

ADSORPSI ION LOGAM KROM HEKSAVALEN (VI) OLEH MIKROKARBON DAN MIKROSERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

MARSHELIA TRI WIDYASTUTI



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- 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 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 “Adsorpsi Ion Logam Krom Heksavalen (VI) oleh Mikrokarbon dan Mikroserat Tandan Kosong Kelapa Sawit” 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, Agustus 2024

Marshelia Tri Widyastuti
E24190014

- 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

MARSHELIA TRI WIDYASTUTI. Adsorpsi Ion Logam Krom Heksavalen oleh Mikorkarbon dan Mikroserat Tandan Kosong Kelapa Sawit. Dibimbing oleh ANNE CAROLINA.

Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) bersifat terbarukan, ramah lingkungan, dan memiliki ketersediaan yang melimpah sehingga dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Salah satunya adalah sebagai bahan penyerap logam berat, seperti krom (Cr). Kromium heksavalen (Cr(VI)) yang terdapat pada air limbah menimbulkan efek karsinogenik dan mutagenik pada makhluk hidup. Penelitian ini bertujuan mengkaji pemanfaatan mikrokarbon (karbon aktif dan karbon nonaktif) dan mikroserat (mikrolignoselulosa dan mikrokristalin selulosa) yang berasal dari TKKS sebagai biosorben logam Cr(VI). Adsorpsi dilakukan melalui sistem *batch* menggunakan larutan kalium dikromat pada konsentrasi 0.2, 0.4, 0.6, dan 0.8 mg/L pada pH 2 melalui reaksi pengompleksan dengan difenilkarbazida pada panjang gelombang 540 nm. Kinetika adsorpsi ditentukan dengan isoterm Langmuir dan Freundlich. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kinetika adsorpsi karbon aktif dan mikrolignoselulosa mengikuti model isoterm Langmuir dengan $R^2 = 0.99$, karbon nonaktif mengikuti model isoterm Freundlich dengan $R^2 = 0.99$, dan mikrokristalin mengikuti model isoterm Langmuir dan Freundlich dengan $R^2 = 0.99$. Persen adsorpsi terbesar terjadi pada karbon aktif dengan konsentrasi 0.2 ppm yaitu sebesar 93.95%. Sementara itu, kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada karbon aktif dengan konsentrasi 0.8 ppm yaitu sebesar 8.61 mg/g.

Kata kunci: logam berat, persen dan kapasitas adsorpsi, kinetika adsorpsi, krom heksavalen

ABSTRACT

MARSHELIA TRI WIDYASTUTI. Adsorption of Hexavalent Chromium (VI) Ions by Microcarbon and Microfibers Oil Palm Empty Fruit Bunch. Dibimbing oleh ANNE CAROLINA.

Oil palm empty fruit bunches (OPEFB) are a renewable, environmentally friendly waste with abundant availability, making them suitable for use as an adsorbent for heavy metals, including chromium (Cr). Hexavalent chromium (Cr(VI)) found in wastewater has carcinogenic and mutagenic effects on living organisms. This study aims to investigate the use of microcarbon (activated carbon and non-activated carbon) and microfibers (microlignocellulose and microcrystalline cellulose) derived from OPEFB as biosorbents for Cr(VI) metal. Adsorption was conducted using a batch system with potassium dichromate solution at concentrations of 0.2, 0.4, 0.6, and 0.8 mg/L at pH 2, complexed with diphenyl carbazide at a wavelength of 540 nm. Adsorption kinetics were determined using Langmuir and Freundlich isotherms. The results showed that the adsorption kinetics of activated carbon and microlignocellulose followed the Langmuir isotherm model with $R^2 = 0.99$, non-activated carbon followed the Freundlich isotherm model with $R^2 = 0.99$, and microcrystalline cellulose followed both Langmuir and Freundlich isotherm models with $R^2 = 0.99$. The highest adsorption percentage occurred with activated carbon at a concentration of 0.2 ppm, reaching 93.95%. Meanwhile, the highest adsorption capacity was observed with activated carbon at a concentration of 0.8 ppm, reaching 8.61 mg/g.

Keywords: Heavy metals, adsorption percentage and capacity, adsorption kinetics, hexavalent chromium



@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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2023
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.

- 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.

ADSORPSI ION LOGAM KROM HEKSAVALEN (VI) OLEH MIKROKARBON DAN MIKROSERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

MARSHELIA TRI WIDYASTUTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kehutanan pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN DAN LINGKUNGAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@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. Harnios Arief, M.Sc.F.Trop
2. Prof. Dr. Ir. Deded Sarip Nawawi, M.Sc.F.Trop



Judul Skripsi : Adsorpsi Ion Logam Krom Heksavalen (VI) oleh Mikrobarbon dan Mikroserat Tandan Kosong Kelapa Sawit
Nama : Marshelia Tri Widyastuti
NIM : E24190014

@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.

Disetujui oleh

Pembimbing:
Anne Carolina S. Si., M. Si.

Diketahui oleh

Ketua Departemen:
Dr. Istie Sekartining Rahayu, S. Hut., M. Si.
NIP 197404222005012001

Tanggal Ujian: 15 Agustus 2024

Tanggal Lulus: 21 AUG 2024



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2022 sampai bulan Juni 2023 dengan judul “Adsorpsi Ion Logam Krom Heksavalen (VI) Oleh Mikrobarbon dan Mikroserat Tandan Kosong Kelapa Sawit”.

Rasa hormat dan terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Anne Carolina S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing yang telah memberikan ilmu, membimbing, dan memberikan masukan selama penyelesaian karya ilmiah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan tim penguji luar komisi pembimbing. Penulis juga menyadari bahwa banyak bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak dalam proses penyelesaian karya ilmiah ini. Dengan rasa hormat dan terima kasih juga saya sampaikan kepada:

1. Ibu, Bapak, Kakak dan keluarga besar yang senantiasa memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis;
2. Ibu Adisti, Kang Achmad Solikhin, Pak Eko, Mas Gunawan dan teman-teman PDUPT yang membantu penulis dalam melaksanakan kegiatan penelitian di Laboratorium;
3. Chandra Puspita Maharani, Elisabeth Kurnia Sari Uskono, Nafakhat Zakiyyah, Anindya Intan R, Nurul Sofiatrizkiyah, Rani Melati, Nurul Hidayah, Allysa Rahma Erisca, Rizal Adimas, Indah Dwita Robinda, Gabriel Tobing, M. Bayu Setiaji yang telah membantu dan memberikan dukungan penulis selama proses penelitian;
4. Teman-teman divisi Media Branding Himasiltan yang memberi dukungan kepada penulis;
5. Teman-teman DHH 56 yang telah membantu dalam proses penelitian dan penyusunan karya ilmiah ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Marshelia Tri Widyastuti

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
II METODE	3
2.1 Waktu dan Tempat	3
2.2 Alat dan Bahan	3
2.3 Prosedur Kerja	3
2.4 Analisis Data	7
III HASIL DAN PEMBAHASAN	8
3.1 Karakteristik Mikrokarbon dan Mikroserat TKKS	8
3.2 Pembentukan Kompleks Cr(VI) dengan Difenilkarbazida (C ₁₃ H ₁₄ N ₄ O)	9
3.3 Adsorpsi Ion Logam Cr(VI) oleh Mikrokarbon dan Mikroserat TKKS	11
3.4 Isoterm Langmuir dan Freundlich	15
IV SIMPULAN DAN SARAN	20
4.1 Simpulan	20
4.2 Saran	20
DAFTAR PUSTAKA	21
LAMPIRAN	27
RIWAYAT HIDUP	29



DAFTAR TABEL

1	Rekapitulasi hasil analisis ragam (ANOVA) uji adsorpsi logam Cr(VI) oleh mikrokarbon dan mikroserat tandan kosong kelapa sawit	11
2	Efisiensi penyerapan (%) logam Cr(VI) oleh mikrokarbon dan mikroserat tandan kosong kelapa sawit	12
3	Kapasitas adsorpsi (mg/g) logam Cr(VI) oleh mikrokarbon dan mikroserat tandan kosong kelapa sawit (TKKS)	13
4	Model isoterm dan nilai konstanta dari mikroserat	18

DAFTAR GAMBAR

1	Alur pembuatan serat mikrokarbon teraktivasi dan non teraktivasi dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	3
2	Alur pembuatan serat mikrolignoselulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
3	Alur pembuatan serat mikrokristalin selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
4	Sampel karbon aktif (a), karbon nonaktif (b), mikrolignoselulosa (c), mikrokristalin selulosa (d)	8
5	Morfologi mikroserat karbon aktif (a) karbon nonaktif (b) mikrolignoselulosa (c) mikrokristalin (d) (Hartoyo <i>et al.</i> 2023)	9
6	Kompleks Cr(VI) dengan 1,5-difenilkarbazida (Duffy <i>et al.</i> 2018)	10
7	Perubahan intensitas warna senyawa kompleks ion Krom-difenilkarbazon pada mikrokarbon dan mikroserat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), (a) Setelah penambahan karbon aktif, (b) Setelah penambahan karbon nonaktif, (c) Setelah penambahan mikrolignoselulosa, (d) Setelah penambahan mikrokristalin selulosa	11
8	Isoterm Langmuir (a) dan Freundlich (b) untuk adsorpsi karbon aktif	16
9	Isoterm Langmuir (a) dan Freundlich (b) untuk adsorpsi karbon non aktif	16
10	Isoterm Langmuir (a) dan Freundlich (b) untuk adsorpsi mikrolignoselulosa	17
11	Isoterm Langmuir (a) dan Freundlich (b) untuk adsorpsi mikrokristalin selulosa	17

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan massa zat terlarut Kromium	27
2	Perhitungan larutan standar kromium (0.2, 0.4, 0.6, 0.8 ppm)	27