

**MODIFIKASI BIOSORBEN DARI KULIT LANGSAT (*Lansium domesticum*)
DENGAN SURFAKTAN CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE
(CTAB) UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA METHYLENE BLUE**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Sarjana Sains



Oleh :

NAJWA ANNISA OKTAVIANA

NIM. 21036032 / 2021

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI PADANG

2025

PERSETUJUAN SKRIPSI

**Modifikasi Biosorben dari Kulit Langsat (*Lansium domesticum*) dengan
Surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) untuk Penyerapan
Zat Warna *Methylene Blue***

Nama : Najwa Annisa Oktaviana
TM/NIM : 2021/21036032
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Padang, 29 Oktober 2025

Mengetahui :
Kepala Departemen Kimia



Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D
NIP. 19721024 199803 1 001

Disetujui Oleh :
Dosen Pembimbing



Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si
NIP. 19751122 200312 2 003

PENGESAHAN LULUS UJIAN SKRIPSI

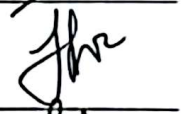
Nama : Najwa Annisa Oktaviana
TM/NIM : 2021/21036032
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

**Modifikasi Biosorben dari Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) dengan
Surfaktan *Cethyltrimethylanmonium Bromide* (CTAB) untuk Penyerapan
Zat Warna *Methylene Blue***

Dinyatakan Lulus Setelah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Skripsi
Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Padang

Padang, 29 Oktober 2025

Tim Penguji

No	Jabatan	Nama	Tanda Tangan
1	Ketua	Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si.	1. 
2	Anggota	Hary Sanjaya, S.Si., M.Si.	2. 
3	Anggota	Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si.	3. 

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini

Nama : Najwa Annisa Oktaviana
TM/NIM : 2021/21036032
Tempat/Tanggal Lahir : Naras/18 Oktober 2003
Program Studi : Kimia NK
Departemen : Kimia
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Judul Skripsi : Modifikasi Biosorben dari Kulit Langsung (*Lansium domesticum*) dengan Surfaktan Cethyltrimethylammonium Bromide (CTAB) untuk Penyerapan Zat Warna Methylene Blue

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Karya tulis/skripsi ini adalah hasil karya saya dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar akademik (sarjana) baik di UNP maupun perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini murni gagasan, rumusan, dan penelitian saya sendiri tanpa bantuan pihak lain kecuali tim pembimbing.
3. Pada karya tulis/skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain kecuali tertulis dengan jelas dicantumkan pada kepustakaan.
4. Karya tulis/skripsi ini sah apabila telah ditandatangani Asli oleh tim pembimbing dan tim penguji.

Pernyataan ini saya buat dengan sungguh-sungguh dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran di dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima Sanksi Akademik berupa pencabutan gelar akademik yang telah diperoleh karena karya tulis/skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Padang, 29 Oktober 2025
Yang Menyatakan



Najwa Annisa Oktaviana
NIM. 21036032

**MODIFIKASI BIOSORBEN DARI KULIT LANGSAT (*Lansium domesticum*)
DENGAN SURFAKTAN *CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE*
(CTAB) UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA *METHYLENE BLUE***

Najwa Annisa Oktaviana

ABSTRAK

Limbah zat warna tekstil, khususnya *Methylene Blue*, merupakan polutan yang sulit terurai dan berbahaya bagi lingkungan. Penelitian ini bertujuan memodifikasi biosorben dari kulit langsung (*Lansium domesticum*) dengan surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) untuk meningkatkan penyerapan *Methylene Blue* serta menentukan kondisi proses yang optimum. Metode penelitian meliputi preparasi kulit langsung hingga ukuran 150 μm , modifikasi dengan CTAB, dan uji adsorpsi menggunakan sistem *batch* dengan variasi pH, konsentrasi, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak. Karakterisasi dilakukan dengan FTIR dan pengukuran konsentrasi zat warna menggunakan Spektrofotometri UV-Vis. Hasil menunjukkan bahwa kondisi optimum penyerapan diperoleh pada pH 6, konsentrasi larutan 250 mg/L, kecepatan pengadukan 200 rpm, dan waktu kontak 60 menit. Pada kondisi optimum tersebut, kapasitas serapan maksimum biosorben adalah 29,07 mg/g. Proses adsorpsi terbukti mengikuti model isoterm Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,9802, yang mengindikasikan terjadinya penyerapan lapisan tunggal (*monolayer*) pada permukaan biosorben.

Kata Kunci : Biosorpsi, Kulit Langsung, CTAB, *Methylene Blue*

MODIFICATION OF BIOSORBENT FROM LANGSAT (*Lansium domesticum*) PEEL WITH SURFACTANT CETYLTRIMETHYLAMMONIUM BROMIDE (CTAB) FOR METHYLENE BLUE DYE ABSORPTION

Najwa Annisa Oktaviana

ABSTRACT

Textile dye waste, particularly Methylene Blue, is a non-biodegradable pollutant harmful to the environment. This research aims to modify a biosorbent from langsat peel (*Lansium domesticum*) with the surfactant Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) to enhance Methylene Blue adsorption and determine its optimum process conditions. The method involved preparing langsat peel to a particle size of 150 μm , modifying it with CTAB, and conducting batch adsorption tests with variations in pH, concentration, agitation speed, and contact time. Characterization was performed using FTIR, and dye concentration was measured with UV-Vis Spectrophotometry. The results showed that optimum adsorption conditions were achieved at a pH of 6, a concentration of 250 mg/L, an agitation speed of 200 rpm, and a contact time of 60 minutes. Under these conditions, the biosorbent's maximum adsorption capacity was 29,07 mg/g. The adsorption process was found to follow the Langmuir isotherm model ($R^2 = 0,9802$), indicating monolayer adsorption on the biosorbent's surface.

Keywords : Biosorption, Langsat Peel, CTAB, Methylene Blue.

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan nikmat-Nya kepada seluruh hamba-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan skripsi dengan judul **“Modifikasi Biosorben Dari Kulit Langsat (*Lansium domesticum*) Dengan Surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB) Untuk Penyerapan Zat Warna *Methylene Blue*”**. Skripsi ini ditulis dengan tujuan memenuhi mata kuliah wajib Tugas Akhir 2 di Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Padang.

Selama proses penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak yang mendukung, baik berupa masukan, arahan, dan pendapat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Desy Kurniawati, S.Pd., M.Si selaku Dosen Penasihat Akademik sekaligus Dosen Pembimbing.
2. Bapak Hary Sanjaya, S.Si., M.Si selaku dosen pembahas.
3. Bapak Fajri Ikhsan, S.Si., M.Si selaku dosen pembahas.
4. Bapak Budhi Oktavia, S.Si., M.Si., Ph.D selaku Koordinator Program Studi Kimia sekaligus Kepala Departemen Kimia Universitas Negeri Padang.
5. Kepada keluarga saya yang selalu mendukung, selalu mendoakan, memberikan kasih sayang yang luar biasa sehingga selalu ada motivasi untuk mengerjakan dan menyelesaikan skripsi ini.
6. Kepada teman-teman seperjuangan yang selalu memberikan semangat, motivasi, dan dukungan untuk menyelesaikan skripsi ini.

7. Kepada teman-teman SMP dan SMA saya, Rani, Puti, Yau, Faiz, Amel, Annas, dan Fairuz terima kasih atas dukungan jarak jauh yang kalian berikan sehingga saya mampu menyelesaikan skripsi ini.

Untuk kesempurnaan skripsi ini, maka dengan kerendahan hati penulis mengharapkan masukan dan saran dari semua pihak. Atas masukan dan saran yang diberikan penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 7 Oktober 2025

Najwa Annisa Oktaviana

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah	5
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Langsung (<i>Lansium domesticum</i>).....	7
B. Biosorpsi	8
C. Methylene Blue	12
D. Surfaktan <i>Cetyltrimethylammonium Bromide</i> (CTAB).....	14
E. Karakterisasi.....	16
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
A. Waktu dan Tempat.....	20
B. Objek Penelitian	20
C. Variabel Penelitian	20
1. Variabel Bebas	20
2. Variabel Terikat.....	20
3. Variabel Kontrol	20
D. Alat dan Bahan.....	20
1. Alat	20
2. Bahan.....	21
E. Prosedur Penelitian.....	21
1. Pembuatan Reagen	21
2. Preparasi Sampel	23

3. Modifikasi Kulit Langsung dengan Surfaktan CTAB	23
4. Perlakuan Adsorpsi Terhadap Zat Warna.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	26
A. Karakterisasi FTIR.....	26
B. Kurva Standar.....	29
C. Pengaruh pH Larutan <i>Methylene Blue</i>	30
D. Pengaruh Konsentrasi Larutan <i>Methylene Blue</i>	33
E. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Larutan <i>Methylene Blue</i>	38
F. Pengaruh Waktu Kontak Larutan <i>Methylene Blue</i>	40
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
A. Kesimpulan	42
B. Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	50

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Buah Langsung (<i>Lansium domesticum</i>)	7
Gambar 2. Struktur <i>Methylene Blue</i>	13
Gambar 3. Struktur <i>Cetyltrimethylammonium Bromide</i> (CTAB)	15
Gambar 4. Skema Alat Spektroskopi FTIR.....	17
Gambar 5. Spektrofotometri <i>Ultraviolet-Visible</i> (UV-Vis)	18
Gambar 6. Spektrum FTIR Kulit Langsung.....	26
Gambar 7. Spektrum FTIR Kulit Langsung Sebelum Modifikasi	27
Gambar 8. Spektrum FTIR Kulit Langsung Setelah dimodifikasi dengan Surfaktan CTAB	28
Gambar 9. Spektrum FTIR CTAB	28
Gambar 10. Spektrum FTIR Kulit Langsung dikontakkan dengan Zat Warna <i>Methylene Blue</i>	29
Gambar 11. Spektrum FTIR <i>Methylene Blue</i>	29
Gambar 12. Kurva Standar <i>Methylene Blue</i>	30
Gambar 13. Pengaruh pH Larutan <i>Methylene Blue</i>	31
Gambar 14. Pengaruh Konsentrasi <i>Methylene Blue</i>	34
Gambar 15. Kurva Persamaan Isoterm Langmuir.....	36
Gambar 16. Kurva Persamaan Isoterm Freundlich	36
Gambar 17. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Larutan <i>Methylene Blue</i>	38
Gambar 18. Pengaruh Waktu Kontak Larutan <i>Methylene Blue</i>	40

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Daerah Serapan Inframerah.....	17
Tabel 2. Perbandingan Nilai Isoterm Langmuir dan Isoterm Freundlich.....	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Penelitian	50
Lampiran 2. Skema Preparasi Sampel	51
Lampiran 3. Skema Modifikasi Kulit Langsung dengan Surfaktan CTAB	51
Lampiran 4. Skema Pengaruh pH Larutan	52
Lampiran 5. Skema Pengaruh Konsentrasi Larutan.....	52
Lampiran 6. Skema Pengaruh Kecepatan Pengadukan.....	53
Lampiran 7. Skema Pengaruh Waktu Kontak	53
Lampiran 8. Perhitungan Pembuatan Reagen	54
Lampiran 9. Karakterisasi Kulit Langsung Menggunakan FTIR.....	57
Lampiran 10. Kurva Standar <i>Methylene Blue</i>	58
Lampiran 11. Data Perhitungan Variasi Penyerapan Zat Warna <i>Methylene Blue</i> ..	58
Lampiran 12. Persamaan Isoterm Langmuir dan Freundlich.....	60
Lampiran 13. Dokumentasi	62

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Industri tekstil merupakan salah satu sektor industri tertua dan terbesar di dunia yang berkontribusi signifikan terhadap perekonomian global. Industri ini mencakup serangkaian proses yang melibatkan produksi serat, pembuatan benang, penenunan kain, hingga pengolahan produk tekstil jadi seperti pakaian dan tekstil rumah tangga. Dalam proses industri tekstil, penting untuk memperhatikan limbah yang berpotensi mencemari lingkungan, terutama air. Limbah dari industri ini sering kali mengalir ke selokan atau sungai, sehingga dapat mengurangi kemampuan alami air untuk membersihkan diri, mengubah warna sungai, serta dapat membahayakan organisme air yang berperan penting dalam ekosistem dan kehidupan manusia (Kurniawati et al., 2021). Akibatnya sisa limbahnya menyebabkan pencemaran lingkungan yang menjadi masalah global yang serius.

Zat warna menjadi nomor satu terbanyak dalam industri tekstil. Biasanya zat warna ada yang berasal dari bahan alami yang diperoleh langsung dari tumbuhan, hewan, dan sumber mineral dengan cara diekstrak. Sedangkan pewarna sintetis diperoleh dari campuran antara bahan pewarna alami, reaksi kimia, dan mineral. Banyak keunggulan penggunaan pewarna sintetis dibandingkan dengan pewarna alami, diantaranya warna yang tahan lama, warna yang bermacam-macam, harganya yang sangat murah, dan penggunaannya yang praktis (Siregar, 2016).

Penggunaan zat warna dalam industri tekstil seiring berjalannya waktu mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini diakibatkan karena industri tekstil belum mampu mengolah sisa limbah zat warna dengan baik. Dalam industri tekstil,

zat warna yang digunakan merupakan senyawa organik *non-biodegradable* atau senyawa organik yang tidak dapat terurai secara alami. Akibatnya, limbah yang dihasilkan dibuang ke perairan, sehingga menyebabkan pencemaran lingkungan perairan (Adam & Juli Puspitasari, 2019). Selain berdampak ke lingkungan, penggunaan pewarna sintetis juga berdampak kepada kesehatan manusia, yaitu pewarna sintetis mengandung gugus azo karena sifatnya aromatik yang bisa menyebabkan penyakit kanker kulit (Siregar, 2016).

Methylene Blue adalah pewarna kationik yang biasa dipakai dalam industri tekstil untuk berbagai tujuan, termasuk dalam pengolahan limbah. Pewarna kationik ini sering dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, termasuk dalam pengolahan limbah. Meskipun mudah digunakan dan tidak berbahaya bagi manusia, paparan *Methylene Blue* menyebabkan iritasi kulit dan mata. Zat ini juga dapat menyebabkan efek samping seperti pusing, mual, sakit perut, dan masalah pencernaan jika terpapar dalam jumlah berlebihan (Harmaiyani et al., 2023). Karena sifatnya yang sulit terurai dan sulit dihilangkan dalam perairan, penggunaan pewarna *Methylene Blue* juga berbahaya bagi lingkungan. Meskipun zat warna ini dapat dengan mudah dioksidasi oleh cahaya matahari, proses ini berlangsung lama. Selain itu, struktur aromatik *Methylene Blue* membuat molekulnya lebih besar, yang membuatnya sulit untuk biodegradasi (Permady & Mustakim, 2024).

Berbagai cara untuk menghilangkan bahaya akibat limbah cair zat warna termasuk metode konvensional. Penggunaan metode konvensional memiliki banyak kekurangan, yaitu pengolahannya yang banyak memakan biaya dan tidak ramah lingkungan (Nasra, 2017). Biosorpsi merupakan proses pasif dan independen secara metabolik di mana spesies zat terlarut (biosorbat) dapat berdifusi

dari fase cair massal ke permukaan biomassa padat (biosorben). Proses ini dapat digunakan secara efektif untuk mentranslokasi kontaminan atau polutan dari air limbah dan berkonsentrasi pada permukaan biosorben (Thirunavukkarasu et al., 2021). Biosorpsi digunakan karena dapat mudah digunakan, biaya yang murah, serta penggunaan adsorben yang ramah lingkungan (Cut Mutia et al., 2023)

Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian biosorpsi telah banyak digunakan dengan menggunakan bahan alam seperti, kulit buah naga (Fitri et al., 2023), kulit kacang tanah (Pratomo et al., 2015), kulit matoa (Cut Mutia et al., 2023), kulit kelengkeng (Harmaiyani et al., 2023), dan kulit sijontiak (Fadhilah & Kurniawati, 2023) sebagai biosorben. Penggunaan kulit buah sebagai penelitian sebelumnya karena kulit buah tersebut mengandung pigmen dan kelompok fungsional yang meningkatkan kemampuannya untuk mengikat dengan pewarna, serta menjadikannya biosorben yang efektif. Penelitian kali ini, kulit langsung berfungsi sebagai biosorben karena senyawanya berpotensi sebagai insektisida alami. Senyawa tersebut meliputi terpenoid, flavonoid, dan saponin. Selain itu, beberapa gugus fungsi yang ditemukan pada kulit langsung antara lain C=O, C-H, C-O, O-H, dan N-H (Razali et al., 2022).

Pada penelitian kali ini, kulit langsung dimodifikasi menggunakan surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB). Tujuan dari CTAB memodifikasi karakteristik permukaan kulit langsung adalah CTAB merupakan surfaktan kationik yang dapat memodifikasi sifat permukaan adsorben, sehingga dapat meningkatkan luas permukaan, kapasitas adsorpsi untuk *Methylene Blue* dan juga dapat memungkinkan pembuangan yang lebih efektif dari air limbah (Li et al., 2019).

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Prestica & Kurniawati (2020), penggunaan kulit langsung sebagai biosorben untuk penyerapan zat warna *Methylene Blue* tanpa dimodifikasi menunjukkan bahwa kondisi optimum pada pH 6, konsentrasi 300 ppm, kecepatan pengadukan 200 rpm, waktu kontak 150 menit, ukuran partikel 150 μm , dan berat biosorben 0,05 gram. Kapasitas serapan maksimum yang diperoleh adalah 146,683 mg/g. Proses biosorpsi mengikuti model isoterm Freundlich dengan nilai $R^2 = 0,918$ dan K_f sebesar 4,655 mg/g, sedangkan model isoterm Langmuir memiliki serapan maksimum sebesar 44,843 mg/g.

Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian memanfaatkan kulit langsung sebagai biosorben yang dimodifikasi surfaktan CTAB untuk menyerap *Methylene Blue* dengan mempelajari pengaruh variabel yang terdiri dari variasi pH, konsentrasi larutan, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah, yaitu:

1. Penggunaan zat warna *Methylene Blue* yang dapat mencemari lingkungan perairan.
2. Diperlukan metode pengolahan zat warna *Methylene Blue* yang murah dan efektif.
3. Penggunaan kulit langsung sebagai biosorben terhadap penyerapan zat warna *Methylene Blue*.
4. Mengoptimalkan proses biosorpsi yaitu memodifikasi kulit langsung dengan surfaktan *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB).

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka dapat diketahui batasan masalah sebagai berikut:

1. Objek pada penelitian ini adalah kulit langsung (*Lansium domesticum*).
2. Surfaktan yang digunakan dalam modifikasi adalah *Cetyltrimethylammonium Bromide* (CTAB).
3. Kulit langsung (*L. domesticum*) sebelum dimodifikasi, setelah dimodifikasi, dan dikontakkan dengan zat warna *Methylene Blue* dikarakterisasi dengan FTIR.
4. Variasi perlakuan yang dilakukan adalah variasi pH, konsentrasi larutan, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak.
5. Penentuan kapasitas serapan kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB terhadap zat warna *Methylene Blue* menggunakan Spektrometri UV-Vis.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka dapat diketahui rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kondisi optimum penyerapan zat warna *Methylene Blue* dari biosorben kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB dalam variasi pH, konsentrasi larutan, kecepatan pengadukan, dan waktu kontak?
2. Berapa kapasitas serapan kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB terhadap zat warna *Methylene Blue*?

E. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Menentukan kondisi optimum penyerapan zat warna *Methylene Blue* dari biosorben kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB.
2. Mengetahui kapasitas serapan kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB terhadap zat warna *Methylene Blue*.

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah:

1. Dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai kondisi optimum penyerapan zat warna *Methylene Blue* dari biosorben kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB.
2. Dapat memberikan informasi kepada pembaca mengenai kapasitas serapan kulit langsung (*L. domesticum*) dengan surfaktan CTAB terhadap zat warna *Methylene Blue*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kulit langsung yang telah dimodifikasi dengan surfaktan CTAB sebagai biosorben untuk menyerap zat warna *Methylene Blue* dengan kondisi optimum yang didapatkan pada keadaan pH 6, konsentrasi larutan 250 mg/L, kecepatan pengadukan 200 rpm, dan waktu kontak 60 menit dengan kapasitas serapan maksimum sebesar 29,07 mg/g.
2. Penentuan kapasitas serapan *Methylene Blue* menggunakan kulit langsung yang dimodifikasi dengan surfaktan CTAB mengikuti persamaan isotherm Langmuir dengan nilai R^2 sebesar 0,9802 dengan kapasitas serapan maksimum sebesar 40,16 mg/g dan persamaan isotherm Freundlich dengan nilai R^2 sebesar 0,6458 dengan Kf sebesar 85,29 mg/g.

B. Saran

Saran untuk peneliti selanjutnya yaitu:

1. Melakukan penelitian biosorpsi dengan kulit langsung yang dimodifikasi dengan surfaktan CTAB dengan metode kolom.
2. Melakukan karakterisasi menggunakan SEM-EDX pada serbuk kulit langsung baik sebelum dimodifikasi maupun sesudah dimodifikasi untuk mendapatkan data ukuran pori-pori situs aktif dan komposisi dalam kulit langsung.

3. Melakukan penelitian biosorpsi menggunakan kulit langsung terhadap adsorbat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdallah, H. M., Mohamed, G. A., & Ibrahim, S. R. M. (2022). Lansium domesticum—A Fruit with Multi-Benefits: Traditional Uses, Phytochemicals, Nutritional Value, and Bioactivities. In *Nutrients* (Vol. 14, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/nu14071531>
- Abriyani, E., Putri, N. S., Rosidah, R. S. N., & Ismanita, S. S. (2022). Analisis Kafein Menggunakan Metode Uv-Vis: Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan Dan Konseling*, 4, 12732–12739.
- Adam, N. M., & Juli Puspitasari, D. (2019). Pemanfaatan Limbah Kulit Buah Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Sebagai Biosorben Zat Warna Rhodamin B [The Utilization of Banana Peels (*Musa paradisiaca*) as Biosorbent of Rhodamine B]. *KOVALEN*, 5(3), 308–314.
- Ainane, T., Khammour, F., Talbi, M., & Elkouali, M. (2014). A novel bio-adsorbent of mint waste for dyes remediation in aqueous environments: Study and modeling of isotherms for removal of methylene blue. *Oriental Journal of Chemistry*, 30(3), 1183–1189. <https://doi.org/10.13005/ojc/300332>
- Anam, C., & Sofjan Firdausi, K. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *10*(1), 79–85.
- Astuti, W., & Kurniawan, B. (2015). Adsorpsi Pb²⁺ Dalam Limbah Cair Artifisial Menggunakan Sistem Adsorpsi Kolom Dengan Bahan Isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 27–33.
- Atmono, T., Setyanjana, A. Y., & Melati, A. (2022). Optical behaviour of CuO/Ag thin film, prepared by RF-sputtering method at 13.56 Mhz, applicated as photocatalic degradation of methylene blue dye waste. *AIP Conference Proceedings*, 2391. <https://doi.org/10.1063/5.0079240>
- Bahemmi, S., Zobeidi, A., Atia, S., Nacer, S. N., Ghernaout, D., & Elboughdiri, N. (2023). Activating Illite kaolinite clay with CTAB for adsorbing Methylene blue: Isotherms, Kinetics, and thermodynamics studies. *Tuijin Jishu/Journal of Propulsion Technology*, 44(5), 812–829. <https://doi.org/10.52783/tjjpt.v44.i5.2678>
- Barboza, J. A. T., Penido, E. S., & Ferreira, G. M. D. (2024). Production of surfactant-modified banana peel biosorbents applied to treatment and decolorization of effluents. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, 680, 132650. <https://doi.org/10.1016/J.COLSURFA.2023.132650>

- Chamorro, A. F., Lerma, T. A., & Palencia, M. (2024). CTAB Surfactant Promotes Rapid, Efficient, and Simultaneous Removal of Cationic and Anionic Dyes through Adsorption on Glycerol/Citrate Polyester. *Water (Switzerland)*, 16(13). <https://doi.org/10.3390/w16131860>
- Chen, Z. (2024). Application of UV-vis spectroscopy in the detection and analysis of substances. *Transactions on Materials, Biotechnology and Life Sciences*, 3, 131–136.
- Cut Mutia, N., Nasra, E., & Kurniawati, D. (2023). Optimasi Penyerapan Zat Warna Rhodamin B Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (Pometiappinnata) dengan Metode Batch. 12(3). <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- Darma Ramadhani, E., & Kurniawati, D. (2021). Effect of Contact Time and Agitation Speed on the Adsorption Process of Methylene Blue Dyes Using Longan Shell (*Euphoria longan* L.) as Biosorbent. *American Journal of Sciences and Engineering Research E-ISSN*, 4(6), 143–149. www.iajournals.com
- Fadhilah, N., & Kurniawati, D. (2023). Effect Of Contact Time On Biosorption Of Lead (II) Metal Ions Using Sijontiak Fruit Rind (*Baccaurea Polyneura*). *JURNAL SCIENTIA*, 12, 1552–1555. <http://infor.seaninstitute.org/index.php>
- Firman, F., & Mawardi, M. (2024). Pengaruh pH dan Konsentrasi Larutan terhadap Penyerapan Zat Warna Methylene blue Pada Tanah Napa dengan Metode Batch. *Journal of Natural Sciences*, 5(3), 203–212. <https://doi.org/10.34007/jonas.v5i3.695>
- Fitri, N., Kurniawati, D., & Mawardi, M. (2023). Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Ion Logam Pb²⁺ Menggunakan Biosorben Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Journal Periodic*, 12(3), 82–85. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.10.029>
- Frista, N., Kurniawati, D., & Dewata, I. (2024). Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan dengan Metode Batch Terhadap Penyerapan Zat Warna Methyl Orange Pada Biji Kelengkeng. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 8(1), 15476–15485.
- Harahap, S. (2018). Pemanfaatan Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue dan Malachite Green. Universitas Islam Syarif Hidayatullah.
- Harmaiyani, R., Amran, A., Oktavia, B., & Kurniawati, D. (2023a). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif Kulit Kelengkeng (*Euphoria longan* Lour) Dengan Metode Batch. *Periodic*, 12(3), 75–77. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.01.004>

- Harmaiyani, R., Amran, A., Oktavia, B., & Kurniawati, D. (2023b). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Karbon Aktif Kulit Kelengkeng (*Euphoria longan* Lour) Dengan Metode Batch. *Journal Periodic*, 12, 75–77.
- Hermawan, R. (n.d.). *Apa itu Spektrofotometer UV-Vis?* Lab FTP. Retrieved February 12, 2025, from <https://labftp.ub.ac.id/apa-itu-spektrofotometer-uv-vis/>
- Hikmawati, D. I. (2018). Studi Perbandingan Kinerja Serbuk dan Arang Biji Salak Pondoh (*Salacca zalacca*) pada Adsorpsi Metilen Biru. *Chimica et Natura Acta*, 6(2), 85. <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n2.18478>
- Ibrahim, W. M. (2011). Biosorption of heavy metal ions from aqueous solution by red macroalgae. *Journal of Hazardous Materials*, 192(3), 1827–1835. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.07.019>
- Janosevic-Lezaic, A., Paunovic, N., & Pejic, N. (2014). Thermodynamics of micellization of hexadecyltrimethylammonium bromide in propylene glycol-water mixture: A conductivity study. *Facta Universitatis - Series: Physics, Chemistry and Technology*, 12(1), 17–26. <https://doi.org/10.2298/fupct1401017j>
- Kakame, D. Y. N., Wuntu, A. D., & Koleangan, H. (2018). Degradasi Dan Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Komposit Ag-Tulang Ikan Terkalsinasi. *Chemistry Progress*, 11(Vol. 11 No. 2 (2018)), 58–62. <https://doi.org/https://doi.org/10.35799/cp.11.2.2018.27940>
- Kodal, S. P., & Aksu, Z. (2017). Cationic surfactant-modified biosorption of anionic dyes by dried *Rhizopus arrhizus*. *Environmental Technology (United Kingdom)*, 38(20), 2551–2561. <https://doi.org/10.1080/09593330.2016.1270357>
- Kuang, Y., Zhang, X., & Zhou, S. (2020). Adsorption of methylene blue in water onto activated carbon by surfactant modification. *Water (Switzerland)*, 12(2). <https://doi.org/10.3390/w12020587>
- Kurniawati, D., Bahrizal, Sari, T. K., Adella, F., & Sy, S. (2021). Effect of Contact Time Adsorption of Rhodamine B, Methyl Orange and Methylene Blue Colours on Langsat Shell with Batch Methods. *Journal of Physics: Conference Series*, 1788(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1788/1/012008>
- Kurniawati, D., & Zainul, R. (2023). *Dasar-Dasar Biosorpsi Dalam Kimia Analisis* (I. Lestari, Ed.). CV. Berkah Prima.
- Lestari, I., Ristiningsih, Y., Istiani, A., & Tiara Anastasia, T. (2023). Studi Isoterm Adsorpsi dan Termodinamika Pada Proses Penyisihan Ion Fe (III)

- Menggunakan Pektin dari Kulit Pisang. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, 20, 184–190.
- Li, G., Li, H., Mi, X., & Zhao, W. (2019). Enhanced adsorption of Orange II on bagasse-derived biochar by direct addition of CTAB. *Korean Journal of Chemical Engineering*, 36(8), 1274–1280. <https://doi.org/10.1007/s11814-019-0304-0>
- Mayanti, T., Sinaga, S. E., & Supratman, U. (2022). Phytochemistry and biological activity of *Lansium domesticum* Corr. species: A review. In *Journal of Pharmacy and Pharmacology* (Vol. 74, Issue 11, pp. 1568–1587). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/jpp/rgac057>
- Musawwa, M. M., Fajriati, A., Sahroni, I., & Said, A. (2022). Preparation of Low-cost Adsorbent Based on Mango Leaf (*Mangifera indica* L) Biomass for Methylene Blue (MB) Adsorption. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 17–24. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol3.iss1.art3>
- Nasda, M., Kurniawati, D., & Nasra, E. (2023). Pengaruh Waktu Kontak dan Kecepatan Pengadukan Terhadap Penyerapan Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Biosorben Kulit Matoa (*Pometia pinnata*). *Periodic*, 12, 58–62.
- Nasra, E. (2017). Biosorption of Cadmium and Copper Ions from Aqueous Solution using Banana (*Musa paradisiaca*) Shell as Low-Cost Biosorbent (Vol. 1).
- Nitsae, M., Solle, H. R. L., Martinus, S. M., & Emola, I. J. (2021). Studi Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Arang Aktif Tempurung Lontar (*Borassus flabellifer* L.) Asal Nusa Tenggara Timur. In *Jurnal Kimia Riset* (Vol. 6, Issue 1).
- Permady, M. W. E., & Mustakim, Z. (2024). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue menggunakan Cangkang Biji Kelapa Sawit sebagai Adsorben Adsorption of Methylene Blue Dyes using Palm Kernel Shells as Adsorbent. *Jurnal Integrasi Proses Dan Lingkungan*, 1(2), 47–54. <http://ejournal.ft.umg.ac.id/index.php/jtk>
- Pradhan, A. C., Paul, A., & Rao, G. R. (2017). Sol-gel-cum-hydrothermal synthesis of mesoporous Co-Fe@Al₂O₃–MCM-41 for methylene blue remediation. *Journal of Chemical Sciences*, 129(3), 381–395. <https://doi.org/10.1007/s12039-017-1230-5>
- Pratomo, U., A. Lubis, R., Hendrati, D., Sofyatin, T., & Nuraini, V. A. (2015). *Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah (Arachis hypogaea) Untuk Bioadsorpsi Logam Kalsium dan Magnesium*.

- Prestica, Y., & Kurniawati, D. (2020). Utilization of Langsung Peel (*Lansium domesticum*) as Methylene Blue Biosorbent. *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, 3, 669–672. www.ijrsred.com
- Purnamawati, R., . M., & Iriyati, R. (2024). Keanekaragaman Jenis Langsung (Genus *Lansium*) di Desa Tanta Kabupaten Tabalong. *JURNAL BIOSHELL*, 13(1), 71–80. <https://doi.org/10.56013/bio.v13i1.2753>
- Puspitasari, L., Mareta, S., & Thalib, A. (2021). Karakterisasi Senyawa Kimia Daun Mint (*Mentha sp.*) dengan Metode FTIR dan Kemometrik. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 14(1), 5–11.
- Razali, S. M., Kurniawati, D., Nasra, E., & Khair, M. (2022). Pengaruh pH dan Ukuran Partikel Terhadap Penyerapan Fenol Menggunakan Biosorben Dari Kulit Langsung(*Lansium domesticum*). *Chemistry Journal*, 11(1). <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/kimia>
- Rizki, A., Syahputra, E., Pandia, S., & Halimatuddahlia. (2019). Pengaruh Waktu Kontak dan Massa Adsorben Biji Asam Jawa (*Tamarindus indica*) dengan Aktivator H₃PO₄ terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 08(2), 54–60. <https://talenta.usu.ac.id/jtk>
- Sen, T. K., Afroze, S., & Ang, H. M. (2011). Equilibrium, kinetics and mechanism of removal of methylene blue from aqueous solution by adsorption onto pine cone biomass of *Pinus radiata*. *Water, Air, and Soil Pollution*, 218(1–4), 499–515. <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0663-y>
- Siregar, A. H. (2016). Pembuatan Zat Warna Alam Dari Tumbuhan Berasal Dari Daun (Vol. 12, Issue 1).
- Sy, S., Kurniawati, D., Lestari, I., Harmiwati, H., & Kasman, M. (2018). Pengaruh pH dan dosis adsorben dari limbah lumpur aktif industri crumb rubber terhadap kapasitas penyerapan ion Cd(II) dan Zn(II). *Jurnal Litbang Industri*, 8(2), 95. <https://doi.org/10.24960/jli.v8i2.4290.95-104>
- Syafrianda, I., Yenier, E., & Daud, S. (2017). Pengaruh Waktu Kontak dan Laju Pengadukan Terhadap Adsorpsi Zat Warna Pada Air Gambut Menggunakan Adsorben Limbah Biosolid Land Application Industri Minyak Kelapa Sawit. *Jom FTEKNIK*, 4(2), 1–6.
- Tammi, T., Suaniti, N. M., & Manurung, M. (2013). Variasi Konsentrasi Dan pH Terhadap Kemampuan Kitosan Dalam Mengadsorpsi Metilen Biru. *Jurnal Kimia*, 7(1), 11–18.
- Thirunavukkarasu, A., Nithya, R., & Sivashankar, R. (2021). Continuous fixed-bed biosorption process: A review. In *Chemical Engineering*

Journal Advances (Vol. 8). Elsevier B.V.
<https://doi.org/10.1016/j.cej.2021.100188>

- Torab-Mostaedi, M., Asadollahzadeh, M., Hemmati, A., & Khosravi, A. (2013). Biosorption of lanthanum and cerium from aqueous solutions by grapefruit peel: Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies. *Research on Chemical Intermediates*, 41(2), 559–573.
<https://doi.org/10.1007/s11164-013-1210-4>
- Vanitha, A. J., Sahaya Raja, A., & Rajendran, S. (2016). Surface analysis of protective film formed on aluminium immersed in an aqueous solution at pH 11 in presence of unboiled onion Zn²⁺ and N-cetyl-N,N,N-Trimethyl Ammonium bromide. *Int J Nano Corr Sci and Engg*, 4(3), 223–245.
- Wang, F., Sha, W., Wang, X., Shang, Y., Hou, L., & Li, Y. (2021). Adsorption of 17 α -Ethinyl Estradiol and Bisphenol A to Graphene-Based Materials: Effects of Configuration of Adsorbates and the Presence of Cationic Surfactant. *Adsorption Science and Technology*, 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/9970268>
- Wang, G. H., Wan, D., Li, W. B., & Chen, K. (2013). Preparation and adsorbability for orange II of CTAB modified bentonite. *Advanced Materials Research*, 807–809, 530–533.
<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.807-809.530>
- Warono, D., & Syamsudin. (2013). Unjuk Kerja Spektrofotometer Untuk Analisa Zat Aktif Ketoprofen. *Jurnal Konversi*, 2, 57–65.