



**SINTESIS TANAH LIAT LOKAL MAJALENGKA MENJADI
ZEOLIT-Y DENGAN METODE *MICROWAVE-ASSISTED
HYDROTHERMAL* (MAH): EFEKTIVITASNYA DALAM
PENYERAPAN METILEN BIRU**

TUGAS AKHIR

SKRIPSI

**UNIVERSITAS
MERCU BUANA**

NAMA : RESTU FAJAR DWIYANTO

NIM : 41322010026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026



**SINTESIS TANAH LIAT LOKAL MAJALENGKA MENJADI
ZEOLIT-Y DENGAN METODE *MICROWAVE-ASSISTED
HYDROTHERMAL* (MAH): EFEKTIVITASNYA DALAM
PENYERAPAN METILEN BIRU**

**TUGAS AKHIR
SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

NAMA : RESTU FAJAR DWIYANTO

NIM : 41322010026

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MERCU BUANA

JAKARTA

2026

HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Restu Fajar Dwiyanto

NIM : 41322010026

Fakultas/Program Studi : Teknik / Teknik Mesin

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa Tugas Akhir berjudul:

“Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Menjadi Zeolit-Y Dengan Metode *Microwave-Assisted Hydrothermal* (Mah): Efektivitasnya Dalam Penyerapan Metilen Biru” adalah hasil karya saya sendiri, tidak mengandung unsur plagiarisme, pelanggaran hak cipta, atau konten ilegal dalam bentuk apapun dan tidak melanggar hukum atau hak pihak manapun.

Apabila di kemudian hari ditemukan pelanggaran terhadap pernyataan ini, saya bersedia menanggung seluruh konsekuensi hukum dan membebaskan Universitas Mercu Buana dari segala bentuk tuntutan hukum dan saya siap mendapatkan sanksi akademis yang berlaku di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

Jakarta, 27 Juli 2026



(Restu Fajar Dwiyanto)

HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN

Surat Keterangan Hasil Uji Turnitin dikeluarkan oleh tenaga kependidikan yang ditugaskan universitas, baik yang bertugas di perpustakaan maupun di fakultas.

Menerangkan bahwa Jurnal / Karya Ilmiah / Laporan Tugas Akhir pada BAB I, BAB III, BAB IV, dan BAB V / Praktek Keinsinyuran atas nama:

Nama : Restu Fajar Dwiyanto
NIM : 41322010026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis : Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Menjadi / Praktek Keinsinyuran Zeolit Y Dengan Metode Microwave-Assisted Hydrothermal (MAH): Efektivitasnya Dalam Penyerapan Metilen Biru

Telah dilakukan pengecekan *Similarity* menggunakan aplikasi/sistem *Turnitin* pada **Kamis, 20 Agustus 2026** dengan hasil presentase sebesar **15 %** dan dinyatakan memenuhi standar sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Demikian surat keterangan ini dibuat dan digunakan sebagaimana

Jakarta, 20 Agustus 2026

Administrator Turnitin,



Itmam Haidi Syarif

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Restu Fajar Dwiyanto
NIM : 41322010026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Laporan Skripsi : Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Menjadi Zeolit
Y Dengan Metode Microwave-Assisted Hydrothermal
(MAH): Efektivitasnya Dalam Penyerapan Metilen
Biru

Telah berhasil dipertahankan pada siding di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh:
Pembimbing



Ir. Dafit Feriyanto, ST., M.Eng., Ph.D

NIDN/NUPTK: 0310029004

Jakarta, 15 Agustus 2026

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN/NUPTK: 6639750651230139

Ketua Program Studi

Teknik Mesin



Dr. Eng. Imam Hidayah, S.T., M.T.

NIDN/NUPTK: 5137753654130153

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Laporan tugas akhir yang berjudul **“Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Menjadi Zeolit-Y dengan Metode *Microwave-Assisted Hydrothermal* (MAH): Efektivitasnya dalam Penyerapan Metilen Biru”** akan dipergunakan sebagai salah satu syarat untuk kelulusan pada mata kuliah Tugas Akhir serta sebagai syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata 1 (S1) Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.

Penyusunan laporan tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Andi Ardiansyah, M.Eng selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Dr. Ir. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Dr.Eng. Imam Hidayat, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
4. Andarany Kartika Sari, ST., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
5. Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D, selaku Kepala Laboratorium Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana.
6. Ir. Dafit Feriyanto, ST., M.Eng., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing mata kuliah Tugas Akhir.
7. Tenaga kependidikan program studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana dan staf Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana
8. Sembah sujud dan rasa terima kasih yang tak terhingga penulis haturkan kepada kedua orang tua tercinta atas segala pengorbanan materiil, limpahan motivasi, serta untaian doa tulus yang tiada hentinya dilangitkan demi menyertai setiap langkah dan keberhasilan penulis.

9. Apresiasi setinggi-tingginya penulis sampaikan kepada rekan-rekan mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Mercu Buana T.A. 2022 serta seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, atas sinergi, bantuan, dan dukungan yang telah diberikan selama masa perkuliahan hingga selesainya tugas akhir ini.
10. Penghargaan setinggi-tingginya kepada sosok yang telah berjuang tanpa lelah, memilih untuk bertahan di tengah kesulitan, dan senantiasa mendedikasikan seluruh kemampuannya demi menuntaskan tanggung jawab ini hingga tahap akhir, yakni Restu Fajar Dwiyanto selaku diri sendiri. Begitu pula rasa terima kasih yang mendalam atas kehadiran yang menenangkan, kesetiaan dalam mendampingi, serta kekuatan moral yang tak henti dicurahkan kepada penulis, khususnya bagi Firda Putri Estiani.

Penulis menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan pihak-pihak yang berkepentingan.

Jakarta, 15 Januari 2026

UNIVERSITAS
MERCU BUANA



Restu Fajar Dwiyanto
41322010026

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB**

Nama : Restu Fajar Dwiyanto
NIM : 41322010026
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Tugas Akhir / Tesis : Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Menjadi Zeolit
/ Praktek Keinsinyuran Y Dengan Metode Microwave-Assisted Hydrothermal
(MAH): Efektivitasnya Dalam Penyerapan Metilen
Biru

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini memberikan izin dan menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Mercu Buana Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul di atas beserta perangkat yang ada (jika diperlukan).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Universitas Mercu Buana berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Jakarta, 25 Juli 2026

Yang menyatakan



Restu Fajar Dwiyanto
41322010026

SINTESIS TANAH LIAT LOKAL MAJALENGKA MENJADI ZEOLIT-Y DENGAN METODE *MICROWAVE-ASSISTED HYDROTHERMAL* (MAH): EFEKTIVITASNYA DALAM PENYERAPAN METILEN BIRU

ABSTRAK

Pencemaran limbah cair yang mengandung zat warna sintetis, seperti metilen biru, merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang memerlukan teknologi pengolahan yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang dapat dikembangkan adalah pemanfaatan zeolit-Y hasil sintesis dari sumber aluminosilikat lokal sebagai material adsorben. Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis zeolit-Y berbasis tanah liat lokal Majalengka menggunakan metode *Microwave-Assisted Hydrothermal* (MAH), mengkarakterisasi material hasil sintesis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), dan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS), serta mengevaluasi kinerja adsorpsinya terhadap metilen biru.

Sintesis diawali dengan proses aktivasi tanah liat menggunakan NaOH, dilanjutkan dengan kristalisasi menggunakan metode MAH. Kinerja adsorpsi diuji menggunakan larutan metilen biru berkonsentrasi 15 ppm dengan variasi waktu kontak selama 1, 2, dan 3 jam. Efisiensi penyisihan dihitung berdasarkan perubahan absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Karakterisasi material dilakukan untuk mengidentifikasi struktur kristal, gugus fungsi, morfologi permukaan, dan komposisi unsur penyusun.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MAH berhasil meningkatkan karakteristik material dibandingkan tanah liat awal. Analisis XRD menunjukkan peningkatan intensitas difraksi maksimum dari 10.756 cps menjadi 43.579 cps disertai penurunan nilai *Full Width at Half Maximum* (FWHM), yang mengindikasikan peningkatan kristalinitas material. Analisis FTIR memperlihatkan keberadaan gugus hidroksil (O–H), ikatan Si–O–Si, Si–O–Al, serta pita vibrasi pada 548 cm^{-1} yang mengindikasikan terbentuknya struktur aluminosilikat zeolitik. Hasil SEM menunjukkan perubahan morfologi permukaan menjadi lebih homogen dengan terbentuknya agregat kristalin, sedangkan analisis EDS menunjukkan dominasi unsur O, Si, Al, dan Na sebagai penyusun utama material hasil sintesis. Pengujian adsorpsi menunjukkan bahwa zeolit-Y memiliki efisiensi penyisihan metilen biru sebesar 82,62%, 90,37%, dan 90,64% pada waktu kontak berturut-turut 1, 2, dan 3 jam, lebih tinggi dibandingkan tanah liat lokal yang hanya mencapai 67,38%, 74,06%, dan 77,81%.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa sintesis zeolit-Y berbasis tanah liat lokal Majalengka menggunakan metode MAH berhasil meningkatkan karakteristik struktur dan performa adsorpsi material terhadap metilen biru. Material hasil sintesis berpotensi dikembangkan sebagai adsorben alternatif yang efektif dalam pengolahan limbah cair yang mengandung zat warna sintetis.

Kata Kunci: Zeolit-Y, Metilen Biru, *Microwave-assisted Hydrothermal*, Pengolahan Air Limbah, Pemanfaatan Limbah Tanah Liat Lokal Majalengka

SYNTHESIS OF LOCAL MAJALENGKA CLAY INTO ZEOLIT-Y USING THE MICROWAVE-ASSISTED HYDROTHERMAL (MAH) METHOD: ITS EFFECTIVENESS IN ABSORBING METHYLENE BLUE

ABSTRACT

Wastewater containing synthetic dyes, such as methylene blue, is one of the major environmental issues that requires effective, economical, and environmentally friendly treatment technologies. One promising alternative is the utilization of synthetic zeolite-Y derived from local aluminosilicate resources as an adsorbent material. This study aimed to synthesize zeolite-Y from Majalengka local clay using the Microwave-Assisted Hydrothermal (MAH) method, characterize the synthesized material using X-Ray Diffraction (XRD), Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), and Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS), and evaluate its adsorption performance toward methylene blue.

The synthesis process began with alkaline activation of the clay using NaOH, followed by crystallization through the MAH method. Adsorption performance was evaluated using a 15 ppm methylene blue solution with contact times of 1, 2, and 3 hours. The removal efficiency was determined from the change in absorbance measured by UV-Vis spectrophotometry. Material characterization was performed to identify its crystalline structure, functional groups, surface morphology, and elemental composition.

The results showed that the MAH method successfully improved the material characteristics compared with the raw clay. XRD analysis revealed an increase in the maximum diffraction intensity from 10,756 cps to 43,579 cps accompanied by a decrease in the Full Width at Half Maximum (FWHM), indicating enhanced crystallinity. FTIR analysis confirmed the presence of hydroxyl (O–H) groups, Si–O–Si and Si–O–Al bonds, and a characteristic vibration band at 548 cm⁻¹, indicating the formation of a zeolitic aluminosilicate framework. SEM observations showed a more homogeneous surface morphology with the formation of crystalline aggregates, while EDS analysis confirmed that O, Si, Al, and Na were the dominant constituent elements. Adsorption experiments demonstrated that the synthesized zeolite-Y achieved methylene blue removal efficiencies of 82,62%, 90,37%, and 90,64% at contact times of 1, 2, and 3 hours, respectively, which were higher than those of the raw clay 67,38%, 74,06%, dan 77,81%.

In conclusion, the synthesis of zeolite-Y from Majalengka local clay using the MAH method successfully improved the structural characteristics and adsorption performance of the material toward methylene blue. The synthesized material shows strong potential as an effective alternative adsorbent for the treatment of dye-containing wastewater.

Keywords: Zeolite-Y, Methylene Blue, Microwave-Assisted Hydrothermal (MAH), Wastewater Treatment, Local Clay Utilization.

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL TA	0
HALAMAN JUDUL TA.....	i
HALAMAN PERNYATAAN KARYA SENDIRI	ii
HALAMAN SURAT KETERANGAN HASIL UJI TURNITIN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR DI REPOSITORI UMB	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xix
DAFTAR SINGKATAN.....	xxi
DAFTAR SIMBOL	xxiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	8
1.3 Tujuan Penelitian.....	9
1.4 Manfaat Penelitian	9
1.5 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian	10
1.6 Sistematika Penulisan	10
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	12
2.1 Limbah Cair Industri Tekstil.....	12
2.2 Metilen Biru	13
2.3 Tahapan dan Teknologi Pengolahan Limbah Cair.....	14
2.3.1 Metode Fisika	17
2.3.2 Metode Kimia	17
2.3.3 Metode Biologis	18
2.3.4 Perbandingan Metode Pengolahan Limbah Zat Pewarna.....	18

2.4 Metode Adsorpsi.....	21
2.4.1 Prinsip dan Mekanisme Adsorpsi Zat Warna.....	21
2.4.2 Faktor Mempengaruhi Proses Adsorpsi	22
2.4.3 Keunggulan Metode Adsorpsi.....	23
2.4.4 Kesesuaian Adsorpsi untuk Pengolahan Zat Warna Kationik.....	23
2.5 Zeolit.....	24
2.5.1 Struktur dan Komposisi Dasar Zeolit.....	25
2.5.2 Sifat Fisikokimia Zeolit.....	26
2.5.3 Potensi Penggunaan Zeolit	27
2.5.4 Klasifikasi Zeolit Berdasarkan Pembentukan	28
2.5.5 Zeolit-Y	29
2.6 Tanah Liat	31
2.7 Metode Sintesis Zeolit	33
2.7.1 Klasifikasi Metode Sintesis Zeolit.....	33
2.7.2 Microwave-Assisted Hydrothermal (MAH).....	35
2.8 Mekanisme Adsorpsi Metilen Biru oleh Zeolit-Y	36
2.9 Karakterisasi Material.....	37
2.9.1 X-Ray Diffraction (XRD).....	37
2.9.2 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	41
2.9.3 Scanning Electron Microscopy–Energy Dispersive Spectroscopy (SEM-EDS).....	43
2.10 Penelitian Terdahulu	44
BAB 3 METODOLOGI.....	53
3.1 Diagram Alir	54
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	55
3.3 Alat dan Bahan.....	56
3.3.1 Alat	56
3.3.2 Bahan.....	64
3.4 Metode Karakterisasi Fisikokimia Material.....	65
3.4.1 Analisis Fasa dan Kristalinitas dengan X-Ray Diffraction (XRD)	66
3.4.2 Analisis Gugus Fungsi dengan Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	67

3.4.3 Analisis Morfologi dan Komposisi Unsur dengan Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS)	68
3.5 Uji Kinerja Adsorpsi Metilen Biru	68
3.6 Proses Sintesis Tanah Liat Lokal Menjadi Zeolit-Y	69
3.6.1 Preparasi Bahan Baku Tanah Liat	70
3.6.2 Tahap Purifikasi.....	71
3.6.3 Tahap Sintesis.....	72
3.6.4 Tahap Kristalisasi	73
3.6.5 Penyaringan dan Pembilasan.....	74
3.7 Proses Adsorpsi Larutan Metilen Biru pada Material Zeolit-Y.....	75
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	78
4.1 Karakterisasi Material Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka dan Zeolit-Y Hasil Sintesis.....	78
4.1.1 Analisis Struktur Kristal Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD)...	78
4.1.2 Analisis Gugus Fungsi Menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR).....	83
4.1.3 Analisis Morfologi Permukaan Menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM).....	87
4.1.4 Analisis Komposisi Unsur Menggunakan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS).....	89
4.2 Evaluasi Kinerja Adsorpsi	93
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	106
5.1 Kesimpulan	106
5.2 Saran	108
DAFTAR PUSTAKA	109

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Sektor Industri Penghasil Polutan di Dunia	2
Gambar 1. 2. GHG Emisi dengan Skenario Berbeda dan Kesenjangan Emisi di Tahun 2035	4
Gambar 2. 1. Struktur Kimia Metilen Biru	13
Gambar 2. 2. Proses Pengolahan Air Limbah	15
Gambar 2. 3. Pengolahan Limbah Cair Mengandung Zat Pewarna.....	18
Gambar 2. 4. Mekanisme Interaksi Elektrostatik dan Adsorpsi Zat Warna pada Permukaan Zeolit	21
Gambar 2. 5. Struktur Zeolit	24
Gambar 2. 6. Struktur Primer dan Sekunder Jenis-Jenis Zeolit	25
Gambar 2. 7. Area Penerapan Zeolit.....	27
Gambar 2. 8. Struktur Unit Zeolit; Zeolit A (LTA), Sodalite (SOD), dan Zeolit-Y (FAU).....	30
Gambar 2. 9. Sintesis dan Aplikasi Metode MAH	35
Gambar 2. 10. Mekanisme Zat Warna pada Zeolit	36
Gambar 2. 11. Pola Difraksi Sinar XRD Standar Referensi Zeolit-Y	38
Gambar 3. 1. Diagram Alir Penelitian	54
Gambar 3. 2. Alat Pelindung Diri: a) Masker; b) Kacamata; c) Sarung Tangan Lateks	56
Gambar 3. 3. <i>Microwave</i> (Sharp R220 MAWH)	57
Gambar 3. 4. Oven (Memmert UN110 Universal)	58
Gambar 3. 5. Timbangan Digital (FA2104).....	59
Gambar 3. 6. Alat Penghancur Sampel: a) Grinder (SH668); b) Mortar dan Pestle..	59
Gambar 3. 7. Sieve Shaker dengan Variasi Ukuran Mesh (150 μ m, 75 μ m, dan 45 μ m)	60
Gambar 3. 8. Magnetic Stirrer dan Hot Plate (Dragon Lab HP550-S)	60
Gambar 3. 9. Spektrofotometer UV-Vis (UV-1 600)	61
Gambar 3. 10. TDS Meter (Mediatech B1900131)	62

Gambar 3. 11. Gelas Ukur (100ml, 250ml, dan 500ml)	62
Gambar 3. 12. Micropipet (JoanLab M1000)	62
Gambar 3. 13. Perangkat Filtrasi: a) Labu Erlenmeyer dan Corong; b) Kertas Filter	63
Gambar 3. 14. <i>Digital Infrared Thermometer</i> (TIT-400)	63
Gambar 3. 15. Bahan Baku Prekursor Tanah Liat Lokal Majalengka	64
Gambar 3. 16. Padatan Natrium Hidroksida (NaOH)	64
Gambar 3. 17. Aquades / Air Demineralisasi	65
Gambar 3. 18. Larutan Induk Metilen Biru.....	65
Gambar 3. 19. Instrumen Difraktometer Sinar-X (X-Ray Diffraction / XRD) Bruker D8 Advance di Fasilitas Laboratorium BRIN.....	66
Gambar 3. 20. Instrumen Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) di Fasilitas BRIN	67
Gambar 3. 21. Instrumen Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (SEM-EDS) di Fasilitas BRIN	68
Gambar 3. 22. Proses Sintesis Zeolit-Y	69
Gambar 3. 23. Tahapan Preparasi Mekanis Prekursor: a) Proses Pengeringan Tanah Liat Majalengka, b) Proses Penghalusan Tanah Liat	70
Gambar 3. 24. Tahap Pembasihan dan Sedimentasi Prekursor: a) Proses Sedimentasi atau Pengendapan Tanah Liat; b) Proses Pengeringan di Dalam Oven); c) Parameter Sedimentasi atau Pengendapan; d) Kondisi Akhir Tanah Setelah Pengendapan dan Pengeringan.....	71
Gambar 3. 25. Dokumentasi Eksperimen Sintesis Zeolit-Y: a) Pencampuran Serbuk Tanah Liat (50 g) dengan Serbuk NaOH (60 g), b) Proses Pemanasan dengan Microwave (suhu 105°C selama 6 menit), c) Kondisi Akhir Setelah Proses Pemanasan, d) Parameter Temperatur dan Durasi Proses Sintesis	73
Gambar 3. 26. Proses Pelarutan Serbuk Teraktivasi (20 g) dalam Aquades (100 ml) Selama 30 Menit: a) Proses Pelarutan Tanah Liat Majalengka; b) Proses Setelah Pelarutan.....	73
Gambar 3. 27. Pemantauan Tahap Hidrotermal di Dalam <i>Oven</i> : a) Parameter Operasi <i>Oven</i> , b) Proses Inkubasi Hidrotermal (105°C selama 3 jam), c) Kondisi Akhir Setelah Proses Inkubasi	74

Gambar 3. 28. Proses Pemurnian dan Pengeringan Produk Adsorben: a) Proses Penyaringan dan Pembilasan Endapan, b) Proses Pengeringan Padatan Zeolit di Dalam Oven (90°C selama 1 jam), c) Hasil Akhir Proses Pengeringan.....	75
Gambar 3. 29. Alur Pengujian Adsorpsi Larutan Metilen Biru oleh Zeolit-Y	76
Gambar 3. 30. Rangkaian Proses Pengujian Adsorpsi Larutan Metilen Biru oleh Serbuk Tanah Liat dan Zeolit-Y: a) Pembuatan Konsentrasi Larutan Kerja, b) Menentukan Massa Material Adsorben (Serbuk Tanah Liat dan Serbuk Zeolit-Y, c) Pencampuran antara Material Adsorben dengan Larutan Kerja (15 PPM), d) Proses Adsorpsi pada Variasi Durasi Kontak.....	77
Gambar 4. 8. Sudut Difraksi serta Candidate Phase pada Karakterisasi XRD Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka dan Zeolit-Y Hasil Sintesis.....	79
Gambar 4. 9. Spektrum FTIR Zeolit-Y Hasil Sintesis Berbasis Tanah Liat Lokal Majalengka.....	84
Gambar 4. 10. Hasil Pengujian Karakterisasi Scanning Electron Microscopy (SEM): a) Material Serbuk Tanah Liat Perbesaran 500X, b) Material Serbuk Tanah Liat Perbesaran 1000X, c) Material Serbuk Zeolit-Y Hasil Sintesis Perbesaran 500X, d) Material Serbuk Zeolit-Y Hasil Sintesis Perbesaran 1000X.....	87
Gambar 4. 11. Spektrum EDS Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka (Prekursor)....	90
Gambar 4. 12. Spektrum EDS Zeolit-Y Hasil Sintesis Berbasis Tanah Liat Lokal Majalengka dengan Metode MAH.....	91
Gambar 4. 1. Tahap Pengukuran Nilai Absorbansi Larutan Metilen Biru menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada Proses Adsorpsi oleh Serbuk Tanah Liat.....	96
Gambar 4. 2. Perubahan Nilai Absorbansi Larutan Metilen Biru Sebelum dan Setelah Adsorpsi Menggunakan Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka	97
Gambar 4. 3. Efisiensi Penyisihan Molekul Metilen Biru Menggunakan Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka	98
Gambar 4. 4. Tahap Pengukuran Nilai Absorbansi Larutan Metilen Biru menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada Proses Adsorpsi oleh Serbuk Zeolit-Y.....	100
Gambar 4. 5. Perubahan Nilai Absorbansi Larutan Metilen Biru Sebelum dan Setelah Adsorpsi Menggunakan Serbuk Zeolit-Y	101
Gambar 4. 6. Efisiensi Penyisihan Molekul Metilen Biru Menggunakan Serbuk Zeolit-Y	102

Gambar 4. 7. Perbandingan Efisiensi Penyisihan Molekul Metilen Biru Menggunakan Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka dan Serbuk Zeolit-Y	103
--	-----



DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1. Sumber Air dan Presentase	3
Tabel 1. 2. Material dan Metode Sintesis Zeolit	6
Tabel 2. 1. Karakteristik Air Limbah Industri Tekstil Konvensional	12
Tabel 2. 2. Dampak Buruk Bagi Kesehatan Manusia berdasarkan Kadar Metilen Biru	14
Tabel 2. 3. Perbandingan Metode Pengolahan Limbah Cair dengan Kandungan Zat Warna	19
Tabel 2. 4. Komposisi Kandungan Tanah Liat	31
Tabel 2. 5. Metode Sintesis Zeolit	33
Tabel 2. 6. Standar Sudut Difraksi XRD Material Tanah Liat dan Zeolit-Y Berdasarkan Literatur	40
Tabel 2. 7. Rentang Bilangan Gelombang dan Identifikasi Gugus Fungsi pada Analisis Spektroskopi	41
Tabel 2. 8. Penelitian Terdahulu yang Relevan	45
Tabel 3. 1. Spesifikasi Microwave (Sharp R220 MAWH)	57
Tabel 3. 2. Spesifikasi Oven (Mommert Model 30-1060)	58
Tabel 3. 3. Spesifikasi Timbangan Digital (FA2104)	59
Tabel 3. 4. Spesifikasi Grinder (SH668)	60
Tabel 3. 5. Spesifikasi Magnetic Stirrer dan Hot Plate (Dragon Lab HP550-S)	61
Tabel 3. 6. Spesifikasi Spektrofotometer UV-Vis (UV-1 600)	61
Tabel 3. 7. Spesifikasi TDS (Mediatech B1900131)	62
Tabel 3. 8. Spesifikasi Micropipet (JoanLab M1000)	63
Tabel 3. 9. Spesifikasi Digital Infrared Thermometer (TIT-400)	64
Tabel 4. 3. Sudut Difraksi XRD Sampel Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka	79
Tabel 4. 4. Sudut Difraksi XRD Sampel Zeolit-Y Hasil Sintesis	79
Tabel 4. 5. Hasil Identifikasi Candidate Phase Sampel Serbuk Tanah Liat Lokal Majalengka Berdasarkan Analisis Match! Dan Verifikasi EDS	80

Tabel 4. 6. Hasil Identifikasi Candidate Phase Sampel Serbuk Zeolit-Y Hasil Sintesis Tanah Liat Lokal Majalengka Berdasarkan Analisis Match! Dan Verifikasi EDS ...	80
Tabel 4. 8. Komposisi Elemental Tanah Liat Lokal Majalengka (Prekursor) Berdasarkan Analisis Kuantitatif EDS.....	90
Tabel 4. 9. Komposisi Elemental Zeolit-Y Hasil Sintesis Berbasis Tanah Liat Lokal Majalengka dengan Metode MAH Berdasarkan Analisis Kuantitatif EDS.....	92
Tabel 4. 1. Hasil Pengukuran Absorbansi dan Efisiensi Penyisihan Metilen Biru oleh Serbuk Tanah Liat Sebelum dan Setelah Adsorpsi	95
Tabel 4. 2. Hasil Pengukuran Absorbansi dan Efisiensi Penyisihan Metilen Biru oleh Serbuk Zeolit-Y Setelah Adsorpsi	99



DAFTAR SINGKATAN

Singkatan	Keterangan
UMB	Universitas Mercu Buana
MB	Metilen Biru
MAH	<i>Microwave Assisted Hydrothermal</i>
GRK	Gas Rumah Kaca
TSS	<i>Suspended Solid</i>
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>
NDC	<i>Nationally Determined Contribution</i>
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>
COD	<i>Chemical Oxygen Demand</i>
XRD	<i>X-Ray Diffraction</i>
FTIR	<i>Fourier Transform Infrared</i>
SEM-EDS	<i>Scanning Electron Microscope - Energy Dispersive Spectroscopy</i>
FAU	<i>Faujasite</i>
CO ₂	Karbon Dioksida
NO _x	Nitrogen Oksida
Gt CO _{2e}	Gigaton setara karbon dioksida
Si	Silika
Al	Alumina
mmol/m ²	<i>millimoles per square meter</i>
mg/L	Miligram per liter
Pt-Co	Platinum-Cobalt
g/mol	gram per mol
mg/kg	miligram zat per kilogram berat
AOPs	<i>Advanced Oxidation Processes</i>
HRT	<i>Hydraulic Retention Time</i>
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>
SiO ₄	<i>Silicate Tetrahedron</i>
AlO ₄	<i>Alumina</i>

Na ⁺	<i>Ion Natrium</i>
K ⁺	<i>Potassium Ion</i>
Ca ²⁺	<i>Ion Kalsium</i>
Si ⁴⁺	<i>Silicon Ion</i>
Al ³⁺	<i>Kation Aluminium</i>
M	<i>Kation Logam</i>
FCC	<i>Fluid Catalytic Cracking</i>
CEC	<i>Cation Exchange Capacity</i>
m ² /g	<i>meter persegi per gram</i>
SiO ₂	<i>Silikon Dioksida</i>
Al ₂ O ₃	<i>Aluminum Oxide</i>
FeO ₃	<i>Iron Trioxide</i>
P ₂ O ₃	<i>Diphosphorus Trioxide</i>
K ₂ O	<i>Potassium Oxide</i>
NaOH	<i>Natrium Hidroksida</i>
AZI	<i>International Zeolite Association</i>
JCPDS	<i>Joint Committee on Powder Diffraction Standards</i>
K3	<i>Keselamatan dan Kesehatan Kerja</i>
APD	<i>Alat Pelindung Diri</i>
BRIN	<i>Badan Riset dan Inovasi Nasional</i>
kV	<i>Kilovolt</i>
keV	<i>Kilo Elektron-Volt</i>
cps	<i>Sentipoise</i>
μm	<i>Micrometre</i>

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan
%	Percent (menyatakan rasion, proporsi, dan fraksi dari 100)
°C	Derajat Celcius (menyatakan temperature)
Å	Ångström (satuan panjang yang sangat kecil yang setara dengan sepersepuluh miliar meter)
n	Ordo difraksi
λ	Lambda (Melambangkan panjang gelombang dari setiap gelombang periodik atau radiasi elektromagnetik)
d	Jarak antar bidang kisi kristal
θ	Theta (Perpindahan Sudut)

UNIVERSITAS
MERCU BUANA