MOLECULAR DOCKING METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI

SKRIPSI

Oleh:

Tery Mardasela

F1061221040

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

MOLECULAR DOCKING METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jurusan
Pendidikan Matematika dan IPA
Program Studi Pendidikan Kimia

Oleh:

Tery Mardasela

F1061221040



PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN IPA

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

LEMBAR PENGESAHAN

***MOLECULAR DOCKING* METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI**

TERY MARDASELA
F1061221040

Disetujui:

Pembimbing I	Pembimbing II
Masriani	
Prof. Dr. Masriani, M.Si., Apt.	Dr. Ihsanul Arief, M.Sc
NIP. 197105092000032001	NIDN. 1112038801

Disahkan
Dekan FKIP UNTAN

Prof. Dr. Ahmad Yani T, M.Pd.
NIP. 19660401199021001

Lulus tanggal : 12 Maret 2026

LEMBAR PENGESAHAN

***MOLECULAR DOCKING* METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI**

TERY MARDASELA
F1061221040

Disetujui Oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Masriani, M.Si., Apt.	Dr. Ihsanul Arief, M.Sc
NIP. 197105092000032001	NIDN. 1112038801
Penguji I	**Penguji II**
Dr. Ari Widiyantoro, S.Si., M.Si.	Eni Mayasari, M.Pd.
NIP. 197304012000121001	NIP. 199005182024062001

Mengetahui
Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan IPA

Dr. Kurnia Ningsih, M.Pd.
NIP. 196703191991012001

LEMBAR PENGESAHAN

***MOLECULAR DOCKING* METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI**

TERY MARDASELA
F1061221040

Disetujui Oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Prof. Dr. Masriani, M.Si., Apt.	Dr. Ihsanul Arief, M.Sc
NIP. 197105092000032001	NIDN. 1112038801

Penguji I	Penguji II
Dr. Ari Widiyantoro, S.Si., M.Si.	Eni Mayasari, M.Pd.
NIP. 197304012000121001	NIP. 199005182024062001

Mengetahui
Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

Prof. Erlina, M.Pd., Ph.D
NIP. 197905172006042002

LEMBAR PENGESAHAN

***MOLECULAR DOCKING* METABOLIT SEKUNDER DARI SEMBUNG RAMBAT (*Mikania Cordata*) TERHADAP ENZIM *TYROSINASE* DAN IMPLEMENTASINYA DALAM DESAIN VIDEO PEMBELAJARAN KIMIA FARMASI**

TERY MARDASELA
F1061221040

Disetujui Oleh:

Pembimbing I	Pembimbing II
Masriani	
Prof. Dr. Masriani, M.Si., Apt.	Dr. Ihsanul Arief, M.Sc
NIP. 197105092000032001	NIDN. 1112038801

Mengetahui,

Dekan FKIP UNTAN	Ketua Jurusan PMIPA
Prof. Dr. Ahmad Yani T, M.Pd.	Dr. Kurnia Ningsih, M.Pd.
NIP. 19660401199021001	NIP. 196703191991012001

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Tery Mardasela

NIM : F1061221040

Jurusan/Program Studi : PMIPA/Pendidikan Kimia

Menyatakan bahwa dengan proposal yang berjudul "*Molecular Docking* Metabolit Sekunder Sembung Rambat (*Mikania Cordata*) terhadap Enzim *Tyrosinase* dan Implementasinya dalam Desain Video Pembelajaran Kimia Farmasi" ini merupakan hasil karya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau hasil pikiran saya sendiri, kecuali kutipan-kutipan dalam naskah ini yang sudah dicantumkan sebelumnya.

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

Pontianak, Rabu 8 April 2026
Yang membuat pernyatan



Tery Mardasela
F1061221040

ABSTRAK

Hiperpigmentasi terjadi akibat peningkatan aktivitas enzim tirosinase dalam biosintesis melanin. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi metabolit sekunder *Mikania cordata* sebagai inhibitor tirosinase secara *in silico*, mengevaluasi sifat fisikokimia dan ADMET, serta merancang video pembelajaran Kimia Farmasi. Sebanyak 36 metabolit dianalisis menggunakan metode *molecular docking* terhadap reseptor tirosinase (PDB ID: 5M8T). Hasil menunjukkan seluruh senyawa memiliki afinitas ikatan lebih baik atau sebanding dengan kojic acid (−4,8 kkal/mol), dengan scandenolide sebagai kandidat terbaik karena memiliki pola interaksi yang serupa, memenuhi kriteria Lipinski's Rule of Five, serta menunjukkan profil ADMET yang baik. Penelitian ini juga menghasilkan storyboard video tutorial *molecular docking* sebagai media pendukung pembelajaran. Temuan ini menunjukkan bahwa scandenolide berpotensi dikembangkan sebagai inhibitor tirosinase berbasis bahan alam sekaligus mendukung pembelajaran Kimia Farmasi.

Kata kunci: *Mikania Cordata*, *Molecular Docking*, Tirosinase, ADMET, Video Pembelajaran.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala kasih, penyertaan, dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Molecular Docking Metabolit Sekunder dari Sembung Rambat (*Mikania cordata*) terhadap Enzim Tyrosinase dan Implementasinya dalam Desain Video Pembelajaran Kimia Farmasi". Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Tanjungpura.

Bagi penulis, penyusunan skripsi ini bukan sekadar proses menyelesaikan tugas akhir, melainkan sebuah perjalanan yang penuh pembelajaran, kesabaran, dan perjuangan. Di balik setiap halaman yang tersusun terdapat doa yang dipanjatkan, waktu yang dikorbankan, serta dukungan dari banyak orang yang selalu hadir dalam setiap langkah penulis. Oleh sebab itu, dengan segala kerendahan hati, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:

1. Prof. Dr. Ahmad Yani T, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Kurnia Ningsih, M.Pd., sebagai Ketua Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Tanjungpura.
3. Prof. Erlina, M.Pd, Ph.D selaku Ketua Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Tanjungpura.

4. Ibu Prof. Dr. Masriani, M.Si., Apt. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Dr. Ihsanul Arief, M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang dengan penuh kesabaran, ketelitian, dan keikhlasan telah meluangkan waktu, tenaga, serta pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, kritik, dan saran yang sangat berarti. Setiap masukan yang diberikan menjadi bekal berharga bagi penulis, tidak hanya dalam menyelesaikan skripsi ini, tetapi juga dalam membentuk sikap ilmiah dan cara berpikir yang lebih baik.
5. Bapak Prof. Dr. Ary Widyantoro, M.Si. selaku Dosen Penguji I dan Ibu Eni Mayasari, M.Pd. selaku Dosen Penguji II yang telah memberikan kritik, saran, dan masukan yang membangun sehingga skripsi ini dapat tersusun dengan lebih baik dan sistematis.
6. Orang tua tercinta, Bapak Abdul Hamid dan almarhumah Ibu Siti Zainab, yang menjadi sumber kekuatan, doa, dan inspirasi terbesar dalam hidup penulis. Terima kasih atas kasih sayang yang tidak pernah putus, pengorbanan yang tidak terhitung nilainya, serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis. Teruntuk almarhumah Ibu, meskipun tidak lagi mendampingi hingga penulis menyelesaikan pendidikan ini, cinta, didikan, dan doa yang telah diberikan akan selalu hidup dalam hati dan menjadi semangat bagi penulis untuk terus melangkah dan mewujudkan cita-cita.
7. Saudara saya tercinta, Iqbal Syahridin dan Cica Medlynafianti, beserta seluruh keluarga besar yang senantiasa memberikan perhatian, doa, semangat, serta dukungan moril dan materiel selama penulis menempuh

pendidikan. Terima kasih telah menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan turut berjuang dalam setiap proses yang penulis lalui hingga akhirnya dapat menyelesaikan studi ini.

8. Sahabat dan rekan seperjuangan, Rosiana, Inna, Stefany, Aldi, Rafif, Dian, Cici, Elisse, Lusi, dan Tari, serta seluruh mahasiswa Program Studi S-1 Pendidikan Kimia Angkatan 2022. Terima kasih atas kebersamaan yang telah terjalin selama masa perkuliahan, untuk setiap diskusi, belajar bersama, saling bertukar ilmu, saling menguatkan ketika menghadapi berbagai kesulitan, serta setiap tawa, cerita, dan kenangan yang telah menjadi bagian berharga dalam perjalanan akademik ini. Semoga persahabatan dan kebersamaan yang telah terjalin tetap terjaga meskipun kelak kita menempuh jalan kehidupan yang berbeda.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan, dan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung selama proses penyusunan skripsi ini.

   Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki keterbatasan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi penyempurnaan karya ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat, baik sebagai

referensi ilmiah maupun sebagai kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang Kimia Farmasi dan Pendidikan Kimia.

Pontianak, Rabu 8 April 2026

.

Penulis

Tery Mardasela
F1061221040

DAFTAR ISI

ABSTRAK viii
KATA PENGANTAR ix
DAFTAR GAMBAR xvi
DAFTAR TABEL xvii
BAB I PENDAHULUAN 1
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 5
C. Tujuan Penelitian 5
D. Manfaat Penelitian 6
E. Definisi Operasional 6
1. Inhibitor Enzim *Tyrosinase* **6**
2. Metabolit Sekunder *M. cordata* **7**
3. *Molecular Docking* **7**
4. Video Pembelajaran **8**
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 9
A. Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania Cordata)* **9**
B. Metabolit Sekunder *Mikania Cordata* **11**
C. Hiperpigmentasi **17**
D. Enzim *Tyrosinase* dan Inhibisi **18**
E. Kojic Acid **20**
F. Docking Molekuler **21**
a. Jenis-Jenis *Docking* 24
b. ADMET/T (*Absorption, Distribution, Metabolism, Elimination, Toxicity*) 24
c. RMSD (*Root Mean Square Deviation*) 25
d. *Binding Affinity* 26
e. Perangkat Lunak 26
f. Kelebihan 27
G. Video Pembelajaran **28**

BAB III METODE PENELITIAN 30
A. Jenis Penelitian **30**
B. Waktu dan Tempat **30**
C. Variable Penelitian **30**
2. Variabel Terikat 30
3. Variabel Kontrol 31
D. Alat dan Bahan **31**
1. Alat 31
2. Bahan 31
3. Prosedur **32**
3.1. Pengunduhan Makromolekul 32
3.2. Preparasi Makromolekul 32
3.3. Preparasi Ligan *Native* 33
3.4. Prediksi Lipinski`s dan Prediksi ADME (Absobsi, Distribusi, Metabolisme, Eksresi) 33
3.5. Prediksi Toksisitas Molekul Ligan 34
3.6. Pengunduhan Struktur 3D Senyawa *M. Cordata* 35
3.7. Pembuatan Struktur 3D Senyawa *M. cordata* 35
3.8. Preparasi Ligan 35
3.9. Proses *Molecular Docking* 36
3.10. Visualisasi Hasil *Docking* 36
4. Prosedur Pengembangan Video Pembelajaran **38**
1. *Analyze* (Analisis) 38
2. *Design* (Desain) 39
5. Analisis Data **41**
1. Sifat Fisikokimia 42
2. Molecular Docking 42
BAB IV PEMBAHASAN 44
A. Docking Molecular **44**
B. Analisis fisikokimia **55**
C. Analisis Farmakokinetik **56**
D. Produk Video Tutorial Pembelajaran **59**

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 65
A. Kesimpulan **65**
B. Saran **65**
DAFTAR PUSTAKA 67
LAMPIRAN 87
Lampiran 1. Prosedur Penelitian **87**
Lampiran 2. Hasil Survei Kebutuhan Media Pembelajaran **87**
Lampiran 3. Hasil Produk Video Pembelajaran **88**
Lampiran 4. Bukti Submit Artikel Ilmiah di Jurnal Terakreditasi SINTA **88**
Lampiran 5. Luaran Penelitian **89**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tumbuhan sembung rambat. (a) Daun sembung rambat, (b) bunga, batang (sumber: Dokumen pribadi) 10

Gambar 2. Struktur Metabolit Sekunder M. cordata..... 16

Gambar 3. Struktur *Kojic acid* (Sumber : Internet & Chemdraw)..... 20

Gambar 4. Visualisasi interaksi ligan-protein 53

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Storybord Video Pembelajaran Molecular Docking Mata Kuliah Kimia Farmasi 39

Tabel 2. Hasil Molecular Docking dari Mikania Cordata 44

Tabel 3. Hasil analisis Lipinski rule of five 56

Tabel 4. Hasil analisis absorbsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas (ADMET), ... 56

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia sebagai negara beriklim tropis memiliki tingkat paparan sinar ultraviolet (UV) yang tinggi sepanjang tahun. Indeks UV nasional menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah berada pada kategori *very high* hingga *extreme*, dengan nilai rata-rata 8–10 hampir setiap hari (Subaidah et al., 2023; Ali, 2023). Paparan UV yang berlebih dapat memicu stres oksidatif pada kulit dan merangsang peningkatan produksi melanin sebagai mekanisme pertahanan. Kondisi ini, apabila tidak terkontrol, dapat menyebabkan hiperpigmentasi, melasma, dan munculnya bintik hitam (Merin et al., 2022; Oh et al., 2025; Ribero et al., 2025). Di Asia Tenggara, prevalensi melasma dilaporkan sangat tinggi, yaitu sekitar 40% pada wanita dan 20% pada pria, bahkan dapat melampaui 50% pada perempuan di daerah tropis tertentu (Handel et al., 2014). Hal ini menunjukkan bahwa hiperpigmentasi merupakan masalah kulit yang sangat umum dan relevan di Indonesia.

Permasalahan hiperpigmentasi tidak hanya berdampak pada kesehatan kulit, tetapi juga memiliki pengaruh sosial dan psikologis. Kondisi ini turut mendorong peningkatan permintaan terhadap produk pencerah kulit (Shivakumar & Jafferany, 2020). Secara global, pasar produk pencerah kulit tumbuh sangat pesat dan diperkirakan terus meningkat, dengan nilai pasar mencapai lebih dari USD 11 miliar dan diproyeksikan mencapai lebih dari USD 16 miliar dalam beberapa tahun mendatang (Grand View Research, 2022).

Kawasan Asia Pasifik, termasuk Indonesia, merupakan pasar terbesar karena tingginya kebutuhan produk yang mampu mengurangi pigmentasi kulit. Pertumbuhan ini menunjukkan tingginya relevansi penelitian yang berfokus pada mekanisme pigmentasi dan penemuan agen pencerah kulit yang aman (Liyanage et al., 2022).

Hiperpigmentasi berkaitan erat dengan aktivitas enzim tirosinase yang berperan mengkatalisis pembentukan melanin pada dua tahap awal: hidroksilasi L-tirosin menjadi L-DOPA dan oksidasi L-DOPA menjadi dopaquinone (Kurniasari et al., 2018). Oleh karena itu, penghambatan tirosinase menjadi pendekatan utama dalam penemuan agen depigmentasi. Namun, inhibitor sintetis seperti hidrokuinon dan asam kojik sering dikaitkan dengan efek samping seperti iritasi, instabilitas, dan potensi toksisitas, serta pembatasan regulasi di berbagai negara (Blaustein et al., 2024; Namiecińska et al., 2025). Keterbatasan ini mendorong eksplorasi inhibitor tirosinase alami yang lebih aman.

Salah satu tanaman potensial adalah *M. cordata* (Sembung Rambat), yang kaya metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, saponin, alkaloid, tanin, dan steroid (Sajid et al., 2019; Singh et al., 2022; Siddiqui et al., 2019). Tanaman ini telah dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan (Zanzabil et al., 2023; Jayatilake & Munasinghe, 2020; Inawati, 2014). Namun, kajian komprehensif mengenai interaksi metabolit *M. cordata* dengan enzim tirosinase menggunakan pendekatan *in silico* masih terbatas.

Dalam penemuan obat modern *Molecular docking* merupakan metode *in silico* yang efektif untuk memprediksi afinitas dan orientasi ligan terhadap protein target, serta membantu seleksi awal kandidat inhibitor sebelum dilakukan uji *in vitro* maupun *in vivo* (Amin et al., 2024; Hakiki et al., 2024). Analisis ini dapat dikombinasikan dengan prediksi ADMET dan aturan Lipinski untuk menilai kelayakan farmakokinetik suatu senyawa (Saeful & Setiawati, 2025). Molecular docking mampu menyaring senyawa dalam jumlah besar dengan cepat, hemat biaya, dan akurat dalam memprediksi potensi inhibitor (Hardjono, 2015).

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi potensi metabolit *Mikania cordata* sebagai inhibitor tirosinase melalui analisis *molecular docking*, prediksi ADMET, dan evaluasi kesesuaian aturan Lipinski, serta membandingkannya dengan inhibitor standar (asam kojik) untuk mengetahui potensi pengembangan lebih lanjut.

Berdasarkan hal tersebut, pengembangan obat hiperpigmentasi dari *M.cordata* melalui metode *in silico* memiliki potensi ilmiah yang signifikan dan relevan untuk diteliti lebih lanjut. Hasil penelitian ini juga diimplementasikan dalam bentuk video pembelajaran yang bertujuan mendukung proses belajar mengajar pada mata kuliah Kimia Farmasi.

Selama ini, materi hubungan struktur dan aktivitas biologis senyawa umumnya disampaikan melalui buku ajar dan penjelasan langsung di kelas. Namun, mahasiswa sering mengalami kesulitan dalam memahami langkah-langkah praktis *molecular docking* karena keterbatasan visualisasi dan

keterbatasan media belajar mandiri. Meski tersedia video tutorial gratis di YouTube, umumnya video tersebut berbahasa asing. Sedangkan video yang dibuat menggunakan Bahasa Indonesia, tersedia subtitlenya dan mudah dimengerti. Berdasarkan hasil wawancara dengan dosen pengampu, belum tersedia bahan ajar pendukung berupa video tutorial yang menjelaskan prosedur docking secara rinci dan terstruktur. Telah dilakukan survey 70% dari 10 mahasiswa yang mengampu mata kuliah kimia farmasi membutuhkan media pembelajaran berupa video yang dapat membantu dalam proses belajar.

Oleh karena itu, video pembelajaran ini dikembangkan sebagai bahan ajar tambahan yang terintegrasi dengan bahan ajar utama dan dapat diakses melalui youtube. Kehadiran video diharapkan dapat membantu mahasiswa memahami prosedur docking secara mandiri, meningkatkan motivasi belajar, serta mendukung tercapainya CPMK "Mahasiswa mampu menjelaskan hubungan struktur, sifat kimia-fisika, ikatan kimia dengan proses ADME obat dan aktivitas biologi obat secara logis dan mandiri" secara lebih optimal. Video tutorial memiliki kelebihan mudah digunakan, dapat menimbulkan minat belajar (Rahmadani & Idrus, 2020), menjadikan pembelajaran lebih menarik (Yuliana & Aminullah, 2020), selain itu menampilkan tahapan pembelajaran praktek sehingga lebih mudah di terima dan menciptakan pembelajaran yang menyenangkan (Saputri, 2019). Video ini akan menyajikan bagaimana proses uji *in silico* dengan *molecular docking* dinamis dengan visualisasi yang menarik dan penjelasan naratif. Dengan demikian, pengembangan video pembelajaran ini

dinilai penting dan bermanfaat sebagai inovasi media pembelajaran di Program Studi Pendidikan Kimia.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, makamasalah yang akan diselesaikan dalam penelitian ini :

1. Bagaimana aktivitas metabolit sekunder *Mikania cordata* terhadap penghambatan enzim *tyrosinase* melalui uji secara *in silico*?
2. Bagaimana karakteristik farmakokinetik senyawa metabolit sekunder dari *Mikania cordata*?
3. Bagaimana toksisitas senyawa metabolit sekunder *Mikania cordata*?
4. Bagaimana desain video tutorial pembelajaran docking protein ligan dengan chimera 1.16 materi *molecular docking* pada mata kuliah kimia farmasi?

C. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji aktivitas metabolit sekunder dari *Mikania cordata* terhadap penghambatan enzim *tyrosinase* secara *in silico*
2. Mengkaji karakteristik farmakokinetik senyawa metabolit sekunder dari *Mikania cordata*
3. Mengkaji toksisitas senyawa metabolit sekunder *Mikania cordata*
4. Membuat desain video tutorial pembelajaran docking protein ligan dengan chimera 1.16 *molecular docking* pada mata kuliah kimia farmasi

D. Manfaat Penelitian

1. Menjadi sumber informasi ilmiah mengenai potensi tumbuhan sembung rambat (*Micania cordata*) terhadap penuaan dini ditinjau dari kemampuan menghambat enzim *tyrosinase* secara *in silico*
2. Menjadi referensi dalam penelitian selanjutnya penemuan obat hiperpigmentasi dan penghambatan enzim *tyrosinase*
3. Menjadi sumber pembelajaran sains bagi mahasiswa dalam bidang ilmu kimia dan ilmu kesehatan
4. Menjadi sumber bahan ajar mata kuliah kimia farmasi yang dikembangkan dalam bentuk video pembelajaran

E. Definisi Operasional

Berdasarkan proposal yang telah dibuat, definisi operasional diperlukan untuk menggambarkan informasi apa saja yang menjadi batasan oleh peneliti. Berikut batasan-batasan informasi tersebut:

1. Inhibitor Enzim *Tyrosinase*

Tyrosinase merupakan enzim yang mengandung ion tembaga dan secara alami ditemukan pada jaringan tumbuhan maupun hewan (Pillaiyar et al., 2017) Enzim ini berperan penting dalam proses biosintesis melanin karena mengkatalisis reaksi oksidasi substrat tirosin menjadi melanin dan pigmen terkait lainnya (Logesh et al., 2023; (Lu et al., 2021) Aktivitas *tyrosinase* sangat dipengaruhi oleh paparan sinar ultraviolet (UV) semakin tinggi intensitas radiasi UV yang diterima kulit, semakin besar pula aktivasi enzim ini. Kondisi tersebut

menyebabkan peningkatan laju oksidasi tirosin sehingga produksi melanin meningkat secara signifikan (Furi et al., 2022; Prasawang et al., 2025)

2. Metabolit Sekunder *M. cordata*

Metabolit sekunder merupakan senyawa yang dihasilkan tanaman melalui jalur metabolisme sekunder dan berperan dalam aktivitas biologis tertentu (Hersila et al., 2023). Senyawa-senyawa yang termasuk metabolit sekunder antara lain fenolik, alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, steroid, dan terpenoid (Pangisian et al., 2022) Dalam penelitian ini, metabolit sekunder yang digunakan berasal dari tanaman *M. cordata*, yaitu kelompok senyawa saponin, alkaloid, flavonoid, tanin, dan steroid sebagaimana telah dilaporkan oleh (Zanzabil et al., 2023).

3. *Molecular Docking*

Docking Molekular adalah metode komputasi yang sudah digunakan secara luas untuk menentukan molekul dengan tujuan untuk memperkirakan model ikatan dan afinitas yang membentuk kompleks (Huang & Zou, 2010). Proses ini melibatkan pengambilan konformasi optimal dari ligan dan menentukan posisi serta pengikatannya pada protein target. Yang dimaksud molecular docking dalam penelitian ini adalah mengkaji interaksi dari senyawa metabolit sekunder *M. cordata* (ligan) terhadap penghambatan enzim *tyrosinase* (protein target) melalui uji *in silico* dengan ligan pembanding *kojic acid*. Digunakan perangkat *software* yaitu Chimera 1.16 untuk preparasi protein dan ligan, *PyRx*-

python prescription 0.8 untuk analisis *docking*, *Discovery Studio Visualizer* v21.1 .0.20298 untuk melihat aktivitas dalam penghambatan enzim *tyrosinase*, dan dilakukan pembacaan hasil aktivitas metabolit sekunder dengan aturan *Lipinski's* kemudian di analisis lebih lanjut dengan prediksi ADME (Absorbsi, Distribusi, Metabolisme, dan Eliminasi) menggunakan *www.swissadme.ch/index.php* dan analisis toksisitas menggunakan *https://tox.charite.de/protox3/*.

4. Video Pembelajaran

Video pembelajaran adalah media belajar yang menunjang pembelajaran berbasis *audio-visual* yang menyalurkan materi secara dinamis (Luhulima et al., 2016). Penggunaan video pada media pembelajaran dapat memicu semangat siswa dalam belajar terdapat berbagai gambar dan suara yang menarik perhatian (Aliyyah et al., 2021). Yang dimaksud video pembelajaran dalam penelitian ini Adalah video yang berisi tutorial molecular docking senyawa metabolit sekunder yang akan dikembangkan menggunakan metode ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) hingga tahap desain. Video ini sebagai salah satu bahan ajar mata kuliah kimia farmasi yang didesian menggunakan aplikasi *capcut* pro versi 13.6.0.