

SKRIPSI

**PEMANFAATAN LIMBAH SCOBY KOMBUCHA
TERMODIFIKASI NANOPARTIKEL Fe_3O_4 /ZIF-8 SEBAGAI
PEMBALUT LUKA ANTIBAKTERI**



Diajukan oleh:

Marcello Prayoga / 5203021010

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

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

Nama : **Marcello Prayoga**

NRP : **5203021010**

telah diselenggarakan pada tanggal 25 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

Ir. Nathania Puspitasari, S.T., Ph.D., IPP.
NIDN 0725119401

Pembimbing II

Dr. Ir. Christian Julius Wijaya, S.T.,
M.T., IPP.
NIDN 0719079501

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Chintya Gunanto, S.T., Ph.D., IPP.
NIDN 0728119501

Sekretaris

Ir. Nathania Puspitasari, S.T., Ph.D., IPP.
NIDN 0725119401

Anggota

Ir. Ery Susiany
Retnoningtyas, S.T.,
M.T., Ph.D., IPM.
NIDN 0716067201

Anggota

Ir. Jindrayani Nyoo
Putro, S.T., Ph.D., IPM.
NIDN 0708059403

Anggota

Dr. Ir. Christian Julius
Wijaya, S.T., M.T., IPP.
NIDN 0719079501

Mengetahui



**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN
PUBLIKASI KARYA ILMIAH**

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

Nama : Marcello Prayoga

NRP : 5203021010

Menyetujui karya ilmiah saya:

Pemanfaatan Limbah SCOBY Kombucha Termodifikasi Nanopartikel Fe₃O₄/ZIF-8 Sebagai Pembalut Luka Antibakteri

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,



Marcello Prayoga

NRP 5203021010

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,



Marcello Prayoga
NRP 5203021010

DAFTAR ISI

SKRIPSI	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN	iii
PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
8	ix
KATA PENGANTAR	x
INTISARI	xi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
I.	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Tujuan Penelitian	3
I.3 Pembatasan Masalah	4
BAB II	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
II.	5
II.1 Pembalut luka	5
II.2 SCOBY Kombucha	5
II.3 Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4)	9
II.4 <i>Zeolitic Imidazolate Framework-8 (ZIF-8)</i>	11
II.5 <i>Escherichia coli (E. coli)</i>	12
II.6 <i>Staphylococcus aureus (S. aureus)</i>	12
II.7 <i>Zone of Inhibition (ZOI) (metode Disc Diffusion)</i>	13
BAB III	15
METODE PENELITIAN	15
III.	15
III.1 Bahan Kimia	15
III.2 Alat	15
III.3 Sintesis ZIF-8	16
III.4 Pembuatan nanopartikel Fe_3O_4	17
III.5 Kultur membran SCOBY	18
III.6 Sintesis komposit SCOBY/ Fe_3O_4 /ZIF-8	19
III.7 Karakterisasi menggunakan SEM, FTIR dan XRD	21
III.8 Uji antibakteri	21
III.9 Uji antioksidan	22

III.10	Uji kadar air	22
BAB IV		23
HASIL DAN PEMBAHASAN		23
IV.1	Sintesis & Karakterisasi SCOPY/ Fe_3O_4 /ZIF-8	23
IV.2	Membran SCOPY	28
IV.3	Uji Aktivitas Antibakteri Terhadap <i>E. coli</i> & <i>S. aureus</i>	29
IV.4	Uji antioksidan	38
BAB V		40
KESIMPULAN		40
V.1	Kesimpulan	40
V.2	Saran	40
DAFTAR PUSTAKA		41
LAMPIRAN A		47
DOKUMENTASI		47
LAMPIRAN B		53
PERHITUNGAN		53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis mikroba yang terkandung dalam SCOBY [22], [23], [24]	7
Tabel 2. Zona Inhibisi (ZOI) dari metal nanopartikel Ag, CuO, Fe ₂ O ₃ dan Au untuk <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i> .	10
Tabel 3. ZOI dari <i>E. coli</i> dan <i>S. aureus</i> untuk nanopartikel Fe ₃ O ₄ /CS/GE (CS: <i>incorporated-chitosan</i> , GE: <i>gelatin</i>).	10
Tabel 4. Properti dari ZIF-8	11
Tabel 5. Hasil uji antibakteri menggunakan SCOBY (diameter 13 mm)	30
Tabel 6. Hasil zona inhibisi terhadap bakteri <i>E. coli</i> & <i>S. aureus</i> (<i>disc</i> diameter 12 mm).	36
Tabel 7. Hasil uji antioksidan SCOBY/Fe ₃ O ₄ /ZIF-8 (3 %berat)	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Membran SCOBY kombucha (penelitian ini)	8
Gambar 2. Reaksi pembentukan membran SCOBY	8
Gambar 3. Mekanisme pembentukan nanopartikel Fe_3O_4	10
Gambar 4. Reaksi pembentukan ZIF-8	12
Gambar 5. <i>Escherichia coli</i> [40]	12
Gambar 6. <i>Staphylococcus aureus</i> [40]	13
Gambar 7. Sintesis ZIF-8	16
Gambar 8. Pembuatan nanopartikel Fe_3O_4	17
Gambar 9. Kultur membran SCOBY	19
Gambar 10. Sintesis $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$	20
Gambar 11. Sintesis komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$	21
Gambar 12. Ilustrasi mekanisme pembentukan SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ [48] (modifikasi)	23
Gambar 13. Hasil SEM dari (a & b) ZIF-8 dan (c & d) komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$.	25
Gambar 14. FTIR dari ZIF-8, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dan komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$	26
Gambar 15. XRD dari ZIF-8, $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dan SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$	27
Gambar 16. SCOBY (kiri) sebelum dan (kanan) setelah uji kadar air	28
Gambar 17. Uji antibakteri FeCl_2 , FeCl_3 & Fe_3O_4 terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (60 menit perendaman SCOBY).	29
Tabel 5. Hasil uji antibakteri menggunakan SCOBY (diameter 13 mm).	30
Gambar 18. Uji antibakteri ZIF-8 & SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ 1, 3, 5 %berat terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (60 menit perendaman SCOBY)	31
Gambar 19. Uji antibakteri FeCl_2 , FeCl_3 & Fe_3O_4 terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (120 menit perendaman SCOBY).	32
Gambar 20. Uji antibakteri ZIF-8 & SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ 1, 3, 5 %berat terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (120 menit perendaman SCOBY)	33
Gambar 21. Uji antibakteri kontrol (+) & kontrol (-) terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (120 menit perendaman SCOBY)	34
Gambar 22. Uji antibakteri FeCl_2 , FeCl_3 , Fe_3O_4 , $\text{FeCl}_2/\text{ZIF-8}$ & $\text{FeCl}_3/\text{ZIF-8}$ menggunakan <i>disc</i> 12 mm terhadap <i>S. aureus</i> .	35
Gambar 23. Uji antibakteri ZIF-8 & SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ persen berat 1, 3, 5 %berat menggunakan <i>disc</i> 12 mm terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> .	35
Gambar 24. ZIF-8	47
Gambar 25. Nanopartikel Fe_3O_4	47
Gambar 26. SCOBY dalam tabung reaksi	48
Gambar 27. Komposit $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ (kiri - kanan) 1, 3, 5 %berat	48
Gambar 28. Komposit (kiri) $\text{FeCl}_2/\text{ZIF-8}$ dan (kanan) $\text{FeCl}_3/\text{ZIF-8}$	49

Gambar 29. Uji antibakteri kontrol (+), FeCl ₂ /ZIF-8 & FeCl ₃ /ZIF-8 terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (120 menit perendaman SCOBY)	49
Gambar 30. Uji antibakteri kontrol (-), FeCl ₂ /ZIF-8 & FeCl ₃ /ZIF-8 terhadap (a) <i>E. coli</i> & (b) <i>S. aureus</i> (60 menit perendaman SCOBY)	50
Gambar 31. Uji antioksidan SCOBY/Fe ₃ O ₄ /ZIF-8 (3 %berat), (a) sebelum didiamkan & (b) setelah didiamkan 30 menit.	50
Gambar 32. Grafik batang uji antibakteri ZIF-8, Fe ₃ O ₄ , SCOBY/Fe ₃ O ₄ /ZIF-8 1, 3, 5 %berat terhadap <i>E. coli</i> & <i>S. aureus</i> (60 menit perendaman SCOBY)	51
Gambar 35. Hasil uji antibakteri SCOBY/Fe ₃ O ₄ /ZIF-8 (<i>freeze dry</i>) terhadap (a) <i>E. coli</i> (12; 15,5 mm) & (b) <i>S. aureus</i> (11; 13,5 mm)	52

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat melaksanakan dan menyelesaikan penusunan laporan Skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Limbah SCOPY Kombucha Termodifikasi Nanopartikel Fe₃O₄/ZIF-8 Sebagai Pembalut Luka Antibakteri**” 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. Selama pelaksanaan dan penyusunan laporan Skripsi ini, tentunya tak lepas dari pihak-pihak yang turut memberikan kontribusi demi terselesaikannya laporan ini. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus yang selalu terus memberikan kekuatan, Kesehatan dan jalan keluar yang terbaik untuk penulis.
2. Ir. Nathania Puspitasari, S.T., Ph.D., IPP. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
3. Dr. Ir. Christian Julius Wijaya, S.T., M.T., IPP. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan banyak masukan dan meluangkan waktunya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan;
4. Ir. Chintya Gunarto, S.T., Ph.D., IPP., Ir. Ery Susiany Retnoningtyas, S.T., M.T., Ph.D., IPM. dan Ir. Jindrayani Nyoo Putro, S.T., Ph.D., IPM. selaku dosen penguji;
5. Seluruh dosen dan staf Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian laporan Skripsi ini;
6. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi ini, serta pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap semoga laporan Skripsi ini dapat berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi para pembaca.

Surabaya, 05 Agustus 2024

Penulis

INTISARI

Pembalut luka merupakan perangkat medis yang memiliki fungsi untuk menutupi luka pada kulit, tetapi belum tentu dapat melindungi luka dari infeksi bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pembalut luka antibakteri dari hasil modifikasi limbah SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) Kombucha dengan nanopartikel $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ sebagai agen antibakteri. Membran SCOBY diperoleh melalui proses fermentasi daun teh hitam dengan bantuan bakteri yang berasal dari genus *Acetobacter*, *Gluconobacter*, dan ragi dari genus *Saccharomyces* selama 4 hari dalam suhu ruang. *Metal Organic Framework* (MOF) jenis *Zeolitic Imidazolate Framework-8* (ZIF-8) telah banyak digunakan dalam rekayasa jaringan, *drug delivery*, dan antibiotik. Nanopartikel magnetit (Fe_3O_4) berkembang pesat sebagai agen antibakteri dalam aplikasi biomedis. Metal nanopartikel dipilih karena sifat optik, katalitik, dan elektroniknya yang baik. Magnetit dapat mengganggu fungsi protein dari bakteri dan mencegah resistensi bakteri. Penelitian ini mempelajari pengaruh variasi konsentrasi dari $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dengan variasi persen berat Fe_3O_4 1, 3, 5 %berat dengan waktu perendaman membran SCOBY yang berbeda (60 dan 120 menit). Pada sintesis komposit, magnetit (Fe_3O_4) dengan konsentrasi 1, 3, 5 %berat telah diimobilisasikan ke matriks ZIF-8, kemudian SCOBY direndam dalam larutan $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$. Aktivitas antibakteri telah diujikan terhadap bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* dengan metode *disc diffusion*. Selanjutnya, dilakukan karakterisasi komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM), *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR), dan *X-ray diffraction* (XRD). Dari hasil penelitian, didapatkan komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dengan persen berat Fe_3O_4 3 %berat dan waktu perendaman 120 menit memiliki zona inhibisi terbesar terhadap *E. coli* yaitu 21 ± 1 mm. Uji antioksidan dengan metode DPPH dilakukan pada komposit SCOBY/ $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{ZIF-8}$ dengan persen berat Fe_3O_4 3 %berat. Didapatkan nilai IC50 dari hasil dari uji antioksidan adalah 368,91 mg/L.