



Potensi Senyawa Fitokimia Ferulic Acid Turunan dari Senyawa Hydroxycinnamic Acid Derivatives Sebagai Antioksidan dengan Aktivitas Anti-Aging

Sofiana Hanifah Aprilia
Universitas Airlangga, Indonesia

Jl. Dr. Ir. H. Soekarno, Mulyorejo, Kec. Mulyorejo, Surabaya, Jawa Timur, 60115

Email : sofianahaprilia@gmail.com

Abstract. Human skin undergoes aging and degenerative processes, like other body tissues. Skin aging is characterized by various structural and functional changes, such as decreased skin elasticity, degradation of elastic fibers, thinning of the epidermis, reduced collagen content, the appearance of wrinkles, and increased skin dryness. One effort to inhibit this process is the use of natural phytochemical compounds with antioxidant and skin-protective activity, such as ferulic acid. Ferulic acid is known to scavenge free radicals and absorb ultraviolet (UV) light. Furthermore, this compound can protect the structure of collagen, elastin, and fibroblast cells from damage, and inhibit the enzymes collagenase and tyrosinase, which play a role in collagen degradation and the formation of hyperpigmentation. This literature review aims to examine the anti-aging activity of ferulic acid based on the results of in vitro and in vivo studies published in the past ten years. The search was conducted through a systematic literature review of relevant scientific articles. The results indicate that ferulic acid has a promising mechanism of action in preventing and slowing skin aging. This compound can improve skin elasticity, suppress melanin production, reduce dark spots, and exhibit anti-inflammatory properties that help reduce redness and inflammation caused by acne. Its antioxidant effects also contribute to slowing the appearance of wrinkles, thus helping maintain a more youthful appearance. Despite its significant potential, further research is needed to better understand its mechanism of action and long-term safety for use on human skin.

Keywords: Anti-Aging, Antioxidants, Ferulic Acid, Phytochemicals, Skin Inflammation.

Abstrak. Kulit manusia mengalami proses penuaan dan degeneratif seperti jaringan tubuh lainnya. Penuaan kulit ditandai oleh berbagai perubahan struktural dan fungsional, seperti penurunan elastisitas kulit, degradasi serat elastis, menipisnya lapisan epidermis, berkurangnya kandungan kolagen, munculnya kerutan, serta meningkatnya kekeringan kulit. Salah satu upaya untuk menghambat proses ini adalah penggunaan senyawa fitokimia alami yang memiliki aktivitas antioksidan dan pelindung kulit, seperti asam ferulat (ferulic acid). Asam ferulat dikenal memiliki kemampuan menangkal radikal bebas dan menyerap sinar ultraviolet (UV). Selain itu, senyawa ini mampu melindungi struktur kolagen, elastin, dan sel fibroblas dari kerusakan, serta menghambat enzim kolagenase dan tirosinase yang berperan dalam degradasi kolagen dan pembentukan hiperpigmentasi. Tinjauan literatur ini bertujuan untuk mengkaji aktivitas anti-penuaan asam ferulat berdasarkan hasil penelitian in vitro dan in vivo yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir. Penelusuran dilakukan melalui kajian literatur sistematis terhadap artikel ilmiah yang relevan. Hasil kajian menunjukkan bahwa asam ferulat memiliki mekanisme aksi yang menjanjikan dalam mencegah dan memperlambat penuaan kulit. Senyawa ini dapat meningkatkan elastisitas kulit, menekan produksi melanin, mengurangi flek hitam, serta menunjukkan sifat antiinflamasi yang membantu meredakan kemerahan dan peradangan akibat jerawat. Efek antioksidannya juga berkontribusi dalam memperlambat munculnya kerutan, sehingga dapat membantu mempertahankan penampilan kulit yang lebih muda. Meskipun potensinya besar, penelitian lanjutan tetap dibutuhkan untuk memahami secara lebih rinci mekanisme kerja dan keamanan jangka panjang penggunaannya pada kulit manusia.

Kata Kunci: Antioksidan, Anti-Penuaan, Asam Ferulat, Fitokimia, Peradangan Kulit.

1. LATAR BELAKANG

Organ terbesar tubuh manusia adalah kulit. Selain melindungi tubuh dan membantu pengaturan suhu, kulit berfungsi sebagai organ sensasi, yang mengidentifikasi sentuhan sebagai indra peraba (Thornton, 2013). Kulit manusia mengalami proses penuaan dan degeneratif sama seperti jaringan lainnya. Penuaan kulit dapat ditandai dengan penurunan

Received: Juni 15, 2025; Revised: Juni 30, 2025; Accepted: Juli 28, 2025; Published: Juli 30, 2025

elastisitas, degradasi serat elastis, penurunan ketebalan epidermis dan kandungan kolagen, bertambahnya kerutan, dan kulit semakin kering. Penuaan kulit dapat mengakibatkan perubahan pigmen, gangguan penyembuhan luka, perubahan peran pelindung kulit, dan bahkan kanker kulit (Nagula & Wairkar, 2019). Meskipun tidak ada cara untuk menghentikan penuaan, ada banyak cara untuk memperlambat proses tersebut.

Perlindungan kulit dari proses penuaan dapat ditingkatkan dengan menggunakan terapi perawatan yang melibatkan penggunaan estrogen. Estrogen dapat meningkatkan reproduksi sel kulit, meningkatkan kelembapan dan ketebalan lapisan luar kulit (epidermis), serta meningkatkan elastisitas kulit. Efek lainnya termasuk pengurangan kerutan, peningkatan kadar dan kualitas kolagen, serta peningkatan aliran darah ke kulit. Namun, terapi penggantian estrogen harus diimbangi dengan pertimbangan efek samping seperti peningkatan risiko kanker payudara dan rahim. Sebagai alternatif, penggunaan produk kosmetik anti-penuaan yang cocok dan konsisten dapat membantu merawat kulit dari penuaan dini, dengan keunggulan tersedia secara lebih mudah dan dengan harga yang terjangkau (Thornton, 2022). Bahan aktif yang digunakan dalam produk anti-penuaan mengandung senyawa-senyawa yang berfungsi sebagai antioksidan bagi kulit, merangsang regenerasi sel kulit, dan menjaga kelembapan. Tujuan utama dari produk anti-penuaan adalah untuk mengurangi garis halus, kerutan, dan bintik-bintik penuaan (Waqas, *et al.*, 2015). Salah satu senyawa yang diketahui memiliki efek anti-penuaan, yaitu ferulic acid atau asam ferulat.

2. KAJIAN TEORITIS

Asam ferulic (FA), asam 4-hidroksi-3-metoksisinamat, adalah senyawa fenolik, yang memberikan sifat fotoproteksi, antioksidan, anti-tirosinase, dan antimikroba (Harwansh, *et al.*, 2015). Ferulic acid memiliki aktivitas pemulungan radikal bebas yang kuat dan menyerap sinar UV. Dapat digunakan sebagai bahan multifungsi pada produk kosmetik, seperti anti penuaan, anti kerutan, pencerah kulit, anti polusi, dan proteksi foto. Namun, penerapannya dalam produk kosmetik masih terbatas karena mengalami kelembapan relatif termal yang tinggi ($RH > 76\%$) dan dekomposisi akibat cahaya melalui dekarboksilasi menjadi 4-vinil guaiacol (4-hidroksi-3-metoksistirena) dan turunan lainnya, yang menyebabkan perubahan warna produk dan penurunan khasiatnya (Ouimet, *et al.*, 2013). Berdasarkan penelitian sebelumnya menemukan bahwa ferulic acid memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan dapat digunakan sebagai agen anti-penuaan. *Ferulic acid* dapat menghambat proses penuaan kulit dengan mengurangi kerutan dan mencegah munculnya jerawat (Shi, *et al.*, 2021).

Ferulic acid mampu menangkal radikal bebas, menekan pembentukan reactive oxygen species (ROS), dan meningkatkan aktivitas enzim antioksidan, sehingga melindungi sel dari kerusakan oksidatif yang mempercepat penuaan (Hong & Yoon, 2022). Ferulic acid melindungi kolagen, elastin, dan fibroblas, serta menghambat aktivitas enzim kolagenase dan tirosinase yang berperan dalam kerusakan kolagen dan hiperpigmentasi kulit (Zduńska, 2018). Ferulic acid mengaktifkan jalur AMPK dan Sirt1 yang berperan dalam homeostasis sel, perbaikan DNA, autophagy, dan menghambat inflamasi serta senescence sel (DiNicolantonio, *et al.*, 2022).

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, dilakukan penelitian berupa kajian literatur sistematis yang bertujuan untuk menyajikan tinjauan kepustakaan mengenai senyawa fitokimia *ferulic acid* turunan dari senyawa hydroxycinnamic acid *derivatives* yang berpotensi bagi kesehatan kulit seperti sebagai *anti-aging*.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan desain kajian literatur sistematis dengan mencari artikel ilmiah yang diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir (2014-2024). Pencarian literatur dilakukan melalui database elektronik seperti PubMed, Science Direct, dan Google Scholar. Literatur yang diambil yaitu artikel dalam bahasa Inggris dengan kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi “*ferulic acid*” dan “*anti-aging*”. Seleksi artikel ilmiah dilakukan berdasarkan kriteria inklusi yang menunjukkan peran dan efek anti-aging dari senyawa ferulic acid. Artikel yang terpilih mencakup studi pada kejadian pencegahan penuaan, baik menggunakan sel manusia maupun pada hewan percobaan sebagai subjek penelitian. Studi yang hanya meneliti aktivitas biologis ferulic acid selain efek anti-kanker dan yang berfokus pada identifikasi struktur kimia ferulic acid tidak diikutsertakan dalam penelitian ini. Selain itu, artikel ilmiah dengan desain tinjauan literatur, tinjauan sistematis, meta-analisis, dan penelitian studi potong lintang juga tidak disertakan dalam penelitian ini.

Setelah pencarian awal, selanjutnya dilakukan skrining judul dan abstrak pada artikel untuk mengidentifikasi studi yang relevan. Artikel-artikel dengan studi yang memenuhi kriteria inklusi kemudian diunduh dalam bentuk teks lengkap lalu dikaji secara mendalam dan dianalisis secara kritis. Data yang diekstraksi dari studi-studi tersebut meliputi desain studi, metode, konsentrasi atau dosis ferulic acid yang digunakan, durasi penelitian, dan hasil studi yang membahas tentang efek anti-aging yang diamati serta mekanisme aksi yang diusulkan. Informasi dari beberapa studi tersebut kemudian dibahas secara kritis untuk memberikan

gambaran yang komprehensif tentang potensi anti-aging ferulic acid, mekanisme aksinya, serta peluang dan tantangan dalam pengembangannya sebagai agen terapi anti-aging.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan tinjauan literatur yang dilakukan oleh peneliti, senyawa fitokimia ferulic acid telah terbukti memiliki efek positif terhadap tubuh manusia sebagai antioksidan dengan aktivitas anti penuaan. Beberapa hasil studi membuktikan bahwa senyawa ferulic acid menunjukkan aktivitas anti-aging yang signifikan baik pada kulit manusia. Ferulic acid atau asam ferulat diketahui dapat mencerahkan kulit, meningkatkan elastisitas, kehalusan kulit, dan mengurangi kekasaran, bersisik, dan kerutan pada kulit (Pueknang & Saewan, 2022). Pada penelitian ini enkapsulasi ferulic acid dengan Phosphorylated Rice Strach (PRS) mampu meningkatkan stabilitas ferulic acid pada kondisi panas dan tekanan ringan, sehingga menjanjikan metode alternatif untuk memungkinkan penerapan ferulic acid. Evaluasi klinis terhadap pencerah kulit dan anti-penuaan menunjukkan bahwa krim ferulic acid yang dienkapsulasi menawarkan kemampuan yang jauh lebih tinggi untuk mengurangi kandungan melanin, kulit bersisik, dan kerutan serta meningkatkan kekencangan kulit dibandingkan ferulic acid dalam jangka panjang (Pueknang & Saewan, 2022).

Asam ferulic sebagai antioksidan unggul telah menghasilkan banyak manfaat tertarik sebagai agen yang efektif untuk mengurangi tanda-tanda photoaging. Mekanisme anti-oksidan asam ferulic didasarkan pada pembersihan radikal bebas, dengan membentuk radikal fenoksil yang stabil, dalam reaksi molekul radikal dengan molekul antioksidan. Penelitian ini menunjukkan kemanjuran kulit asam ferulat 14% dipadukan dengan microneedling sebagai pengobatan kerusakan akibat sinar matahari pada kulit wajah (Kamila & Helena, 2020). Hasil penelitian Kamila & Helena (2020) menunjukkan peningkatan yang signifikan secara statistik pada pengelupasan asam ferulat dan pengelupasan asam ferulat diikuti oleh pengelupasan kulit asam mikro tusuk jarum, dalam mengurangi tanda-tanda photoaging. Ditemukan bahwa asam ferulat bertindak sebagai penghambat MMP—enzim yang mempercepat dekomposisi matriks ekstraseluler, yaitu. kolagen dan asam hialuronat. Terlebih lagi, ini meningkatkan produksi penghambat metaloproteinase jaringan (TIMP-130). Asam ferulat menghambat aktivitas MMP-1 yang diinduksi UVA11 Hasil ini menunjukkan bahwa asam ferulat mempengaruhi sintesis dan dekomposisi komponen utama kulit, dengan mengendalikan aktivitas enzim seperti MMP-1 dan TIMP-1.

Hubungan antara peningkatan sintesis kolagen, elastin, dan komponen matriks ekstraseluler lainnya dengan perubahan ekspresi faktor pertumbuhan. Efektivitas mesoterapi

microneedle pada pasien dievaluasi dan diamati perbaikan klinis dan histologis pada kulit yang menua, yang terlibat dalam peningkatan sintesis kolagen tipe I, III, dan VII, peningkatan kadar tropoelastin dan pengurangan solar elastosis, setelah enam prosedur microneedling.

Penelitian Girsang, *et al.*, (2020) mengungkapkan bahwa anti-kolagenase aktivitas FA dengan mengukur parameter pertahanan antioksidan berdasarkan kemampuan fotoprotektifnya. Dalam tinjauan FA mengenai sifat kosmetiknya dilaporkan demikian senyawa tersebut berpotensi menghambat pembentukan melanin melalui penghambatan kompetitif tirosinase. Aktivitas antioksidan senyawa fenolik bergantung pada jumlah gugus hidroksil yang terkandung dalam struktur karena gugus hidroksil PCA dan FA akan bereaksi dengan spesies radikal.

Asam ferulat berperan sebagai agen penangkap radikal bebas dan juga sebagai inhibitor enzim, di mana ia mampu meningkatkan aktivitas enzim antioksidan serta menurunkan kerja enzim yang mempercepat pembentukan radikal bebas. Aktivasi jalur pensinyalan AMPK, yang memiliki peran dalam menjaga keseimbangan seluler, respon terhadap stres, kelangsungan hidup dan pertumbuhan sel, proses kematian sel, serta autofagi, belakangan ini ditemukan memiliki kaitan dengan proses penuaan dan panjang umur. Aktivasi spesifik AMPK terbukti memperpanjang usia hidup pada organisme seperti *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) dan hewan pengerat. Paparan sinar UV dapat menghambat jalur pensinyalan TGF- β /Smad, yang pada akhirnya menurunkan sintesis prokolagen. Proses glikasi menyebabkan perubahan sifat fisik kulit, menjadikannya lebih kaku dan kurang elastis. Di sisi lain, keberadaan radikal bebas dalam jumlah berlebihan dapat mengaktifkan jalur pensinyalan faktor transkripsi NF- κ B, yang kemudian meningkatkan kadar TNF serta merangsang produksi enzim metaloproteinase matriks (MMP) (Neopane, *et al.*, 2023).

Ferulic acid memiliki sifat anti radang yang dapat mengurangi peradangan di kulit, sehingga mencegah munculnya jerawat dan mengurangi kemerahan akibat jerawat. Sifat antioksidan ferulic acid dapat memperlambat proses penuaan kulit, sehingga mengurangi kerutan yang menjadi tanda penuaan dini. Ferulic acid dapat digunakan bersama dengan antioksidan lain seperti vitamin A, vitamin C, dan vitamin E untuk meningkatkan efektivitasnya. Ferulic acid dapat menghambat produksi melanin di kulit, sehingga mencegah dan mengurangi bintik hitam di wajah yang disebabkan oleh paparan sinar matahari. Ferulic acid dapat mengurangi kemerahan di kulit, sehingga membantu mengurangi kemerahan akibat jerawat dan mengurangi efek negatif dari radikal bebas. Ferulic acid dapat menangkal radikal bebas yang dapat merusak sel kulit, sehingga melindungi kulit dari kerusakan akibat faktor eksternal seperti polusi, radiasi infra merah, dan sinar UV. Ferulic acid dapat menghambat

aktivitas tirosinase, enzim yang terlibat dalam proses pembentukan melanin pada sel. Hal ini membuat ferulic acid digunakan dalam formulasi pencerah kulit untuk menghambat produksi melanin dan mengurangi bintik hitam. Ferulic acid juga dapat menghambat proliferasi melanositik, yang dapat mengurangi produksi melanin dan mengurangi bintik hitam di wajah. Ferulic acid memiliki peran pelindung untuk struktur kulit utama seperti keratinosit, fibroblas, kolagen, elastin, yang digunakan dalam formulasi kosmetik antipenuaan. Ferulic acid juga bermanfaat mencegah tanda-tanda penuaan pada kulit, seperti kerutan, kulit bergelambir, mata panda, noda hitam, dan munculnya garis senyum.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil tinjauan terhadap 4 penelitian, senyawa fitokimia ferulic acid yang merupakan turunan dari senyawa hydroxycinnamic acid derivatives diketahui memiliki efek anti-oksidan dengan aktivitas anti-aging pada berbagai jenis kulit manusia. Studi-studi in vitro dan in vivo telah menunjukkan aktivitas anti-aging ferulic acid pada berbagai jenis kulit atau media lainnya. Ferulic acid memiliki beberapa mekanisme aksi utama dalam aktivitas anti-aging meningkatkan kelastisitas kulit, menghambat produksi melanin di kulit dan mengurangi bintik hitam di wajah.

Meskipun demikian, masih diperlukan penelitian lebih lanjut untuk memahami secara lebih mendalam mekanisme aksi spesifik ferulic acid pada setiap jenis kulit dan interaksinya dengan target molekuler yang spesifik. Selain itu, tantangan seperti bioavailabilitas rendah dan selektivitas terhadap sel kulit juga perlu diatasi dalam pengembangan ferulic acid sebagai agen anti-aging yang efektif dan aman.

DAFTAR REFERENSI

- DiNicolantonio, J., McCarty, M., Assanga, S., Luján, L., & O'Keefe, J. (2022). Ferulic acid and berberine, via Sirt1 and AMPK, may act as cell cleansing promoters of healthy longevity. *Open Heart*, 9, e001801. <https://doi.org/10.1136/openhrt-2021-001801>
- Girsang, E., Lister, I. N. E., Ginting, C. N., Bethasari, M., Amalia, A., & Widowati, W. (2020). Comparison of antiaging and antioxidant activities of protocathechuic and ferulic acids. *Molecular and Cellular Biomedical Sciences*, 4(2), 68–75. <https://doi.org/10.21705/mcbs.v4i2.90>
- Harwansh, R. K., Mukherjee, P. K., Bahadur, S., & Biswas, R. (2015). Enhanced permeability of ferulic acid loaded nanoemulsion based gel through skin against UVA mediated oxidative stress. *Life Sciences*, 141, 202–211. <https://doi.org/10.1016/j.lfs.2015.10.001>
- Hong, S., & Yoon, M. (2022). A study on the antioxidant and anti-inflammatory activities of ferulic acid as a cosmetic material. *Journal of Cosmetic Medicine*, 6(2), 89–97. <https://doi.org/10.25056/JCM.2022.6.2.89>

- Kamila, M. Z. P., & Helena, R. (2020). The effectiveness of ferulic acid and microneedling in reducing signs of photoaging: A split-face comparative study. *Dermatologic Therapy*, 33(6), e14000. <https://doi.org/10.1111/dth.14000>
- Nagula, R. L., & Wairkar, S. (2019). Recent advances in topical delivery of flavonoids: A review. *Journal of Controlled Release*, 296, 190–201. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2019.01.029>
- Neopane, D., Ansari, V. A., & Singh, A. (2023). Ferulic acid: Signaling pathways in aging. *Drug Research*, 73(6), 318–324. <https://doi.org/10.1055/a-2061-7129>
- Ouimet, M. A., Griffin, J., Carbone-Howell, A. L., Wu, W. H., Stebbins, N. D., Di, R., & Uhrich, K. E. (2013). Biodegradable ferulic acid-containing poly(anhydride-ester): Degradation products with controlled release and sustained antioxidant activity. *Biomacromolecules*, 14(3), 854–861. <https://doi.org/10.1021/bm3018998>
- Pueknang, J., & Saewan, N. (2022). Stability and anti-aging of encapsulated ferulic acid in phosphorylated rice starch. *Molecules*, 27(11), 3463. <https://doi.org/10.3390/molecules27113463>
- Shi, Y., Chen, X., Qiang, S., Su, J., & Li, J. (2021). Anti-oxidation and anti-inflammatory potency evaluation of ferulic acid derivatives obtained through virtual screening. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(21), 11305. <https://doi.org/10.3390/ijms222111305>
- Shu, P., Mo, J., Li, Z., Li, M., Zhu, W., & Du, Z. (2024). Ferulic acid in synergy with retinol alleviates oxidative injury of HaCaT cells during UVB-induced photoaging. *Aging (Albany NY)*, 16(8), 7153–7167. <https://doi.org/10.18632/aging.205749>
- Thornton, M. J. (2013). Estrogens and aging skin. *Dermato-Endocrinology*, 5(2), 264–270. <https://doi.org/10.4161/derm.23872>
- Thornton, M. J. (2022). Outstanding questions regarding the role of estrogens in skin and improve our understanding of the physiology and interaction of. *Experimental Dermatology*, 11(9), 487–502.
- Waqas, M. K., Akhtar, N., Mustafa, R., Jamshaid, M., Khan, H. M., & Murtaza, G. (2015). Dermatological and cosmeceutical benefits of *Glycine max* (soybean) and its active components. *Acta Poloniae Pharmaceutica*, 72(1), 3–11.
- Zduńska, K., Dana, A., Kołodziejczak, A., & Rotsztein, H. (2018). Antioxidant properties of ferulic acid and its possible application. *Skin Pharmacology and Physiology*, 31, 332–336. <https://doi.org/10.1159/000491755>
- Zhou, X., Sun, H., Tan, F., Yi, R., Zhou, C., Deng, Y., ... & Zhao, X. (2021). Anti-aging effect of *Lactobacillus plantarum* HFY09-fermented soymilk on D-galactose-induced oxidative aging in mice through modulation of the Nrf2 signaling pathway. *Journal of Functional Foods*, 78, 104386. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2021.104386>