STUDI LITERATUR AKTIVITAS ANTIKOLAGENASE DAN PROFIL METABOLIT EKSTRAK PIDADA MERAH (Sanneratia caseolaris) dan UWI UNGU (Dioscorea alata L) SECARA IN VITRO

KARYA TULIS ILMIAH

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Program Studi Diploma III Farmasi pada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Samarinda

Oleh :

SOFHI NUR AZZAHRA
23484011218

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN SAMARINDA
SAMARINDA
2026

STUDI LITERATUR AKTIVITAS ANTIKOLAGENASE DAN PROFIL METABOLIT EKSTRAK PIDADA MERAH (Sanneratia caseolaris) dan UWI UNGU (Dioscorea alata L) SECARA IN VITRO

KARYA TULIS ILMIAH

Oleh :

SOFHI NUR AZZAHRA
23484011218

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN SAMARINDA
SAMARINDA
2026

STUDI LITERATUR AKTIVITAS ANTIKOLAGENASE DAN PROFIL METABOLIT EKSTRAK PIDADA MERAH (*Sonneratia caseolaris*) dan UWI UNGU (*Dioscorea alata L.*) SECARA IN VITRO

Usulan Karya Tulis Ilmiah

Oleh:
SOFHI NUR AZZAHRA
23484011218

PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA FARMASI
SEKOLAH TINGGI ILMU KESEHATAN SAMARINDA
SAMARINDA
2026

HALAMAN PERSETUJUAN

JUDUL KTI : STUDI LITERATUR AKTIVITAS ANTIKOLAGENASE DAN PROFIL METABOLIT EKSTRAK PIDADA MERAH (*Sonneratia caseolaris*) dan UWI UNGU (*Dioscorea alata L)* SECARA IN VITRO

NAMA : SOFHI NUR AZZAHRA

NIM : 23484011218

Karya tulis ini telah diperiksa dan disetujui oleh:

Samarinda,

PEMBIMBING

Dr. apt. Eka Siswanto Syamasul., M.Sc

NIDN.1108038201

ABSTRAK

Penuaan kulit merupakan kondisi yang ditandai dengan penurunan jumlah serta kualitas kolagen pada lapisan dermis akibat meningkatnya aktivitas enzim kolagenase, terutama *matrix metalloproteinase-1* (MMP-1). Pemanfaatan bahan alam sebagai sumber senyawa antikolagenase menjadi salah satu pendekatan yang berpotensi untuk dikembangkan dalam formulasi *anti-aging*. Tanaman pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata*) diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi menghambat aktivitas enzim kolagenase. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan aktivitas antikolagenase ekstrak pidada merah dan uwi ungu serta mengkaji profil metabolit sekundernya secara *in vitro*. Penelitian ini merupakan studi literatur dengan metode deskriptif yang dilakukan melalui pengumpulan, penelaahan, perbandingan, dan sintesis dari berbagai artikel jurnal ilmiah yang relevan pada rentang tahun 2015–2025 melalui Google Scholar, dengan dua artikel utama yang memenuhi kriteria. Hasil kajian menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun pidada merah dan umbi uwi ungu memiliki potensi aktivitas antikolagenase yang didukung oleh kandungan senyawa fenolik, flavonoid, dan antosianin, sehingga kedua tanaman tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai sumber bahan aktif *anti-aging* berbasis bahan alam.

Kata kunci: Antikolagenase, In-vitro, Anti-aging, *Sonneratia caseolaris*, *Dioscorea alata*.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **i**
ABSTRAK ..... **ii**
DAFTAR ISI ..... **iii**
DAFTAR TABEL ..... **v**
DAFTAR GAMBAR ..... **vi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Rumusan Masalah 3
C. Tujuan Penelitian 3
D. Manfaat Penelitian 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
A. Tanaman Pidada Merah 5
1. Klasifikasi 5
2. Sejarah dan Morfologi Pidada Merah 5
B. Tanaman Uwi Ungu 8
1. Klasifikasi 8
2. Sejarah dan Morfologi Uwi Ungu 8
C. Metabolit sekunder tanaman 10
D. Ekstraksi Bahan Alam 13
E. Enzim Kolagenase dan Aktivitas Antikolagenase 14
1. Pengertian kolagenase 14
2. Peran Kolagenase dalam Degradasi Kolagen 15
3. Hubungan Aktivitas Antioksidan dan Antikolagenase 15
4. Penelitian Terdahulu 16
BAB III METODE PENELITIAN **18**
A. Rancangan Penelitian 18
B. Tahapan Penelitian 19

C. Analisis Data 20
BAB IV 21
HASIL DAN PEMBAHASAN 21
BAB V 27
PENUTUP 27
DAFTAR PUSTAKA 28

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

1. Penyajian Hasil Temuan 20
2. Jadwal Penelitian 21

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

1. Pidada Merah (*Sonneratia caseolaris*) 5
2. Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L) 9

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kulit merupakan organ terluar tubuh yang berfungsi sebagai pelindung utama terhadap berbagai faktor eksternal seperti radiasi ultraviolet, polusi, mikroorganisme, serta perubahan suhu lingkungan. Selain berperan sebagai pelindung, kulit juga memiliki fungsi penting dalam menjaga keseimbangan cairan tubuh dan sistem pertahanan biologis. Seiring bertambahnya usia, kulit mengalami perubahan struktur dan fungsi yang dikenal sebagai proses penuaan kulit (*skin aging*) (Yusharyahya *et al*., 2020).

Pada proses penuaan kulit dapat dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu faktor penuaan intrinsik dan penuaan ekstrinsik. Penuaan intrinsik berkaitan dengan faktor genetik, metabolisme sel, dan perubahan hormonal yang terjadi secara alami. Sementara itu, penuaan ekstrinsik dipicu oleh paparan sinar lingkungan seperti radiasi, sinar ultraviolet, polusi, asap rokok, dan gaya hidup yang tidak sehat. Kedua mekanisme tersebut saling berinteraksi dan menyebabkan perubahan klinis yang berupa kulit kering, penipisan epidermis, munculnya kerutan, serta penurunan elastisitas kulit (Irianti *et al*., 2021).

Salah satu perubahan utama pada kulit yang mulai menua adalah penurunan jumlah dan kualitas kolagen di lapisan dermis. Kolagen merupakan protein struktural utama yang berperan dalam menjaga kekuatan, elastisitas, dan kekenyalan kulit. Seiring bertambahnya usia, sintesis kolagen baru mengalami

penurunan, sedangkan degradasi kolagen meningkat, sehingga menyebabkan kulit menjadi kendur dan berkeriput (Anggowarsito et al.,2014).

Degradasi kolagen pada kulit berkaitan erat dengan aktivitas enzim kolagenase yang termasuk ke dalam kelompok matrix metalloproteinase (MMP), khusus MMP-1. Enzim ini berperan dalam pemecahan serabut kolagen pada matriks ekstraseluler. Peningkatan aktivitas kolagenase, terutama MMP-1, berkontribusi terhadap degradasi kolagen akibat paparan sinar ultraviolet dan stres oksidatif, yang pada akhirnya mempercepat proses penuaan kulit (Sutanto et al.,2023).

Upaya untuk menghambat degradasi kolagen dapat dilakukan melalui penggunaan senyawa antikolagenase, salah satunya yang berasal dari bahan alam. Berbagai tanaman diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, senyawa fenolik, tanin, dan antosianin yang memiliki aktivitas antioksidan serta berpotensi menghambat aktivitas enzim kolagenase. Senyawa-senyawa tersebut mampu menekan aktivitas *Matrix metalloproteinase*, sehingga berperan dalam mempertahankan struktur kolagen dan memperlambat proses penuaan kulit secara in vitro (Srisuksomwong *et al*., 2023).

Beberapa tanaman lokal indonesia diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antikolagenase, di antaranya pidada merah (Sonneratia caseolaris) dan uwi ungu (*Dioscorea alata*). Pidada merah merupakan tanaman mangrove yang diketahui mengandung flavonoid, fenolik, dan tanin yang berperan sebagai antioksidan alami. Sementara itu, uwi ungu merupakan tanaman umbi lokal yang kaya akan antosianin, flavonoid, serta fenolik yang juga memiliki

aktivitas antioksidan yang berpotensi mendukung penghambatan enzim kolagenase (Sutanto et al.,2023).

Meskipun kedua tanaman tersebut sama-sama memiliki potensi sebagai sumber senyawa anti aging berbasis bahan alam, hingga saat ini masih terbatas kajian yang membandingkan aktivitas antikolagenase dan profil metabolit sekunder dari kedua tanaman tersebut secara ilmiah. Perbandingan ini penting dilakukan untuk mengetahui perbedaan kandungan senyawa bioaktif yang berkontribusi terhadap aktivitas penghambat kolagenase, sehingga dapat menjadi dasar pengembangan kandidat bahan aktif anti-aging alami.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan aktivitas antikolagenase ekstrak pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata L)* berdasarkan hasil penelitian in vitro ?
2. Bagaimana perbedaan profil metabolit sekunder pada ekstrak pidada merah dan uwi ungu yang berhubungan dengan aktivitas antikolagenase berdasarkan penelitian?

C. Tujuan Penelitian

1. Menganalisis perbedaan aktivitas antikolagenase ekstrak pidada merah dan uwi ungu berdasarkan hasil penelitian.
2. Menganalisis profil metabolit sekunder kedua tanaman yang berhubungan dengan aktivitas penghambat enzim kolagenase.

D. Manfaat Penelitian

1. Memberikan gambaran ilmiah mengenai potensi ekstrak tanaman pidada merah dan uwi ungu sebagai sumber senyawa antikolagenase yang berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif anti-aging berbasis bahan alam.
2. Menjadi sumber referensi dan bahan informasi bagi mahasiswa dan peneliti selanjutnya dalam pengembangan kajian terkait aktivitas antikolagenase dan kandungan metabolit tanaman.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tanaman Pidada Merah

1. Klasifikasi

Secara taksonomi, klasifikasi pidada merah sebagai berikut (Jariyah, 2023).

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Tracheophyta
Kelas	:	Magnoliopsida
Ordo	:	Myrtales
Famili	:	Lythraceae
Genus	:	Sonneratia
Spesies	:	*Sonneratia caseolaris* L



Gambar 1. Pidada Merah (*Sonneratia caseolaris*)
(Dokumentasi pribadi, 2025)

2. Sejarah dan Morfologi Pidada Merah

Tanaman pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) merupakan tanaman mangrove yang banyak ditemukan di wilayah pesisir tropis seperti indonesia. Tanaman ini tumbuh pada daerah berlumpur yang di pengaruhi pasang surut air laut dan telah banyak di manfaatkan sebagai tanaman obat karena mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder yang berpotensi sebagai antioksidan dan anti-aging (Jariyah *et al*., 2023).

Pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) merupakan tumbuhan mangrove yang memiliki kemampuan adaptasi tinggi terhadap lingkungan pesisir, terutama pada substrat berlumpur yang dipengaruhi pasang surut air laut. Tanaman ini diketahui mengandung berbagai senyawa bioaktif yang berpotensi memberikan aktivitas farmakologis (Adilah *et al*., 2022).

Secara morfologi, tanaman pidada merah tersusun atas bagian akar, batang, daun, bunga, dan buah yang masing-masing berperan dalam mendukung pertumbuhan tanaman di lingkungan mangrove. Namun dalam penelitian farmasi, bagian daun menjadi salah satu bagian yang banyak dikaji karena diketahui mengandung metabolit sekunder seperti flavonoid, fenolik, dan tanin yang berpotensi memberikan aktivitas biologis, termasuk sebagai antioksidan dan antikolagenase (Adilah *et al*., 2022).

a. Akar

Pidada merah memiliki sistem akar khas tumbuhan mangrove berupa akar napas (*pneumatofor)* yang tumbuh ke atas permukaan tanah. Akar ini berfungsi membantu proses pertukaran gas dan mendukung adaptasi tanaman pada lingkungan berlumpur dengan kadar oksigen yang rendah (Adilah *et al*., 2022).

b. Batang

Batang pidada merah berbentuk tegak, berkayu, dan memiliki permukaan kasar berwarna coklat keabu-abuan. Batang berfungsi sebagai penopang utama tanaman serta membantu proses transportasi air dan nutrisi ke seluruh bagian tanaman (Acanthus *et al*., 2025).

c. Daun

Daun pidada merah berbentuk oval hingga lonjong dengan ujung membulat, permukaan halus, berwarna hijau mengkilap, serta tersusun berhadapan pada ranting tanaman. Daun merupakan salah satu bagian tanaman yang banyak dimanfaatkan dalam penelitian farmasi karena diketahui mengandung berbagai metabolit sekunder yang aktif secara bilogis (Syamsul *et al*., 2020).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa daun pidada merah mengandung senyawa flavonoid, fenolik, tanin, dan terpenoid yang memiliki aktivitas antioksidan tinggi. Senyawa tersebut diketahui berpotensi melindungi sel dari kerusakan akibat radikal bebas dan berkontribusi dalam penghambatan aktivitas enzim kolagenase yang berperan pada proses degradasi kolagen kulit

d. Bunga

Bunga tumbuh pada ujung ranting tanaman dan memiliki warna merah dengan benang sari yang menonjol. Bagian bunga berperan dalam proses reproduksi generatif tanaman (Jariyah *et al*., 2023).

e. Buah

Buah pidada merah berbentuk bulat dengan tekstur lunak saat matang. Selain berfungsi sebagai reproduksi tanaman, buah pidada merah juga diketahui sering dimanfaatkan masyarakat sebagai bahan pangan tradisional (Dan et al., 2020).

Salah satu bagian tanaman pidada merah yang banyak dikaji dalam penelitian farmasi adalah daun, karena diketahui mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder hasil metabolisme tanaman. Daun pidada merah dilaporkan mengandung senyawa flavonoid, fenolik, tanin, dan terpenoid yang berperan sebagai antioksidan

alami. Kandungan senyawa tersebut diketahui berpotensi membantu menghambat stress oksidatif yang dapat memicu aktivitas enzim kolagenase, sehingga mendukung potensi daun pidada merah sebagai bahan alami dalam pengembangan anti-aging.

B. Tanaman Uwi Ungu

1. Klasifikasi

Secara taksonomi, klasifikasi Uwi Ungu sebagai berikut

Kingdom	:	Plantae
Divisi	:	Magnoliophyta
Kelas	:	Liliopsida
Ordo	:	Liliales
Famili	:	Dioscoreaceae
Genus	:	Dioscorea
Spesies	:	*Dioscorea alata* L



Gambar 2. Uwi Ungu (*Dioscorea alata L*) (Yalindua & Bintoro, 2023)

2. Sejarah dan Morfologi Uwi Ungu

Uwi ungu (*Dioscorea alata L*) merupakan salah satu tanaman umbi-umbian dari famili Dioscoreaceae yang telah lama dikenal dan dimanfaatkan oleh masyarakat di wilayah tropis, termasuk Indonesia. Tanaman ini dikenal sebagai salah satu sumber pangan lokal yang telah lama dimanfaatkan masyarakat dan

memiliki kandungan senyawa bioaktif yang berpotensi dalam bidang farmasi. Selain sebagai bahan pangan, uwi ungu juga mulai banyak diteliti karena kandungan metabolit sekundernya yang berhubungan dengan aktivitas biologis tertentu (Nareswara, 2013).

a. Akar dan Batang

Uwi ungu memiliki sistem perakaran serabut yang befungsi menyerap air dan unsur hara dari dalam tanah untuk menunjang pertumbuhan tanaman (Mojiono et al., 2022).

Batang uwi ungu berbentuk silindris, dan tumbuh memanjat, berfungsi sebagai penopang daun serta jalur transportasi nutrisi ke seluruh bagian tanaman.

b. Daun

Daun uwi berbentuk menyerupai jantung ujung meruncing dan tersusun secara berselang-seling. Daun berfungsi sebagai fotosintesis yang mendukung pembentukan serta akumulasi cadangan metabolit di dalam umbi. Secara tidak langsung, proses ini berkontribusi terhadap pembentukan senyawa yang berpotensi mendukung aktivitas antioksidan (Mojiono et al., 2022).

c. Umbi

Umbi merupakan bagian utama tanaman uwi ungu yang paling banyak dimanfaatkan dan menjadi fokus dalam penelitian. Umbi memiliki bentuk yang bervariasi dengan warna daging mulai dari putih hingga ungu. Warna ungu pada daging umbi menunjukkan adanya kandungan pigmen antosianin yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat. keberadaan antosianin dan senyawa fenolik dalam umbi uwi ungu berpotensi berperan dalam menekan stres oksidatif

serta mendukung aktivitas penghambatan enzim kolagenase secara in vitro (Mojiono et al., 2022).

C. Metabolit sekunder tanaman

Metabolit sekunder merupakan senyawa bioaktif yang dihasilkan oleh tanaman dan tidak secara langsung terlibat dalam proses pertumbuhan primer, namun memiliki peran penting dalam mekanisme pertahanan serta aktivitas biologis tertentu. Senyawa sekunder diketahui memiliki berbagai aktivitas farmakologis, di antaranya sebagai antioksidan dan penghambatan enzim. Dalam konteks penuaan kulit, metabolit sekunder berperan dalam menekan stres oksidatif sekaligus menghambat aktivitas enzim kolagenase yang terlibat dalam proses degradasi kolagen. Dengan demikian, metabolit sekunder menjadi dasar teoritis yang penting untuk menilai potensi aktivitas antikolagenase dari ekstrak tanaman pidada merah dan uwi ungu (Piyasena *et al*., 2024).

1. Flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu kelompok metabolit sekunder yang banyak ditemukan pada berbagai bagian tanaman, seperti daun, buah, dan umbi. Senyawa ini dikenal memiliki aktivitas biologis yang luas terutama sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan flavonoid berkaitan dengan kemampuannya dalam menetralisir radikal bebas serta menghambat pembentukan spesies oksigen reaktif yang dapat memicu stres oksidatif. Stres oksidatif diketahui berperan dalam meningkatkan ekspresi dan aktivitas enzim kolagenase, sehingga keberadaan flavonoid dapat berkontribusi secara tidak langsung dalam menghambat degradasi

kolagen. Dan flavonoid berperan penting dalam mendukung aktivitas antikolagenase secara in vitro melalui mekanisme perlindungan terhadap kerusakan kolagen (Shiyan *et al*., 2016).

2. Tanin

Tanin merupakan senyawa metabolit sekunder yang tergolong dalam kelompok polifenol dan banyak terdapat pada tanaman. Senyawa ini memiliki karakteristik mampu berkaitan dengan protein, termasuk enzim, sehingga dapat mempengaruhi aktivitas enzimatik. Selain itu, tanin juga dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang berperan dalam menurunkan stres oksidatif. Kombinasi antara kemampuaan berinteraksi dengan protein dan sifat antioksidan tersebut menjadikan tanin berpotensi dalam menghambat aktivitas enzim kolagenase. Keberadaan tanin dalam ekstrak tanaman dapat memberikan kontribusi terhadap perlindungan kolagen dari degradasi yang dipicu oleh aktivitas enzimatik (Firdausi *et al*., 2013).

3. Senyawa fenolik

Senyawa fenolik merupakan kelompok metabolit sekunder yang tersebar luas pada tumbuhan dan dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang signifikan. Senyawa ini mampu mendonorkan atom hidrogen atau electron untuk menetralisir radikal bebas, sehingga berperan dalam mengurangi stres oksidatif. Stres oksidatif yang tidak terkontrol dapat mempercepat degradasi kolagen melalui aktivitas enzim kolagenase. Selain berperan sebagai antioksidan, senyawa fenolik juga diketahui memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim kolagenase secara langsung. Senyawa fenolik menjadi komponen penting aktivitas antikolagenase bahan alam (Lestari *et al*., 2019).

4. Alkaloid

Alkaloid adalah senyawa metabolit sekunder yang mengandung atom nitrogen dan dihasilkan oleh tanaman sebagai bagian dari mekanisme pertahanan diri. Senyawa ini dilaporkan memiliki berbagai aktivitas bologis, termasuk aktivitas antioksidan. Aktivitas antioksidan alkaloid berperan dalam menurunkan Tingkat stres oksidatif yang dapat memicu kerusakan kolagen. Meskipun mekanisme penghambatan kolagenase oleh alkaloid belum sepenuhnya dipahami, keberadaan senyawa ini dalam ekstrak tanaman berpotensi memberikan kontribusi tidak langsung terhadap aktivitas antikolagenase melalui perlindungan terhadap kerusakan oksidatif (Nurhasnawati *at el*., 2016).

5. Antosianin

Antosianin kelompok senyawa metabolit sekunder yang tergolong dalam flavonoid dan berfungsi sebagai pigmen alami pada tanaman. Senyawa ini banyak ditemukan pada tanaman dengan warna merah, ungu, atau biru, termasuk uwi ungu. Antosianin dikenal memiliki aktivitas antioksidan yang kuat melalui kemampuannya dalam menangkal radikal bebas sehingga membantu melindungi struktur kolagen dari kerusakan oksidatif (Kunnaryo *et al*.,2021).

Metabolit sekunder seperti flavonoid, tanin, senyawa fenolik, alkaloid, dan antosianin diketahui memiliki peran penting dalam aktivitas antioksidan serta potensi dalam menghambat aktivitas enzim kolagenase. Keberadaan metabolit-metabolit tersebut dalam menilai potensi aktivitas antikolagenase secara in vitro. Paparan mengenai metabolit sekunder tersebut memperkuat relevasi kedua tanaman

sebagai sumber bahan alam yang berpotensi melindungi kolagen dari proses degradasi.

D. Ekstraksi Bahan Alam

Ekstraksi merupakan suatu proses pemisahan senyawa metabolit sekunder dari bahan alam dengan memanfaatkan pelarut tertentu untuk mendapatkan senyawa bioaktif yang terdapat didalam jaringan tanaman. Proses ini bertujuan memindahkan komponen aktif dari mantriks bahan kedalam pelarut agar dapat digunakan pada tahap selanjutnya. Jenis metode ekstraksi yang diterapkan akan mempengaruhi macam serta kuantitas senyawa yang berhasil diperoleh (Handayani *at el*., 2019).

Pemilihan metode ekstraksi perlu disesuaikan dengan karakteristik senyawa yang ingin diperoleh, khususnya berkaitan dengan kestabilan terhadap suhu dan kemampuan senyawa tersebut untuk larut dalam pelarut. Metode ekstraksi yang tidak melibatkan proses pemanasan umumnya lebih tepat digunakan untuk senyawa yang bersifat peka terhadap panas.

1. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara merendam serbuk bahan tanaman kedalam pelarut tertentu pada suhu ruang selama jangka waktu tertentu. Selama proses perendaman berlangsung, pelarut akan berdifusi kedalam jaringan sel tanaman sehingga senyawa metabolit sekunder dapat terlarut dan berpindah kedalam pelarut (Nurhasnawati et al., 2017).

Metode maserasi banyak digunakan karena memiliki prosedur yang sederhana dan tidak melibatkan proses pemanasan, sehingga risiko kerusakan senyawa bioaktif yang bersifat termolabil, seperti flavonoid dan senyawa fenolik, dapat diminimalkan. Selain itu, metode ini memungkinkan terjadinya kontak yang memadai antara pelarut dan bahan, sehingga proses pelarutan senyawa aktif dapat berlangsung secara lebih optimal. Etanol merupakan pelarut yang umum digunakan karena efektif melarutkan berbagai metabolit sekunder, termasuk flavonoid, senyawa fenolik, tanin, dan antosianin, yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan dan berpotensi menghambat enzim kolagenase (Prasetyo e*t al.*, 2022).

Setelah proses maserasi selesai, larutan ekstrak dipisahkan dari ampas bahan melalui tahap penyaringan. Ekstrak yang diperoleh selanjutnya dapat dimanfaatkan dalam pengujian aktivitas biologis sebagai indikator potensi fungsional dari bahan alam (Fauziyah *et al.*, 2022).

E. Enzim Kolagenase dan Aktivitas Antikolagenase

1. Pengertian kolagenase

Kolagenase merupakan enzim yang termasuk dalam golongan endopeptidase dan berfungsi memutus sturktur triple helix kolagen menjadi fragmen – fragmen yang lebih kecil. Berdasarkan sifat dan mekanisme kerjanya, kolagenase dapat dibedakan menjadi dua kelompok utama, yaitu kolagenase serin dan kolagenase metalo. Kolagenase metalo tergolong kedalam kelompok Matrix metalloproteinase (MMP) yang memerlukan keberadaan ion logam (Silvipriya *et al*, 2015).

2. Peran Kolagenase dalam Degradasi Kolagen

Kolagen merupakan protein struktual utama yang tersusun dari tiga rantai alfa yang saling berkaitan melalui ikatan hydrogen danm membentuk struktur khas berupa triple helix. Aktivitas enzim kolagenase, sehingga dihasilkan fragmen peptide yang lebih sederhana. Proses degradasi kolagen ini memiliki peran penting dalam berbagai proses bilogis, namun meningkatkan aktivitas kolagenase secara berlebihan dapat mengakibatkan penurunan stabilitas serta fungsi jaringan, khususnya pada jaringan kulit. Penurunan kandungan kolagen diketahui berkaitan dengan menurunya elastisitas dan kekuatan jaringan, terutama pada lapisan dalam kulit (Rahmawati *et al*., 2019).

3. Hubungan Aktivitas Antioksidan dan Antikolagenase

Degradasi kolagen tidak hanya dipengaruhi oleh aktivitas enzim kolagenase, tetapi juga berkaitan dengan kondisi stres oksidatif. Senyawa antioksidan berperan dalam menekan efek radikal bebas yang dapat memicu peningkatan aktivitas enzim proteolitik, termasuk kolagenase (Rumiyatiat *et al*.,2017). Aktivitas antioksidan berkontribusi secara tidak langsung dalam menjaga kestabilan kolagen melalui pengendalian proses degradasi yang dimediasi oleh enzim.

Beberapa penelitian pada bahan alam, termasuk ekstrak uwi ungu (*Dioscorea alata* L), melaporkan adanya aktivitas penghambatan enzim kolagenase yang dikaitkan dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid yang bersifat antioksidan. Senyawa – senyawa tersebut berpotensi menekan stres oksidatif sehingga berperan dalam mengurangi peningkatan aktivitas kolagenase dan memperlambat degradasi kolagen (Rumiyatiat *et al*.,2017).

Penelitian lain pada ekstrak pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) juga melaporkan adanya aktivitas antioksidan yang berkontribusi dalam penghambatan enzim kolagenase sebagai salah satu mekanisme perlindungan terhadap kerusakan kolagen. Penghambatan aktivitas kolagenase atau aktivitas antikolagenase merupakan salah satu pendekatan penting dalam mempertahankan struktur serta fungsi kolagen, khususnya dalam upaya perlindungan jaringan dan pencegahan terjadinya degradasi kolagen secara berlebihan (Kristiawan *at el*.,2023).

4. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu digunakan sebagai landasan untuk memahami potensi aktivitas antioksidan serta kemampuan penghambatan enzim kolagenase dari bahan alam yang dikaji secara in vitro. Penelitian utama yang dilakukan oleh menyatakan bahwa ekstrak etanol pidada merah (Sonneratia caseolaris) menunjukan aktivitas penghambatan enzim kolagenase secara in vitro. Penelitian tersebut menerapkan pendekatan HR-LC-MS-based metabolite profiling untuk mengidentifikasi senyawa metabolit yang terkandung dalam ekstrak, serta dilengkapi dengan analisis komputasi guna memprediksi interaksi senyawa aktif terhadap enzim kolagenase. Hasil penelitian menunjukan bahwa pidada merah sebagai sumber bahan alam yang memiliki aktivitas antikolagenase (Nguyen, L *et al*.,2021),(Syamsul *et al*.,2023).

Penelitian lain yang berkaitan dilakukan pada uwi ungu (Dioscorea alata L). melaporkan bahwa ekstrak etanol uwi ungu memiliki aktivitas antioksidan sekaligus kemampuan dalam menghambat senyawa bioaktif, terutama senyawa fenolik dan antosianin, yang berperan dalam menekan stress oksidatif serta

berpotensi melindungi kolagen dari proses degradasi enzimatik (Wijaya et al.,2019).

Sebagai penelitian, melaporkan bahwa spesies mangrove dari genus *Sonneratia*, terutama *Sonneratia alba*, mengandung berbagai senyawa fitokimia seperti fenolik dan flavonoid yang berkontribusi pada aktivitas antioksidan in vitro. Aktivitas antioksidan in vitro. Aktivitas antioksidan ini membantu menetralisir radikal bebas, yang jika dibiarkan dapat meningkatkan stress oksidatif dan memicu aktivitas enzim kolagenase dan menegaskan bahwa tanaman dari genus *Sonneratia* memiliki potensi sebagai sumber antioksidan alami (Nguyen, L *et al*.,2021).

Penelitian pendukung lainnya terkait uwi ungu membahas perubahan kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan pada tepung uwi ungu selama penyimpanan. Menunjukkan bahwa meskipun diubah menjadi bentuk tepung,, kandungan antosianinn tetap memepertahankan aktivitas antiioksidannnya. Hal ini memperkuat Kesimpulan bahwa uwi ungu merupakan sumber senyawa antioksidan yang stabil dan relevan untuk perlindungan terhadap stres oksidatif (Tamaroh *et al*., 2019).

Berdasarkan penelitian-penelitian terdahulu, terlihat bahwa pidada merah dan uwi ungu sama-sama menunjukkan aktivitas biologis berupa antioksidan dan kemampuan menghambat enzim kolagenase secara in vitro. Parameter yang diuji, seperti persentase penghambatan atau nilai IC50, serta keberadaan metabolit dominan dari golongan fenolik,flavonoid,dan antosianin, menjadi dasar penting dalam membandingkan jurnal-jurnal terkait. Dengan demikian, kedua tanaman ini berpotensi melindungi kolagen dari degradasi (Nguyen, L *et al*.,2021)

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan studi literatur yang dilakukan dengan cara mengumpulkan, menelaah, dan menganalisis berbagai sumber pustaka seperti buku, artikel jurnal ilmiah, skripsi, serta dokumen ilmiah terkait lainnya. Tahapan penelitian meliputi: (1) reduksi data, yaitu proses penyederhanaan dan peringkasan informasi sehingga diperoleh inti data yang relevan; (2) penyajian data dalam bentuk tabel deskriptif; dan (3) penarikan kesimpulan yang dilakukan melalui proses verifikasi serta peninjauan ulang data agar hasil yang di peroleh lebih tepat dan dapat di pertanggung jawabkan.. Pada rancangan penelitian juga di jelaskan waktu pelaksanaan dilakukannya penelitian studi literatur.

B. Objek Penelitian

Objek penelitian ini berupa dua artikel jurnal ilmiah yang mengkaji aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim kolagenase sebagai mekanisme anti-aging, yaitu penelitian mengenai ekstrak etanol daun pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan ekstrak etanol umbi uwi ungu (*Dioscorea alata* L.), yang meliputi pengujian *in vitro*, *in silico*, serta analisis profil metabolit sekunder..

C. Tahapan Penelitian

1. Penelusuran literatur dilakukan melalui pencarian artikel penelitian pada database ilmiah seperti Google Scholar. Kata kunci yang digunakan meliputi: *anticollagenase*, *Sonneratia caseolaris*, *Dioscorea alata*, dan metabolit sekunder. Penelusuran literatur dilakukan pada bulan Oktober–November 2025.
2. Berdasarkan hasil seleksi, diperoleh beberapa artikel jurnal yang relavan, dengan 2 artikel utama yang memenuhi kriteria dan digunakan sebagai fokus utama pembahasan penelitian.
3. Berdasarkan artikel yang ditemukan, selanjutnya dilakukan seleksi menggunakan kriteria inklusi berupa:
   a. Kesesuaian judul dan fokus penelitian
   b. Kesesuaian dengan kata kunci
   c. Hasil penelitian yang relavan
   d. Tahun publikasi dalam rentang 10 tahun terakhir (2010-2025)
4. Review artikel yang telah lolos seleksi kemudia dianalisis secara mendalam proses meliputi identifikasi tujuan penelitian, metode yang digunakan, hasil utama, serta kesimpulan masing-masing artikel dasar penyusunan kajian literatur.

Tabel 1. Penyajian Hasil Temuan

Data base	Temuan	Literatur
Google Scholar	5	2
Pubmed	0	0

D. Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan metode deskriptif, yaitu dengan menyajikan gambaran dari data hasil kajian literatur yang telah dikumpulkan, yang mencakup aktivitas antioksidan serta kemampuan penghambatan enzim kolagenase dari ekstrak pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) secara *in vitro*.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan proses penelitian literatur yang dilakukan sesuai kriteria inklusi dan eksklusi, diperoleh dua artikel jurnal utama yang dijadikan sebagai sumber utama analisis pada penelitian ini. Kedua artikel tersebut membahas potensi tanaman pidada merah (Sonneratia caseolaris) dan uwi ungu (Dioscorea alata L). sebagai bahan alami yang memiliki aktivitas antikolagenase. Hasil kedua jurnal bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Studi Literatur

Judul	HR-LCMS-BASED METABOLITE PROFILING, AND ANTI-COLAGENASE PROPERTIES OF ETHANOLIC EXTRACT OF PIDADA MERAH: COMPUTATIONAL AND *IN VITRO* STUDY	UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DAN PENGHAMBATAN ENZIM KOLAGENASE EKSTRAK ETANOL UWI UNGU (*Dicorea alata* L)
Peneliti	Eka Siswanto Syamsul	Muhammad Izzudin Lutfi
Lembaga/Nama Jurnal Tahun	International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences 2023	Jurnal Ilmiah JOPHUS: Journal of Pharmacy UMUS, Vol. 6 No. 02, Februari 2025

Tujuan Penelitian	Mengidentifikasi profil metabolit (senyawa kimia) pada ekstrak etanol pidada merah menggunakan metode HR-LCMS, serta mengevaluasi aktivitas anti-kolagenase melalui pendekatan komputasi (in silico) dan uji in vitro.	Menguji aktivitas antioksidan dan penghambatan enzim kolagenase pada ekstrak etanol uwi ungu (Dioscorea alata L.).”
Metode	Eksperimental (in vitro dan in silico)	Eksperimental in vitro

Berdasarkan hasil penelitian jurnal pidada merah diketahui memiliki kandungan metabolit sekunder berupa flavonoid, senyawa fenolik, dan tanin yang berperan dalam berbagai aktivitas biologis. Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas antioksidan yang mampu menangkal radikal bebas di dalam tubuh. Aktivitas antioksidan memiliki peran penting dalam melindungi sel dari kerusakan oksidatif yang dapat memicu berbagai proses degeneratif, termasuk proses penuaan pada kulit.

Radikal bebas merupakan molekul reaktif yang bersifat tidak stabil dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada berbagai komponen sel, termasuk kolagen sebagai protein struktural yang berperan dalam mempertahankan elastisitas dan

kekencangan kulit. Akumulasi radikal bebas yang berlebihan dapat memicu stres oksidatif yang berkontribusi terhadap percepatan kerusakan jaringan kulit. Akibatnya, elastisitas kulit menurun dan muncul berbagai tanda penuaan dini, seperti garis halus dan kerutan.

Keberadaan metabolit sekunder, seperti flavonoid dan senyawa fenolik, diketahui memiliki peran penting dalam mekanisme perlindungan sel melalui aktivitas antioksidan yang dimilikinya. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa tanaman dengan kandungan flavonoid dan fenolik yang tinggi umumnya menunjukkan kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam proses degradasi kolagen. Temuan tersebut mengindikasikan bahwa senyawa bioaktif yang terdapat pada pidada merah berpotensi memberikan perlindungan terhadap struktur kolagen, sehingga mendukung pemanfaatannya sebagai agen anti-aging alami.

Selain pidada merah, jurnal kedua menunjukkan bahwa tanaman uwi ungu (Dioscorea alata L.) juga memiliki potensi sebagai bahan alami anti-aging. Bagian umbi tanaman ini diketahui mengandung metabolit sekunder, terutama antosianin yang memberikan warna ungu khas pada umbi. Antosianin merupakan salah satu kelompok flavonoid yang dikenal memiliki aktivitas antioksidan kuat dan mampu melindungi sel dari kerusakan akibat paparan radikal bebas.

Aktivitas antioksidan yang dimiliki antosianin bekerja dengan cara menangkap radikal bebas sehingga dapat membantu mengurangi pembentukan *Reactive Oxygen Species* (ROS) yang berlebihan di dalam tubuh. ROS merupakan salah satu faktor yang berperan dalam mempercepat kerusakan sel karena dapat

merusak protein, lipid, DNA, serta berbagai komponen penting lainnya. Pada jaringan kulit, peningkatan kadar ROS dapat menyebabkan kerusakan pada struktur kolagen yang pada akhirnya mengakibatkan penurunan elastisitas kulit secara bertahap.

Kemampuan antioksidan yang dimiliki oleh antosianin diketahui memiliki hubungan dengan kemampuan dalam menghambat enzim kolagenase. Berkurangnya stres oksidatif sebagai akibat dari aktivitas antioksidan tersebut dapat membantu meminimalkan kerusakan pada protein struktural kulit, sehingga proses degradasi kolagen dapat dihambat. Dengan menurunnya tingkat kerusakan tersebut, elastisitas kulit dapat tetap terjaga dan proses terjadinya penuaan dini dapat berlangsung lebih lambat.

Proses penuaan kulit secara biologis berkaitan erat dengan aktivitas enzim *Matrix Metalloproteinase-1* (MMP-1) atau kolagenase, yaitu enzim yang berperan dalam memecah serat kolagen pada jaringan kulit. Kolagen sendiri merupakan komponen utama penyusun matriks ekstraseluler yang berfungsi dalam mempertahankan struktur serta elastisitas kulit. Peningkatan aktivitas enzim kolagenase secara berlebihan dapat mempercepat proses degradasi kolagen, sehingga memicu munculnya berbagai tanda penuaan, seperti kulit menjadi kendur, timbulnya kerutan, dan berkurangnya elastisitas kulit.

Aktivitas enzim MMP-1 diketahui dapat mengalami peningkatan akibat berbagai faktor eksternal, seperti paparan sinar ultraviolet, polusi lingkungan, stres oksidatif, serta pembentukan radikal bebas yang berlebihan. Kondisi tersebut dapat memicu aktivasi jalur inflamasi seluler yang berujung pada peningkatan ekspresi

enzim kolagenase. Semakin tinggi aktivitas enzim tersebut, maka semakin besar pula kerusakan pada struktur kolagen sehingga proses penuaan kulit dapat berlangsung lebih cepat.

Sejumlah penelitian menjelaskan bahwa proses penuaan kulit tidak hanya dipengaruhi oleh faktor usia, tetapi juga oleh kombinasi faktor intrinsik dan ekstrinsik yang dapat menyebabkan penurunan produksi kolagen, kerusakan matriks ekstraseluler, peningkatan stres oksidatif, serta meningkatnya aktivitas enzim yang berperan dalam proses degradasi kolagen. Oleh karena itu, penghambatan aktivitas kolagenase menjadi salah satu strategi penting dalam pengembangan terapi *anti-aging*, karena berkaitan secara langsung dengan upaya perlindungan terhadap struktur kolagen pada kulit.

Berdasarkan hasil dari kedua penelitian tersebut, tanaman pidada merah dan uwi ungu memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan alami yang berperan sebagai agen *anti-aging* melalui aktivitas antikolagenase. Kedua tanaman tersebut sama-sama mengandung metabolit sekunder yang berfungsi sebagai antioksidan, namun memiliki karakteristik senyawa dominan yang berbeda. Pada pidada merah, aktivitas biologisnya lebih banyak dipengaruhi oleh kandungan flavonoid, fenolik, dan tanin, sedangkan pada uwi ungu aktivitas tersebut lebih dominan dipengaruhi oleh keberadaan antosianin, selain flavonoid dan fenolik.

Perbedaan profil metabolit sekunder yang dimiliki kedua tanaman tersebut dapat memengaruhi mekanisme aktivitas biologis masing-masing, terutama dalam kemampuannya untuk menangkal radikal bebas dan menghambat aktivitas enzim kolagenase. Meskipun demikian, kedua tanaman tersebut tetap menunjukkan

potensi yang baik dalam menjaga kestabilan kolagen serta mempertahankan elastisitas kulit.

Dengan demikian, tanaman pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) menunjukkan potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai sumber bahan aktif alami dalam formulasi produk *anti-aging*. Kandungan metabolit sekunder yang terdapat pada kedua tanaman tersebut berperan sebagai antioksidan sekaligus berkontribusi dalam menghambat aktivitas enzim kolagenase, sehingga dapat membantu memperlambat proses penuaan kulit dan mempertahankan kestabilan struktur kolagen.

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian yang telah dilakukan, diketahui bahwa tanaman pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata*) mengandung metabolit sekunder berupa flavonoid, senyawa fenolik, tanin, dan antosianin yang berpotensi memiliki aktivitas biologis sebagai antioksidan. Aktivitas antioksidan tersebut berperan dalam menangkal radikal bebas serta membantu menurunkan stres oksidatif yang dapat memicu peningkatan aktivitas enzim kolagenase (MMP-1) sebagai salah satu penyebab degradasi kolagen pada kulit. Penghambatan aktivitas enzim kolagenase berperan dalam menjaga kestabilan kolagen dan membantu memperlambat proses penuaan kulit. Berdasarkan analisis kedua jurnal, pidada merah dan uwi ungu sama-sama memiliki potensi sebagai bahan alami yang dapat dikembangkan sebagai agen *anti-aging* melalui mekanisme antikolagenase, meskipun terdapat perbedaan pada komposisi metabolit sekunder dominan yang memengaruhi karakteristik aktivitas biologis masing-masing tanaman.

B. SARAN

Berdasarkan hasil kajian literatur yang telah dilakukan, disarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai aktivitas antikolagenase pada tanaman pidada merah (*Sonneratia caseolaris*) dan uwi ungu (*Dioscorea alata* L.) melalui pengujian laboratorium maupun uji *in vitro* untuk memperoleh bukti efektivitas yang lebih mendalam. Selain itu, diperlukan penelitian lanjutan terkait isolasi dan identifikasi senyawa aktif utama yang berperan dalam aktivitas penghambatan enzim kolagenase pada kedua tanaman tersebut. Pengembangan formulasi sediaan farmasi maupun kosmetik berbasis bahan alam dari pidada merah dan uwi ungu juga perlu dilakukan agar kandungan bioaktif yang dimiliki dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai alternatif produk *anti-aging* berbasis herbal.

DAFTAR PUSTAKA

Adilah, N. A., Hardiansyah, H., & Amintarti, S. (2022). Pengembangan E-Modul Konsep Keanekaragaman Hayati tentang Sonneratia Caseolaris Kawasan Mangrove Rambai Center. *Edukatif : Jurnal Ilmu Pendidikan*, *4*(5), 7029–7041. https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i5.3504

Dan, K., Antioksidan, A., Beserta, P., Rizki, T., Lubis, F., Putri, G. R., & Siregar, R. S. (2020). R E A C T O R Journal of Research on Chemistry and Engineering Attribution-ShareAlike 4.0 International. *Reactor: Journal of Research on Chemistry and Engineering*, *1*(2), 36–41. http://reactor.poltekatipdg.ac.id/

Fauziyah, R., Widyasanti, A., & Rosalinda, S. (2022). Perbedaan Metode Ekstraksi terhadap Kadar Sisa Pelarut dan Rendemen Total Ekstrak Bunga Telang (Clitoria ternatea L.). *Kimia Padjadjaran*, *1*, 18–25. https://jurnal.unpad.ac.id/jukimpad

Firdausi, A., Agus Siswoyo, T., & Soekadar Wiryadiputra, dan. (2013). Identifikasi tanaman penghasil tanin-protein kompleks kaitannya sebagai pestisida nabati. *Pelita Perkebunan*, *29*(1), 31–43.

Jariyah. (2023). *Aplikasi Buah Pedada (Sonneratia caseolaris) untuk Produk Pangan*.

Mojiono, M., Ajiid, M. D. S., Wulandari, S., Apriliyanti, F., Alamsyah, F., & Fansuri, H. (2022). Profil Umbi Uwi (Dioscorea alata) dan Potensi Aplikasi Pada Beragam Produk Pangan: Review. *JURNAL AGROSAINS : Karya Kreatif Dan Inovatif*, *7*(1), 36–41. https://doi.org/10.31102/agrosains.2022.7.1.36-41

Nareswara. (2013). Bahan Pangan. *Journal of Petrology*, *369*(1), 1689–1699. http://dx.doi.org/10.1016/j.jsames.2011.03.003%0Ahttps://doi.org/10.1016/j.gr.2017.08.001%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2014.12.018%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.precamres.2011.08.005%0Ahttp://dx.doi.org/10.1080/00206814.2014.902757%0Ahttp://dx.

Nurhasnawati, H., Sukarmi, S., & Handayani, F. (2017). PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI DAN SOKLETASI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL DAUN JAMBU BOL (Syzygium malaccense L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, *3*(1), 91–95. https://doi.org/10.51352/jim.v3i1.96

Piyasena, K. G. N. P., Napagoda, M. T., Kalinga, J., Abayarathne, A. A. B., Jayawardhane, P. A. M., Siriwardhane, K. D. P. U., Ranatunga, M. A. B., & Jayasinghe, L. (2024). Variation of elastase, collagenase, tyrosinase enzyme inhibitory and antioxidant potential of different tea cultivars. *Discover*

Chemistry, *1*(1). https://doi.org/10.1007/s44371-024-00041-7

Prasetyo, A. B., Imawati, M. F., & Sumadji, A. R. (2022). Pengaruh Metode Maserasi dan Sokhletasi Terhadap Kadar Flavoniu Ekstrak Etanol Daun Kemangi (Ocimum sanctum). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, *8*(2), 317–321.

Silvipriya et al. (2015). *Farmaka REVIEW ARTIKEL: SUMBER DAN MANFAAT KOLAGEN DALAM INDUSTRI KOSMETIK*. 60–67.

Srisuksomwong, P., Kaenhin, L., & Mungmai, L. (2023). Collagenase and Tyrosinase Inhibitory Activities and Stability of Facial Cream Formulation Containing Cashew Leaf Extract. *Cosmetics*, *10*(1). https://doi.org/10.3390/cosmetics10010017

Syamsul, E. S., Supomo, & Jubaidah, S. (2020). Karakterisasi Simplisia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak dan Fraksi Daun Pidada Merah (Sonneratia caseolaris L). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, *6*(3), 184–190. https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i3.15319

Yalindua, A., & Bintoro, H. M. H. (2023). *Karakteristik dan Potensi Genetik Uwi (Dioscorea alata L)*.