

PENGARUH KONSENTRASI AGEN PENGIKAT SILANG CaCl₂ PADA BUTIRAN GEL ALGINAT-CMC TKKS SEBAGAI ADSORBEN METILEN BIRU

TIASURI PANGASTUTI



**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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 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 LAPORAN PROYEK TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan akhir dengan judul “Pengaruh Konsentrasi Agen Pengikat Silang CaCl_2 pada Butiran Gel Alginat-CMC TKKS Sebagai Adsorben Metilen Biru” 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 laporan akhir ini.

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

Bogor, Agustus 2025

Tiasuri Pangastuti
J0312201016

- 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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



@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

ABSTRAK

TIASURI PANGASTUTI. Pengaruh Konsentrasi Agen Pengikat Silang CaCl_2 pada Butiran Gel Alginat-CMC TKKS Sebagai Adsorben Metilen Biru. Dibimbing oleh FARIDA LAILA dan FIRDA DIMAWARNITA.

Pencemaran air oleh limbah zat warna sintetis seperti metilen biru menjadi masalah serius bagi lingkungan karena sifatnya yang sulit terdegradasi secara alami. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi konsentrasi agen pengikat silang kalsium klorida (CaCl_2) terhadap sintesis butiran gel alginat-karboksimetil selulosa (CMC) berbasis tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai adsorben limbah metilen biru. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi CaCl_2 menghasilkan struktur gel lebih rapat dengan nilai *swelling* yang lebih rendah, didukung oleh hasil SEM yang memperlihatkan permukaan lebih padat pada konsentrasi 7%. Spektrum FTIR mengonfirmasi pembentukan ikatan silang ionik antara gugus karboksilat polimer dengan ion Ca^{2+} melalui pergeseran pita serapan khas. Penelitian ini menegaskan bahwa pengendalian konsentrasi CaCl_2 penting untuk memperoleh butiran gel dengan sifat fisik dan kemampuan adsorpsi yang optimal.

Kata kunci: adsorben, alginat, CMC, TKKS, CaCl_2 , butiran gel, metilen biru.

ABSTRACT

TIASURI PANGASTUTI. Effect of *Crosslinking* Agent CaCl_2 Concentration on Alginate–CMC TKKS Gel Beads as Adsorbents for Methylene Blue. Supervised by FARIDA LAILA and FIRDA DIMAWARNITA.

Water pollution by synthetic dye waste such as methylene blue poses a serious environmental problem due to its resistance to natural degradation. This study aims to investigate the effect of varying calcium chloride (CaCl_2) *crosslinking* agent concentrations on the synthesis of alginate–carboxymethyl cellulose (CMC) gel beads derived from TKKS as adsorbents for methylene blue wastewater. Characterization results showed that increasing CaCl_2 concentration produced a denser gel structure with lower swelling values, supported by SEM images showing more compact surfaces at 7% concentration. FTIR spectra confirmed the formation of ionic *crosslinking* between the polymer carboxylate groups and Ca^{2+} ions through characteristic band shifts. The findings of this study emphasize that controlling CaCl_2 concentration is important to produce gel beads with optimal physical properties and adsorption capacity.

Keywords: adsorbent, alginate, CMC, TKKS, CaCl_2 , gel beads, methylene blue.



@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 2025
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.

PENGARUH KONSENTRASI AGEN PENGIKAT SILANG CaCl₂ PADA BUTIRAN GEL ALGINAT-CMC TKKS SEBAGAI ADSORBEN METILEN BIRU

TIASURI PANGASTUTI

Laporan Proyek Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Analisis Kimia

**PROGRAM STUDI ANALISIS KIMIA
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@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.

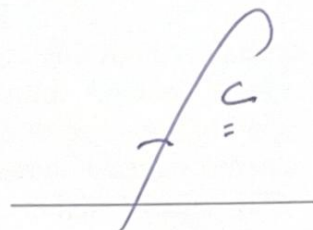
Judul : Pengaruh Konsentrasi Agen Pengikat Silang CaCl_2 pada Butiran Gel
Proposal Alginat -CMC TKKS Sebagai Adsorben Metilen Biru
Nama : Tiasuri Pangastuti
NIM : J0312201016

@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 :
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Farida Laila, S.Si., M.Si.
NIP. 197611032014092002

Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP. 196607171992031003



Tanggal Ujian: 28 Agustus 2025

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 SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah ini. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Maret 2025 sampai Juni 2025 ini berjudul “Pengaruh Konsentrasi Agen Pengikat Silang CaCl_2 pada Butiran Gel Alginat-CMC TKKS Sebagai Adsorben Metilen Biru”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing yaitu Ibu Dr. Farida Laila, M.Si selaku dosen pembimbing dan Ketua Program Studi Analisis Kimia Sekolah Vokasi IPB serta kepada Ibu Firda Dimawarnita, M.T selaku pembimbing lapang yang telah membimbing dan memberikan banyak saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen Analisis Kimia Sekolah Vokasi IPB University, kepada pembimbing akademik, moderator seminar, dan penguji siding akhir. Penghargaan penulis sampaikan kepada para analis di Pusat Penelitian Kelapa Sawit dan rekan kerja magang saya yang telah membantu, mengajari, meberikan saran, berbagi ilmu, serta memberikan semangat dalam pelaksanaan kerja praktik. Penulis ucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan adik saya serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya selama pengerjaan proposal penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proposal penelitian ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran dari pembaca untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan dan berharap proposal penelitian ini dapat bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2025
Tiasuri Pangastuti



@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.



DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR	ii
DAFTAR LAMPIRAN	ii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
2.2 Karboksimetil Selulosa (CMC)	5
2.3 Alginat	6
2.4 Butiran Gel	7
2.5 Agen Pengikat Silang CaCl_2	8
2.6 Metilen Biru	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Sintesis CMC TKKS	15
4.2 Sintesis Butiran Gel Alginat-CMC TKKS	18
4.3 Uji <i>Swelling</i> Butiran Gel Alginat-CMC TKKS	20
4.4 Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR	22
4.5 Analisis Morfologi dengan SEM	26
4.6 Kapasitas Adsorpsi terhadap Metilen Biru	28
V SIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Simpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN	34



DAFTAR GAMBAR

2.1	Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	4
2.2	Struktur Karboksimetil Selulosa (CMC) (Triyani dan Qahar 2024)	5
2.3	Struktur Alginat (Santana <i>et al.</i> 2024)	6
2.4	Struktur <i>Egg-box</i> Gel Kalsium Alginat (Santana <i>et al.</i> 2024)	9
2.5	Struktur Metilen Biru	9
3.1	Alur Proses Penelitian	11
4.1	Alkalisasi	16
4.2	Karboksimetilasi	16
4.3	(a) Selulosa TKKS sebelum homogenisasi; (b) Selulosa TKKS setelah homogenisasi; (c) CMC TKKS	16
4.4	Metode <i>dropping</i> sintesis butiran gel	19
4.5	Spektrum FTIR Selulosa, CMC TKKS, dan CMC Komersial	23
4.6	Spektrum FTIR CMC TKKS dan Butiran Gel Alginat-CMC	24
4.7	Spektrum FTIR Pengaruh Konsentrasi CaCl_2	25
4.8	Hasil Analisis SEM a) Selulosa dan b) CMC TKKS	26
4.9	Hasil Analisis SEM Butiran Gel Alginat-CMC TKKS sebelum	27
4.10	Kapasitas Adsorpsi terhadap Metilen Biru	28

DAFTAR LAMPIRAN

1	Kadar Air CMC TKKS	35
2	Kadar Kemurnian Ion Cl^- CMC TKKS	35
3	Viskositas CMC TKKS	36
4	Uji <i>Swelling</i> butiran gel alginat-CMC TKKS	37
5	Uji <i>Swelling</i> butiran gel alginat-CMC TKKS (Lanjutan)	38
6	Uji <i>Swelling</i> butiran gel terhadap adsorpsi MB	38
7	Uji <i>Swelling</i> butiran gel terhadap Metilen Biru (Lanjutan)	39
8	Kurva larutan standar metilen biru	40
9	Uji kapasitas adsorpsi terhadap metilen biru	41