

SKRIPSI

**FILM SELULOSA DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT
TERMODIFIKASI AgMOF UNTUK PENINGKATAN PROPERTI
ANTIBAKTERIAL SEBAGAI LAPISAN PEMBALUT LUKA**



Diajukan oleh:

Jessica Chrisanta Soegianto

NRP 5203021001

Michael Suryananda Ismadji

NRP 5203021008

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : Jessica Chrisanta Soegianto

NRP : 5203021001

telah diselenggarakan pada tanggal 24 Juli 2024, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 05 Agustus 2024

Pembimbing I

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

NIDN 0719079501

Pembimbing II

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

NIDN 0706078605

Dewan Penguji

Ketua

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

NIDN 0708059403

Sekretaris

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

NIDN 0719079501

Anggota

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

NIDN 0702047702

Anggota

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

NIDN 07725119401

Anggota

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

NIDN 0706078605

Mengetahui



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

NIDN 0702047702



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

NIDN 0726127601

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : Michael Suryananda Ismadji

NRP : 5203021008

telah diselenggarakan pada tanggal 24 Juli 2024, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** Program Studi Teknik Kimia.

Surabaya, 05 Agustus 2024

Pembimbing I

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

NIDN 0719079501

Pembimbing II

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

NIDN 0706078605

Dewan Penguji

Ketua

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

NIDN 0708059403

Sekretaris

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

NIDN 0719079501

Anggota

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

NIDN 0702047702

Anggota

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

NIDN 07725119401

Anggota

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

NIDN 0706078605

Mengetahui



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Jessica Chrisanta Soegianto

NRP : 5203021001

Menyetujui karya ilmiah saya:

FILM SELULOSA DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERMODIFIKASI AgMOF UNTUK PENINGKATAN PROPERTI ANTIBAKTERIAL SEBAGAI LAPISAN PEMBALUT LUKA 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, 05 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Jessica Chrisanta Soegianto

NRP 5203021001

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Michael Suryananda Ismadji

NRP : 5203021008

Menyetujui karya ilmiah saya:

FILM SELULOSA DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERMODIFIKASI AgMOF UNTUK PENINGKATAN PROPERTI ANTIBAKTERIAL SEBAGAI LAPISAN PEMBALUT LUKA 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, 05 Agustus 2024
Yang menyatakan,



Michael Suryananda Ismadji
NRP 5203021008

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, 05 Agustus 2024
Yang menyatakan,



Jessica Chrisanta Soegianto
NRP 5203021001

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, 05 Agustus 2024

Yang menyatakan,



Michael Suryananda Ismadji

NRP 5203021008

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xii
INTISARI.....	xiii
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Pembatasan Masalah	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Produksi Tandan Kosong Kelapa Sawit di Indonesia	5
II.2 Penggunaan Selulosa berbasis TKKS dalam Bidang Medis ..	5
II.3 AgMOF sebagai Agen Antibakteri	7
II.4 <i>State of the Art</i>	10
III. METODE PENELITIAN.....	12
III.1 Bahan Kimia	12
III.2 Alat.....	12
III.3 Instrumentasi.....	13
III.4 Isolasi Selulosa dan Analisa Kemurnian Selulosa.....	13
III.5 Sintesis AgMOF dan Sel-AgMOF	14
III.6 Uji Kemurnian Selulosa	15
III.7 Uji Antibakteri	16
III.8 Uji <i>Ag-leaching</i>	17
III.9 Uji <i>Swelling</i>	17
III.10 Pengolahan data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	20
IV.1 Studi Pengaruh Jumlah Siklus Delignifikasi dan Konsentrasi NaOH terhadap Kemurnian Selulosa	20
IV.2 Karakterisasi material.....	23
IV.2.1 Karakterisasi Morfologi.....	23
IV.2.2 Karakterisasi Kristalinitas.....	27
IV.2.3 Karakterisasi Gugus Fungsi	30
IV.3 Penentuan diameter zona inhibisi (ZOI) dari komposit Sel-AgMOF terhadap <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	31

IV.4	Karakterisasi TGA	33
IV.5	Studi <i>Ag-leaching</i> pada Sel-AgMOF	35
IV.6	Studi <i>swelling</i> Sel-AgMOF	36
V.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
V.1	Kesimpulan	39
V.2	Saran	39
	DAFTAR PUSTAKA.....	40
	LAMPIRAN	54

DAFTAR TABEL

Tabel II.1	Metode delignifikasi TKKS.....	7
Tabel II.2	Perbandingan zona inhibisi material berbasis Ag.....	8
Tabel II.3	Sintesis AgMOF yang pernah dilakukan.....	9
Tabel IV.1	Data <i>yield</i> sampel selulosa yang diperoleh dari setiap variasi berupa siklus delignifikasi.....	22

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1	Mekanisme AgMOF sebagai agen antibakteri.....	8
Gambar II.2	Diagram alir sintesis <i>film</i> selulosa termodifikasi AgMOF secara <i>ex-situ</i>	11
Gambar III.1	Ilustrasi perhitungan zona inhibisi.....	18
Gambar IV.1	Data komposisi dari serat TKKS serta sampel selulosa dengan variasi berupa jumlah delignifikasi dengan konsentrasi NaOH 20% pada suhu 100°C....	20
Gambar IV.2	Data komposisi dari sampel selulosa dengan variasi berupa konsentrasi larutan NaOH pada proses delignifikasi sebanyak 2 siklus pada suhu 100°C....	23
Gambar IV.3	Analisa SEM untuk menentukan morfologi dari AgMOF dengan perbesaran (a) 5.000x, (b) 60.000x, (c) 10.000x dan (d) analisa EDX untuk menentukan persentase massa Ag dari Ag-MOF....	24
Gambar IV.4	Analisa SEM terhadap morfologi dari (a) selulosa dengan perbesaran 10.000x dan (b) <i>film</i> selulosa dengan perbesaran 10.000x.....	25
Gambar IV.5	Analisa SEM dan EDX untuk menentukan morfologi serta persentase massa komponen N, C, Ag dan O dari Sel-AgMOF pada perbesaran 10.000x dengan variasi (a) IS, (b) ISS, (c) ES, dan (d) ESS	26
Gambar IV.6	Hasil analisa XRD dari AgMOF, selulosa, <i>film</i> selulosa, <i>film</i> selulosa dengan perendaman TEA, dan seluruh komposit sel-AgMOF.....	27
Gambar IV.7	Bentuk kristal AgMOF berdasarkan data XRD.....	28
Gambar IV.8	Spektra FTIR dari AgMOF, selulosa, dan <i>film</i> selulosa.....	30
Gambar IV.9	Zona inhibisi material terhadap <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i>	32
Gambar IV.10	Kurva (a) TGA dan (b) DTG	34
Gambar IV.11	Banyaknya Ag- <i>leaching</i> selama perendaman pada larutan keringat.....	35
Gambar IV.12	<i>Swelling</i> Sel-AgMOF.....	36

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 Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Termodifikasi AgMOF untuk Lapisan Pembalut Luka 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. Dr. Ir. Christian Julius Wijaya, S.T., M.T., IPP. selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan ide judul skripsi ini, masukkan, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi ini
2. Ir. Maria Yuliana, S.T., Ph.D., IPM. selaku pembimbing II skripsi yang telah memberikan masukkan, kritik, dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
3. Ir. Sandy Budi Hartono, S.T., M.Phil., Ph.D., IPM selaku Kepala Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
4. Keluarga, teman, dan seluruh pihak lain yang telah mendukung dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan 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 azas keterlaksanaan, kesesuaian dan fleksibilitas, dengan mengacu pada perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Demikian, semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Surabaya, 5 Agustus 2024

Penulis

INTISARI

Luka adalah kerusakan yang terjadi pada lapisan kulit, baik paling luar maupun dalam. Karena kulit adalah lapisan pertahanan tubuh terluar, maka luka yang terjadi dapat mengakibatkan permasalahan berkelanjutan seperti infeksi apabila tidak ditangani. Karena inilah diperlukan sebuah pembalut luka yang aman bagi kulit dan mampu melindungi luka dari infeksi bakteri. Dalam penelitian ini, selulosa dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) digunakan sebagai media adsorben pada pembalut luka. Selulosa dimodifikasi menjadi lembaran *film* yang kemudian dimodifikasi lagi dengan agen antibakteri yakni AgMOF, sebuah *metal organic framework* yang berbasis Ag (Perak) sebagai logam dan 2MI (2-metilimidazol) sebagai ligan. Isolasi selulosa dari TKKS dilakukan dengan metode delignifikasi alkali menggunakan NaOH 10% selama 4 jam, sebanyak 2 kali proses delignifikasi, yang menghasilkan selulosa dengan kemurnian mencapai 88,71%. Selulosa kemudian dihidrolisa menggunakan HCl sehingga menjadi lapisan *film* sehingga ukuran selulosa mengecil menjadi sekitar 2 μm yang membuat *film* menjadi lebih transparan. *Film* selanjutnya dimodifikasi dengan AgMOF menjadi komposit Sel-AgMOF. Modifikasi agen antibakteri telah dilakukan dengan cara *in-situ* melalui perendaman dan secara *ex-situ* menggunakan TEA (trietilamin) sebagai penghubung antara selulosa dengan AgMOF. Karakterisasi melalui SEM-EDX menunjukkan hasil memuaskan untuk metode sintesis *ex-situ*, dimana AgMOF dengan ukuran kristal sekitar 3,3 μm terbentuk pada permukaan selulosa. Komposit Sel-AgMOF juga diuji kemampuan antibakterinya melalui uji zona inhibisi lalu kestabilannya serta kemampuan *swelling* di dalam larutan simulasi keringat. Komposit yang disintesis secara *ex-situ* menunjukkan kemampuan antibakteri yang baik terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Komposit yang disintesis secara *ex-situ* memiliki kestabilan yang ideal setelah perendaman selama 24 jam di larutan simulasi keringat, dimana *Ag-leaching* yang terjadi hanya sekitar 1,18% dari total Ag. Komposit juga mengalami penurunan kemampuan *swelling* sehingga komposit dapat digunakan bersamaan dengan obat antiseptik lain tanpa menghambat kinerja obat.