

**STUDI *IN SILICO* DAN *IN VIVO* EFEKTIVITAS EKSTRAK
KEMBANG KOL (*Brassica oleracea* Linn.) DALAM
MEMPERCEPAT PENYEMBUHAN LUKA
BAKAR DERAJAT III**

SKRIPSI



Oleh :

DESY MEYLINDA

NIM. I1021211027

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2025

**STUDI *IN SILICO* DAN *IN VIVO* EFEKTIVITAS EKSTRAK KEMBANG
KOL (*Brassica oleracea* Linn.) DALAM MEMPERCEPAT
PENYEMBUHAN LUKA BAKAR DERAJAT III**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi
(S. Farm) pada Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura Pontianak**



Oleh :

DESY MEYLINDA

NIM. I1021211027

**PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK**

2025

SKRIPSI

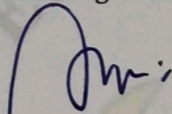
**STUDI *IN SILICO* DAN *IN VIVO* EFEKTIVITAS EKSTRAK KEMBANG
KOL (*Brassica oleracea* Linn.) DALAM MEMPERCEPAT
PENYEMBUHAN LUKA BAKAR DERAJAT III**

Oleh :
DESY MEYLINDA
NIM. 11021211027

Telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura
Tanggal : 6 Maret 2025

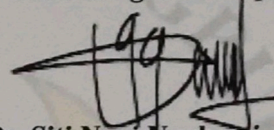
Disetujui,

Pembimbing Utama,



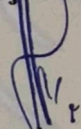
Dr. Inarah Fajriaty, M.Si., Apt
NIP. 198004072009122002

Pembimbing Pendamping,



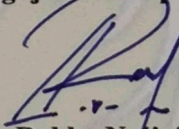
Dr. Siti Nani Nurbaeti, M.Si., Apt
NIP. 198411302008122004

Penguji Utama,



Dr. Bambang Wijianto, M.Sc., Apt
NIP. 198412312009121005

Penguji Pendamping,



Apt. Robby Najini, M.Farm.
NIP. 198909072022031005

Mengetahui,
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura



Dr. Ita Armyanti, M.Pd.Ked
NIP. 198110042008012011

Lulus Tanggal : 6 Maret 2025
No. SK Dekan FK : 1989/UN22.9/TD.06/2025
Tanggal SK : 4 Maret 2025

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Desy Meylinda

NIM : 11021211027

Jurusan/Prodi : Farmasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Pontianak, 24 Februari 2025

Yang Membuat Pernyataan,



Desy Meylinda

NIM. 11021211027

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan karunia-Nya untuk menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Studi *In Silico* dan *In Vivo* Efektivitas Ekstrak Kembang Kol (*Brassica oleracea* Linn.) dalam Mempercepat Penyembuhan Luka Bakar Derajat III”. Penulisan ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Farmasi di Universitas Tanjungpura Pontianak Tahun Ajaran 2024/2025. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan dan bantuan baik material maupun spiritual, yaitu:

1. dr. Ita Armyanti, M.Pd., Ked., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Dr. Bambang Wijianto, M.Sc., Apt, selaku Ketua Jurusan Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak dan Penguji Utama yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, perhatian, dan ilmu yang bermanfaat selama penyusunan skripsi ini.
3. Nera Umilia, M.Sc., Apt, selaku Koordinator Program Studi Farmasi Universitas Tanjungpura Pontianak.
4. Dr. Inarah Fajriaty, M.Si., Apt, selaku Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, perhatian, dan ilmu yang bermanfaat selama penyusunan skripsi ini.

5. Dr. Siti Nani Nurbaeti, M.Si., Apt, selaku Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, perhatian, dan ilmu yang bermanfaat selama penyusunan skripsi ini.
6. Apt. Robby Najini, M.Farm., selaku Penguji Pendamping yang telah memberikan bimbingan, saran, arahan, perhatian, dan ilmu yang bermanfaat selama penyusunan skripsi ini.
7. Desy Siska Anastasia, M.Si., Apt, selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan nasehat, arahan, perhatian, dan bimbingan selama perkuliahan.
8. Orang tua tercinta dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa selama ini.
9. Sahabat saya (Desi Februanti) yang selalu menemani, mendukung, dan memberikan masukan.
10. Tim Ekovutin yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan hiburan dalam keadaan apapun.
11. Teman-teman MBTI yang selalu menemani, bekerja sama, memberi masukan, dan saling mendukung.
12. Teman-teman BUDAYA 8 yang selalu saling membantu dan menyemangati selama perkuliahan.
13. Teman seangkatan 2021 (Ascandium) terutama kelas A3 (Hura Class) yang banyak mendukung dalam menjalani proses perkuliahan.
14. Guru-guru SD hingga SMA yang telah membimbing, mengajarkan, dan mendidik saya sampai saat ini.

15. Civitas Akademik Fakultas Kedokteran terkhususnya kepada dosen-dosen pengajar Program Studi Farmasi yang telah banyak mengajarkan penulis ilmu-ilmu kefarmasian yang sangat bermanfaat, memberikan nasihat, serta yang selalu mendukung penulis.
16. Semua pihak yang terlibat tidak dapat penulis sebutkan satu persatu dalam skripsi ini yang telah memberikan sumbangan pemikiran, doa, dan semangat hingga terselesaikannya skripsi ini.
17. Terakhir, terimakasih untuk diri sendiri karena telah mampu berusaha keras dan berjuang sampai sejauh ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran. Demikian skripsi ini dibuat semoga dapat menjadi skripsi yang bermanfaat.

Pontianak, 24 Februari 2025



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN TULIS.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xv
ABSTRAK	xviii
<i>ABSTRACT</i>	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	3
I.3 Tujuan Penelitian.....	3
I.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
II.1 Kembang Kol.....	5
II.1.1 Klasifikasi Kembang Kol	5
II.1.2 Morfologi Kembang Kol	5
II.1.3 Kandungan dan Manfaat Kembang Kol	6
II.2 Luka Bakar.....	7
II.2.1 Patofisiologi Luka Bakar	8
II.2.2 Derajat Kedalaman Luka Bakar.....	11
II.2.2.1 Luka Bakar Derajat I.....	11
II.2.2.2 Luka Bakar Derajat II.....	12
II.2.2.3 Luka Bakar Derajat III	13
II.2.2.4 Luka Bakar Derajat IV	13
II.2.3 Zona Luka Bakar	14
II.2.4 Penyembuhan Luka Bakar.....	15
II.2.5 Terapi Pengobatan Luka Bakar.....	17

II.3 <i>In Silico</i>	19
II.3.1 Tipe-tipe Ikatan Kimia.....	22
II.3.1.1 Ikatan Kovalen	22
II.3.1.2 Ikatan Ion	23
II.3.1.3 Ikatan Ion-dipol dan Dipol-dipol	24
II.3.1.4 Ikatan Hidrogen.....	24
II.3.1.5 Ikatan <i>Van Der Waal's</i>	25
II.3.1.6 Ikatan Hidrofob	25
II.3.2 Jenis-jenis Reseptor Penyembuhan Luka Bakar.....	26
II.3.2.1 COX (<i>Cyclooxygenase</i>).....	26
II.3.2.2 <i>Transforming Growth Factor-β</i> (TGF-β)	28
II.4 Simplisia	29
II.4.1 Jenis-jenis Simplisia	29
II.4.2 Tahapan Pembuatan Simplisia	30
II.4.2.1 Pengumpulan Bahan Baku	30
II.4.2.2 Sortasi Basah.....	31
II.4.2.3 Pencucian	31
II.4.2.4 Perajangan	32
II.4.2.5 Pengeringan.....	32
II.4.2.6 Sortasi Kering.....	33
II.4.2.7 Pengepakan dan Penyimpanan	33
II.5 Ekstraksi.....	33
II.5.1 Metode Maserasi.....	35
II.5.2 Faktor yang Mempengaruhi Hasil Ekstraksi	35
II.5.2.1 Ukuran dan Jumlah Simplisia	35
II.5.2.2 Waktu Ekstraksi.....	36
II.5.2.3 Suhu Ekstraksi.....	36
II.5.2.4 Jenis dan Jumlah Pelarut	37
II.6 Standardisasi	37
II.6.1 Standardisasi Parameter Spesifik.....	38
II.6.1.1 Determinasi Tanaman.....	38
II.6.1.2 Rendemen.....	38

II.6.1.3 Organoleptik.....	38
II.6.1.4 Skrining Fitokimia	39
II.6.1.4.1 Skrining Fitokimia Metode Uji Tabung	39
II.6.1.4.2 Skrining Fitokimia Metode KLT.....	47
II.6.2 Standardisasi Parameter Non Spesifik.....	51
II.6.2.1 Kadar Lembab Air.....	51
II.6.2.2 Susut Pengeringan.....	52
II.6.2.3 Bobot Jenis	52
II.6.2.4 Kadar Abu	53
II.7 Landasan Teori.....	54
II.8 Kerangka Konsep Penelitian.....	58
II.9 Hipotesis	58
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	59
III.1 Alat dan Bahan	59
III.1.1 Alat	59
III.1.2 Bahan.....	59
III.1.3 Hewan Percobaan.....	60
III.2 Prosedur Penelitian	61
III.2.1 Tempat dan Waktu Penelitian	61
III.2.2 Variabel Penelitian.....	61
III.2.2.1 Variabel Bebas	61
III.2.2.2 Variabel Terikat	61
III.3 Cara Kerja.....	62
III.3.1 Uji <i>In Silico</i>	62
III.3.1.1 Penyiapan Struktur Molekul Reseptor	62
III.3.1.2 Penyiapan Struktur Ligan	62
III.3.1.3 Validasi Metode <i>Molecular Docking</i>	63
III.3.1.4 <i>Molecular docking</i>	64
III.3.2 Preparasi Bahan Uji.....	64
III.3.2.1 Pengambilan Sampel.....	64
III.3.2.2 Determinasi Tanaman	65
III.3.2.3 Pembuatan Simplisia.....	65

III.3.2.4 Pembuatan Ekstrak	65
III.3.2.5 Standardisasi Simplisia dan Ekstrak	66
III.3.2.5.1 Uji Parameter Spesifik	66
III.3.2.5.2 Uji Parameter Non Spesifik	67
III.3.2.6 Skrining Fitokimia	70
III.3.2.6.1 Metode Uji Tabung	70
III.3.2.6.2 Metode KLT	73
III.3.3 Uji <i>In Vivo</i>	74
III.3.3.1 Pengajuan Kaji Etik	74
III.3.3.2 Penyiapan Hewan Uji	74
III.3.3.3 Pengelompokan Hewan Uji	75
III.3.3.4 Pembuatan Luka Bakar Pada Hewan Uji	75
III.3.3.5 Prosedur Pengujian	76
III.3.3.6 Pengamatan Berat Badan dan Diameter Luka Bakar	77
III.4 Skema Penelitian	78
III.5 Analisis Data	79
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	81
IV.1 Hasil Uji <i>In Silico</i>	81
IV.1.1 Analisis Sifat Fisika Kimia Ligan	81
IV.1.2 <i>Molecular Docking</i>	87
IV.1.2.1 <i>Docking</i> Interaksi antara Senyawa Uji dengan COX-1	97
IV.1.2.2 <i>Docking</i> Interaksi antara Senyawa Uji dengan COX-2	102
IV.1.2.3 <i>Docking</i> Interaksi antara Senyawa Uji dengan TGF- β 1	106
IV.1.2.4 <i>Docking</i> Interaksi antara Senyawa Uji dengan TGF- β 2	111
IV.1.2.5 <i>Docking</i> Interaksi antara Senyawa Uji dengan TGF- β 3	115
IV.2 Determinasi Tanaman	120
IV.3 Pembuatan Simplisia	120
IV.4 Pembuatan Ekstrak	125
IV.5 Hasil Standardisasi Simplisia dan Ekstrak	130
IV.5.1 Hasil Uji Standardisasi Parameter Spesifik	131
IV.5.1.1 Hasil Organoleptik	131
IV.5.1.2 Hasil Rendemen	132

IV.5.1.3 Hasil Skrining Fitokimia Metode Uji Tabung.....	132
IV.5.1.4 Hasil Skrining Fitokimia Metode KLT	135
IV.5.2 Hasil Uji Standardisasi Parameter Non Spesifik	139
IV.6 Hasil Uji <i>In Vivo</i>	142
IV.7 Hasil Uji Korelasi	157
BAB V PENUTUP	159
V.1 Kesimpulan.....	159
V.2 Saran.....	160
DAFTAR PUSTAKA.....	161
LAMPIRAN.....	193

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Kembang Kol (<i>Brassica oleracea</i> Linn.).....	6
Gambar 2. Struktur Kulit.....	8
Gambar 3. Patofisiologi Luka Bakar Derajat III.....	10
Gambar 4. Derajat Kedalaman Luka Bakar	11
Gambar 5. Zona Luka Bakar.....	14
Gambar 6. Fase Penyembuhan Luka Bakar	17
Gambar 7. Reaksi Senyawa Flavonoid dengan Serbuk Mg dan HCl Pekat.....	41
Gambar 8. Reaksi Senyawa Fenol dengan FeCl ₃	42
Gambar 9. Reaksi Pembentukan Busa pada Senyawa Saponin	44
Gambar 10. Kerangka Konsep Penelitian	58
Gambar 11. Arah Pengukuran Diameter Luka Bakar	77
Gambar 12. Skema Alur Penelitian.....	78
Gambar 13. Konformasi Bentuk 2D Senyawa dengan Program <i>ChemDraw</i> 12.0.....	83
Gambar 14. Konformasi Bentuk 3D Senyawa dengan Program <i>ChemOffice</i> 3D 12.0.....	85
Gambar 15. Hasil Torsion Senyawa dengan Program <i>Autodock Tools</i> 1.5.7.....	93
Gambar 16. Visualisasi Hasil <i>Molecular Docking</i> antara Reseptor COX-1 dengan Senyawa Uji, Kontrol Positif, dan <i>Native Ligan</i>	98
Gambar 17. Visualisasi Hasil <i>Molecular Docking</i> antara Reseptor COX-2 dengan Senyawa Uji, Kontrol Positif, dan <i>Native Ligan</i>	103
Gambar 18. Visualisasi Hasil <i>Molecular Docking</i> antara Reseptor TGF-β1 dengan Senyawa Uji, Kontrol Positif, dan <i>Native Ligan</i>	107
Gambar 19. Visualisasi Hasil <i>Molecular Docking</i> antara Reseptor TGF-β2 dengan Senyawa Uji, Kontrol Positif, dan <i>Native Ligan</i>	111
Gambar 20. Visualisasi Hasil <i>Molecular Docking</i> antara Reseptor TGF-β3 dengan Senyawa Uji, Kontrol Positif, dan <i>Native Ligan</i>	116
Gambar 21. Sampel Kembang Kol dalam Bentuk.....	131
Gambar 22. Hasil Pemeriksaan Pola Kromatogram	137
Gambar 23. Anatomi Tikus Putih.....	145
Gambar 24. Grafik Persen Perubahan Berat Badan Hewan Uji.....	148
Gambar 25. Diagram Persen Perubahan Berat Badan Hewan Uji Pada Hari Ke-8.....	149
Gambar 26. Grafik Persen Kesembuhan.....	154
Gambar 27. Diagram Persen Kesembuhan Pada Hari Ke-8	155
Gambar 28. Mekanisme Kerja Ekstrak Kembang Kol Secara <i>In Silico</i> dan <i>In</i> <i>Vivo</i>	158

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tipe-tipe Ikatan Kimia pada Interaksi Obat-reseptor	22
Tabel 2. Reagen Pereaksi Pada Uji KLT	49
Tabel 3. Pengaturan <i>Gridbox</i> dalam Validasi Metode Terhadap Reseptor COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3.....	63
Tabel 4. Pengelompokan Hewan Uji	75
Tabel 5. Interpretasi Nilai Koefisien Korelasi.....	80
Tabel 6. Hasil Analisis <i>Lipinski Rule of Five</i>	84
Tabel 7. Hasil Minimalisasi Energi dengan <i>Tools MM2 Minimize Energy</i>	86
Tabel 8. Hasil Validasi Metode <i>Molecular Docking</i>	96
Tabel 9. Hasil <i>Molecular Docking</i> Reseptor COX-1	99
Tabel 10. Hasil <i>Molecular Docking</i> Reseptor COX-2	104
Tabel 11. Hasil <i>Molecular Docking</i> Reseptor TGF- β 1	108
Tabel 12. Hasil <i>Molecular Docking</i> Reseptor TGF- β 2	112
Tabel 13. Hasil <i>Molecular Docking</i> Reseptor TGF- β 3	117
Tabel 14. Hasil Organoleptik Serbuk Simplisia dan Ekstrak Kental Kembang Kol	131
Tabel 15. Hasil Rendemen Serbuk Simplisia dan Ekstrak Kental Kembang Kol.....	132
Tabel 16. Hasil Skrining Fitokimia Metode Uji Tabung Sampel Kembang Kol.....	133
Tabel 17. Hasil Uji Standardisasi Parameter Non Spesifik Serbuk Simplisia dan Ekstrak Kental Kembang Kol	139
Tabel 18. Visualisasi Luka Bakar Setiap Kelompok Perlakuan	153
Tabel 19. Koefisien Korelasi antara Hasil Uji <i>In Silico</i> dan <i>In Vivo</i>	157

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Preparasi Reseptor	193
Lampiran 2. Preparasi <i>Native</i> Ligan dari Makromolekul.....	194
Lampiran 3. Preparasi Ligan	195
Lampiran 4. Determinasi Tanaman	196
Lampiran 5. Pembuatan Simplisia	198
Lampiran 6. Pembuatan Ekstrak	199
Lampiran 7. Standardisasi Simplisia.....	201
Lampiran 8. Standardisasi Ekstrak.....	202
Lampiran 9. Skrining Fitokimia Metode KLT	203
Lampiran 10. Kaji Etik.....	205
Lampiran 11. Pembuatan Luka Bakar dan Pemberian Perlakuan	206
Lampiran 12. Pernyataan Mengikuti Penelitian dalam Payung Penelitian Dosen	208

DAFTAR SINGKATAN

WHO	<i>World Health Organization</i>
COX	<i>Cyclooxygenase</i>
TGF- β	<i>Transforming Growth Factor Beta</i>
cm	<i>Centimeter</i>
kg	Kilogram
mg	Miligram
m ²	Meter persegi
mm	Milimeter
°C	<i>Derajat Celcius</i>
PDGF	<i>Platelet Derived Growth Factor</i>
EGF	<i>Epidermal Growth Factor</i>
ECM	Matriks Ekstraseluler
3D	Tiga dimensi
Log P	Logaritma Koefisien Partisi
DNA	<i>Deoxyribonucleic Acid</i>
RMSD	<i>Root Mean Square Deviation</i>
Å	Ångström
kkal	Kilokalori
pH	Potensial Hidrogen
C	Karbon
O	Oksigen
N	Nitrogen
H	Hidrogen
F	Fluorin
PGH	Prostaglandin Endoperoksidase H
PGs	Prostaglandin
IL	Interleukin
PGF ₂	Prostaglandin F ₂
PGE ₂	Prostaglandin E ₂
PDB	<i>Protein Data Bank</i>
PDAM	Perusahaan Daerah Air Minum
KLT	Kromatografi Lapis Tipis
OH	Hidroksil
Mg	Magnesium
HCl	Asam klorida
[Mg(OAr) ₆] ⁴⁻	Magnesium heksaariloksida
FeCl ₃	Besi (III) klorida
Fe	Besi
Cl	Klor
[Fe(OAr) ₆] ³	Besi (III) heksaariloksida
NaOH	Natrium hidroksida
Na	Natrium
NaCl	Natrium klorida
N	Normalitas
K	Kalium

H ₂ SO ₄	Asam Sulfat
(CH ₃ CO) ₂ O	Asam asetat anhidrat
R _f	Faktor Retensi
KOH	Kalium hidroksida
μL	Mikroliter
UV	Ultraviolet
nm	Nanometer
HPLC	<i>High Performance Liquid Chromatography</i>
GC	<i>Gas Chromatography</i>
ρ	Bobot jenis
g	Gram
mL	Mililiter
Depkes RI	Departemen kesehatan Republik Indonesia
TNF	<i>Tumor Necrosis Factor</i>
α	Alfa
β	Beta
NF-κB	<i>Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells</i>
ROS	<i>Reactive Oxygen Species</i>
LOX	<i>Lipoxygenase</i>
iNOS	<i>Inducible Nitric Oxide Synthase</i>
<i>et al.</i>	<i>et alii</i> (dan lainnya)
TGFβR	<i>Transforming Growth Factor Beta Receptor Type</i>
SMAD	<i>Sma and Mad</i>
TAB1	<i>TAK1-binding protein 1</i>
TAK1	<i>TGF-β activated kinase 1</i>
IKK	IκB Kinase
IκB	<i>Inhibitor of kappa B</i>
H ₀	Hipotesis nol
H ₁	Hipotesis alternatif
ChemDraw	<i>Chemical Drawing</i>
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
ID	<i>Identity</i>
F254	<i>Fluorescent 254 nm</i>
BB	Berat Badan
SMILES	<i>Simplified Molecular Input Line Entry System</i>
2D	Dua dimensi
MM2	<i>Molecular Mechanics 2</i>
GA	<i>Genetic Algorithm</i>
t	Jumlah kelompok perlakuan
n	Jumlah pengulangan (jumlah sampel per kelompok)
ANOVA	<i>Analysis of Variance</i>
r	Koefisien korelasi
OAINS	Obat Anti Inflamasi Non Steroid
NO	<i>Nitric Oxide</i>
RSCB	<i>Research Collaboratory for Structural Bioinformatics</i>

LGA	<i>Lamarckian Genetic Algorithm</i>
ASN	Asparagin
LEU	Leusin
TYR	Tirosin
MET	Metionin
SER	Serin
ALA	Alanin
HIS	Histidin
ILE	Isoleusin
LYS	Lisin
VAL	Valin
CYS	Sistein
PHE	Fenilalanin
THR	Treonin
Vis	<i>Visible</i>
IC	<i>Inhibition Concentration</i>
RP-HPLC-UV	<i>Reverse Phase High Performance Liquid Chromatography with Ultraviolet Detection</i>
CH ₃	Metil
SiOH	Silanol
Si-O-Si	Siloksan
LOD	<i>Loss on Drying</i>
CO ₂	Karbon Dioksida

ABSTRAK

Luka bakar adalah masalah kesehatan terbesar kedua di Indonesia dengan kategori jenis luka cedera yang obatnya masih terbatas. Kembang kol berpotensi dalam penyembuhan luka bakar karena mengandung senyawa flavonoid yang dapat mempercepat penyembuhan luka bakar. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ekstrak kembang kol dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III melalui studi *in silico* dan *in vivo* dengan parameter diameter luka. Uji *in silico* dilakukan dengan metode *molecular docking* pada reseptor COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3 terhadap senyawa isorhamnetin, kaempferol, kuersetin, dan sianidin. Uji *in vivo* dilakukan dengan uji farmakologi luka bakar derajat III dan pengamatan selama 8 hari menggunakan jangka sorong. Analisis data dilakukan menggunakan SPSS. Hasil uji *in silico* menunjukkan *binding energy native* ligan, isorhamnetin, kaempferol, kuersetin, sianidin, aspirin, dan celecoxib pada reseptor COX-1 yaitu -4,33; -2,66; -3,19; -2,82; -3,02; -2,71; -3,67 kkal/mol dan naproxen -3,53 kkal/mol, pada reseptor COX-2 yaitu -3,79; -3,04; -3,04; -2,80; -3,11; -3,68; -3,89 kkal/mol dan meloxicam -4,37 kkal/mol, pada reseptor TGF- β 1 yaitu -11,07; -6,78; -7,02; -6,60; -6,60; -4,14; -6,73 kkal/mol dan pentoksifilin -5,64 kkal/mol, pada reseptor TGF- β 2 yaitu -8,33; -7,47; -7,01; -6,61; -6,58; -4,09; 10,83 kkal/mol dan pentoksifilin -6,07 kkal/mol, serta pada reseptor TGF- β 3 yaitu -1,25; -5,17; -5,19; -5,08; -5,15; -4,44; -6,19 kkal/mol dan pentoksifilin -5,23 kkal/mol. Hasil uji *in vivo* menunjukkan persen kesembuhan pada kontrol positif, negatif, dosis 1, 2, dan 3 berturut-turut 14,20; 32,33; 19,53; 24,12; 30,99% dengan hasil SPSS menunjukkan kontrol positif dan dosis 3 tidak berbeda signifikan. Uji secara *in silico* dan *in vivo* menunjukkan hasil korelasi sangat kuat r (0,972). Kesimpulan penelitian ini adalah kembang kol berkhasiat mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III.

Kata kunci: Diameter Luka, Flavonoid, Kembang Kol, *Molecular Docking*

ABSTRACT

Burns are the second largest health problem in Indonesia with a category of injury types for which medicine is still limited. Cauliflower has potential in healing burn wounds because it contains flavonoid compounds that can accelerate burn wound healing. The purpose of this study was to determine the effectiveness of cauliflower extract in accelerating third-degree burn wound healing through in silico and in vivo studies with wound diameter parameters. In silico test was conducted by molecular docking method on COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, and TGF- β 3 receptors against isorhamnetin, kaempferol, quercetin, and cyanidin compounds. The in vivo test was conducted with third-degree burn pharmacology test and observation for 8 days using a caliper. Data analysis was performed using SPSS. The results of in silico tests show the binding energy of native ligands, isorhamnetin, kaempferol, quercetin, cyanidin, aspirin, and celecoxib at COX-1 receptors are -4,33; -2,66; -3,19; -2,82; -3,02; -2,71; -3,67 kcal/mol and naproxen -3,53 kcal/mol, at COX-2 receptors are -3,79; -3,04; -3,04; -2,80; -3,11; -3,68; -3,89 kcal/mol and meloxicam -4,37 kcal/mol, at TGF- β 1 receptors are -11,07; -6,78; -7,02; -6,60; -6,60; -4,14; -6,73 kcal/mol and pentoxifylline -5,64 kcal/mol, at TGF- β 2 receptors are -8,33; -7,47; -7,01; -6,61; -6,58; -4,09; 10,83 kcal/mol and pentoxifilin -6,07 kcal/mol, as well as at TGF- β 3 receptors are -1,25; -5,17; -5,19; -5,08; -5,15; -4,44; -6,19 kcal/mol and pentoxifilin -5,23 kcal/mol. The results of the in vivo test showed the percent of cure in positive, negative, doses 1, 2, and 3 were 14,20; 32,33; 19,53; 24,12; 30,99% respectively with SPSS results showing positive control and dose 3 were not significantly different. In silico and in vivo tests showed very strong correlation results r (0,972). The conclusion of this study is that cauliflower is effective in accelerating the healing of third-degree burn.

Keywords: Diameter of Wound, Flavonoid, Cauliflower, Molecular Docking

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Luka bakar adalah cedera kulit akibat kontak antara kulit dengan sumber panas seperti listrik, api, radiasi, bahan kimia, maupun benda panas ⁽¹⁾. WHO pada tahun 2018 menyatakan bahwa luka bakar merupakan salah satu masalah kesehatan yang menyebabkan 180.000 kematian setiap tahun ⁽²⁾. Data tersebut juga didukung dan dilengkapi dengan data dari *Global Burden of Disease* pada tahun 2018 yang menyatakan bahwa sebanyak 27% dari jumlah kematian tersebut terjadi di Asia Tenggara ⁽³⁾. Data dari Riset Kesehatan Dasar Kementerian Kesehatan pada tahun 2018 menyatakan bahwa luka bakar menjadi masalah kesehatan terbesar kedua di Indonesia dalam kategori proporsi jenis luka cedera dengan persentase 1,3% ⁽⁴⁾. Tingkat keparahan luka bakar bisa dipengaruhi oleh lokasi luka, kedalaman, dan luas lapisan kulit yang rusak ⁽⁵⁾. Luka bakar menurut *American Burn Association* dibagi menjadi empat kategori yaitu luka bakar derajat I, II, III, dan IV ⁽⁶⁾.

Penanganan luka bakar bekerja dengan mencegah infeksi, mendorong pembentukan jaringan kolagen, dan mendorong proliferasi sisa-sisa sel epitel untuk menutup permukaan luka ⁽¹⁾. Peluang terjadinya infeksi pada luka bakar akan semakin tinggi sebanding dengan kedalaman dan luas luka ⁽⁷⁾. *Bioplascenton®*, *Bacitracin®*, *Silver Sulfadiazine®*, dan *Mafenide Acetate®* adalah obat luka bakar yang saat ini sudah beredar dipasaran ⁽⁸⁻¹⁰⁾. Dikarenakan masih sedikitnya obat luka bakar yang beredar dipasaran hingga saat ini, maka dibutuhkan pengembangan obat luka bakar baru yang terbuat dari bahan tradisional.

Kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) adalah salah satu tanaman yang banyak diproduksi di Indonesia. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, tercatat bahwa produksi kembang kol di Indonesia mencapai 175,073 ton ⁽¹¹⁾. Sejauh ini, kembang kol hanya dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sayuran. Kembang kol mengandung berbagai zat gizi seperti vitamin C, kalsium, magnesium, kalium, dan fosfor. Selain itu, juga mengandung senyawa metabolit sekunder seperti saponin, seskuiterpen, flavonoid (isorhamnetin, kuersetin, kaempferol, dan sianidin), kuinon, alkaloid, monoterpen, tanin, dan fenolik ⁽¹²⁻¹³⁾. Kembang kol berpotensi dalam mempercepat penyembuhan luka, meningkatkan pertahanan tubuh terhadap infeksi, dan menjaga membran mukosa ⁽¹⁴⁻¹⁵⁾.

Uji *in silico* merupakan uji yang dilakukan dengan melakukan pemodelan molekul untuk desain obat komputasi, serta dapat dimanfaatkan dalam penemuan obat baru. Uji *in silico* menawarkan keuntungan yaitu hasilnya cepat dan tidak mahal ⁽¹⁶⁾. Uji *in silico* dilakukan pada makromolekul COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3 terhadap senyawa kaempferol, kuersetin, isorhamnetin, dan sianidin dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III ^(13,17). Reseptor COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3 dipilih karena berdasarkan studi literatur diketahui bahwa reseptor-reseptor tersebut berperan dalam proses penyembuhan luka bakar yang terjadi dikulit dan dengan menghambat reseptor tersebut dapat mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III ⁽¹⁸⁻²⁴⁾. Pengujian *in vivo* dilakukan langsung pada makhluk hidup yaitu hewan uji ⁽²⁵⁾. Keunggulan uji *in vivo* adalah respon dan interaksi yang lebih relevan daripada *in vitro* ⁽²⁶⁾. Penelitian mengenai pemanfaatan kembang kol hingga saat ini belum banyak

dilakukan, meskipun tanaman lain dalam famili Brassicaceae telah diketahui mengandung banyak metabolit sekunder yang baik untuk kesehatan dan telah banyak dikembangkan sebagai suplemen kesehatan ⁽¹³⁾. Berdasarkan potensi yang dimiliki oleh kembang kol dengan berbagai kandungan senyawa metabolit sekunder, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektivitas ekstrak kembang kol dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III melalui studi *in silico* dan *in vivo* dengan parameter diameter luka.

I.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini yaitu:

- a. Bagaimana afinitas farmakologi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) terhadap reseptor COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3 yang dapat menyembuhkan luka bakar derajat III secara *in silico*?
- b. Bagaimana aktivitas biologis penyembuhan luka bakar derajat III oleh ekstrak kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) melalui studi *in vivo* dengan parameter diameter luka?

I.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

- a. Menganalisis afinitas farmakologi senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) terhadap reseptor COX-1, COX-2, TGF- β 1, TGF- β 2, dan TGF- β 3 yang dapat menyembuhkan luka bakar derajat III secara *in silico*.

- b. Menganalisis aktivitas biologis penyembuhan luka bakar derajat III oleh ekstrak kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) melalui studi *in vivo* dengan parameter diameter luka.

I.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu kembang kol (*Brassica oleracea* Linn.) dapat dijadikan sebagai kandidat obat herbal dalam mempercepat penyembuhan luka bakar derajat III.