

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**“MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG**  
**TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN**  
**LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL”**



**DISUSUN OLEH :**

**NOVAN SANDHI PRADANA      19031010028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL**  
**“VETERAN” JAWA TIMUR**  
**SURABAYA**  
**2023**

**LAPORAN HASIL PENELITIAN**  
**"MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG**  
**TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN**  
**LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL"**



**DISUSUN OLEH :**

**NOVAN SANDHI PRADANA**

**19031010028**

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL**  
**"VETERAN" JAWA TIMUR**

**SURABAYA**

**2023**



*Laporan Hasil Penelitian*  
**MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG  
TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN  
LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**"MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG  
TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN  
LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL"**

**DISUSUN OLEH :**

**NOVAN SANDHI PRADANA**

**NPM. 19031010028**

**Telah Dipertahankan Dihadapan dan Diterima Oleh Tim Penguji  
Pada Tanggal : 2 Oktober 2023**

**Menyetujui,**

**Dosen Penguji**

**1.**

**Dr. Ir. Sintha Soraya Santi, MT**  
**NIP. 19660621 199203 2001**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Ketut Sumada, MT**  
**NIP. 19620118 198803 1 001**

**2.**

**Ir. Ely Kurniati, MT**  
**NIP. 19641018 199203 2 001**

**Mengetahui,**

**Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**

**Dr. Dra. Jarivah, MP**  
**NIP. 19650403 199103 2 001**

**Program Studi S-1 Teknik Kimia  
Fakultas Teknik  
Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur**



Laporan Hasil Penelitian  
**MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG  
TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN  
LIMBAH LOGAM  $Cu$  ARTIFISIAL**

**LEMBAR PENGESAHAN  
LAPORAN HASIL PENELITIAN**

**“MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG  
TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN  
LIMBAH LOGAM  $Cu$  ARTIFISIAL”**

**DISUSUN OLEH :**

**NOVAN SANDHI PRADANA**

**NPM.19031010028**

**Penelitian ini telah diperiksa dan disetujui,**

**Dosen Pembimbing**

**Ir. Ketut Sumada, MT**

**NIP. 19620118 198803 1 00**



### SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Novan Sandhi Pradana  
NPM : 19031010028  
Program : Sarjana(S1) / ~~Magister(S2)~~ / ~~Doktor(S3)~~  
Program studi : Teknik Kimia  
Fakultas : Teknik dan Sains

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah ~~Tugas Akhir~~ / Skripsi / Tesis / Disertasi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi / Tesis / Disertasi ini, saya bersedia menerima sanksi dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 18 Juni 2026

Yang Membuat pernyataan,



Novan Sandhi Pradana  
NPM. 19031010028



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL "VETERAN" JAWA TIMUR  
FAKULTAS TEKNIK

Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60295 Telp. (031) 872179 Fax. (031) 872257

**KETERANGAN REVISI**

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama: 1. Novan Sandhi Pradana NPM. 19031010028  
2. Firly Firmalya NPM. 19031010156

Jurusan : Teknik Kimia

Telah mengerjakan revisi/tidak ada revisi\*) Proposal/ Skripsi/ Kerja-Praktek, dengan

Judul:

**"Model Matematis Biosorben Dari Tongkol Jagung Termomodifikasi  
Belimbing Wuluh Sebagai Pengolahan Limbah Logam Cu Artifisial"**

Surabaya, 2 Oktober 2023

Dosen Penguji yang memerintahkan revisi :

1. Dr. Ir. Sintha Soraya S., MT (  )  
NIP. 19660621 199203 2 001

2. Ir. Ely Kurniati, MT (  )  
NIP. 19641018 199203 2 001

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing

  
Ir. Ketut Sumada, MT  
NIP. 19620118 198803 1 001

\*) Coret yang tidak perlu



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan nikmat sehat serta kemudahan dan kelancaran sehingga penyusun dapat menyelesaikan proposal penelitian dengan judul **“Model Matematis Bioadsorben Dari Tongkol Jagung Termodivikasi Bimbing Wuluh Sebagai Pengolahan Limbah Logam Cu Artifisial”**

Penyusun menyadari mengenai penulisan ini tidak bisa terselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun ingin menyampaikan ucapan terima kasih atas segala bantuan kepada semua pihak yang membersamai kami dalam menyelesaikan laporan hasil penelitian ini.

1. Ibu Dr. Dra. Jariyah, MP selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
2. Ibu Dr. Ir. Sintha Soraya Santhi, MT selaku Koordinator Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur dan selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
3. Bapak Ir. Ketut Sumada, MT selaku dosen pembimbing yang telah membimbing kami dalam menyelesaikan penelitian ini
4. Ibu Ir. Ely Kurniati, MT selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan dalam penelitian ini.
5. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan moril dan material dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan penelitian.

Kami menyadari masih banyak kekurangan pada penyusunan laporan ini. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata, penyusun mohon maaf kepada semua pihak apabila dalam penyusunan laporan ini masih banyak kekurangan.

Surabaya, 16 Agustus 2023

Penyusun



## **DAFTAR ISI**

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| KATA PENGANTAR.....                                               | i   |
| DAFTAR ISI .....                                                  | ii  |
| DAFTAR TABEL.....                                                 | iv  |
| DAFTAR GAMBAR .....                                               | v   |
| INTISARI.....                                                     | vii |
| BAB I PENDAHULUAN .....                                           | 1   |
| I.1 Latar Belakang .....                                          | 1   |
| I.2 Tujuan .....                                                  | 3   |
| I.3 Manfaat .....                                                 | 3   |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....                                      | 4   |
| II.1 Teori Umum .....                                             | 4   |
| II.1.1 Tongkol Jagung.....                                        | 4   |
| II.1.2 Belimbing Wuluh .....                                      | 5   |
| II.1.3 Karbon Aktif .....                                         | 7   |
| II.2 Landasan Teori .....                                         | 8   |
| II.2.1 Bioadsorben Tongkol Jagung.....                            | 8   |
| II.2.2 Tahapan Pembuatan Karbon Aktif.....                        | 9   |
| II.2.3 SNI Karbon Aktif.....                                      | 12  |
| II.2.3 Adsorpsi .....                                             | 13  |
| II.2.5 Adsorpsi Isothermal .....                                  | 15  |
| II.2.6 Mekanisme Adsorpsi.....                                    | 17  |
| II.2.7 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Daya Serap Karbon Aktif 17 |     |
| II.3 Hipotesa .....                                               | 19  |
| BAB III METODE PENELITIAN.....                                    | 20  |
| III.1 Bahan Baku.....                                             | 20  |
| III.2 Gambar Rangkaian Alat .....                                 | 20  |



## *Laporan Hasil Penelitian*

# *MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL*

---

|                                              |    |
|----------------------------------------------|----|
| III.3 Variabel penelitian .....              | 21 |
| III.3.1 Variabel Tetap.....                  | 21 |
| III.3.2 Variabel Peubah .....                | 21 |
| III.4 Prosedur Penelitian .....              | 22 |
| III.5 Diagram Alir Penelitian.....           | 25 |
| III.6 Tempat Pelaksanaan.....                | 27 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....            | 28 |
| IV. 1 Hasil dan Pembahasan .....             | 28 |
| IV.1.1 Analisa Sifat Kimia Karbon Aktif..... | 28 |
| IV.1.2 Analisa Morfologi Karbon Aktif.....   | 29 |
| IV.1.3 Adsorpsi Isotherm.....                | 30 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....              | 38 |
| V.1 Kesimpulan.....                          | 38 |
| V.2 Saran .....                              | 38 |
| DAFTAR PUSTAKA .....                         | 39 |
| APPENDIX .....                               | 42 |
| LAMPIRAN I.....                              | 46 |
| LAMPIRAN II .....                            | 52 |



*Laporan Hasil Penelitian*  
*MODEL MATEMATIS BIOADSORBEN DARI TONGKOL JAGUNG*  
*TERMODIVIKASI BELIMBING WULUH SEBAGAI PENGOLAHAN*  
*LIMBAH LOGAM Cu ARTIFISIAL*

---

**DAFTAR TABEL**

|                                                                                                                 |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel II. 1 SNI Karbon Aktif.....                                                                               | 12 |
| Tabel II. 2 Baku Mutu Air Limbah Industri.....                                                                  | 12 |
| Tabel IV. 1 Hasil analisis proksimat dan EDX dari karbon aktif tongkol jagung                                   | 28 |
| Tabel IV. 2 Hasil analisa pengaruh waktu kontak dan massa karbon aktif terhadap<br>presentase penurunan Cu..... | 30 |
| Tabel IV. 3 Perhitungan Harga $x/m$ , $C/(x/m)$ , $\ln(x/m)$ , dan $\ln C$ .....                                | 33 |
| Tabel IV. 4 Harga Konstanta Isoterm Langmuir dan Freundlich .....                                               | 35 |
| Tabel IV. 5 Model Isoterm Langmuir Dengan Hasil Uji .....                                                       | 36 |



## **DAFTAR GAMBAR**

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar II. 1 Hubungan antara $C_e/(x/m)$ dan konsentrasi kesetimbangan ( $C_e$ ) ...                                    | 15 |
| Gambar II. 2. Hubungan antara $\ln (x/m)$ dan $\ln C_e$ .....                                                           | 16 |
| Gambar III. 1 Rangkaian Alat Pirolisis .....                                                                            | 20 |
| Gambar III. 2 Rangkaian alat adsorpsi .....                                                                             | 21 |
| Gambar III. 3 Proses Pembuatan Bioadsorben .....                                                                        | 25 |
| Gambar III. 4 Proses Pengolahan Limbah Cu.....                                                                          | 26 |
| Gambar IV. 1 Morfologi permukaan Karbon aktif tanpa aktivasi (a) Karbon Aktif<br>dengan Aktivasi (b) .....              | 29 |
| Gambar IV. 2 Hubungan massa adsorben dengan presentase penurunan Cu pada<br>kondisi waktu adsorpsi yang bervariasi..... | 32 |
| Gambar IV. 3 Persamaan Adsorpsi Isoterm Langmuir dari $C$ vs $C/(xm)$ .....                                             | 34 |
| Gambar IV. 4 Persamaan Adsorpsi Isoterm Freundlich dari $\ln C$ vs $\ln (xm)$ .....                                     | 34 |



## **INTISARI**

Meningkatnya pembangunan di bidang industri menyebabkan semakin meningkat pula jumlah limbah cair yang dihasilkan. Salah satu polutan berbahaya yang terkandung dalam limbah adalah logam berat Cu (Tembaga). Mengingat bahaya yang diakibatkan oleh logam berat tembaga, maka dilakukan upaya untuk menurunkan kadar logam berat tembaga pada limbah. Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar logam berat tembaga diantaranya yakni dengan proses adsorpsi. Dipilih metode adsorpsi dikarenakan proses adsorpsi tidak menimbulkan racun serta bahan baku adsorben yang lebih ekonomis seperti tongkol jagung. Tongkol jagung memiliki kandungan mengandung kadar unsur karbon 43,42% dan struktur berpori cukup tinggi. Karena kandungan karbon yang tinggi tersebut tongkol jagung digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Penelitian ini dilaksanakan untuk mendapatkan model matematika yang sesuai pada proses adsorpsi limbah Cu dengan bioadsorben tongkol jagung

Proses dalam pembuatan arang aktif digunakan bahan organik belimbing wuluh sebagai aktivator guna meningkatkan kemampuan penyerapan terhadap logam berat tembaga. Proses adsorpsi logam berat tembaga dilakukan dengan cara menambahkan arang aktif ke dalam limbah cair artifisial dengan variabel massa adsorben 2,5, 5, 7,5, 10, 12,5 gram dan waktu pengontakan 40, 60, 80, 100, 120 menit. Hasil analisa dari metode spektrofotometri serapan atom (AAS) diperoleh persentase penyerapan logam tembaga oleh arang aktif terbaik yakni sebesar 89,55%. Persentase pada penambahan massa adsorben 12,5 gram dengan waktu pengontakan 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar massa adsorben dan waktu pengontakkan maka semakin tinggi persentase penyerapan tembaga dalam limbah cair artifisial Cu. Pada hasil perhitungan model matematika menggunakan persamaan isoterms Freundlich dan Langmuir. Adsorpsi logam berat Cu oleh karbon aktif tongkol jagung mengikuti model Isoterm Langmuir dengan menunjukkan nilai  $R^2 = 0,994$ .

**Kata kunci:** bioadsorben; tongkol jagung; adsorpsi; limbah artifisial