

**SKRIPSI**

**POTENSI KERANGKA LOGAM ORGANIK BERBASIS KALSIMUM  
(CA-BDC) DALAM PROSES LOADING DAN PELEPASAN OBAT  
HIDROFOBİK (KURKUMİN)**



Diajukan oleh:

Michael Giovanni Sugiarto

NRP 5203018049

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

## LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : **Michael Giovanni Sugiarto**

NRP : **5203018049**

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

Surabaya, 25 Januari 2024

Pembimbing I

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM.

NIK 521.18.1010

Pembimbing II

Dr. Ir. Christian Julius Wijaya, S.T.,  
M.T., IPP.

NIK 521.17.0948

### Dewan Penguji

Ketua

Ir. Chintya Guzarto, S.T., Ph.D., IPP.

NIK 521.17.0947

Sekretaris

Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM.

NIK 521.18.1010

Anggota

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

NIK 521.20.1227

Anggota

Ir. Jenni Lic, S.T., Ph.D., IPP.

NIK 521.17.0949

### Mengetahui




Fakultas Teknik  
Deban,  
Surabaya

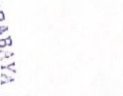


Prof. Ir. Felicia Ids Soetaredjo, S.T.,  
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIK 521.99.0391



Program Studi Teknik Kimia  
Ketua Prodi,



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

NIK 521.99.0401

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN  
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Michael Giovanni Sugiarto  
NRP : 5203018049

Menyetujui karya ilmiah saya:

Judul :  
Potensi Kerangka Logam Organik Berbasis Kalsium (Ca-Bdc) Dalam Proses Loading Dan Pelepasan Obat Hidrofobik (Kurkumin)

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, 25 Januari 2024

Yang menyatakan,



Michael Giovanni Sugiarto  
NRP 5203018049

## 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, 25 Januari 2024

Yang menyatakan,



Michael Giovanni Sugiarto  
NRP 5203018049

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
DAFTAR TABEL .....	vii
KATA PENGANTAR .....	ix
INTISARI .....	xi
BAB I.....	1
I.1 Latar belakang .....	1
I.2 Tujuan penelitian.....	3
I.3 Pembatasan masalah.....	4
BAB II .....	5
II.1 Faktor pertimbangan penggunaan MOF dalam aplikasi DDS.....	5
II.2 Penelitian terdahulu mengenai penggunaan dan perkembangan Ca-MOF dalam DDS.....	7
II.3 Penggunaan BDC dalam Ca-BDC.....	10
II.4 Struktur Ca-BDC dengan ligan BDC .....	10
II.5 Karakteristik obat kurkumin serta potensi penggunaan Ca-BDC sebagai pembawa obat obat kurkumin .....	11
BAB III.....	15
III.1 Alat dan Bahan .....	15
III.1.1 Alat.....	15
III.1.2 Bahan .....	15
III.2 Metode Kerja.....	16
III.2.1 Sintesis Ca-BDC .....	16

III.2.2 Studi pengaruh konsentrasi awal kurkumin, pH, suhu dan waktu pada adsorpsinya ke dalam Ca-BDC. ....	16
III.2.3 Studi degradasi Ca-BDC secara <i>in vitro</i> menggunakan larutan <i>phospate buffer saline</i> (PBS) pada berbagai pH.....	17
III.2.4 Studi kinetika pelepasan kurkumin dari Ca-BDC .....	18
III.2.5 Karakterisasi Ca-BDC.....	20
BAB IV.....	21
IV.1 Hasil karakterisasi .....	21
IV.2 Studi pengaruh konsentrasi awal kurkumin terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC .....	27
IV.3 Studi pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC.....	29
IV.4 Studi pengaruh suhu terhadap kemampuan adsorpsi Ca-BDC.....	31
IV.5 Studi pengaruh waktu terhadap kemampuan adsorpsi Ca-BDC.....	32
IV.6 Studi degradasi <i>in-vitro</i> dengan media PBS pada berbagai pH .....	34
IV.7 Studi kinetika pelepasan kurkumin dari Ca-BDC.....	37
BAB V .....	40
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA .....	41
LAMPIRAN .....	55

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1. Berbagai studi penggunaan MOF dalam aplikasi <i>loading</i> /pelepasan obat .....	6
Tabel II.2. Data toksisitas dari setiap logam yang digunakan dalam MOF ..	8
Tabel II.3. Penggunaan Ca-BDC sebagai pembawa obat .....	8
Tabel II.4. Penggunaan MOF sebagai pembawa obat obat kurkumin .....	14
Tabel III.1. Variabel yang dipertahankan dari setiap studi adsorpsi .....	16
Tabel III.2. Kondisi untuk studi kinetika pelepasan .....	18
Tabel A.1. Data kurva baku kurkumin.....	56
Tabel B.1. Pengaruh konsentrasi awal kurkumin terhadap adsorpsi.....	59
Tabel C.1. Pengaruh pH kurkumin terhadap adsorpsi .....	61
Tabel D.1. Pengaruh suhu kurkumin terhadap adsorpsi .....	62
Tabel E.1. Pengaruh waktu kurkumin terhadap adsorpsi.....	63
Tabel F.1. Studi degradasi in-vitro dengan PBS pada berbagai pH.....	64
Tabel G.1. Data kurva baku kurkumin dengan media PBS .....	65
Tabel H.1. Data kinetika pelepasan kurkumin pada media PBS dengan pH 2,2 .....	68
Tabel H.2. Data kinetika pelepasan kurkumin pada media PBS dengan pH 5,5 .....	69
Tabel H.3. Data kinetika pelepasan kurkumin pada media PBS dengan pH 6,8 .....	70
Tabel H.4. Data kinetika pelepasan kurkumin dengan UV pada pH 2,2 .....	72
Tabel H.5. Data kinetika pelepasan kurkumin dengan UV pada pH 5,5 .....	73
Tabel H.6. Data kinetika pelepasan kurkumin dengan UV pada pH 6,8 .....	74

## DAFTAR GAMBAR

Gambar III.1 Profil waktu iradiasi lampu UV .....	19
Gambar IV.1. Perbandingan hasil karakterisasi XRD dengan referensi [19] .....	22
Gambar IV.2. Hasil karakterisasi (a) SEM; (b) EDS dan pemetaan unsur; (c) PSA; dan (d) <i>zeta potential</i> pada berbagai pH.....	24
Gambar IV.3. Hasil karakterisasi (a) $N_2$ Sorption dan (b) FTIR.....	27
Gambar IV.4. Pengaruh konsentrasi awal kurkumin terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC .....	28
Gambar IV.5. Pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC .....	30
Gambar IV.6. Bentuk (a) enol kurkumin dan (b) bentuk enol kurkumin setelah mendonor atom $H^+$ .....	30
Gambar IV.7. Pengaruh suhu terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC .....	32
Gambar IV.8. Pengaruh waktu terhadap kapasitas adsorpsi Ca-BDC .....	33
Gambar IV.9. Studi degradasi <i>in-vitro</i> dengan media PBS pada pH (a) 2,2; (b) 5,5; dan (c) 6,8 serta (d) hasil FTIR setelah degradasi pada berbagai pH .....	36
Gambar IV.10. Profil kinetika pelepasan dengan media PBS pada (a) pH 2; (b) pH 5,5; (c) 6,8 tanpa UV; dan persentase pelepasan kumulatif (d) pH 2; (e) pH 5,5; (f) pH 6,8 dengan UV. ....	39
Gambar A.1. Kurva baku kurkumin .....	57
Gambar G.1. Kurva baku kurkumin rentang konsentrasi tinggi .....	66
Gambar G.2. Kurva baku kurkumin rentang konsentrasi rendah.....	66



## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karuniaNya sehingga saya 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 “Potensi Kerangka Logam Organik Berbasis Kalsium (Ca-Bdc) Dalam Proses Loading Dan Pelepasan Obat Hidrofobik (Kurkumin)” dengan baik. Penyusunan laporan ini merupakan salah satu persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik di Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Skripsi ini terkhusus kepada:

1. Tuhan Yesus yang memberikan kekuatan dan penghiburan selama pengerjaan laporan ini;
2. Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan pengarahan, bimbingan, pengajaran serta masukan dalam penulisan laporan dan pengerjaan penelitian;
3. Dr. Ir. Christian Julius Wijaya, S.T., M.T., IPP. selaku dosen pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu untuk mengarahkan, memberi masukan, saran, dan membimbing dalam penulisan laporan dan pengerjaan penelitian;
4. Ir. Chintya Gunarto, S.T., Ph.D. IPP, Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T., Ph.D., IPM., Ir. Jenni Lie, S.T., Ph.D., IPP. selaku dosen penguji yang telah banyak memberi saran dan kritik terkait laporan ini;

5. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan materi dan non materi serta adik penulis Jessica Angeline Sugiarto yang telah banyak memberikan dukungan moral sehingga laporan ini dapat terselesaikan;
6. Antonius Jimmy Widagdo, Steven Chia, Marvel Guntur Wijanarko, selaku teman-teman penulis yang banyak membantu dalam saran, dukungan moral dan mental, dan menemani dalam kegiatan praktikum agar penelitian ini dapat terselesaikan.
7. Semua pihak yang terlibat dan ikut membantu dalam penulisan laporan ini yang penulis tidak bisa sebutkan namanya satu persatu

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, 25 Januari 2025

Penulis

## INTISARI

Kerangka logam organik dengan basis logam kalsium dengan ligan *benzene dicarboxylic acid* (Ca-BDC) merupakan pembawa obat yang telah diteliti mampu memuat serta mengantarkan obat ke situs terapeutik. Meskipun demikian, penggunaan Ca-BDC sebagai pembawa obat masih sangat jarang untuk digunakan. Sejumlah hambatan seperti sintesis Ca-BDC yang menghasilkan volume pori serta luas permukaan yang rendah membuat penurunan efek terapeutik yang diinginkan, sehingga diperlukan adanya upaya peningkatan karakteristik dari Ca-BDC. Proses sintesis Ca-BDC akan dilakukan secara solvotermal dengan menggunakan pelarut dimetilasetamida (DMA) yang dapat menghasilkan peningkatan volume pori dan luas permukaan area jika dibandingkan dengan pelarut lain seperti dimetilformamida (DMF). Berdasarkan hasil karakterisasi, Ca-BDC yang disintesis memiliki bentuk ortorombik dimana terdapat pergeseran permukaan lapisan dengan kisi kristal  $a = 24,9388 \text{ \AA}$ ,  $b = 14,3588 \text{ \AA}$ ,  $c = 3,3993 \text{ \AA}$  dan volume kristal  $1217,27 \text{ \AA}^3$ ; Rentang ukuran yang berkisar antara 79 hingga 531 nm serta ada kristal yang teraglomerasi dengan rentang ukuran 3,5 hingga 5,5  $\mu\text{m}$ ; Luas permukaan area yang diukur menggunakan metode BET sebesar  $12,1452 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan diameter rata-rata untuk adsorpsi dan desorpsi 18,9977 dan 16,5161 nm; dan muatan permukaan yang negatif pada saat  $\text{pH} > 5,6$  serta memiliki muatan yang positif pada saat  $\text{pH} < 5,6$ . Penelitian ini mempelajari pengaruh konsentrasi awal kurkumin (200 – 2000 ppm, dengan interval konsentrasi 200 ppm), pH (2 – 9), waktu (6, 12, 18, 24, dan 48 jam), dan suhu (30, 40, dan  $50^\circ\text{C}$ ) terhadap proses adsorpsi kurkumin ke dalam Ca-BDC. Dari studi adsorpsi yang dilakukan, kapasitas adsorpsi tertinggi dihasilkan pada konsentrasi awal 1800 ppm, pH 3, waktu 24 jam, dan suhu  $30^\circ\text{C}$ . Berdasarkan hasil studi kinetika pelepasan, pelepasan kurkumin dari Ca-BDC mengikuti model *pseudo first order* dengan persentase pelepasan kumulatif dari kurkumin untuk pH 2,2, 5,5 dan 6,8 berturut-turut mencapai 66%, 60%, dan 54%. Sementara itu, studi pengaruh UV terhadap pelepasan kurkumin menunjukkan adanya peningkatan persentase pelepasan kumulatif yang dapat disebabkan karena adanya donor elektron dari TEA selama proses penyinaran UV.