

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS MOF Zn-BDC UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA
METILEN BIRU**



Diajukan oleh:

Nabillah Salma Meiaulia NRP 5203022016

Amandora Valencia Parangan NRP 5203022018

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2026**

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Nabillah Salma Meiaulia

NRP : 5203022016

telah diselenggarakan pada tanggal 30 Juli 2026, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 21 September 2026

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM.

NIDN 0702027301

NIDN 0726127601

Dewan Penguji

Ketua

Sekretaris

Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.

NIDN 0709119004

NIDN 0702027301

Anggota

Anggota

Anggota

Ir. Jindrayani Nyoo
Putro, S.T., Ph.D.,
IPM.

Ir. Nathanla
Puspitasari, S.T.,
Ph.D., IPP.

Ir. Sandy Budi
Hartono, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM.

NIDN 0708059403

NIDN 0725119401

NIDN 0726127601

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan,

Program Studi Teknik Kimia
Ketua Prodi,



Prof. Dr. Elycia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0702047702

NIDN 0709119004

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar **SKRIPSI** bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Amandora Valencia Parangan

NRP : 5203022018

telah diselenggarakan pada tanggal 30 Juli 2026, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 21 September 2026

Pembimbing I

Pembimbing II

Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.

NIDN 0702027301

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM.

NIDN 0726127601

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

Sekretaris

Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D.,
IPM., ASEAN Eng.

NIDN 0702027301

Anggota

Ir. Jindrayani Nyoo
Putro, S.T., Ph.D.,
IPM.

NIDN 0708059403

Anggota

Ir. Nathania
Puspitasari, S.T.,
Ph.D., IPP.

NIDN 0725119401

Anggota

Ir. Sandy Budi
Hartono, S.T., M.Phil.
Ph.D., IPM.

NIDN 0726127601

Mengetahui

Fakultas Teknik
Dekan,



Prof. Dr. Felicia E. Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Prodi Studi Teknik Kimia
Ketua Prodi



Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0709119004

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Nabillah Salma Meiaulia

NRP : 5203022016

Menyetujui karya ilmiah saya:

EFEKTIVITAS MOF Zn-BDC UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA METILEN BIRU

untuk dipublikasikan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 September 2026

Yang menyatakan,



Nabillah Salma Meiaulia

NRP 5203022016

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, saya sebagai mahasiswa Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama : Amandora Valencia Parangan

NRP : 5203022018

Menyetujui karya ilmiah saya:

EFEKTIVITAS MOF Zn-BDC UNTUK PENYERAPAN ZAT WARNA METILEN BIRU

untuk dipublikasikan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-Undang Hak Cipta.

Demikian Pernyataan Persetujuan Publikasi Karya Ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 21 September 2026

Yang menyatakan,



Amandora Valencia Parangan

NRP 5203022018

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini, saya tersebut diatas juga menyatakan bahwa hasil karya ilmiah dalam bentuk Skripsi ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui ada pelanggaran dan penyelewengan dari peraturan akademik Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa Skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 21 September 2026

Yang menyatakan,



Nabillah Salma Meiaulia

NRP 5203022016

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini, saya tersebut diatas juga menyatakan bahwa hasil karya ilmiah dalam bentuk Skripsi ini benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui ada pelanggaran dan penyelewengan dari peraturan akademik Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa Skripsi ini tidak dapat digunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 21 September 2026

Yang menyatakan,



Amandora Valencia Parangan

NRP 5203022018

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
KATA PENGANTAR	xii
INTISARI	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Pembatasan Masalah	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
II.1 <i>Metal Organic Frameworks</i> (MOF)	4
II.2 Metilen Biru	10
II.3 Modifikasi MOF dengan Proses Aktivasi	11
II.4 Adsorpsi	12
BAB III METODE PENELITIAN	17
III.1 Bahan	17
III.2 Instrumentasi	17
III.3 Sintesis MOF Zn-BDC	17
III.4 Proses Aktivasi MOF	18
III.5 Proses Adsorpsi dengan Metilen Biru	18
III.6 Kinetika Adsorpsi	19
III.7 Isoterm Adsorpsi	19
III.8 Karakterisasi MOF	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
IV.1 Karakterisasi MOF Zn-BDC	21
IV.1.1 Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)	21
IV.1.2 Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive X-Ray (SEM-EDX)	22
IV.1.3 X-Ray Diffraction (XRD)	24
IV.1.4 Thermal Gravimetric Analysis (TGA)	26

IV.2 Pengaruh Suhu Aktivasi dan Konsentrasi Awal Metilen Biru terhadap Kemampuan Adsorpsi	28
IV.2.1 Pengaruh Suhu Aktivasi	28
IV.2.2 Pengaruh Konsentrasi Awal Metilen Biru	30
IV.3 Kinetika Reaksi dan Isoterm Adsorpsi dengan MOF Zn-BDC	32
IV.3.1 Kinetika Reaksi	32
IV.3.2 Isoterm Adsorpsi	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	39
V.1 Kesimpulan	39
V.2 Saran	40
DAFTAR PUSTAKA	42
LAMPIRAN A PERSIAPAN LARUTAN	55
A.1 Larutan standar metilen biru 1000 ppm sebanyak 250 mL	55
A.2 Larutan NaOH 0,1 M	55
A.3 Larutan HCl 0,1 M	56
LAMPIRAN B PEMBUATAN KURVA STANDAR	57
B.1 Pembuatan larutan metilen biru 100 ppm sebanyak 5 mL	57
B.2 Pembuatan larutan standar metilen biru	57
B.3 Penentuan panjang gelombang maksimum (λ_{maks})	58
B.4 Pembuatan kurva standar	59
LAMPIRAN C HASIL PERCOBAAN ADSORPSI	60
C.1 Adsorpsi metilen biru dengan variasi suhu aktivasi	60
C.2 Adsorpsi metilen biru dengan variasi konsentrasi awal	61
C.3 Kinetika adsorpsi	63
C.4 Isoterm adsorpsi	64

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Perkembangan modifikasi MOF untuk adsorpsi metilen biru	5
Tabel IV.1 Hasil Analisa EDX MOF Zn-BDC.....	23
Tabel IV.2 Parameter Kinetika Adsorpsi Metilen Biru pada MOF Zn-BDC.....	34
Tabel IV.3 Parameter Model Isoterm untuk Adsorpsi Metilen Biru pada MOF Zn-BDC	37
Tabel C.1 Pengaruh variasi suhu aktivasi terhadap adsorpsi metilen biru 200 ppm.....	66
Tabel C.2 Pengaruh variasi suhu aktivasi terhadap adsorpsi metilen biru 500 ppm..	66
Tabel C.3 Pengaruh variasi suhu aktivasi terhadap adsorpsi metilen biru 1000 ppm.....	67
Tabel C.4 Kinetika adsorpsi pada MOF Zn-BDC.....	68
Tabel C.5 Isoterm adsorpsi pada MOF Zn-BDC pada suhu 30°C.....	69
Tabel C.6 Isoterm adsorpsi pada MOF Zn-BDC pada suhu 40°C.....	70
Tabel C.7 Isoterm adsorpsi pada MOF Zn-BDC pada suhu 50°C.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Struktur MOF Zn-BDC.....	7
Gambar II.2 Mekanisme adsorpsi metilen biru pada MOF Zn-BDC	8
Gambar IV. 1 Spektrum FTIR MOF Zn-BDC teraktivasi pada suhu 100°C dan tanpa aktivasi	22
Gambar IV. 2 Hasil SEM Zn-BDC (a) tanpa aktivasi dan (b) teraktivasi...	23
Gambar IV. 3 Hasil XRD MOF Zn-BDC teraktivasi pada suhu 100°C dan tanpa aktivasi.....	25
Gambar IV. 4 Hasil TGA dari MOF Zn-BDC yang Teraktivasi pada Suhu 100°C dan Tanpa Aktivasi	27
Gambar IV. 5 Pengaruh suhu aktivasi terhadap kapasitas adsorpsi.....	28
Gambar IV.6 Pengaruh konsentrasi awal metilen biru terhadap kapasitas adsorpsi.....	31
Gambar IV.7 Kinetika Adsorpsi untuk Adsorpsi Metilen Biru pada MOF Zn-BDC Teraktivasi pada Suhu 100°C	33
Gambar IV. 8 Isoterm Adsorpsi dengan (a) Model Freundlich, (b) Langmuir, dan (c) Sips.....	36
Gambar B.1 Panjang gelombang maksimum metilen biru	58
Gambar B.2 Pembuatan kurva standar	59

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karuniaNya sehingga penulis dapat menyusun karya ilmiah dalam bentuk Skripsi sebagai salah satu syarat pemenuhan kurikulum untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya. Skripsi ini berjudul “Efektivitas MOF Zn-BDC Untuk Penyerapan Zat Warna Metilen Biru” dengan konten yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka.

Dalam proses pengerjaannya, penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini terkhusus kepada:

1. Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T., M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Ir. Wenny Irawaty, S.T., M.T., Ph.D., IPM., ASEAN Eng. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
4. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil. Ph.D., IPM. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktunya untuk memberikan masukan, bimbingan, dan pengarahan yang baik dalam penelitian ini.
5. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM., Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T., Ph.D., IPM., dan Ir. Nathania Puspitasari, S.T., Ph.D., IPP. selaku Dewan Penguji yang telah memberikan masukan serta kritik yang membangun dalam penelitian ini.
6. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang turut membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian ini.
7. Orang tua penulis yang telah memberikan banyak dukungan moral dan dukungan lainnya yang turut membantu menyelesaikan penelitian ini.
8. Semua pihak yang turut memberikan bantuan secara langsung maupun tidak langsung dalam proses penyelesaian penelitian ini.

Adapun Skripsi yang telah penulis susun ini tentunya tidak terlepas dari kesalahan dan kelemahan, sehingga penulis mengharapkan saran dan kritik guna peningkatan kualitas penelitian dan Skripsi ke depannya. Diharapkan para pembaca berpegang pada azas keterlaksanaan, kesesuaian

dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Demikian, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 21 September 2026

Penulis

INTISARI

Pencemaran air akibat limbah zat warna sintetis, khususnya metilen biru (MB) dari industri tekstil, menjadi permasalahan lingkungan yang serius karena sifatnya yang sulit terurai dan berpotensi menimbulkan dampak toksik bagi ekosistem serta kesehatan manusia. Salah satu metode yang efektif untuk mengatasi permasalahan ini adalah adsorpsi menggunakan material berpori dengan kinerja tinggi. Dalam penelitian ini digunakan Metal-Organic Framework (MOF) jenis Zn-BDC yang tersusun dari ion seng (Zn^{2+}) dan ligan asam tereftalat karena memiliki struktur berpori, luas permukaan yang besar, serta gugus fungsi aktif yang mampu berinteraksi dengan molekul pewarna. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh variasi suhu aktivasi dan konsentrasi awal metilen biru terhadap kapasitas adsorpsi MOF Zn-BDC, menganalisis kinetika dan isoterm adsorpsinya, serta mempelajari struktur dan karakterisasi dari MOF Zn-BDC. MOF Zn-BDC disintesis menggunakan metode refluks dengan pelarut N,N-dimetilformamida (DMF) dan selanjutnya diaktivasi secara termal pada suhu 50, 60, 70, 100, dan 110°C dalam kondisi vakum untuk menghilangkan impuritas dalam pori. Dilakukan sejumlah uji karakterisasi terhadap MOF yang dihasilkan meliputi FTIR, XRD, SEM-EDX, dan TGA. Hasil FTIR menunjukkan keberadaan gugus karboksilat, Zn-O, dan ligan BDC tanpa perubahan setelah aktivasi. Hasil XRD menunjukkan kristalinitas Zn-BDC sebesar 72,3% yang tetap terjaga setelah aktivasi. Analisa SEM-EDX menunjukkan permukaan yang halus pada MOF Zn-BDC. Hasil TGA menunjukkan bahwa MOF Zn-BDC memiliki stabilitas termal yang baik tanpa perubahan setelah aktivasi dan terdekomposisi pada rentang suhu 400-600°C dengan penurunan massa sebesar 55,07%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu aktivasi berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi MOF Zn-BDC. Kapasitas adsorpsi meningkat seiring kenaikan suhu aktivasi hingga mencapai kondisi optimum pada suhu 100°C dengan kapasitas adsorpsi sebesar 714,3 mg/g, namun terjadi penurunan hingga 573 mg/g pada suhu 110°C yang disebabkan oleh tegangan permukaan pelarut saat proses aktivasi. Selain itu, peningkatan konsentrasi awal metilen biru menyebabkan kenaikan kapasitas adsorpsi pada suhu 100°C sebesar 132,2 mg/g (200 ppm), 338,1 (500 ppm), dan 714,3 mg/g (1000 ppm) akibat meningkatnya gaya dorong antara adsorbat dan adsorben. Hasil kinetika menunjukkan model *Pseudo Second Order* mengindikasikan mekanisme proses adsorpsi berupa kemisorpsi ($R^2 = 0,9962$), sementara hasil isoterm menunjukkan bahwa model Sips memberikan kesesuaian yang baik dengan nilai R^2 tertinggi dengan peningkatan kapasitas adsorpsi maksimum seiring kenaikan suhu yaitu 666,3676 mg/g (30°C), 730,9630 mg/g (40°C), dan 744,4821 mg/g (50°C).