

SKRIPSI

**EVALUASI SINTESA BIO-MOF DARI EKSTRAK LERAK DAN
ION TEMBAGA SECARA SOLVOTERMAL DAN POTENSI
APLIKASINYA**



Diajukan oleh:

Michael Adam

NRP 5203021004

Nikko Setiawan

NRP 5203021016

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : Michael Adam

NRP : 5203021004

telah diselenggarakan pada tanggal **19 Juli 2024**, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 19 Juli 2024

Pembimbing I

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

NIDN 0709119004

Pembimbing II

Ir. Jenni Lie, ST., Ph.D., IPP.

NIDN 0713079304

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Jindravani Nyoo Putro, ST.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0708059403

Sekretaris

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

NIDN 0709119004

Anggota

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

NIDN 0702027301

Anggota

Ir. Herman, ST., MT.,
IPM.

NIDN 0723047201

Anggota

Ir. Jenni Lie, ST.,
Ph.D., IPP.

NIDN 0713079304

Fakultas Teknik
Dekan

Prof. Ir. Eddy Edy Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Mengetahui

Program Studi Teknik Kimia
Ketua Prodi

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

NIDN 0726127601

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : Nikko Setiawan

NRP : 5203021016

telah diselenggarakan pada tanggal **19 Juli 2024**, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 19 Juli 2024

Pembimbing I

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

NIDN 0709119004

Pembimbing II

Ir. Jenni Lie, ST., Ph.D., IPP.

NIDN 0713079304

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Jindrayani Nyoo Putro, ST.,
Ph.D., IPM.

NIDN 0708059403

Sekretaris

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

NIDN 0709119004

Anggota

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

NIDN 0702027301

Anggota

Ir. Herman, ST., MT.,
IPM.

NIDN 0723047201

Anggota

Ir. Jenni Lie, ST.,
Ph.D., IPP.

NIDN 0713079304

Mengetahui

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALAY SURABAYA
FAKULTAS TEKNIK
Surabaya,

Prof. Dr. Felicia Edi Soetaredjo, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.
NIDN 0702047702

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALAY SURABAYA
Program Studi Teknik Kimia
Kotabaru,

Ir. Sandy Budi Hartono, S.T.,
M.Phil., Ph.D., IPM.
NIDN 0726127601

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

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

Nama : Michael Adam

NRP : 5203021004

Menyetujui karya ilmiah saya:

**EVALUASI SINTESA BIO-MOF DARI EKSTRAK LERAK DAN ION
TEMBAGA SECARA SOLVOTERMAL DAN POTENSI
APLIKASINYA** 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, 19 Juli 2024
Yang menyatakan.



Michael Adam

NRP 5203021004

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA
ILMIAH**

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

Nama : Nikko Setiawan

NRP : 5203021016

Menyetujui karya ilmiah saya:

**EVALUASI SINTESA BIO-MOF DARI EKSTRAK LERAK DAN ION
TEMBAGA SECARA SOLVOTERMAL DAN POTENSI
APLIKASINYA** 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, 19 Juli 2024

Yang menyatakan,



Nikko Setiawan

NRP 5203021016

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, 19 Juli 2024

Yang menyatakan,



Michael Adam

NRP 5203021004

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, 19 Juli 2024
Yang menyatakan,



Nikko Setiawan
NRP 5203021016

DAFTAR ISI

LEMBAR JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
INTISARI	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Pembatasan Masalah	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Buah Lerak dan Kandungan Fitokimianya	5
II.2 Pembentukan Bio-MOF dengan Biomassa	9
II.3 Penggunaan MOF dalam Pengolahan Air Limbah	13
II.4 Parameter dalam pembuatan BioMOF	16
BAB III METODE PENELITIAN	18
III.1 Bahan Kimia	18
III.2 Alat	19
III.3 Instrumentasi	19
III.4 Metodologi	20
III.5 Pengolahan data	26
BAB IV HASIL PERCOBAAN DAN PEMBAHASAN	27
IV.1 Penentuan % Fitokimia dalam Ekstrak Biomassa Lerak	27
IV.2 <i>Yield</i> , morfologi, gugus fungsi, dan pola difraksi dari Bio-MOF	28
IV.3 Uji Antioksidan	34

IV.4	Uji Antibakteri	38
IV.5	Uji Adsorpsi <i>%Removal</i> dan Kinetik BioMOF	40
KESIMPULAN DAN SARAN		44
DAFTAR PUSTAKA		45
LAMPIRAN		54

DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Kandungan Fitokimia dalam Buah Lerak dan Manfaatnya	9
Tabel II.2 Jenis MOF dan bahayanya terhadap ikan zebra	12
Tabel II.3 Kemampuan Adsorpsi pada berbagai metal menggunakan berbagai MOF	15
Tabel II.4 Kemampuan Adsorpsi pada berbagai pewarna menggunakan berbagai MOF	15
Tabel II.5 <i>Yield</i> MOF HKUST-1 dalam berbagai kondisi sintesis	17
Tabel IV.1 Komposisi Fitokimia dalam Ekstrak Biomassa Lerak	27
Tabel IV.2 kadar C, N, O, dan Cu dari berbagai bioMOF pada karakterisasi SEM EDS	31

DAFTAR GAMBAR

Gambar IV.1 Mekanisme Reaksi Pembentukan BioMOF	28
Gambar IV.2 <i>Yield</i> BioMOF pada variasi pH	29
Gambar IV.3 Hasil SEM (a) BioMOF-3, (b) BioMOF-5, (c) BioMOF-7, (d) BioMOF-9, (e) BioMOF-11	30
Gambar IV.4 Analisa FTIR pada berbagai BioMOF	32
Gambar IV.5 Analisa XRD BioMOF	33
Gambar IV.6 Kristalinitas sampel BioMOF	34
Gambar IV.7 IC_{50} dari uji DPPH dan IC_{10} dari uji hidroksil dari berbagai jenis sampel	36
Gambar IV.8 % <i>Viability</i> E.Coli pada sampel ekstrak dan BioMOF	39
Gambar IV.9 Uji Dosis % <i>Removal</i> BioMOF-11 terhadap <i>Methylene Blue</i> selama 5 hari, 0 RPM	41
Gambar IV.10 Adsorpsi % <i>Removal</i> BioMOF terhadap pewarna dan metal	42
Gambar IV.11 Model <i>Linear Psuedo First</i> dan <i>Second Order</i>	43

INTISARI

Dalam penelitian ini, fokus diberikan pada pengembangan MOF yang menggunakan ligan alami yang diperoleh dari ekstrak biomassa dari buah lerak, yang dikenal sebagai bio-MOF. Gugus hidroksil pada ekstrak buah lerak berperan dalam pengikatan metal dan memfasilitasi pembentukan bio-MOF. Bio-MOF dari penggabungan ekstrak buah lerak dan ion logam tembaga yang diaplikasikan untuk adsorpsi. Hasil komposisi fitokimia saponin (51,40%), flavonoid (0,079%), fenol (1,14%), tannin (1,05%), alkaloid (0,59%), dan gula pereduksi(1,54%) yang dianalisa menggunakan spektrofotometer menunjukkan bahwa kadar fitokimia yang tertinggi adalah saponin. Hasil *yield* BioMOF 3 (5,72%), 5 (8,34%), 7 (11,17%), 9 (12,23%) dan 11 (12,98%) menunjukkan bahwa semakin meningkatnya pH larutan, maka semakin besar *yield* yang didapatkan. Hasil SEM menunjukkan bahwa BioMOF-3 dan 5 memiliki bentuk rhombohedral, sedangkan BioMOF-7, 9 dan 11 memiliki bentuk rhombic dodecahedral. Hasil FTIR menunjukkan keberadaan gugus hidroksil pada BioMOF-3, 5, 7, 9 dan 11. Hasil XRD menunjukan terbentuknya kristal Cu pada BioMOF-3, 5, 7, 9, dan 11 dengan kristalinitas 84,17%, 45,84%, 46%, 46,77%, 54,18%. Hasil antioksidan DPPH dan hidroksil didapatkan sifat antioksidan tertinggi terdapat pada ekstrak lerak (119,07; 9,69 ppm) dan diikuti oleh BioMOF-3 (785,79; 88,04 ppm), BioMOF-5 (325,42; 55,08 ppm), BioMOF-7 (207,79; 51,38 ppm), BioMOF-9 (185,08; 20,64 ppm), BioMOF-11(163,44; 15,91 ppm). Hasil antibakteri didapatkan bahwa antibakteri terkuat adalah BioMOF-7 dengan MIC (500 ppm) dan antibakteri terlemah adalah ekstrak lerak (800 ppm). Hasil adsorpsi % *removal* BioMOF terhadap pewarna *Methylene Blue*, *Malachite Green*, *Methyl Orange*, metal Pb dan Hg didapatkan BioMOF-7 merupakan adsorbat yang memiliki efisiensi tertinggi, pada pewarna *Methylene Blue* (72,23%), *Malachite Green* (51,93%), *Methyl Orange* (76,75%), metal Pb (93,17%), dan Hg (48,49%). Ditemukan pada uji kinetik adsorpsi terhadap *Methylene Blue* memiliki model yang paling cocok ialah *linear pseudo second order*. Berdasarkan hasil penelitiannya, BioMOF yang tersintesa dari ligan alami memiliki sifat adsorpsi terhadap berbagai pewarna dan *metal*, sehingga berpotensi digunakan dalam pengolahan air limbah untuk menghilangkan kadar pewarna dan *heavy metal*.