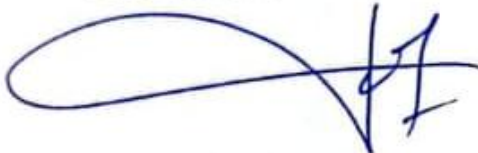
Oleh:

Havard Bryan Fernando Haryanto

2211012210011

telah dipertahankan didepan dosen penguji tanggal 24 Juli 2026:

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197304112000121001

Dosen Penguji

1. Edi Mikrianto, S.Si., M.Si
(.....)

2. Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Pd.,
M.Sc
(.....)

Banjarbaru, 24 Juli 2026

Program Studi Kimia FMIPA ULM

Koordinator



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

SKRIPSI

**MODIFIKASI BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu*)
MENGUNAKAN DOPING NITROGEN DARI UREA MELALUI
METODE HIDROTERMAL SEBAGAI ADSORBEN CONGO RED**

Oleh:

Havard Bryan Fernando Haryanto

2211012210011

Pembimbing I,



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

Pembimbing II,



Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 197304112000121001

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Kimia



Dr. Ahmad Budi Juhaedi, 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 diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarbaru, 24 Juli 2026

A handwritten signature in purple ink, appearing to read 'Byan'.

Havard Bryan Fernando Haryanto

ABSTRAK

MODIFIKASI BIOCHAR KULIT BATANG SAGU (*Metroxylon sagu*) MENGGUNAKAN DOPING NITROGEN DARI UREA MELALUI METODE HIDROTERMAL SEBAGAI ADSORBEN CONGO RED (Oleh Havard Bryan Fernando Haryanto; Pembimbing: Prof. Ir. Sunardi, S.Si., M. Sc., Ph.D ; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D.; 37 Halaman)

Biochar kulit sagu (*Metroxylon sagu*) memiliki potensi sebagai adsorben untuk menghilangkan zat warna dari limbah cair, namun kinerjanya perlu ditingkatkan melalui modifikasi permukaan. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis dan memodifikasi biochar kulit sagu (BC) dengan urea serta mengevaluasi karakteristik dan kinerjanya sebagai adsorben zat warna congo red melalui uji waktu kontak dan isoterm adsorpsi. Biochar dimodifikasi melalui metode hidrotermal pada suhu 200 °C dengan variasi waktu kontak selama 12, 24, dan 48 jam sehingga diperoleh biochar terdoping nitrogen (BC-NH). Modifikasi menggunakan urea dapat diintroduksi sebagai gugus fungsi yang mengandung nitrogen pada permukaan biochar sehingga meningkatkan interaksi antara adsorben dan adsorbat. Material dikarakterisasi menggunakan spektroskopi ATR-FTIR dan analisis luas permukaan spesifik untuk mengevaluasi gugus fungsi dan tekstur permukaan. Hasil karakterisasi menggunakan ATR-FTIR menunjukkan adanya pita serapan pada 1553 cm^{-1} dan 1016 cm^{-1} , yang teridentifikasi secara berturut-turut sebagai ikatan C=N dan C-N. Hasil ini mengindikasikan keberhasilan proses doping nitrogen. Analisis luas permukaan menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik biochar awal sebesar 59,90 m^2/g menurun menjadi 19,69 m^2/g , 24,00 m^2/g , dan 37,57 m^2/g pada BC-NH12, BC-NH24, dan BC-NH48, tetapi cenderung meningkat seiring bertambahnya waktu hidrotermal. Kinerja adsorpsi terhadap congo red menunjukkan bahwa data isoterm lebih sesuai dengan model Langmuir dibandingkan model Freundlich, dengan waktu kontak optimum sebesar 40 menit. Hasil adsorpsi menunjukkan bahwa biochar yang dimodifikasi urea dengan waktu hidrotermal 48 jam (BC-NH48) memberikan kapasitas adsorpsi tertinggi sebesar 2,38 mg/g terhadap congo red, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai adsorben zat warna congo red.

Kata kunci: biochar kulit batang sagu, doping nitrogen, hidrotermal, adsorpsi, congo red

ABSTRACT

MODIFICATION OF SAGO BARK BIOCHAR (*Metroxylon sagu*) WITH NITROGEN DOPING FROM UREA USING HYDROTHERMAL METHOD AS A CONGO RED ADSORBENT (By Havard Bryan Fernando Haryanto; Supervisors: Prof. Ir. Sunardi, S.Si., M. Sc., Ph.D; Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D; 37 Pages)

*Sago bark biochar (*Metroxylon sagu*) has potential as an adsorbent for removing dyes from wastewater; however, its performance needs to be improved through surface modification. This study aims to synthesize and modify sago bark biochar (BC) with urea using the hydrothermal method (200 °C, 12–48 hours) to produce nitrogen-doped biochar (BC-NH) and evaluate its performance as an adsorbent for congo red dye. Urea was used as a nitrogen source because it can be introduced as nitrogen-containing functional groups onto the biochar surface, thereby enhancing the interaction between the adsorbent and the adsorbate. BC-NH samples were characterized using infrared spectroscopy (ATR-FTIR) and Brunauer–Emmett–Teller (BET) analysis to evaluate the functional groups and surface texture. The ATR-FTIR spectra revealed absorption bands at 1553 cm⁻¹ and 1016 cm⁻¹, which were attributed to C=N and C–N bonds, respectively. Surface area analysis showed that the specific surface area of pristine biochar 59.90 m²/g decreased to 19.69, 24.00, and 37.57 m²/g for BC-NH12, BC-NH24, and BC-NH48, respectively, although it tended to increase with increasing hydrothermal time. The adsorption isotherm data preferentially followed the Langmuir model rather than the Freundlich model, with an optimum contact time of 40 minutes. The adsorption results showed that urea-modified biochar prepared with a hydrothermal time of 48 hours (BC-NH48) exhibited the highest adsorption capacity of 2.38 mg/g toward congo red. Therefore, BC-NH48 has the potential to be developed as an adsorbent for congo red dye.*

Keywords: *sago bark biochar, N-doping, hydrothermal, adsorption, congo red*

PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Modifikasi Biochar Kulit Batang Sagu (*Metroxylon sagu*) Menggunakan Doping Nitrogen Dari Urea Melalui Metode Hidrotermal Sebagai Adsorben Congo Red“. Sholawat serta salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW. beserta keluarga, kerabat, dan sahabatnya yang telah memberikan petunjuk dan membawa dari zaman jahiliyah menuju zaman ilmiah.

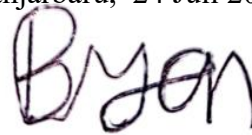
Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi persyaratan dalam menyelesaikan Program Sarjana Strata-1 Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru. Dalam proses penyelesaian skripsi ini penulis mendapatkan dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terimakasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Ir. Sunardi, S.Si., M. Sc., Ph.D selaku dosen pembimbing utama yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, serta berbagai masukan yang sangat berarti selama proses penyusunan skripsi ini hingga selesai.
2. Bapak Prof. Rodiansono, S.Si., M.Si., Ph.D selaku dosen pembimbing kedua yang telah meluangkan waktu dan memberikan saran, kritik, serta dukungan dalam penyempurnaan skripsi ini.
3. Bapak Edi Mikrianto, S.Si., M.Si dan Ibu Dyah Ayu Pramoda Wardani, S.Pd., M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran agar skripsi ini menjadi lebih baik.
4. Bapak Achmad Ramadhanna'il Rasjava S.Si., M.Si selaku teman saya yang berdiskusi dan interaksi selama masa studi telah memberikan dukungan dan wawasan yang bermanfaat bagi penulis
5. Kedua orang tua tercinta yang senantiasa menjadi sumber kekuatan bagi penulis melalui doa, kasih sayang, dukungan moral dan finansial, serta kesabaran yang tiada batas. Penulis menyadari bahwa terselesaikannya skripsi ini tidak lepas dari peran besar dan pengorbanan yang telah mereka berikan.

6. Anggota *Sintesis Saham Infinity* yaitu Fikri Kurniawan, Ahmad Najmi & Muhammad Irfan yang telah menjadi tempat berbagi keluh kesah dalam mengerjakan skripsi.
7. Teman-teman yang saya banggakan yakni: Daniel Dirgahayu, Temani Gea, Shauqi Aulia Rifwanda, Akbar Nurfirianto & Muhammad Muliansyah yang membantu saya dalam alur penyelesaian skripsi.
8. Teman-teman satu tim penelitian *Ecomaterials Research Group*: Sybilla Natasya, Adinda Putri Maharani, Eva Rahmah, Natasya Dira Rahmadani, Selina Citrawati dan Rizka Amalia yang telah berjuang bersama dan saling membantu dalam penelitian.

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 Juli 2026



Havard Bryan Fernando Haryanto

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Biochar Kulit Batang Sagu (<i>Metroxylon sagu</i>)	4
2.2 Modifikasi Biochar Terdoping Nitrogen secara Hidrotermal	5
2.3 Adsorpsi Isoterm	6
2.4 Zat Warna Congo Red	9
BAB III. METODE PENELITIAN	10
3.1 Waktu dan Tempat.....	10
3.2 Alat dan Bahan.....	10
3.2.1 Alat.....	10
3.2.2 Bahan	10
3.3 Prosedur	10
3.4.1 Preparasi dan Aktivasi Kimia Biochar	10
3.4.2 Modifikasi Biochar (BC-NH)	11
3.4.3 Karakterisasi Material	11
3.4.4 Adsorpsi terhadap Congo Red	11
4.1 Sintesis Komposit Biochar Terdoping Nitrogen (BC-NH)	13

4.2	Karakterisasi Material	14
4.2.1	Karakterisasi ATR-FTIR	14
4.2.2	Karakterisasi luas permukaan material	16
4.3	Uji Adsorpsi Congo Red	18
4.3.1	Penentuan panjang gelombang maksimum Congo Red.....	18
4.3.2	Penentuan kurva kalibrasi Congo Red	18
4.3.3	Pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi congo red ..	19
4.3.4	Pengaruh konsentrasi awal terhadap kemampuan adsorpsi congo red	21
4.3.5	Isoterm Adsorpsi	23
4.3.6	Kemungkinan Mekanisme Adsorpsi	27
BAB V. PENUTUP		30
5.1	Kesimpulan	30
5.2	Saran.....	31
DAFTAR PUSTAKA.....		32
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kimia Congo Red	9
Gambar 2. Material: (a) biochar, (b) BC-NH12, (c) BC-NH24, (d) BC-NH48 ..	13
Gambar 3. Spektra ATR-FTIR pada (a) biochar; (b) BC-NH12; (c) BC-NH24; (d) BC-NH48	14
Gambar 4. Kurva panjang gelombang maksimum congo red	18
Gambar 5. Kurva kalibrasi congo red.....	19
Gambar 6. Pengaruh waktu kontak pada adsorben (■)BC; BC-NH12(●); BC-NH24(▲); BC-NH48 (▼)	20
Gambar 7. (a) Kurva konsentrasi awal pada adsorben BC (■); BC-NH12(●); BC-NH24(▲); BC-NH48 (▼) (b) Kurva penyerapan congo red (%) BC(■); BC-NH12(●); BC-NH24(▲); BC-NH48 (▼).....	22
Gambar 8. Plot isoterm adsorpsi Langmuir (a) dan Freundlich (b) pada adsorben (■)BC; BC-NH12(●); BC-NH24(▲); BC-NH48 (▼)	24
Gambar 9. Ilustrasi struktur biochar termodifikasi doping nitrogen	28
Gambar 10. Ilustrasi mekanisme adsorpsi.	28

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Data bilangan gelombang ATR-FTIR dari (a) Biochar; (b) BC-NH12; (c) BC-NH24; (d) BCNH48	15
Tabel 2. Hasil Analisis Luas Permukaan Spesifik	16
Tabel 3. Parameter yang di dapat dari isoterm Langmuir dan Freundlich	25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian	1
Lampiran 2. Contoh Perhitungan	4
Lampiran 3. Data Penelitian	6
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	13
Lampiran 5. Riwayat Hidup	15

DAFTAR SINGKATAN

BC	: Biochar Kulit Batang Sagu
BC-NH12	: Biochar Termodifikasi Doping Urea Hidrotermal 12 Jam
BC-NH24	: Biochar Termodifikasi Doping Urea Hidrotermal 24 jam
BC-NH48	: Biochar Termodifikasi Doping Urea Hidrotermal 48 jam
PTFE	: Politetrafluoroetilena
NAOH	: Natrium Hidroksida
ATR-FTIR	: <i>Attenuated Total Reflectance–Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i>