

**SKRIPSI**

**SINTESIS DAN MODIFIKASI COVALENT ORGANIC  
FRAMEWORK (COF) UNTUK FOTODEGRADASI 4-  
NITROFENOL**



Diajukan oleh:

Keziah Janice Imanuela                      NRP 5203022001

Ronald Sanjaya                                NRP 5203022005

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

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

**Nama : Keziah Janice Imanuela**

**NRP : 5203022001**

telah diselenggarakan pada tanggal 26 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 11 Juli 2025

Pembimbing I

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

NIDN 0708059403

Pembimbing II

Prof. Ir. Suryadi Isradji, M.T.,  
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0721126901

### Dewan Penguji

Ketua

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

NIDN 0719079501

Sekretaris

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

NIDN 0708059403

Anggota

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

NIDN 0706078605

Anggota

Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,  
M.Phil. Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

### Mengetahui



## LEMBAR PENGESAHAN

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

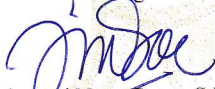
**Nama : Ronald Sanjaya**

**NRP : 5203022005**

telah diselenggarakan pada tanggal 26 Juni 2025, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 11 Juli 2025

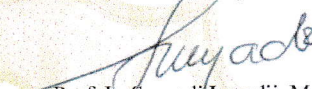
Pembimbing I



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

NIDN 0708059403

Pembimbing II



Prof. Ir. Suryadhamadji, M.T.,  
Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0721126901

### Dewan Penguji

Ketua



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

NIDN 0719079501

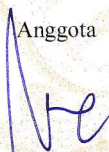
Sekretaris



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

NIDN 0708059403

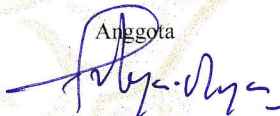
Anggota



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

NIDN 0706078605

Anggota



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,  
M.Phil. Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

### Mengetahui

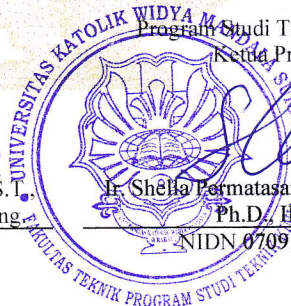
Fakultas Teknik  
Dekan.



Prof. Ir. Felycia Edi Soetaredjo, S.T.,  
M.Phil., Ph.D., IPU., ASEAN Eng.

NIDN 0702047702

Program Studi Teknik Kimia  
Ketua Prodi.



Ir. Sheila 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 : Keziah Janice Imanuela**

**NRP : 5203022001**

Menyetujui karya ilmiah saya:

**Sintesis dan Modifikasi *Covalent Organic Framework (COF)* untuk Fotodegradasi 4-Nitrofenol**

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, 11 Juli 2025

Yang menyatakan,



Keziah Janice Imanuela

NRP 5203022001

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN**  
**PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

**Nama : Ronald Sanjaya**

**NRP : 5203022005**

Menyetujui karya ilmiah saya:

**Sintesis dan Modifikasi *Covalent Organic Framework (COF)* untuk Fotodegradasi 4-Nitrofenol**

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, 11 Juli 2025

Yang menyatakan,



Ronald Sanjaya

NRP 5203022005

## 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, 11 Juli 2025

Yang menyatakan,



Keziah Janice Imanuela

NRP 5203022001

## 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, 11 Juli 2025

Yang menyatakan,



Ronald Sanjaya

NRP 5203022005

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
KATA PENGANTAR.....	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 Fotodegradasi 4-Nitrofenol.....	5
II.2 Fotokatalis.....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	11
III.1 Bahan.....	11
III.2 Alat.....	11
III.3 Instrumentasi.....	12
III.4 Prosedur Penelitian.....	13
III.4.1 Sintesis COF-5.....	13
III.4.2 Sintesis <i>Gold Nanoparticles</i> (AuNPs).....	13
III.4.3 Sintesis COF-5@TiO <sub>2</sub> .....	14
III.4.4 Sintesis COF-5@AuNPs.....	14
III.4.5 Fotodegradasi 4-Nitrofenol (4-NP).....	15
III.4.6 <i>Reusability</i> .....	15
III.5 Pengolahan Data.....	16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
IV.1 Karakterisasi Material dan Komposit.....	18
IV.2 Kinetika Fotodegradasi 4-Nitrofenol (4-NP).....	20
IV.3 Mekanisme Fotodegradasi 4-Nitrofenol oleh Fotokatalis.....	25
IV.4 <i>Reusability</i> .....	29
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	34
V.1 Kesimpulan.....	34
V.2 Saran.....	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35
LAMPIRAN.....	47

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Pemanfaatan Fotokatalis dalam Berbagai Fotodegradasi.....	8
Tabel IV.1 Hasil <i>Fitting</i> Kinetika Fotodegradasi.....	21
Tabel IV.2 Konsentrasi 4-NP Terdegradasi dan Pembentukan Konsentrasi 4-AP.....	25
Tabel IV.3 Hasil <i>Fitting</i> Kinetika Fotodegradasi <i>Reused</i> Fotokatalis .....	32

## DAFTAR GAMBAR

Gambar IV.1 Hasil XRD: (a) COF-5; (b) TiO <sub>2</sub> ; (c) AuNPs; (d) COF-5@TiO <sub>2</sub> .....	19
Gambar IV.2 Hasil analisis SEM: (a) COF-5; (b) TiO <sub>2</sub> ; (c) AuNPs.....	20
Gambar IV.3 Kinetika Fotodegradasi 4-NP .....	21
Gambar IV.4 Mekanisme Fotodegradasi 4-NP [5] .....	27
Gambar IV.5 Pengaruh H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> dalam Fotodegradasi.....	28
Gambar IV.6 Mekanisme Fotodegradasi 4-NP .....	30
Gambar IV.7 Kinetika Fotodegradasi 4-NP <i>Reused</i> .....	32

## KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas karunia-Nya 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 “Sintesis dan Modifikasi *Covalent Organic Framework (COF)* untuk Fotodegradasi 4-Nitrofenol” dengan konten yang meliputi pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian, hasil dan pembahasan, kesimpulan dan saran, daftar pustaka.

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

1. Ir. Shella Permatasari Santoso, S.T., Ph.D., IPM. selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik.
2. Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T., Ph.D., IPM. selaku dosen pembimbing pertama skripsi yang telah memberikan ide skripsi, kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
3. Prof. Ir. Suryadi Ismadji, M.T., Ph.D., IPU., ASEAN Eng. selaku dosen pembimbing kedua skripsi yang telah memberikan kritik dan saran selama proses penyusunan skripsi.
4. Orang tua penulis yang telah mendoakan dan memberi dukungan secara moral maupun material.
5. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis, yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan semangat dalam pelaksanaan dan penyusunan skripsi.

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

Surabaya, 11 Juli 2025

Penulis

## INTISARI

*Covalent Organic Framework* (COF) merupakan sebuah polimer organik berpori kristal, dengan struktur yang dapat berupa 2D maupun 3D. Ikatan kovalen yang terbentuk dikenal dengan kekuatannya dan dapat membentuk ikatan antar atom untuk membentuk molekul hingga struktur kovalen raksasa. Dalam beberapa tahun terakhir, COF dapat dianggap sebagai salah satu fotokatalis yang memiliki potensi untuk dikembangkan. Karakteristik seperti kristalinitas dan porositas dari COF dapat menawarkan berbagai manfaat dalam aplikasinya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kemampuan COF sebagai fotokatalis, baik secara *single* maupun komposit dengan senyawa nanopartikel seperti *titanium dioxide* (TiO<sub>2</sub>) dan *gold nanoparticles* (AuNPs). Selain itu juga akan mempelajari luas permukaan, morfologi serta kristalinitas dari COF-5, TiO<sub>2</sub>, AuNPs, COF-5@TiO<sub>2</sub> dan COF-5@AuNPs dengan menggunakan analisis SEM dan XRD. Kemudian fungsi COF-5 sebagai fotokatalis akan diuji dengan melakukan fotodegradasi menggunakan senyawa 4-nitrofenol (4-NP). Fotokatalis yang akan diuji yaitu COF-5, TiO<sub>2</sub>, AuNPs, COF-5@TiO<sub>2</sub> dan COF-5@AuNPs untuk mendegradasi senyawa 4-NP dengan konsentrasi 0,1 mM yang dilakukan didalam kotak dengan penyinaran lampu UV pada panjang gelombang 254 nm. Senyawa yang dihasilkan dari fotodegradasi tersebut berupa 4-aminofenol (4-AP) yang ditandai dengan adanya perubahan warna dari kuning (4-NP) menjadi bening (4-AP) dengan *peak* absorbansi di panjang gelombang sekitar 302 nm. Hasil percobaan tersebut kemudian diolah dengan persamaan *first order* dan *second order* untuk dipelajari lebih lanjut mengenai laju kinetika fotodegradasi dari masing-masing fotokatalis.