

Tinjauan: Antielastase dari Berbagai Tumbuhan untuk Kosmetik

Retty Handayani*, Delin Arlina, Syifa Nurisma Ekaputri, Siti Nurajijah, Siti Nurmulyanti
Sopiana, Farisha Rahma Fadilla, Aghna Urfa

Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Garut, Jawa Barat, Indonesia
Email: rettyhandayani@gmail.com

ABSTRAK

Antielastase adalah senyawa yang menghambat aktivitas enzim elastase, yang berperan dalam mencegah kerusakan jaringan elastin di dalam tubuh. Tujuan review jurnal ini yaitu merangkum berbagai jenis senyawa bioaktif dari tumbuhan yang berkhasiat sebagai antielastase. Metode review yang digunakan mencakup berbagai pendekatan literatur yang dilakukan melalui tahapan pencarian artikel, seleksi, penentuan artikel, dan ekstraksi data. Proses pencarian artikel dilakukan pada database bereputasi seperti Google Scholar, OpenAlex, Pubmed, Sciendirect, Sinta, dan Scopus. Hasil dari 50 literatur menunjukkan bahwa semua tanaman yang diteliti mempunyai senyawa yang berpengaruh besar sebagai inhibitor enzim elastase alami dengan nilai IC₅₀ kurang dari 50ppm. Senyawa dari tanaman tersebut yaitu golongan polifenol, flavonoid, α -tocopherol, biflavonoid, fenol, *epigallocatechin gallate* (EGCG), *epicatechin gallate* (ECG), antosianin, katekin, α -pinene, limonene, likopen, quercetin, dan safranal. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat banyak literatur yang mendukung pemanfaatan tanaman sebagai agen antielastase.

Kata Kunci: Anti-Aging, Fitokimia, IC₅₀, Inhibitor Elastase, Senyawa Bioaktif

ABSTRACT

Antielastase is a compound that inhibits the activity of the elastase enzyme, which plays a role in preventing damage to elastin tissue in the body. The purpose of this journal review is to summarize various types of bioactive compounds from plants that are efficacious as antielastase. The review method used includes various literature approaches carried out through the stages of article search, selection, article determination, and data extraction. The article search process was carried out on reputable databases such as Google Scholar, OpenAlex, Pubmed, Sciendirect, Sinta, and Scopus. The results of 50 literatures showed that all plants studied had compounds that had a major effect as natural elastase enzyme inhibitors with IC₅₀ values of less than 50 ppm. The compounds from these plants are polyphenols, flavonoids, α -tocopherol, biflavonoids, phenols, Epigallocatechin Gallate

(EGCG), Epicatechin Gallate (ECG), anthocyanins, catechins, α -pinene, limonene, lycopene, quercetin, and safranal. This study shows that there is a lot of literature supporting the use of plants as antielastase agents.

Keywords: *Anti-Aging, Phytochemicals, IC50, Elastase Inhibitor, Bioactive Compounds*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan sebuah negara yang mempunyai banyak keanekaragaman, yang paling diunggulkannya keanekaragaman hayati. Di Indonesia banyak tanaman telah lama diolah sebagai bahan untuk merawat kulit sejak zaman dahulu (Sinurat & Diningrat, 2023). Pada saat ini sedang ramai menggunakan istilah “vegan cosmetics” yang berarti penggunaan kosmetik alami lebih disukai dan diminati oleh masyarakat sebab diklaim jauh lebih aman, ramah lingkungan, dan dengan ini mendukung kesejahteraan hewan (Ngo-Thi-Ngoc *et al.*, 2024).

Kulit merupakan bagian tubuh manusia yang berperan krusial sebagai penghalang dan melindungi organ dalam tubuh dari gangguan fisik, kimia, dan biologis (Jiratchayamaethasakul *et al.*, 2020). Kulit adalah organ terluar dengan struktur yang sangat kompleks (Stefanowicz-Hajduk *et al.*, 2024).

Enzim kolagenase dan elastase berperan dalam degradasi matriks ekstraseluler, termasuk kolagen dan elastin, yang menjaga struktur dan elastisitas kulit. Metalloproteinase matriks (MMP) juga

berfungsi dalam remodeling jaringan dengan mengatur degradasi dan sintesis kembali kolagen dan elastin (Nur *et al.*, 2017). Namun, jika aktivitas kolagenase dan elastase meningkat akibat paparan sinar UV atau stres oksidatif, MMP menjadi tidak terkontrol, menyebabkan degradasi kolagen dan regenerasi jaringan terganggu (Shirzad *et al.*, 2018). Akibatnya, kulit kehilangan elastisitas, muncul kerutan, dan menjadi kering. Selain itu, kulit juga memproduksi asam hialuronat (AH), yang berperan dalam menjaga kelembaban. Penurunan kadar AH merupakan salah satu faktor yang mempercepat penuaan kulit (Sacan *et al.*, 2024).

Seiring dengan bertambahnya usia, kulit manusia pun banyak yang mengalami perubahan seperti penuaan (Sutanto *et al.*, 2023). Termasuk penurunan elastisitas dan kulit kering (Chaudhary *et al.*, 2019), keriput (Denayu Pebrianti *et al.*, 2023), garis-garis halus (Siska Anastasia & Akib Yuswar, 2022), penurunan elastisitas kulit (de Miranda *et al.*, 2021), dan kulit menjadi kasar (Yusharyahya, 2021), serta munculnya flek-flek hitam (Damayanti, 2017) yang tentunya tidak diinginkan oleh setiap manusia. Faktor yang menyebabkan

terjadinya kondisi tersebut dapat berasal dari faktor intrinsik dan faktor ekstrinsik. Faktor intrinsik seperti pengaruh metabolime genetik, hormonal hingga seluler, sedangkan faktor ekstrinsik seperti paparan Ultraviolet A (UVA) jangka panjang (Younis *et al.*, 2022). Radiasi Ultraviolet (UVA) merupakan kontributor terjadinya photoaging kulit, seperti kerutan kulit (Denayu Pebrianti *et al.*, 2023), perubahan pigmentasi kulit (Ahmad & Damayanti, 2018), dan penurunan elastisitas kulit (Lan *et al.*, 2019).

Salah satu perawatan kulit yang dianggap paling aman untuk meningkatkan elastisitas kulit adalah memanfaatkan bahan herbal. Senyawa bioaktif dari beberapa tumbuhan diduga memiliki khasiat sebagai antielastase umumnya berdasarkan aktivitas antioksidan yang dikandungnya. Contoh senyawa yang diduga sebagai antielastase adalah polifenol, flavonoid, fenolat, tokoferol, (Sacan *et al.*, 2024).

Meskipun saat ini banyak produk sintetis yang berfungsi untuk meningkatkan elastisitas kulit dan melawan tanda-tanda penuaan, namun efek samping yang ditimbulkan masih menjadi kekhawatiran bagi konsumen. Untuk mengatasi masalah ini, penggunaan tanaman herbal menjadi alternatif yang dapat dimanfaatkan karena keamanannya (Hering *et al.*, 2023).

Namun, hingga kini belum banyak studi tinjauan yang secara sistematis mengevaluasi aktivitas antielastase dari berbagai tanaman berdasarkan data kuantitatif seperti nilai IC₅₀ dan persentase hambatan, serta mengaitkannya dengan kandungan senyawa bioaktif utama seperti flavonoid dan polifenol. Oleh karena itu, tinjauan ini dilakukan untuk memetakan tanaman-tanaman yang paling potensial sebagai agen antielastase alami dengan pendekatan berbasis data farmakologi (Liyanaarachchi *et al.*, 2018a), sehingga dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pemilihan bahan baku kosmetik anti-aging yang lebih aman dan berbasis bukti.

II. METODE

Metode review yang digunakan dalam penelitian ini mencakup pendekatan sistematis untuk mengeksplorasi potensi tanaman sebagai agen anti-aging, khususnya melalui aktivitas sebagai inhibitor elastase. Penelitian ini merupakan studi tinjauan pustaka (*literature review*) yang dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu pencarian artikel, seleksi awal, penentuan kelayakan, dan ekstraksi data.

Pencarian artikel dilakukan pada berbagai database ilmiah bereputasi seperti Google Scholar, OpenAlex, PubMed, ScienceDirect, SINTA, dan Scopus. Dari hasil pencarian awal diperoleh 60 artikel, kemudian diseleksi dan dipilih sebanyak 50

artikel berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

Kriteria inklusi dalam seleksi meliputi: (1) artikel dipublikasikan pada jurnal yang terindeks SINTA, Scopus, atau PubMed; (2) memuat data kuantitatif aktivitas antielastase (misalnya nilai IC₅₀ atau persentase inhibisi); (3) menggunakan bahan alami seperti ekstrak tanaman atau senyawa bioaktif dari tumbuhan; serta (4) menyertakan metode uji elastase yang jelas

(baik in vitro, in vivo, maupun ex vivo). Sementara itu, kriteria eksklusi mencakup: artikel tidak tersedia dalam bentuk full-text, tidak relevan langsung dengan topik penghambatan elastase, atau berupa review yang tidak menyajikan data primer. Selama proses pencarian, digunakan kata kunci seperti: “anti-aging”, “aktivitas antioksidan”, “aktivitas antielastase”, “tanaman obat”, “elastase”, dan “penuaan kulit”

III.HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel I. Antielastase dari Berbagai Tumbuhan

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
1.	Kunyit aromatic (<i>Curcuma aromatica</i>)	Flavonoid	Ekstrak etanol tanaman <i>Curcuma aromatica</i> memiliki aktivitas antielastase yang signifikan dengan nilai IC ₅₀ sebesar 252,7µg/ml	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: Porcine Pancreatic Elastase (PPE), Substrat: N-Succinyl-Ala-Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA))	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018b)
2.	Macassar kernels (<i>Rhus javanica</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 96% batang <i>Rhus javanica</i> memiliki aktivitas antielastase yang signifikan dengan nilai IC ₅₀ sebesar 245,68 µg/mL	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: Porcine Pancreatic Elastase (PPE), Substrat: N-Succinyl-Ala-Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA)	(Anggraini <i>et al.</i> , 2021)
3.	Pohon firewheel (<i>Stenocarpus sinuatus</i>)	α-tocopherol	Ekstrak metanol <i>Stenocarpus sinuatus</i> dapat menghambat aktivitas elastase dengan kadar α-	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: pankreas babi, Substrat: N-Succinyl-Ala-	(Ms <i>et al.</i> , 2022)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			tocopherol ekstrak firewheel sebesar 52,59% dengan IC50 177,5µg/mL	Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA)	
4.	Buah mundu (<i>Garcinia dulcis</i> Roxb. Kurz.)	Biflavonoid	Ekstrak etanol 10% <i>Garcinia dulcis</i> memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 111,48 µg/mL	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: pankreas babi, Substrat: Ala-Ala-Ala-Pro-Val-ASN (AAAPVN)	(Siti <i>et al.</i> , 2024)
5	Kayu bangkal (<i>Nauclea subdita</i> Blume.)	Flavonoid dan Polifenol	Ekstrak etanol 96% <i>Nauclea subdita</i> memiliki aktivitas antielastase, dengan IC50 361,22 µg/mL	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: pankreas babi, Substrat: Ala-Ala-Ala-Pro-Val-ASN (AAAPVN)	(Ramadhani <i>et al.</i> , 2023)
6	Terong belanda /Tamarillo (<i>Solanum betaceum</i>)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% <i>Solanum betaceum</i> memiliki aktivitas anti-elastase tertinggi dengan IC50 sebesar 110,67 µg/mL	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: elastase dengan plat 96 well Substrat: SucAla3-pNa	(Purbandini <i>et al.</i> , 2023)
7	Daun wungu (<i>Graptophyllum pictum</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Graptophyllum pictum</i> dapat menghambat aktivitas elastase sebesar 47%.	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis, Enzim: MMP1 Substrat: -	(Sinurat & Diningrat, 2023)
8	Kulit buah alpukat (<i>Persea americana</i> Mill.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 96% <i>Persea americana</i> Mill pada sediaan salep yang diberikan kepada tikus menunjukkan tingkat elastisitas kulit	In Vivo : - Pengujian pada 25 tikus In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis	(Lister <i>et al.</i> , 2021)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			rata-rata tertinggi yaitu 68,20%		
9	Malaka atau Amla (<i>Phyllanthus emblica</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 95% <i>Phyllanthus emblica</i> L memiliki efek penghambatan elastase dengan nilai IC50 sekitar 387,85 ± 8,78 µg/ml	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : EnzChek kit uji elastase	(Pientaweeratch <i>et al.</i> , 2016)
10	Wuru ketek (<i>Myrica javanica</i> Reinw. ex Bl.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 96% daun <i>Myrica javanica</i> memiliki aktivitas antielastase dengan nilai IC50 sebesar 64,71 ppm	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis metode Wittenauer	(Arianti & Elya, 2020)
11	Kenaf (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.)	Polifenol	Ekstrak etanol daun Hibiscus cannabinus memiliki aktivitas antielastase 23,13%±1,56%	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis Uji KLEL	(Sim & Nyam, 2021)
12	Daun Zodia (<i>Evodia suaveolens</i> J.R. Forst & G. Forst)	Flavonoid	Ekstrak etanol 96% <i>Evodia suaveolens</i> memiliki aktivitas penghambatan elastase yang cukup kuat dengan nilai IC50 sebesar 145,67 ppm	In Vitro: ELISA, Enzim: elastase dengan plat 96 well Substrat: N-Succinyl-Ala-Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA)	(Swandiny GF <i>et al.</i> , 2022)
13	Kulit pohon sukun (<i>Artocarpus altilis</i> Wesmael.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Artocarpus altilis</i> Wesmael dapat menghambat elastase 23,87%,	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Enzim: Porcine pancreatic elastase (PPE)	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018a)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			Dengan konsentrasi 500 µg/mL		
14	Kalu kenda (<i>Kokoona zeylanica</i> Wight.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Kokoona zeylanica</i> memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 sebesar 20.67ppm	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Enzim: Porcine pancreatic elastase (PPE)	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018a)
15	Tree turmeric (<i>Coscinium fenestratum</i> Gaertn. Colebr.)	Fenol	Ekstrak etanol <i>Coscinium fenestratum</i> memiliki aktivitas antielastase dengan nilai IC50 sebesar 22.85ppm	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Enzim: Porcine pancreatic elastase (PPE)	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018a)
16	Nagkesar /ironwood tree (<i>Mesua ferrea</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Mesua ferrea</i> memiliki aktivitas antielastase dengan nilai IC50 sebesar 21.21ppm	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Enzim: Porcine pancreatic elastase (PPE)	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018a)
17	Ceylon olive (<i>Elaeocarpus serratus</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol kulit kayu dari pohon <i>Elaeocarpus serratus</i> menunjukkan aktivitas yang memiliki penghambatan elastase yang tinggi dengan nilai IC50 sebesar 27.27ppm	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Enzim: Porcine pancreatic elastase (PPE)	(Liyanaarachchi <i>et al.</i> , 2018a)
18	Marula (<i>Sclerocarya birrea</i> A. Rich.)	Epigallocatechin Gallate (EGCG) dan Epicatechin Gallate (ECG)	Ekstrak etanol 80% dari batang <i>Sclerocarya birrea</i> A. Rich memiliki	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Substrat : N-Methoxysuccinyl	(Shoko <i>et al.</i> , 2018)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			aktivitas antielastase dengan nilai IC50 0,183ppm	-Ala-Ala-Pro-Val p-nitroanilidine (SANA)	
19	Burdock (<i>Arctium lappa</i> L.)	Polifenol	Ekstrak etanol yang diperoleh dari 30% dan 50% etanol secara signifikan menghambat aktivitas elastase lebih dari 60%	In Vitro: Spektrofotometri UV-Vis Substrat : N-Succinyl-Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA)	(Horng <i>et al.</i> , 2017)
20	Kayu manis (<i>Cinnamomum zeylanicum</i> L.)	Fenolik	Ekstrak etanol <i>Cinnamomum zeylanicum</i> pada konsentrasi 1000 µg/mL memiliki penghambatan elastase 33.92%	In Vitro: Fluormetrik Substrat : DQ elastin	(Wanakhachorn krai <i>et al.</i> , 2020)
21	Bunga kerucut ungu (<i>Echinacea purpurea</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Echinacea purpurea</i> L memiliki penghambatan elastase sebesar 69%	In Vitro : Metode Spektrofotometri UV-Vis, Enzyme : linked immunosorbent assay (ELISA)	(Chaiyana <i>et al.</i> , 2021)
22	Terang bulan (<i>Aegopodium podagraria</i> L.)	Fenolitik	Ekstrak etanol 80% <i>Aegopodium podagraria</i> L dapat menghambat aktivitas elastase lebih dari 70% pada konsentrasi 5%	In Vitro : Metode Fluorometric Neutrophil Elastase Inhibitor Screening Kit	(Zofia <i>et al.</i> , 2020)
23	Pegagan (<i>Centella asiatica</i> L.)	Epigallocatechin Gallate (EGCG)	Ekstrak etanol 95% <i>Centella asiatica</i> memiliki aktivitas antielastase dengan nilai IC50 sebesar 0,32 ± 0,01 µg/mL pada konsentrasi	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Substrat : N-Methoxysuccinyl -Ala-Ala-Pro-Val-p-Nitroanilide (SANA)	(Khuanekkaphan <i>et al.</i> , 2020)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			12,45 ± 0,44 mg/mL		
24	Kubis Merah (<i>Brassica Oleracea</i> L.)	Antosianin	Ekstrak etanol <i>Brassica Oleracea</i> memiliki kemampuan menghambat enzim elastase yang berasal dari fibroblas kulit dengan konsentrasi etanol 5%, 10%, dan 20%	In Vivo : - Tikus jantan dan Image Raster Software In Vitro :-	(Bt Abdul Rauap <i>et al.</i> , 2018)
25	Senduduk (<i>Melastoma malabathricum</i> L.)	Quercetin	Ekstrak etanol 70% dari daun <i>Melastoma malabathricum</i> memiliki aktivitas penghambatan elastase sebesar 89,50% pada konsentrasi 200 ppm	In Vitro : Metode Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) menggunakan inhibitor Neutrofil Elastase (NE)	(Amalia <i>et al.</i> , 2019)
26	Pisang nangka (<i>Musa Paradisiaca</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak metanol 20% <i>Musa Paradisiaca</i> L, dapat menghambat elastase dengan IC50 127,385 µg/mL	In Vitro : Metode Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : elastase pankreas babi	(Kalyana Sundaram <i>et al.</i> , 2018)
27	Daun mangga (<i>Mangifera indica</i> L.)	Mangiferin	Ekstrak etanol daun <i>Mangifera indica</i> yang difermentasi menunjukkan aktivitas penghambatan yang baik terhadap elastase (>80%)	In Vitro : Metode Spektrofotometri UV-Vis, Enzim pankreas babi, Substrat : N-Succinyl-Ala-Ala-p-Nitroanilide (AAAPVN)	(Nur Diyana <i>et al.</i> , 2021)
28	Teh Hitam (<i>Camellia sinensis</i> L. O. Kuntze)	Polifenol (katekin)	Ekstrak etanol <i>Camellia sinensis</i> L. O. Kuntze	In Vitro : Metoda Spektrofotometri UV-Vis, Enzim :	(Widowati <i>et al.</i> , 2022)

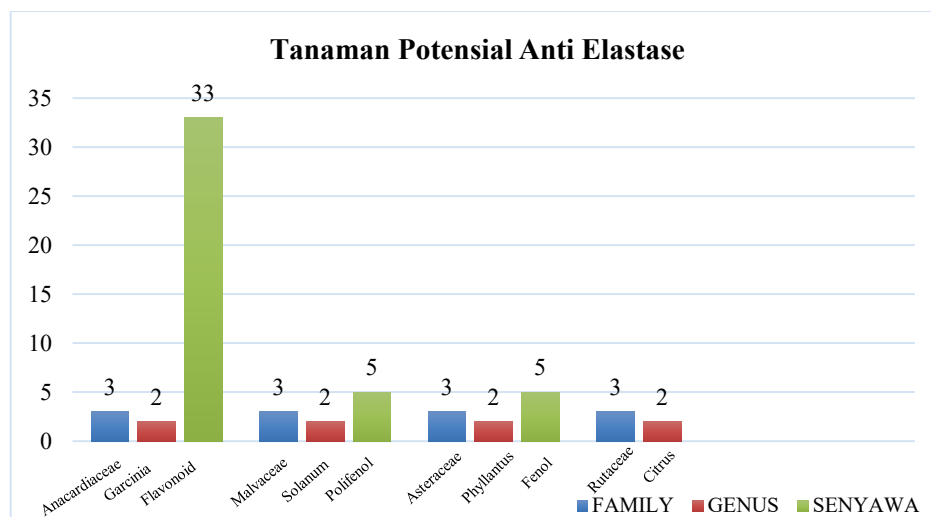
No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			Memiliki aktivitas penghambatan elastase dengan IC50 31,34 µg/ml	elastase dari pankreas babi	
29	Bunga jerami italia (<i>Helichrysum italicum</i> L.)	α-pinene dan Limonene	Minyak atsiri <i>Helichrysum italicum</i> L memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 161,61±5,23 dan 158,31± 5,12 µg/mL	In Vitro : Metode kromatografi gas-spektrometri massa, Substrat : N-Methoxysuccinyl-Ala-Ala-Pro-Val-p-Nitroanilide (SANA)	(Fraternale <i>et al.</i> , 2019)
30	Tomat (<i>Solanum lycopersicum</i> L.)	Likopen	Ekstrak etanol 70% <i>Solanum lycopersicum</i> memiliki aktivitas antielastase yang sangat kuat dengan IC50 sebesar 19,73 ± 0,44 µg/ml	In Vitro : Metode Spektrofotometer Visibel, Enzim : Elastase dari pankreas babi, Substrat : N-Succinyl-Ala-Ala-Ala-p-Nitroanilide (SANA)	(Henderson <i>et al.</i> , 2020)
31	Daun kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% daun <i>Moringa oleifera</i> memiliki aktivitas anti-elastase dengan IC50 sebesar 159,67 ± 7,95 µg/mL	In Vitro : Spektrofotometer Uv-Vis, Enzim : Enzim elastase dari pankreas babi	(Natanael <i>et al.</i> , 2021)
32	Anggur (<i>Vitis vinifera</i> L.)	Fenolik dan Katekin	Ekstrak etanol <i>Vitis vinifera</i> L memiliki persentase penghambatan enzim elastase sebesar 67,98%-98,02%	In Vitro : Metode HPLC (<i>High Performance Liquid Chromatography</i>)	(Leal <i>et al.</i> , 2020)
33	Faloak (<i>Sterculia</i>	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% <i>Sterculia</i>	In Vitro :	(Radjah <i>et al.</i> , 2021)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
	<i>quadrifida</i> R.Br.)		<i>quadrifida</i> R.Br memilki aktivitas antielastase dengan IC50 73,7 ppm	Metode Spektrofotometri Uv-Vis, Enzim : elastase dari pankreas babi, Substrat : N- Succinyl-Ala- Ala-Ala-p- Nitroanilide (SANA)	
34	Biji kakao (<i>Theobroma cacao</i> L.)	Polifenol	Ekstrak metanol <i>Theobroma cacao</i> L.) memilki aktivitas antielastase sebesar 36,60%	In Vitro : Metode Spektrofotometer UV-Vis, Substrat : MeOSuc-Ala- Ala-Pro-Val- pNA	(Abdul Wahab, 2014)
35	Wasabi (<i>Eutrema japonicum</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 80% akar <i>Eutrema japonicum</i> memilki aktivitas antielastase sebesar 90,18% ± 0,54%	In Vitro : Spektrofotometer UV-Vis, Enzim : elastase pankreas babi, Substrat : N-Succinyl-Ala- Ala-Ala-p- Nitroanilide	(Szewczyk <i>et al.</i> , 2021)
36	Ketapong (<i>Terminalia badamia</i>)	Flavonoid	Ekstrak etanol 96% <i>Terminalia badamia</i> memiliki aktivitas antielastase yang kuat dengan IC50 40,63ppm	In Vitro : Spektrofotometer UV-Vis, Enzim : elastase pankreas babi, Substrat :N Succ (Ala)3-p- Nitroanilide (SANA)	(Aiani <i>et al.</i> , 2024)
37	Lidah Buaya (<i>Aloe vera</i> L.)	Asam Fenolik	Ekstrak metanol kulit <i>Aloe Vera</i> memilki aktivitas penghambatan elastase sebesar 29,32% pada konsentrasi 2000 ppm	In Vitro : Metode Spektrofotometri UV-Vis dengan asam ursolat sebagai standar	(Sacan <i>et al.</i> , 2024)
38	Cocor bebek berbunga (<i>Kalanchoe blossfeldiana</i> Klotz.)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Kalanchoe blossfeldiana</i> memilki aktivitas	In Vitro : Spektrofotometri Uv-Vis, Enzim : porcine pancreatic	(Stefanowicz- hajduk <i>et al.</i> , 2024)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			antielastase yang kuat dengan IC50 26.8±0,13 µg/ml	elastase (PPE), Substrat : N-Succ (Ala)3-p-Nitroanilide (SANA) Ex Vivo : Kulit manusia yang diambil dari perut pasien yang masih hidup sebagai hasil operasi plastik	
39	Buah ceremai (<i>Phyllanthus acidus</i> L. Skeels)	Flavonoid	Ekstrak etanol <i>Phyllanthus acidus</i> memiliki aktivitas inhibisi enzim elastase dengan IC50 sebesar 281,09 ± 11,3 µg/mL	In Vitro : ELISA	(Ernawati, 2024)
40	Taji albania (<i>Euphorbia characias</i> L.)	Quercetin	Ekstak etanol <i>Euphorbia characias</i> memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 sebesar 45,4 ± 2,5 µg/mL	In Vitro : <i>High-Performance Liquid Chromatography (HPLC)</i> - Diode-Array Detection	(Pintus <i>et al.</i> , 2022)
41	Markisa (<i>Passiflora edulis</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% kulit dan biji <i>Passiflora edulis</i> memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 sebesar 62,82 ± 1,50 µg/mL dan 41,06 ± 0,31 µg/mL	In Vitro : Metode Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : porcine pancreatic elastase (PPE), Substrat :N-Succ (Ala)3-p-Nitroanilide (SANA)	(Vera <i>et al.</i> , 2019)
42	Buah cranberry india (<i>Viburnum mullaha</i> Blume.)	Polifenol	Ekstrak metanol <i>Viburnum mullaha</i> Blume memiliki aktivitas antielastase dengan IC50	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : porcine pancreatic elastase, Substrat : N-succinyl-ala-ala-p-	(Singh <i>et al.</i> , 2017)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
			sebesar 1400ppm	nitroanilide (SANA)	
43	Bunga mawar (<i>Rosa damascene</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% <i>Rosa damascene</i> L memiliki aktivitas antielastase dengan IC50 sebesar $17,51 \pm 1,47$ ppm	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Substrat : N-succinyl-ala-ala-ala-p-nitroanilide (SANA)	(Mawarni <i>et al.</i> , 2020)
44	Buah naga merah (<i>Hylocereus costaricensis</i> Martius.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 82% kulit buah <i>Hylocereus costaricensis</i> memiliki persentase penghambatan elastase sebesar $87,62 \pm 0,05\%$	In Vitro : Kolorimetri, Enzim : Neutrofil elastase dan kolorimetri MMP-1	(Vijayakumar <i>et al.</i> , 2017)
45	Kandis (<i>Garcinia daedalanthera</i> Pierre.)	Flavonoid	Ekstrak metanol n-hexan, etil acetat dan metanol pada batang <i>Garcinia daedalanthera</i> mempunyai aktivitas antielastase yang baik pada konsentrasi 100 ppm dapat menghambat 43,96%	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : porcine pancreatic elastase (PPE), Substrat : N-Succ-(Ala)3-p-Nitroanilide	(Siti <i>et al.</i> , 2020)
46	Jeruk nipis (<i>Citrus amblycarpa</i>)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% kulit <i>Citrus amblycarpa</i> memiliki IC50 yang lebih rendah yaitu 36,94 ppm dibandingkan dengan ekstrak bijinya dengan nilai IC50 sebesar 62,39 ppm	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : pankreas babi, Substrat : N-succinyl-ala-ala-ala-p-nitroanilide (SANA)	(Stevenie <i>et al.</i> , 2019)

No	Tumbuhan	Senyawa	Hasil	Metode	Referensi
47	Jeruk bali (<i>Citrus maxima</i> L.)	Flavonoid	Ekstrak etil asetat kulit <i>Citrus maxima</i> memiliki IC50 sebesar 5,95+0,02 ppm pada konsentrasi 50 ppm dapat menghambat aktivitas penghambatan elastase sebesar 30%	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : Neutrofil elastase, Substrat : MeOSuc-Ala-Ala-Pro-Val-p-Nitroanilida	(Lukitaningsih <i>et al.</i> , 2020)
48	Saffron (<i>Crocus sativus</i> L., Iridaceae)	Safranal	Ekstrak etanol <i>Crocus sativus</i> L., Iridaceae dapat menghambat aktivitas elastase dengan IC50 43,6 ppm	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Substrat : N-Succ-(Ala)3-p-Nitroanilide (SANA)	(Madan & Nanda, 2018)
49	Daun apuh- apuhan (<i>Azolla microphylla</i> Lamarck.)	Flavonoid	Ekstrak etanol 70% daun <i>Azolla microphylla</i> memiliki aktivitas antielastase sebesar 89,24% pada konsentrasi 2000 ppm	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis, Enzim : elastase	(Aji <i>et al.</i> , 2021)
50	Buah kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.)	Fenolik	Ekstrak etanol <i>Muntingia calabura</i> L memiliki aktivitas antielastase dengan nilai IC50 sebesar 21,67 ppm	In Vitro : Spektrofotometri UV-Vis dan Diuji dengan metode MTT	(Nur <i>et al.</i> , 2023)



Gambar 1 : Tanaman Paling Potensial Sebagai Antielastase

Ekstrak tumbuhan mengandung berbagai macam senyawa bioaktif dan karena itu merupakan sumber informasi penting dalam penelitian kosmetik dan farmasi. Senyawa aktif utama pada tumbuhan yang berfungsi untuk anti elastase pada kulit yaitu flavonoid dan polifenol (Sim & Nyam, 2021).

Senyawa bioaktif flavonoid dan polifenol banyak terdapat pada tumbuhan seperti *Curcuma aromatica* (Liyanaarachchi *et al.*, 2018), *Rhus javanica* (Anggraini *et al.*, 2021), *Persea americana* (Lister *et al.*, 2021), dan lain-lain. Senyawa ini dikenal dengan sifat antioksidan dan kemampuannya menghambat elastase yang baik, dengan mekanisme kerja menghambat aktivitas elastase. Pada senyawa-senyawa tersebut berinteraksi langsung dengan situs aktif elastase, menghalangi enzim tersebut untuk mencerna elastin. Dengan demikian, senyawa-senyawa ini berpotensi

memberikan perlindungan terhadap kerusakan jaringan elastis, yang merupakan faktor penting dalam pencegahan penuaan kulit (Priani & Fakih, 2021).

Evaluasi aktivitas antielastase dalam penelitian ini dilakukan dengan menggabungkan dua pendekatan utama, yaitu nilai IC_{50} (konsentrasi penghambatan 50%) dan Persentase hambatan enzim elastase pada konsentrasi tertentu. Dari total 50 tanaman yang dianalisis terdapat 17 tanaman (34%) memiliki $IC_{50} < 50$ ppm dengan kategori sangat kuat dalam menghambat elastase (Pientaweeratch *et al.*, 2016). Terdapat 3 tanaman dengan nilai IC_{50} terbaik yaitu Marula (*Sclerocarya birrea*) dengan nilai IC_{50} 0,183 ppm, Pegagan (*Centella asiatica* L.)Urb dengan nilai IC_{50} 0,32 ppm dan jeruk bali (*Citrus maxima*) dengan nilai IC_{50} 5,95 ppm. Famili yang paling potensial berdasarkan nilai IC_{50} adalah Anacardiaceae dan Apiaceae.

Meskipun beberapa tanaman tidak menyertakan data IC_{50} , nilai inhibisinya sangat tinggi, yang menandakan efektivitas pada konsentrasi uji tertentu, menunjukkan potensi kuat. Tanaman seperti anggur, wasabi, dan senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) memiliki potensi besar untuk dikembangkan lebih lanjut, meskipun belum semua menyertakan parameter IC_{50} . Tanaman dengan persentase hambatan $>85\%$ adalah Anggur (*Vitis vinifera*) 98,2%, Wasabi (*Eutrema japonicum*) 90,18% dan Senduduk (*Melastoma malabathricum* L.), Daun apuh-apuhan (*Azolla microphylla* Lamarck.), Buah naga merah (*Hylocereus costaricensis* Martius.) di atas 87%. Famili potensial berdasarkan % hambatan Vitaceae, Brassicaceae, Melastomataceae, dan Salviniaceae.

Mayoritas tanaman dengan aktivitas IC_{50} sangat kuat (di bawah 50 ppm) ternyata juga mengandung flavonoid, menunjukkan korelasi positif antara kandungan flavonoid dan kemampuan inhibisi elastase. Tanaman seperti Marula, Pegagan, Tomat, dan Teh hitam menonjol sebagai kandidat utama karena memiliki IC_{50} rendah dan mengandung flavonoid. Senyawa kedua yang memiliki nilai IC_{50} dan persen penghambatan terbaik adalah polifenol.

Senyawa bioaktif yang digunakan tentunya mempunyai kelebihan dan kekurangan. Kelebihannya terletak pada

sifatnya yang alami, ramah lingkungan, dan biokompatibel, menjadikannya alternatif yang aman dibandingkan dengan senyawa sintetis. Beberapa senyawa tanaman seperti flavonoid, alkaloid, dan terpenoid telah terbukti efektif dalam mencegah kerusakan jaringan (Desmiaty *et al.*, 2022). Namun, kekurangan utama dari senyawa ini adalah keterbatasan dalam penelitian klinis pada manusia, yang membuat efektivitas dan keamanannya dalam penggunaan medis masih perlu dibuktikan lebih lanjut (Henriksen, 2014). Meskipun demikian, dengan penelitian lebih lanjut, senyawa antielastase dari tanaman memiliki kelayakan yang besar di masa depan sebagai terapi alami yang efektif untuk berbagai penyakit gangguan kerusakan kulit.

Perbandingan dengan senyawa sintetis atau berbasis hewan untuk inhibisi elastase yaitu senyawa bioaktif dari alam dapat digunakan tanpa memerlukan proses kimia berbahaya seperti senyawa sintetis (Hidayah & Anggarani, 2022). Adapun, senyawa berbasis hewan, seperti elastase pankreas babi, menimbulkan biaya yang lebih tinggi (Henriksen, 2014). Dalam segi efektivitas, senyawa alami menawarkan alternatif yang lebih aman, terjangkau, dan dapat digunakan jangka panjang, menjadikannya pilihan utama untuk terapi elastase di masa depan (Arulselvan *et al.*, 2016).

Hasil review menunjukkan bahwa dari 50 tanaman yang terdapat 28 tanaman dengan senyawa flavonoid paling banyak muncul di beberapa penelitian. Senyawa kedua terbanyak adalah polifenol. Sedangkan senyawa ketiga terbanyak adalah fenolik.

Metode yang digunakan dari 50 tanaman pada uji antielastase terdapat 94% metoda uji dilakukan secara *in vitro* dan 4% secara *in Vivo* dan 2% secara *ex vivo*. Pada metode *In Vitro* sebagian besar pengujian dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis atau fluorometer untuk mengukur warna atau intensitas fluoresensi pada panjang gelombang tertentu. Semakin rendah kekuatannya, semakin kuat kemampuan ekstrak untuk menghambat elastase. Nilai IC_{50} dihitung untuk mengetahui potensi ekstrak dalam menghambat aktivitas elastase sebesar 50% (Chaiyana *et al.*, 2021).

Metode *in vivo* untuk mengevaluasi efek langsung ekstrak tumbuhan pada kulit hewan atau manusia dan untuk menentukan efeknya terhadap elastisitas kulit. Tikus sering dijadikan model untuk mengevaluasi perubahan elastisitas kulit setelah pemberian ekstrak tertentu (Pientaweeratch *et al.*, 2016).

Potensi pengembangan senyawa bioaktif dari tanaman sebagai inhibitor elastase untuk penuaan kulit sangat menjanjikan. Penelitian terbaru

menunjukkan bahwa senyawa-senyawa tersebut dari tanaman efektif dalam menghambat aktivitas elastase (Desmiaty *et al.*, 2022). Penemuan ini membuka peluang untuk pengembangan produk perawatan kulit berbasis tanaman yang lebih aman dan alami. Selain itu, senyawa alami ini menawarkan keunggulan dalam hal keamanan dan biaya (Ahmed *et al.*, 2020).

Penelitian selanjutnya, diperlukan pengembangan bioavailabilitas senyawa-senyawa ini agar dapat lebih efektif diserap oleh kulit. Penelitian tentang mekanisme molekuler yang mendasari inhibisi elastase oleh senyawa tanaman juga perlu dilakukan untuk meningkatkan efektivitasnya dalam mencegah penuaan kulit. Dengan demikian, senyawa bioaktif memiliki potensi untuk menjadi solusi perawatan kulit yang lebih terjangkau, aman, dan efektif di masa depan.

IV.KESIMPULAN

Berdasarkan hasil tinjauan terdapat 17 tanaman (34%) menunjukkan aktivitas antielastase sangat kuat berdasarkan nilai IC_{50} , dan terdapat 10 tanaman menunjukkan % hambatan $\geq 60\%$, di antaranya 5 tanaman $>80\%$. Marula, Pegagan, dan Citrus spp. adalah kandidat paling potensial dari aspek IC_{50} sedangkan Anggur, Wasabi, dan Senduduk sangat potensial dari aspek % hambatan. Famili Rutaceae, Anacardiaceae, Apiaceae, dan Vitaceae

merupakan kelompok taksonomi dengan kontribusi kuat terhadap aktivitas antielastase.

KONFLIK KEPENTINGAN

Penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Wahab, N. (2014). Assessment of Antioxidant Capacity, Anti-collagenase and Anti-elastase Assays of Malaysian Unfermented Cocoa Bean for Cosmetic Application. *Natural Products Chemistry & Research*, 2(3). <https://doi.org/10.4172/2329-6836.1000132>
- Ahmad, Z., & Damayanti. (2018). Penuaan Kulit : Patofisiologi dan Manifestasi Klinis. *Berkala Ilmu Kesehatan Kulit Dan Kelamin – Periodical of Dermatology and Venereology*, 30(03), 208–215. [http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=850430&val=7405&title=Penuaan Kulit: Patofisiologi dan Manifestasi Klinis](http://download.garuda.ristekdikti.go.id/article.php?article=850430&val=7405&title=Penuaan%20Kulit:Patofisiologi%20dan%20Manifestasi%20Klinis)
- Ahmed, I. A., Mikail, M. A., Zamakshshari, N., & Abdullah, A. S. H. (2020). Natural anti-aging skincare: role and potential. *Biogerontology*, 21(3), 293–310. <https://doi.org/10.1007/s10522-020-09865-z>
- Aji, A. P., Nurulita, N. A., & Diniatik. (2021). Uji Aktivitas Serum Ekstrak Terpurifikasi Daun Apuh-Apuhan (*Azolla Microphylla*) sebagai Antiaging. *Prosiding SainTeKes*, 2, 159–168. <https://doi.org/10.37859/sainstekes.v2i0.2896>
- Amalia, T., Saputri, F. C., & Surini, S. (2019). Total phenolic contents, quercetin determination and anti elastase activity of *Melastoma malabathricum* L. Leaves extract from different method of extractions. *Pharmacognosy Journal*, 11(1), 124–128. <https://doi.org/10.5530/pj.2019.1.21>
- Anggraini, N. B., Elya, B., & Iskandarsyah, I. (2021). Antielastase Activity of Macassar Kernels (*Rhus javanica*) Stem Extract and Skin Elasticity Evaluation of Its Topical Gel Formulation. *Advances in Pharmaceutical Sciences*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6690029>
- Arianti, V., & Elya, B. (2020). Artikel Asli Kandungan Anti-Elastase, Antioksidan, Total Fenolik dan Total Flavonoid Wuru Ketek (Pohon cendanakembali ex Bl.) dari Tangkuban Perahu, Jawa Barat - Indonesia. 12(2), 293–297.
- Arulselvan, P., Fard, M. T., Tan, W. S., Gothai, S., Fakurazi, S., Norhaizan, M. E., & Kumar, S. S. (2016). Role of Antioxidants and Natural Products in Inflammation. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2016. <https://doi.org/10.1155/2016/5276130>
- Bt Abdul Rauap, I. S., Sugiritama, I. W., Linawati, N. M., & Arijana, I. G. K. (2018). The effect of red-cabbage (*Brassica oleracea* L. var. capitata f. rubra) ethanolic extract in cream preparation on dermis-elastic fibre thickness in male Wistar rats after ultraviolet-B rays exposure. *Intisari Sains Medis*, 9(3), 127–130. <https://doi.org/10.15562/ism.v9i3.286>
- Chaiyana, W., Charoensup, W., Sriyab, S., Punyoyai, C., & Neimkhum, W. (2021). Herbal Extracts as Potential Antioxidant, Anti-Aging, Anti-Inflammatory, and Whitening

- Cosmeceutical Ingredients. *Chemistry and Biodiversity*, 18(7). <https://doi.org/10.1002/cbdv.202100245>
- Chaudhary, M., Khan, A., & Gupta, M. (2019). Skin Ageing: Pathophysiology and Current Market Treatment Approaches. *Current Aging Science*, 13(1), 22–30. <https://doi.org/10.2174/1567205016666190809161115>
- Damayanti. (2017). Penuaan Kulit dan Perawatan Kulit Dasar pada Usia Lanjut. *Journal of Universitas Airlangga*, 29(1), 73–80.
- de Miranda, R. B., Weimer, P., & Rossi, R. C. (2021). Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Dermatology*, 60(12), 1449–1461. <https://doi.org/10.1111/ijd.15518>
- Denayu Pebrianti, Mikhael Ardi Kristiawan, Rima Hidayatul Qoiriyah, Siti Nur Kholisah, Aulia Hanin Fakhira, Laila Nur Azizah, Cindi Dia Rakhmawati, Muhammad Hilal Salim, Aviatus Solikhah, Rohana Ayu Pramesti, Rika Putri Septiawati, Melanny Ika Sulistyowati, & Muh. Agus Syamsur Rijal. (2023). Potential of Collagen as an Active Ingredient in Cosmetics. *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi*, 10(2), 48–54. <https://doi.org/10.20473/bikfar.v10i2.46518>
- Desmiaty, Y., Faizatun, F., Noviani, Y., Ratih, H., & Ambarwati, N. S. S. (2022). Review Article: Potential of Natural Products in Inhibiting Premature Skin Aging. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 14(Special Issue 3), 1–5. <https://doi.org/10.22159/ijap.2022.v14s3.05>
- Ernawati, E. E. (2024). Standardisasi Ekstrak Buah Ceremai (*Phyllanthus Acidus* L. Skeels) dan Aktivitas Inhibisi Enzim Elastase. *Jurnal Kartika Kimia*, 6(2), 145–155. <https://doi.org/10.26874/jkk.v6i2.225>
- Fraternale, D., Flamini, G., & Ascrizzi, R. (2019). In Vitro Anticollagenase and Antielastase Activities of Essential Oil of *Helichrysum italicum* subsp. *italicum* (Roth) G. Don. *Journal of Medicinal Food*, 22(10), 1041–1046. <https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0054>
- Henderson, A. H., Lister, I. N. E., Fachrial, E., & Girsang, E. (2020). Aktivitas Antioksidan dan Anti-Elastase Dari Ekstrak Etanol Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 31(2), 67–74. <https://doi.org/10.21082/bullittro.v31n2.2020.67-74>
- Henriksen, P. A. (2014). The potential of neutrophil elastase inhibitors as anti-inflammatory therapies. *Current Opinion in Hematology*, 21(1), 23–28. <https://doi.org/10.1097/MOH.0000000000000001>
- Hering, A., Stefanowicz-Hajduk, J., Gucwa, M., Wielgomas, B., & Ochocka, J. R. (2023). Photoprotection and Antiaging Activity of Extracts from Honeybush (*Cyclopia* sp.)—In Vitro Wound Healing and Inhibition of the Skin Extracellular Matrix Enzymes: Tyrosinase, Collagenase, Elastase and Hyaluronidase. *Pharmaceutics*, 15(5). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15051542>
- Hidayah, L. A., & Anggarani, M. A. (2022). Determination of Total Phenolic, Total Flavonoid, and Antioxidant Activity of India Onion Extract. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 11(2), 123–135. <https://doi.org/10.15294/ijcs.v11i2.54610>
- Horng, C. T., Wu, H. C., Chiang, N. N., Lee, C. F., Huang, Y. S., Wang, H. Y., Yang, J. S., & Chen, F. A. (2017).

- Inhibitory effect of burdock leaves on elastase and tyrosinase activity. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 14(4), 3247–3252. <https://doi.org/10.3892/etm.2017.4880>
- Jiratchayamaethasakul, C., Ding, Y., Hwang, O., Im, S. T., Jang, Y., Myung, S. W., Lee, J. M., Kim, H. S., Ko, S. C., & Lee, S. H. (2020). In vitro screening of elastase, collagenase, hyaluronidase, and tyrosinase inhibitory and antioxidant activities of 22 halophyte plant extracts for novel cosmeceuticals. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 23. <https://doi.org/10.1186/s41240-020-00149-8>
- Kalyana Sundaram, I., Sarangi, D. D., Sundararajan, V., George, S., & Sheik Mohideen, S. (2018). Poly herbal formulation with anti-elastase and anti-oxidant properties for skin anti-aging. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s12906-018-2097-9>
- Khuanekkapahan, M., Noysang, C., & Khobjai, W. (2020). Anti-aging potential and phytochemicals of *Centella asiatica*, *Nelumbo nucifera*, and *Hibiscus sabdariffa* extracts. *Journal of Advanced Pharmaceutical Technology and Research*, 11(4), 174–178. https://doi.org/10.4103/japtr.JAPTR_79_20
- Lan, C. C. E., Hung, Y. T., Fang, A. H., & Ching-Shuang, W. (2019). Effects of irradiance on UVA-induced skin aging. *Journal of Dermatological Science*, 94, 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.jdermsci.2019.03.005>
- Leal, C., Gouvinhas, I., Santos, R. A., Rosa, E., Silva, A. M., Saavedra, M. J., & Barros, A. I. R. N. A. (2020). Potential application of grape (*Vitis vinifera* L.) stem extracts in the cosmetic and pharmaceutical industries: Valorization of a by-product. *Industrial Crops and Products*, 154(March), 112675. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112675>
- Lister, I. N. E., Amiruddin, H. L., Fachrial, E., & Girsang, E. (2021). Anti-Aging Effectiveness of Avocado Peel Extract Ointment (*Persea americana* Mill.) against Hydration, Collagen, and Elasticity Levels in Wistar Rat. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 173–184. <https://doi.org/10.9734/jpri/2021/v33i32b31760>
- Liyanaarachchi, G. D., Samarasekera, J. K. R. R., Mahanama, K. R. R., & Hemalal, K. D. P. (2018a). Tyrosinase, elastase, hyaluronidase, inhibitory and antioxidant activity of Sri Lankan medicinal plants for novel cosmeceuticals. *Industrial Crops and Products*, 111(August 2017), 597–605. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.11.019>
- Liyanaarachchi, G. D., Samarasekera, J. K. R. R., Mahanama, K. R. R., & Hemalal, K. D. P. (2018b). Tyrosinase, elastase, hyaluronidase, inhibitory and antioxidant activity of Sri Lankan medicinal plants for novel cosmeceuticals. *Industrial Crops and Products*, 111(November 2017), 597–605. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.11.019>
- Lukitaningsih, E., Nur, S., Qonithah, F., Zulbayu, A., Kuswahyuning, R., & Rumiyati. (2020). In Vitro Anti-Wrinkle and Tyrosinase Inhibitory Activities of Grapefruit Peel and Strawberry Extracts. *Majalah Obat Tradisional*, 25(3), 182–189. <https://doi.org/10.22146/mot.59194>
- Madan, K., & Nanda, S. (2018). In-vitro evaluation of antioxidant, anti-elastase, anti-collagenase, anti-hyaluronidase activities of saffron and determination of its sun

- protection factor in skin photoaging. *Bioorganic Chemistry*, 77, 159–167. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2017.12.030>
- Mawarni, E., Novalinda Ginting, C., Chiuman, L., Girsang, E., Anisa, R., Handayani, S., & Widowati, W. (2020). Article History Antioxidant and Elastase Inhibitor Potential of Petals and Receptacle of Rose Flower (*Rosa damascena*). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 7(2), 105–113.
- Ms, P. G. C., Anti-kolagenase, A., Yunus, M. M., Ayoub, I. M., Mostafa, N. M., Hassab, M. A. El, Wagdy, M., Al, S. T., & Eldahshan, O. A. (2022). *Anti-Tirosinase dan Anti-Hyaluronidase dari suatu Stenokarpus sinuatus Ekstrak Daun*. 1–19.
- Natanael, G. I., Simorangkir, G. F., Purba, N. P., Mardiana, P. B. T., Amansyah, A., & Nasution, A. N. (2021). Potensi Antioksidan dan Anti-Elastase Ekstrak Daun Kelor (*MORINGA OLEIFERA*) Terhadap Antiaging. *Jurnal Keperawatan Priority*, 4(1), 69–76. <https://doi.org/10.34012/jukep.v4i1.1432>
- Ngo-Thi-Ngoc, H., Nguyen-Viet, B., & Hong-Thach, H. (2024). Purchase Intention for Vegan Cosmetics: Applying an Extended Theory of Planned Behavior Model. *SAGE Open*, 14(1), 1–11. <https://doi.org/10.1177/21582440241240548>
- Nur Diyana, A., Koh, S. P., Aziz, N., Hamid, N. S. A., Abdullah, R., Puteh, F., & Sarah, S. (2021). Assessment of anti-tyrosinase, anti-elastase and anti-acetylcholinesterase properties of fermented mango leaves at different maturity level. *Sains Malaysiana*, 50(9), 2675–2685. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5009-15>
- Nur, S., Aswad, M., Yulianty, R., Burhan, A., Khairi, N., Sami, F. J., & Nursamsiar. (2023). The antioxidant and anti-ageing activity of lyophilisate kersen (*Muntingia calabura* L) fruit in vitro. *Food Research*, 7(2), 23–30. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.7\(2\).749](https://doi.org/10.26656/fr.2017.7(2).749)
- Pientaweeratch, S., Panapisal, V., & Tansirikongkol, A. (2016). Antioxidant, anti-collagenase and anti-elastase activities of *Phyllanthus emblica*, *Manilkara zapota* and *silymarin*: an in vitro comparative study for anti-aging applications. *Pharmaceutical Biology*, 54(9), 1865–1872. <https://doi.org/10.3109/13880209.2015.1133658>
- Pintus, F., Floris, S., Fais, A., Era, B., Porcedda, C., Tuberoso, C. I. G., & Caddeo, C. (2022). Euphorbia characias Extract: Inhibition of Skin Aging-Related Enzymes and Nanoformulation. *Plants*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/plants11141849>
- Priani, S. E., & Fakih, T. M. (2021). Insights into Molecular Interaction of Flavonoid Compounds in Citrus Peel Bound to Collagenase and Elastase Enzymes: A Computational Study. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 8(2), 93–101. <https://doi.org/10.7454/psr.v8i2.1202>
- Purbandini, N., ... L. R.-J. A. J. I., & 2023, undefined. (2023). Jurnal Aisyah: Jurnal Ilmu Kesehatan. *Researchgate.Net*, 8(2), 581–590. https://www.researchgate.net/profile/Nastiti-Purbandini/publication/371826795_Nutritional_Supplementation_for_Pregnant_Women_to_Prevent_Stunting_Among_Children_A_Scoping_Review/links/64a77607c41fb852dd575de6/Nutritional-Supplementation-for-Pregnant-Women-
- Radjah, S. Y., Putri, K. S. S., & Elya, B. (2021). Elastase inhibitory activity,

- determination of total polyphenol and determination of total flavonoids, and pharmacognosy study of faloak plant (*sterculia quadrifida r.br*) from east nusa tenggara-indonesia. *Pharmacognosy Journal*, 13(3), 758–764.
<https://doi.org/10.5530/pj.2021.13.97>
- Ramadhani, S., Elya, B., & Forestrania, R. C. (2023). Aktivitas Anti-elastase dan Antioksidan dari Ekstrak Etanol Kayu Bangkal (*Nauclea subdita*) Korth. Steud. dengan Variasi Metode Ekstraksi. *Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia*, 9(2), 228–243.
<https://doi.org/10.35311/jmpi.v9i2.347>
- Sacan, O., Akev, N., & Yanardag, R. (2024). Inhibitory Effects of Aloe Vera Extracts on Anti-Tyrosinase, Anti-Collagenase and Anti-Elastase Potential. *Bangladesh Journal of Botany*, 53(3), 597–603.
<https://doi.org/10.3329/bjb.v53i3.76280>
- Shoko, T., Maharaj, V. J., Naidoo, D., Tselanyane, M., Nthambeleni, R., Khorombi, E., & Apostolides, Z. (2018). Anti-aging potential of extracts from *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hochst and its chemical profiling by UPLC-Q-TOF-MS. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18(1), 1–14.
<https://doi.org/10.1186/s12906-018-2112-1>
- Sim, Y. Y., & Nyam, K. L. (2021). *Tanaman dan Produk Industri Pemanfaatan ekstrak daun Hibiscus cannabinus L. (kenaf) sebagai agen pemutih kulit dan anti penuaan dini pada prototipe kosmetik alami*. 167(1), 1–11.
- Singh, H., Lily, M. K., & Dangwal, K. (2017). *Viburnum mullaha* D. DON fruit (Indian cranberry): A potential source of polyphenol with rich antioxidant, anti-elastase, anti-collagenase, and anti-tyrosinase activities. *International Journal of Food Properties*, 20(8), 1729–1739.
<https://doi.org/10.1080/10942912.2016.1217878>
- Sinurat, E. P., & Diningrat, D. S. (2023). Tinjauan Pustaka: Pemanfaatan Tanaman Berkhasiat Anti Aging (Anti Penuaan) Indonesia. *Biofaal Journal*, 4(2), 058–071.
<https://doi.org/10.30598/biofaal.v4i2pp058-071>
- Siska Anastasia, D., & Akib Yuswar, M. (2022). Review: Penggunaan vitamin C pada sediaan kosmetik. *Jurnal Cerebellum*, 8(3), 30–34.
<https://doi.org/10.26418/jc.v>
- Siti, N., Ambarwati, S., Desmiaty, Y., Noviani, Y., Valeria, B., & Triyani, Y. (2024). *Serum Gel Formulation of Mundu Fruit Extract (Garcinia dulcis Roxb . Kurz .) as Antioxidant and*. 103–110.
<https://doi.org/10.25077/jsfk.11.2.103-110.2024>
- Stefanowicz-Hajduk, J., Nowak, A., Hering, A., Kucharski, Ł., Graczyk, P., Kowalczyk, M., Sulikowski, T., & Muzykiewicz-Szymańska, A. (2024). Antiaging Properties of *Kalanchoe blossfeldiana* Ethanol Extract—Ex Vivo and In Vitro Studies. *Molecules*, 29(23).
<https://doi.org/10.3390/molecules29235548>
- Stevenie, Girsang, E., Napiah Nasution, A., & Nyoman Ehrich Lister, I. (2019). Comparison Activities of Peel and Extract of Lime (*Citrus amblycarpa*) as Antioxidant and Antielastase. *American Scientific Research Journal for Engineering*, 57(1), 77–84. <http://asrjetsjournal.org/>
- Sutanto, N. R., Yusharyahya, S. N., Nilasari, H., Legiawati, L., Astriningrum, R., & Fitri, E. M. (2023). Perkembangan Terkini Proses Penuaan Kulit. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 29(1), 98–108.
<https://doi.org/10.36452/jkdoktmedit>

- ek.v29i1.2455
- Swandiny GF, Desmiaty Y, & Rahmah HU. (2022). Antioxidant and Anti-aging Activities from Zodia (*Evodia suaveolens* J.R. Forst & G. Forst) Fruit and Leaf Extract. *Jurnal Jamu Indonesia*, 7(1), 20–24. <https://doi.org/10.29244/jji.v7i1.169>
- Szewczyk, K., Pietrzak, W., Klimek, K., Miazga-Karska, M., Firlej, A., Flisiński, M., & Grzywa-Celińska, A. (2021). Flavonoid and phenolic acids content and in vitro study of the potential anti-aging properties of *eutrema japonicum* (Miq.) koidz cultivated in wasabi farm poland. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(12). <https://doi.org/10.3390/ijms22126219>
- Vera, K., Raif, A., & Ikhtiari, R. (2019). Antioxidant and Anti-elastase Activity of Seed and Peel Extract of *P. edulis*. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences*, 53(1), 43–48. <http://asrjetsjournal.org/>
- Vijayakumar, R., Gani, S. S. A., & Mokhtar, N. F. (2017). Anti-elastase, anti-collagenase and antimicrobial activities of the underutilized red pitaya peel: An in vitro study for anti-aging applications. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(8), 251–255. <https://doi.org/10.22159/ajpcr.2017.v10i8.19048>
- Wanakhachornkrai, O., Banglao, W., Thongmee, A., & Sukplang, P. (2020). Determination of Antioxidant, Anti-Aging and Cytotoxicity Activity of the Essential Oils From *Cinnamomum Zeylanicum*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(3), 436–440. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.2020.10.3.436-440>
- Widowati, W., Tjokropranoto, R., Damayanti, C., Kusuma, H., Handayani, T., & Rizal, R. (2022). Potential of Black Tea (*Camellia Sinensis* (L.) O. Kuntze) Extract as Anti-oxidant and Skin Anti-aging. 65–73. <https://doi.org/10.5220/001074440003113>
- Younis, M. M., Ayoub, I. M., Mostafa, N. M., El Hassab, M. A., Eldehna, W. M., Al-Rashood, S. T., & Eldahshan, O. A. (2022). GC/MS Profiling, Anti-Collagenase, Anti-Elastase, Anti-Tyrosinase and Anti-Hyaluronidase Activities of a *Stenocarpus sinuatus* Leaves Extract. *Plants*, 11(7), 1–19. <https://doi.org/10.3390/plants11070918>
- Yusharyahya, S. N. (2021). Mekanisme Penuaan Kulit sebagai Dasar Pencegahan dan Pengobatan Kulit Menua. *EJournal Kedokteran Indonesia*, 9(2), 150. <https://doi.org/10.23886/ejki.9.49.150>
- Zofia, N. Ł., Martyna, Z. D., Aleksandra, Z., & Tomasz, B. (2020). Comparison of the Antiaging and Protective Properties of Plants from the Apiaceae Family. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5307614>