

APLIKASI *BOTTOM ASH* KAYU UNTUK PENYISIHAN AMONIA DI PERAIRAN: STUDI ADSORPSI MENGUNAKAN LARUTAN SINTETIK

MONIRA POLALINA



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Aplikasi *Bottom Ash* Kayu Untuk Penyisihan Amonia di Perairan: Studi Adsorpsi Menggunakan Larutan Sintetik” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2026

Monira Polalina
G7401221001



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



ABSTRAK

MONIRA POLALINA. Aplikasi *Bottom Ash* Kayu untuk Penyisihan Amonia di Perairan: Studi Adsorpsi Menggunakan Larutan Sintetik. Dibimbing oleh HERIYANTO SYAFUTRA dan EVI SUSANTI.

Amonia merupakan pencemar yang dapat menurunkan kualitas perairan sehingga diperlukan metode penyisihan yang efektif dan ekonomis. Penelitian ini mengevaluasi potensi *bottom ash* kayu sebagai adsorben amonia melalui karakterisasi material dan studi adsorpsi. Karakterisasi dilakukan menggunakan FTIR, XRD, dan SEM, sedangkan pengujian adsorpsi dilakukan secara *batch* menggunakan larutan amonia sintetik. Hasil menunjukkan bahwa *bottom ash* kayu mengandung gugus fungsi O–H, C=O, C=C, Si–O, dan Si–OH dengan fase dominan kuarsa. Kondisi optimum diperoleh pada pH 10, dosis adsorben 4 g/L, ukuran partikel 200 mesh, dan waktu kontak 10 menit, menghasilkan kapasitas adsorpsi 1,72 mg/g dan efisiensi penyisihan 67%. Proses adsorpsi mengikuti model kinetika *Pseudo Second Order* dan isoterm Langmuir. Analisis termodinamika menghasilkan ΔH° sebesar 20,500 kJ/mol dan ΔS° sebesar 46,21 J/mol·K. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *bottom ash* kayu berpotensi sebagai adsorben alternatif untuk penyisihan amonia di perairan.

Kata kunci: adsorpsi amonia, *bottom ash* kayu, isoterm Langmuir, kinetika adsorpsi, termodinamika adsorpsi.

ABSTRACT

MONIRA POLALINA. Application of Wood Bottom Ash for Ammonia Removal from Water: An Adsorption Study Using Synthetic Solution. Supervised by HERIYANTO SYAFUTRA and EVI SUSANTI.

Ammonia is a pollutant that can degrade water quality, requiring effective and economical removal methods. This study evaluated the potential of wood bottom ash as an adsorbent for ammonia removal through material characterization and adsorption studies. Characterization was conducted using FTIR, XRD, and SEM, while batch adsorption experiments were performed using synthetic ammonia solutions. The results showed that wood bottom ash contains O–H, C=O, C=C, Si–O, and Si–OH functional groups, with quartz as the dominant phase. Optimum conditions were obtained at pH 10, adsorbent dosage of 4 g/L, particle size of 200 mesh, and contact time of 10 min, resulting in an adsorption capacity of 1.72 mg/g and removal efficiency of 67%. The adsorption process followed the Pseudo-Second-Order kinetic model and the Langmuir isotherm model. Thermodynamic analysis yielded ΔH° of 20,500 kJ/mol and ΔS° of 46.21 J/mol·K. These findings indicate that wood bottom ash has potential as an alternative adsorbent for ammonia removal from aquatic environments.

Keywords: adsorption kinetics, ammonia adsorption, Langmuir isotherm, thermodynamic adsorption, wood bottom ash.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

APLIKASI *BOTTOM ASH* KAYU UNTUK PENYISIHAN AMONIA DI PERAIRAN: STUDI ADSORPSI MENGUNAKAN LARUTAN SINTETIK

MONIRA POLALINA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Fisika

**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
- 2 Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si.

Perpustakaan IPB University

Judul Skripsi : Aplikasi *Bottom Ash* Kayu Untuk Penyisihan Amonia di Perairan:
Studi Adsorpsi Menggunakan Larutan Sintetik

Nama : Monira Polalina
NIM : G7401221001

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Evi Susanti, M.T.

Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Ir. Irmansyah, M.Si.
NIP 196809161994031001



Tanggal Ujian: 03 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanaahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Mei 2026 ini ialah pemanfaatan biomassa untuk pengolahan limbah cair, dengan judul “*Aplikasi Bottom Ash Kayu untuk Penyisihan Amonia di Perairan: Studi Adsorpsi Menggunakan Larutan Sintetik*”. Usulan penelitian ini diajukan sebagai salah satu syarat untuk melakukan penelitian dan mendapatkan gelar sarjana di Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, Hilman Jaya Putra dan Lina Marlina, adik penulis Flora Rimba Pertiwi, serta seluruh keluarga besar atas doa, kasih sayang, dan dukungan yang tiada henti.
2. Bapak Dr. Heriyanto Syafutra, S.Si., M.Si. dan Ibu Dr. Evi Susanti, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan, saran, serta motivasi selama penelitian dan penyusunan skripsi.
3. Bapak Dr. Ir. Irmansyah, M.Si. dan Bapak Prof. Dr. Husin Alatas, S.Si., M.Si. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan untuk penyempurnaan skripsi.
4. BRIN dan PT Serena Harsa Utama serta staf Laboratorium Hidro-Biologi KST Ir. Soekarno Cibinong Bogor dan KST Samaun Samadikun Bandung, khususnya Ibu Fifia Zulti, S.Si., M.Si., Bapak Ricky Kurniawan, S.Si., M.Si., dan Ibu Mey Ristanti Widoretno, S.P., atas bimbingan, bantuan, dan fasilitas selama pelaksanaan penelitian.
5. Seluruh dosen dan tenaga kependidikan Departemen Fisika IPB atas ilmu, bantuan administrasi, dan fasilitas yang diberikan selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
6. Destiani, Azzahra, Faza, dan Rafi'i, atas bantuan dan kerja sama selama pelaksanaan eksperimen di laboratorium.
7. Desti, Zahra, Ira, Ayi, dan Karmilah selaku sahabat penulis atas dukungan, bantuan, dan kebersamaan yang diberikan selama masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Ali Hassan Bhatti atas perhatian, dukungan, dan motivasi yang diberikan.
8. Teman-teman Fisika Angkatan 59 atas kebersamaan, dukungan, dan semangat yang telah diberikan selama masa perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pihak yang membutuhkan serta berkontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2026

Monira Polalina



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ii
DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	iii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Bottom Ash</i> Kayu sebagai Adsorben	4
2.2 Amonia	5
2.3 Karakterisasi Adsorben	6
2.4 Adsorpsi sebagai Metode Perbaikan Kualitas Air	7
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Prosedur Preparasi Adsorben dan Adsorbat	10
3.4 Karakterisasi Adsorben	11
3.5 Mekanisme Adsorpsi	11
3.6 Evaluasi Kinerja Adsorpsi	13
3.7 Analisis Model Adsorpsi	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1 Karakteristik Fisik dan Kimia Adsorben <i>Bottom Ash</i>	16
4.2 Pengaruh Parameter Operasi terhadap Adsorpsi Amonia untuk menentukan Kondisi Optimum	23
4.3 Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan Amonia Sintetik	26
4.4 Pengaruh Variasi Suhu	27
4.5 Analisis Model dan Mekanisme Adsorpsi	28
V SIMPULAN DAN SARAN	33
5.1 Simpulan	33
5.2 Saran	33
DAFTAR PUSTAKA	34
LAMPIRAN	39
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

1	Variasi parameter uji eksperimen adsorpsi	12
2	Keberadaan gugus fungsi sebelum dan setelah adsorpsi beserta interpretasi	18
3	Pengaruh waktu kontak terhadap karakteristik adsorben	25
4	Perbandingan kesesuaian model kinetika adsorpsi PFO dan PSO	29
5	Parameter isoterm adsorpsi berdasarkan model Langmuir dan Freundlich	30
6	Parameter Hasil Model Termodinamika adsorpsi	31
7	Nilai energi bebas Gibbs pada berbagai suhu proses adsorpsi	31

DAFTAR GAMBAR

1	Adsorben yang telah dihaluskan dan telah melalui proses pengayakan (a) Adsorben hasil pengayakan 100 mesh (b) Adsorben hasil pengayakan 200 mesh	16
2	Spektrum FTIR sebelum dan sesudah adsorpsi amonia pada variasi pH larutan	17
3	Keberadaan struktur kristalin berdasarkan hasil karakterisasi XRD sebelum adsorpsi	19
4	Keberadaan struktur kristalin berdasarkan hasil karakterisasi XRD setelah adsorpsi (a) pH6 (b) pH 8 (c) pH 10	21
5	Morfologi permukaan adsorben oleh SEM pada perbesaran 5000x (a) Sebelum adsorpsi, (b) Setelah adsorpsi pada pH 6, (c) Setelah adsorpsi pada pH 8, (d) Setelah adsorpsi pada pH 10	22
6	Pengaruh pH pada dua variasi ukuran partikel terhadap kapasitas adsorpsi dalam kondisi setimbang dan kapasitas adsorpsi maksimum	23
7	Karakteristik adsorpsi amonia terhadap waktu pada pengaruh variasi dosis adsorben dan ukuran partikel (a) penurunan konsentrasi, (b) kapasitas adsorpsi, (c) efisiensi penyisihan	24
8	Karakteristik adsorpsi amonia terhadap waktu pada pengaruh variasi konsentrasi awal larutan (a) penurunan konsentrasi, (b) kapasitas adsorpsi, (c) efisiensi penyisihan	26
9	Karakteristik adsorpsi amonia terhadap waktu pada pengaruh variasi variasi suhu larutan (a) penurunan konsentrasi, (b) kapasitas adsorpsi, (c) efisiensi penyisihan	27
10	Linearitas model pada adsorpsi amonia (a) PFO (b) PSO	28
11	Linearitas model pada adsorpsi amonia (a) Langmuir (b) Freundlich	29
12	Linearitas model termodinamika	31



DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Penelitian	40
2	Analisis Amonia ($\text{NH}_4^+\text{-N}$) Menggunakan Metode Fenat	41
3	Pembuatan Kurva Standar	41
4	Perhitungan konsentrasi dari pengukuran hasil nilai absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis	42
5	Perhitungan Pengenceran	42
6	Perhitungan Parameter Model Kinetika	43
7	Perhitungan Parameter Model Isoterm	44
8	Perhitungan Parameter Model Termodinamika	44
9	Daftar nomor gelombang spektrum IR	46
10	Nilai sudut berdasarkan literatur	46