

Manfaat Kefir Dan Yoghurt Sebagai Prospek Masa Depan Bahan Baku Kosmetik Antiaging Dan Ramah Lingkungan

Firman Rezaldi^{1*}, Jihan Nabilla¹, Rina Nurmaulawati², Novi Ayuwardani², Erni Suminar³, Mohammad Zulkarnain⁴, Chairul Anam Afgani⁵, Roni Gumilar⁶, Heny Sasmita⁷, Ucu Wandu Somantri⁷

^{1*}Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medis, STIKes Tujuh Belas, Karanganyar, Jawa Tengah, Indonesia

²Program Studi D3 Farmasi, STIKes Bhakti Husada Mulia, Madiun, Jawa Timur, Indonesia

³Program Studi Agronomi, Departemen Budidaya, Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, Jawa Barat, Indonesia

⁴Program Studi Gizi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Trinita, Manado, Sulawesi Utara, Indonesia

⁵Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Ilmu dan Teknologi Pertanian, Universitas Teknologi Sumbawa, Nusa Tenggara Barat, Indonesia

⁶Dinas Ketahanan Pangan, Serang, Banten, Indonesia

⁷Program Studi Kesehatan Masyarakat, Fakultas Sains Farmasi Kesehatan, Universitas Mathla'ul Anwar, Pandeglang, Banten, Indonesia

email: firmanrezaldi890@gmail.com

ABSTRAK

Penuaan kulit merupakan proses biologis kompleks yang melibatkan stres oksidatif, penurunan kolagen, peradangan kronis, dan peningkatan aktivitas enzim pemecah matriks seperti MMPs. Dalam upaya mencari bahan aktif alami yang efektif dan berkelanjutan untuk kosmetik anti-aging, produk fermentasi susu seperti kefir dan yoghurt mulai mendapat perhatian. Keduanya mengandung berbagai komponen bioaktif seperti probiotik, peptida, eksopolisakarida, asam organik, dan senyawa antioksidan yang dapat menurunkan stres oksidatif, meningkatkan sintesis kolagen, serta memperbaiki fungsi barrier kulit. Kajian literatur ini bertujuan menelaah mekanisme biologis kefir dan yoghurt dalam memperlambat penuaan kulit, mencakup aktivitas antioksidan, antiinflamasi, modulasi mikrobioma, dan stimulasi matriks dermis. Berdasarkan hasil telaah pustaka terbaru, kefir dan yoghurt terbukti berpotensi besar sebagai bahan aktif kosmetik anti-aging yang ramah lingkungan dengan keunggulan pada keberlanjutan proses fermentasi dan pemanfaatan limbah biomassa. Namun, dibutuhkan penelitian lanjut mengenai formulasi topikal terstandar dan uji klinis untuk memastikan efektivitas serta keamanan penggunaannya.

Kata Kunci : Antiaging, Probiotik, Kefir, Kosmetik Alami, Yoghurt

ABSTRACT

Skin aging is a complex biological process involving oxidative stress, collagen degradation, chronic inflammation, and increased activity of matrix-degrading enzymes such as MMPs. In the search for effective and sustainable natural active ingredients for anti-aging cosmetics, fermented milk products such as kefir and yogurt have gained growing attention. Both contain various bioactive components, including probiotics, peptides, exopolysaccharides, organic acids, and antioxidant compounds, which can reduce oxidative stress, enhance collagen synthesis, and improve skin barrier function. This literature review aims to examine the biological mechanisms of kefir and yogurt in slowing down skin aging, encompassing antioxidant and anti-inflammatory activities, microbiome modulation, and dermal matrix stimulation. Based on recent literature findings, kefir and yogurt demonstrate great potential as eco-friendly active ingredients for anti-

aging cosmetics, with advantages in sustainable fermentation processes and the utilization of biomass waste. However, further research on standardized topical formulations and clinical trials is needed to confirm their efficacy and safety.

Keywords : *Anti-aging, Probiotic, Kefir, Natural Cosmetics, Yogurt*

I. PENDAHULUAN

Penuaan kulit (skin aging) adalah proses multifaktorial yang melibatkan penurunan produksi kolagen dan elastin, peningkatan stres oksidatif, peradangan kronis ringan, serta aktivitas enzim pengurai matriks (misalnya MMPs) yang menyebabkan keriput, kehilangan elastisitas, dan hiperpigmentasi. Pemahaman mekanisme molekuler penuaan kulit dan strategi intervensi aktif terus berkembang, sehingga muncul kebutuhan bahan aktif baru yang efektif dan aman untuk kosmetik anti-aging (He *et al.*, 2023).

Dalam beberapa tahun terakhir, bahan hasil fermentasi —terutama produk susu fermentasi seperti kefir dan yoghurt— mendapatkan perhatian sebagai sumber *bioactive compounds* (probiotik, postbiotik, peptida bioaktif, asam organik, dan antioksidan) yang berpotensi memberikan efek anti-aging melalui mekanisme antioksidan, anti-inflamasi, dan modulasi sinyal yang terkait degradasi matriks ekstraseluler. Kajian dan ulasan terbaru menunjukkan bahwa komponen-komponen ini mampu menurunkan stres oksidatif dan mereduksi penanda peradangan, sehingga relevan untuk aplikasi topikal maupun formulasi kosmetik (Saleem *et al.*, 2023).

Kefir, sebagai matriks mikrobiota (kefir grains) yang kompleks, menghasilkan peptida dan metabolit yang menunjukkan aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi pada berbagai model *in vitro* dan *in vivo*. Beberapa studi juga melaporkan bahwa supernatan fermentasi *Lactobacillus* dari kefir dapat menurunkan stres oksidatif pada sel kulit dan menunda tanda-tanda penuaan selular, menjadikan kefir kandidat menarik baik sebagai bahan aktif (postbiotik) maupun sebagai sumber senyawa untuk diekstraksi dan dimasukkan ke dalam produk perawatan kulit (Papadoupolo *et al.*, 2024).

Yoghurt (dan produk susu fermentasi serupa) merupakan sumber probiotik dan peptida yang dikaitkan dengan peningkatan status antioksidan sistemik dan penurunan marker stres oksidatif pada manusia; beberapa uji klinis nutrisi juga menunjukkan efek protektif terhadap komponen-komponen yang berhubungan dengan penuaan. Meski bukti langsung pada aplikasi topikal masih terbatas, bukti mekanistik dan data konsumsi mendukung potensi yoghurt sebagai sumber bahan baku untuk pengembangan kosmetik berbasis fermentasi (Zoldghardpour *et al.*, 2024).

Dari sisi keberlanjutan (*sustainability*) dan pasar, tren industri menunjukkan peningkatan permintaan terhadap bahan baku alami, berbasis

fermentasi, dan ramah lingkungan baik karena preferensi konsumen maupun karena keuntungan proses fermentasi (skala fleksibel, pemanfaatan bahan baku samping/limbah, dan footprint karbon yang dapat dioptimalkan). Proyeksi pasar bahan terfermentasi untuk industri pangan/ kosmetik juga menunjukkan pertumbuhan yang pesat, menegaskan prospek komersial kefir dan yoghurt sebagai bahan baku kosmetik masa depan.

Meski menjanjikan, terdapat tantangan teknis dan regulasi yang perlu diatasi untuk memformulasikan bahan kefir/yoghurt ke produk kosmetik: stabilitas senyawa bioaktif dalam formulasi topikal, potensi iritasi/alergi (tergantung komposisi mikroba dan protein susu), teknik ekstraksi dan standarisasi (isolasi peptida tertentu atau penggunaan postbiotik terstandar), serta kebutuhan bukti klinis efektivitas topikal yang memadai. Oleh karena itu, kajian tinjauan ini bertujuan menyusun bukti-bukti terbaru mengenai mekanisme aksi, data pra-klinis dan klinis terkait kefir dan yoghurt dalam konteks anti-aging, serta menilai aspek keberlanjutan dan kesiapan komersialnya sebagai bahan baku kosmetik ramah lingkungan (Farag *et al.*, 2020).

II. METODE PENELITIAN

Peneliti mengumpulkan data sendiri dengan mencari pustaka utama secara online melalui Google dan situs jurnal seperti Portal Garuda, PubMed, Repository, dan ResearchGate." (Rezaldi *et al.*, 2024 ; Yudianto *et al.*, 2025).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengapa Kefir dan Yoghurt Relevan Sebagai Kosmetik Antiaging

Fermentasi susu seperti kefir dan yoghurt menghasilkan produk kaya mikroba probiotik dan metabolit sekunder (peptida bioaktif, eksopolisakarida, asam organik, antioksidan) yang berpotensi memberikan efek anti-inflamasi, antioksidan, dan modulasi mikrobioma dimana semua mekanisme yang relevan untuk memperlambat tanda-tanda penuaan kulit. Beberapa studi literatur dan ulasan terbaru menyorot potensi kefir/yoghurt dalam konteks penuaan sehat dan aplikasi topikal/oral yang dapat memengaruhi kesehatan kulit (Chiani, 2025).

Kefir dan yoghurt mengandung asam laktat yang lembut. Asam laktat mempercepat pergantian sel, mengelupas lapisan korneum secara ringan, meningkatkan tekstur kulit, mengurangi garis halus, dan meningkatkan hidrasi kulit karena sifat humektannya. Ini menjelaskan mengapa produk berbasis susu/fermentasi (yoghurt, kefir) bisa memberikan manfaat eksfoliasi/pelembut kulit ketika diformulasi dengan tepat (Feng *et al.*, 2024).

Kefir dan yoghurt merupakan salah satu sumber probiotik dengan kandungan asam laktat yang berpotensi sebagai modulasi barier dan inflamasi. Hal tersebut disebabkan yoghurt dan kefir kaya bakteri asam laktat

(LAB). Literatur terbaru menunjukkan LAB dapat memodulasi respons imun kulit, mengurangi peradangan kronis mikro-lokal yang berkaitan dengan penuaan (inflammaging), dan memperbaiki fungsi barrier — semua relevan untuk penampilan kulit lebih muda dan sehat. (Catatan: efektivitas topikal tergantung strain, viabilitas, atau menggunakan sel/bioaktif dari fermentasi) (Liu & Sun, 2024).

Kandungan peptida sebagai bioaktif hasil fermentasi berpeluang tinggi sebagai substansi kosmetik. Fermentasi (termasuk kefir) menghasilkan peptida dan protein terhidrolisis yang memiliki aktivitas antioksidan, anti-enzim (mis. inhibisi MMP) dan dapat merangsang sintesis kolagen/fibroblas dalam studi pra-klinis. Oleh karena itu ekstrak fermentasi atau peptida terisolasi dapat menjadi bahan cosmeceutical untuk mengurangi kerutan dan memperbaiki elastisitas (Badilli & Inal, 2025).

Kefir dan beberapa produk fermentasi menunjukkan aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi yang dapat melindungi kulit dari stres oksidatif (salah satu pendorong penuaan kulit). Senyawa-senyawa ini relevan untuk mengurangi kerusakan kolagen akibat radikal bebas dan UV (Papadopoulou *et al.*, 2024). Protein susu terhidrolisis dan lipid dalam produk fermentasi dapat membantu mempertahankan kelembapan permukaan kulit dan berfungsi sebagai bahan emolien/humektan pada formulasi topikal — aspek penting untuk tampilan kulit yang lebih halus dan penuh (Apalowo *et al.*, 2024). Hasil kajian atau penelitian mengenai alasan-alasan pemanfaatan yoghurt dan kefir dimanfaatkan sebagai bahan aktif kosmetik yang antiaging terdapat dalam tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Yoghurt dan kefir dimanfaatkan sebagai bahan aktif kosmetik antiaging

Nama Penulis	Judul Kajian	Temuan	Nama Jurnal
Liu <i>et al.</i> , (2024)	<i>Lactic Acid Bacteria and Aging: Unraveling the Interplay for Healthy Longevity</i>	LAB berpotensi mempengaruhi jalur penuaan melalui modulasi imun, anti-oksidasi, dan metabolit bioaktif. Relevan untuk gagasan menggunakan LAB (sebagai probiotik/postbiotik) pada produk kulit anti-aging.	<i>Aging and Disease</i>
Alves <i>et al.</i> , (2024)	<i>Global Trends and Scientific Impact of Topical Probiotics in Dermatological Treatment and Skincare</i>	Meningkatnya bukti & minat pada probiotik topikal yang dapat memperbaiki barrier, menurunkan inflamasi, dan mendukung kesehatan kulit — faktor	<i>Microorganisms</i>

		terkait penuaan kulit. Memberikan konteks ilmiah untuk formulasi kosmetik berbasis fermentasi.	
Alves <i>et al.</i> , (2021)	<i>Homemade Kefir Consumption Improves Skin Condition—A Study Conducted in Healthy and Atopic Volunteers</i>	Konsumsi kefir selama 8 minggu menunjukkan perbaikan parameter kondisi kulit pada partisipan sehat (mis. hidrasi, keseimbangan air). Meskipun ini konsumsi oral, hasil memberi bukti biologis bahwa komponen kefir memengaruhi kulit.	<i>Foods</i>
Alvest <i>et al.</i> , (2022)	<i>The Impact of Kefir on Epidermal Water Homeostasis in Healthy Human Skin</i>	Konsumsi kefir membantu mempertahankan hidrasi stratum korneum dan memperkuat fungsi barrier — relevan untuk pengurangan tampilan penuaan (kulit lebih halus, plump).	<i>Life</i>
Apalowo <i>et al.</i> , (2024)	<i>Nutritional characteristics, health impact, and applications of kefir.</i>	Ringkasan komponen bioaktif kefir (peptida, polisakarida kefir, metabolit mikroba) dan aktivitas anti-inflamasi/antioksidan yang relevan untuk aplikasi kesehatan, termasuk potensi <i>cosmeceutical</i> .	<i>MDPI</i>
Zhang <i>et al.</i> , (2022)	<i>Effects of Lactobacillus kefir fermentation supernatant on skin aging caused by oxidative stress</i>	Supernatan fermentasi L. kefir mengurangi senescensi sel melalui penurunan stres oksidatif dan regulasi ekspresi gen terkait penuaan pada model sel. Menunjukkan potensi postbiotik kefir untuk formulasi topikal.	<i>Journal of Functional Foods</i>
Pintea <i>et al.</i> , (2025)	<i>Peptides: Emerging Candidates for the Prevention and Treatment of Skin Senescence: A Review</i>	Peptida dari fermentasi dapat merangsang sintesis kolagen, proliferasi sel, dan menurunkan peradangan — menjadikan peptida fermentasi kandidat kuat untuk bahan anti-aging.	<i>Biomolecule</i>

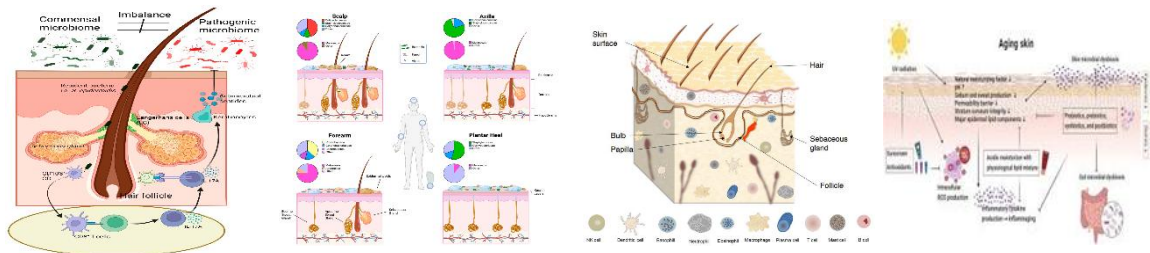
Millmann <i>et al.</i> , (2024)	<i>Biotics as novel therapeutics in targeting signs of skin ageing via the gut-skin axis</i>	Bukti klinis awal menunjukkan biotics (probiotik/postbiotik) dapat mengurangi tanda-tanda penuaan (kerutan, hidrasi). Merekomendasikan lebih banyak uji klinis terkontrol strain-spesifik.	<i>Ageing Research Reviews</i>
Letocha <i>et al.</i> , (2025)	<i>Skin microbiome friendly topical formulations containing probiotic – loaded alginate microspheres: in vitro studies</i>	Formulasi yang mendukung mikrobioma kulit dapat memperbaiki barrier dan melawan penuaan melalui mekanisme mikrobioma-mediated; ini mendukung strategi kosmetik berbasis probiotik/postbiotik.	<i>Scientific Reports</i>
Papadopoulou <i>et al.</i> , (2025)	<i>Antioxidant, Antithrombotic and Anti-Inflammatory Properties of Amphiphilic Bioactives from Water Kefir Grains and Its Apple Pomace-Based Fermented Beverage</i>	Produk fermentasi kefir menunjukkan aktivitas antioksidan & anti-inflamasi yang mendasari kemungkinan manfaat protektif pada jaringan termasuk kulit.	<i>Antioxidants</i>

Mekanisme Komponen Bioaktif Sebagai Anti-aging

Komponen komponen senyawa bioaktif yang terkandung dalam suatu probiotik memiliki berbagai mekanisme kerja secara beragam dalam menghambat penuaan dini diantaranya adalah memodulasi mikrobiota kulit, menangkal radikal bebas (sumber antioksidan), dan stimulasi matriks dermis yang akan dijelaskan dalam pernyataan-pernyataan dibawah ini.

Probiotik dan modulasi mikrobioma kulit

Probiotik dalam kefir/yoghurt (mis. *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc*, *Streptococcus thermophilus*) dapat menekan pertumbuhan patogen kulit, menurunkan peradangan lokal, dan membantu memulihkan keseimbangan mikrobiota yang terkait dengan barrier kulit lebih sehat efek yang berpotensi mengurangi TEWL (transepidermal water loss) dan kemerahan. Ulasan dan uji klinis terhadap kosmetik berbasis probiotik melaporkan peningkatan hidrasi dan penurunan inflamasi pada beberapa formulasi (Alves *et al.*, 2024). Kemampuan probiotik dalam memodulasi mikroba kulit terdapat dalam gambar 1 dibawah ini.



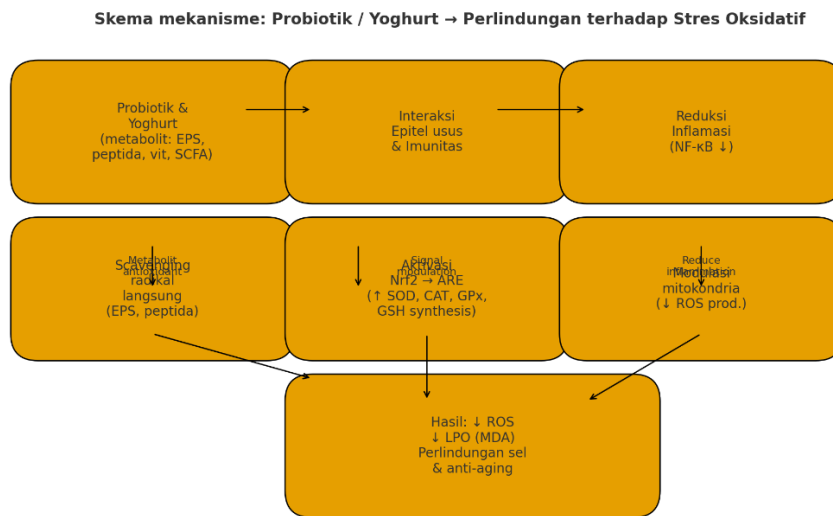
Gambar 1. Potensi Probiotik dalam memodulasi mikroba kulit

Gambar 1 diatas telah menerangkan bahwa potensi probiotik dalam memodulasi sel kulit dapat dilakukan dengan cara membentuk kolonisasi sebagai salah satu persaingan yang kompetitif, sehingga bakteri yang bersifat probiotik baik kefir maupun yoghurt dapat menempati suatu ruangan khususnya pada permukaan kulit dalam menghambat bakteri patogen yang awalnya adalah berperan penting sebagai flora normal yang terkendali menjadi yang tidak terkendali (Habeebudin *et al.*, 2022). Mekanisme pertahanan kedua dengan cara menghasilkan metabolit yang bersifat sebagai antimikroba baik berupa bakteriosin, asam organik, H_2O_2 , SCFA, dan asam laktat, sehingga dapat berpotensi pula dalam menurunkan pH secara lokal maupun menghambat pertumbuhan bakteri patogen seperti *Staphylococcus aureus* maupun *Propionibacterium acnes* terkendali (Habeebudin *et al.*, 2022). Mekanisme pertahan selanjutnya yaitu dengan cara pemanfaatan komponen abiotik yang berpotensi dalam menghambat terjadinya proses inflamasi, menangkal radikal bebas, serta memperbaiki fungsi secara *barrier*. Komponen-komponen yang dimaksud berupa postbiotik atau supernatan yang turut terfermentasi seperti peptida bioaktif dan eksopolisakarida (Da *et al.*, 2024).

Mekanisme pertahan selanjutnya adalah dengan cara memodulasi sistem imun pada kulit yaitu mekanisme mukosa dan TLR/sel imun dimana probiotik berpotensi dalam meregulasi sebagai penghasil sitokin (\downarrow pro-inflamasi: TNF- α , IL-6; \uparrow anti-inflamasi: IL-10) dan mempengaruhi sel Langerhans/keratinosit sehingga respon inflamasi menurun (Habeebudin *et al.*, 2022). Mekanisme selanjutnya yaitu perbaikan barrier kulit (tight junctions, filaggrin, lipid epidermal) dimana probiotik maupun postbiotik berpotensi dalam membantu bahkan memulihkan stratum korneum, sehingga berkolerasi secara positif juga dalam meningkatkan mekanisme hidrasi maupun menurunkan *transepidermal water loss* (TEWL) (Piazzesi *et al.*, 2024). Mekanisme selanjutnya adalah mengubah mikrobiota usus menjadi salah satu komponen metabolit yang mampu meningkatkan sistem imun sehingga berkolerasi secara positif juga sebagai efek farmakologi atau sumber antiinflamasi dalam memperbaiki kondisi kulit seperti pada penyakit *dermatitis atopic* maupun penuaan (Da *et al.*, 2024).

Antioksidan dan perlindungan dari stres oksidatif

Produk fermentasi mengandung antioksidan (peptida, asam fenolik, eksopolisakarida) yang dapat menetralkan radikal bebas dan mengurangi kerusakan kolagen/eleastin akibat oksidasi mekanisme sentral dalam penuaan foto dan intrinsik kulit. Studi karakterisasi kefir/water-kefir menunjukkan aktivitas antioksidan dan sifat anti-inflamasi yang dapat mendukung klaim anti-aging (Papadopoulou *et al.*, 2024). Mekanisme probiotik baik kefir maupun yoghurt dalam menangkal radikal bebas terdapat dalam gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Mekanisme probiotik dan yoghurt sebagai sumber antioksidan

Gambar 2 diatas telah menerangkan bahwa Probiotik dan produk fermentasi susu baik yoghurt maupun kefir mampu melindungi sel dari stres oksidatif melalui empat jalur utama yang saling melengkapi diantaranya adalah sebagai berikut :

a. Pengikatan / penetralan radikal secara langsung (*direct scavenging*)

Metabolit yang dihasilkan mikroba fermentasi (peptida bioaktif hasil proteolisis susu, ekstrak fenolik yang dilepaskan, eksopolisakarida (EPS), beberapa vitamin yang dihasilkan atau disintesis ulang) dapat bertindak sebagai *radical scavengers* langsung, menetralkan ROS (mis. OH, O₂, H₂O₂) sehingga menurunkan kerusakan lipid/protein/DNA (Ahmed *et al.*, 2015).

b. Induksi jalur antioksidan sel inang (pengaktifan sistem enzimatik) terutama via Nrf2/ARE

Produk probiotik dan metabolitnya memicu sinyal epitel/imun yang mengaktifkan Nrf2 (*transcription factor*). Nrf2 berpindah ke inti → mengikat *Antioxidant Response Elements (ARE)* → menaikkan ekspresi enzim

antioksidan seperti SOD (*superoxide dismutase*), CAT (*catalase*), GPx (*glutathione peroxidase*) dan enzim sintesis GSH. Hasilnya: kapasitas antioksidan endogen meningkat → ROS menurun (Liu *et al.*, 2024).

c. Penurunan inflamasi yang memotong sumber ROS (NF-κB & sitokin pro-inflamasi)

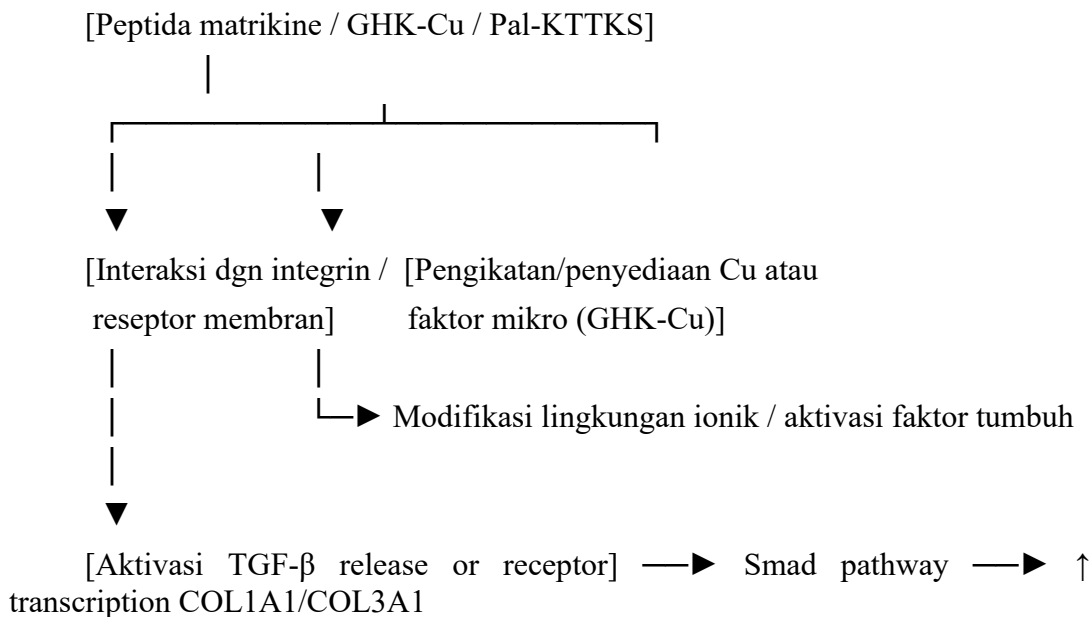
Probiotik dapat menekan aktivasi NF-κB dan produksi sitokin pro-inflamasi (TNF-α, IL-6). Karena inflamasi kronis memicu produksi ROS oleh sel imun (mis. sel fagosit), penurunan inflamasi secara tidak langsung mengurangi beban oksidatif sistemik/*tissues* (Taracchini *et al.*, 2025).

d. Modulasi metabolik / mitokondrial & metabolit mikrobiota (SCFA)

Short-chain fatty acids seperti *butyrate* dan metabolit lain dari bakteri baik meningkatkan fungsi mitokondria (mengurangi produksi ROS mitokondrial), memperbaiki biogenesis mitokondria, dan memodulasi jalur metabolik sehingga sel menghasilkan lebih sedikit ROS basal. Selain itu probiotik tertentu memengaruhi rasio GSH/GSSG (menaikkan GSH direduksi) (Cannovai *et al.*, 2025).

Peptida bioaktif dan stimulasi matriks dermis

Selama fermentasi terbentuk peptida yang dapat menginduksi sintesis kolagen atau menghambat enzim pemecah matriks ekstraseluler (mis. MMPs). Beberapa penelitian *in vitro* dan model hewan menunjukkan bahwa ekstrak probiotik/peptida fermentasi bisa meningkatkan produksi kolagen dan mengurangi tanda-tanda penuaan di tingkat sel. Namun, bukti klinis pada manusia masih terbatas dan membutuhkan formulasi terstandar (He *et al.*, 2023). Mekanisme peptida yang dapat menginduksi sintesis kolagen atau menghambat enzim pemecah matriks ekstraseluler (mis. MMPs) terdapat dalam diagram alir 1 dibawah ini.



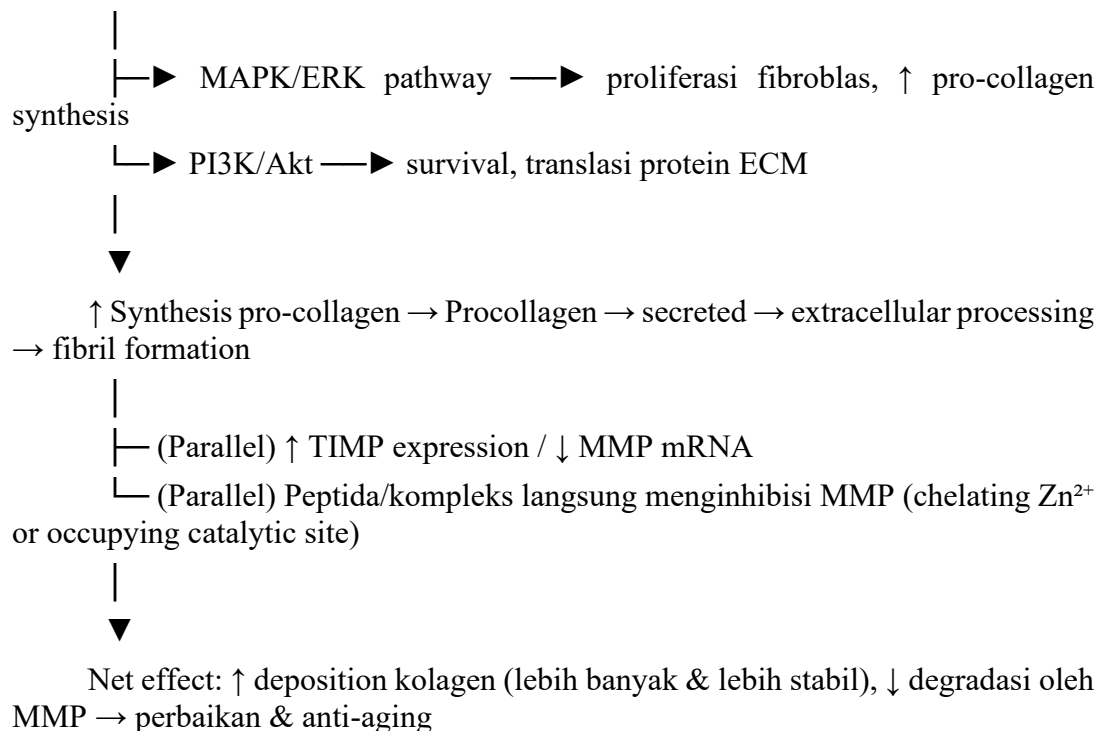


Diagram alir 1. Mekanisme peptida yang dapat menginduksi sintesis kolagen atau menghambat enzim pemecah matriks ekstraseluler (mis. MMPs)

Diagram alir yang pertama diatas telah menjelaskan bahwa terdapat lima mekanisme inti bagi peptida dalam menginduksi kolagen atau menghambat enzim pemecah matriks yang meliputi :

a. Peptida sebagai matrikine / ligan sinyal

Beberapa peptida (contoh: palmitoyl-pentapeptida KTTKS, disebut Matrixyl) berperan sebagai *matrikine* — fragmen kecil yang meniru fragmen matriks dan berikatan dengan reseptor membran (mis. integrin atau reseptor yang memodulasi faktor pertumbuhan), mengaktifkan jalur sinyal anabolik yang meningkatkan ekspresi gen-gen kolagen (COL1A1, COL3A1) dan protein ECM lain.

b. Peptida yang membawa ion (contoh: GHK-Cu)

Peptida kecil seperti **GHK-Cu** (glycyl-histidyl-lysine kompleks tembaga) dapat:

- Mengaktifkan fibroblas untuk meningkatkan sintesis kolagen dan proteoglikan.
- Memodulasi ekspresi TIMP (*tissue inhibitors of metalloproteinases*) dan menurunkan ekspresi beberapa MMP.
- Menimbulkan efek anti-inflamasi dan promosi pertumbuhan jaringan (melalui pelepasan faktor pertumbuhan) sehingga net effect = lebih banyak sintesis & lebih sedikit degradasi ECM.

c. Aktivasi jalur transduksi sinyal pro-kolagen

Peptida dapat mengaktifkan satu atau lebih jalur: **TGF- β / Smad, MAPK (ERK1/2), PI3K/Akt** dan jalur downstream yang meningkatkan aktivitas transkriptor (SP1, AP-1 dll.) \rightarrow meningkatnya transkripsi COL1A1, pro-kolagen propeptida, serta enzim cross-linking (LOX). (umum pada matrikine & peptida kosmetik).

d. Penghambatan MMP — dua pendekatan umum

Indirect (genomic / regulasi ekspresi): peptida menaikkan ekspresi TIMP atau menurunkan ekspresi MMP (transcriptional downregulation), sehingga aktivitas proteolitik menurun. (dilaporkan untuk beberapa peptida bioaktif dan GHK-Cu). peptida yang mampu mengikat situs katalitik (atau mengchelasi ion $Zn^{2+}/Co^{2+}/Cu^{2+}$ yang diperlukan MMP) dapat menurunkan aktivitas enzimatis MMP (contoh: beberapa hidrogel/kompleks logam juga menunjukkan penurunan aktivitas MMP). Contoh non-peptidik: inhibitor sintetis seperti GM6001 (Ilomastat) bekerja sebagai penghambat spektrum-luas MMP ini berguna sebagai pembanding mekanistik.

e. Efek Proteksi Tambahan

Peptida juga dapat: mengurangi stres oksidatif (scavenging / induksi enzim antioksidan), meningkatkan deposisi GAG/dekorin (yang menstabilkan serat kolagen), atau membantu re-organisasi ECM (mis. memfasilitasi fibrillogenesis) sehingga kolagen yang disintesis menjadi lebih tahan degradasi.

IV. SIMPULAN DAN SARAN**Simpulan**

Kefir dan yoghurt memiliki potensi tinggi sebagai bahan baku kosmetik anti-aging karena kaya akan probiotik, peptida bioaktif, dan metabolit hasil fermentasi yang mampu melindungi kulit dari stres oksidatif, memperbaiki fungsi barrier, serta menstimulasi sintesis kolagen. Kedua bahan ini juga mendukung konsep kosmetik berkelanjutan karena proses fermentasinya ramah lingkungan dan dapat memanfaatkan bahan baku lokal maupun limbah pertanian. Untuk memastikan efektivitas dan keamanan dalam aplikasi kosmetik topikal, diperlukan penelitian lanjutan berupa formulasi standar, analisis stabilitas senyawa bioaktif, serta uji klinis pada manusia.

Saran

Saran berisi saran singkat atas hasil penelitian dan pembahasan. [Times New Roman, 12, normal, spasi 1].

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, A. S., El-Bassiony, T., Elmalt, L. M., & Ibrahim, H. R. (2015). Identification of potent antioxidant bioactive peptides from goat milk proteins. *Food Research International*, *74*, 80-88.
- Alves, E., Gregório, J., Baby, A. R., Rijo, P., Rodrigues, L. M., & Rosado, C. (2021). Homemade kefir consumption improves skin condition—a study conducted in healthy and atopic volunteers. *Foods*, *10*(11), 2794.
- Alves, A. C., Martins Jr, S. M. D. S. B., Belo, J. V. T., Lemos, M. V. C., Lima, C. E. D. M. C., Silva, C. D. D., ... & Nascimento da Silva, L. C. (2024). Global trends and scientific impact of topical probiotics in dermatological treatment and skincare. *Microorganisms*, *12*(10), 2010.
- Alves, E., Gregório, J., Rijo, P., Rosado, C., & Rodrigues, L. M. (2022). The impact of kefir on epidermal water homeostasis in healthy human skin. *Life*, *12*(7), 1075.
- Apalowo, O. E., Adegoye, G. A., Mbogori, T., Kandiah, J., & Obuotor, T. M. (2024). Nutritional characteristics, health impact, and applications of kefir. *Foods*, *13*(7), 1026.
- Badilli, U., & Inal, O. (2025). Current approaches in cosmeceuticals: peptides, biotics and marine biopolymers. *Polymers*, *17*(6), 798.
- Canovai, A., & Williams, P. A. (2025). Pyrroloquinoline quinone: a potential neuroprotective compound for neurodegenerative diseases targeting metabolism. *Neural Regeneration Research*, *20*(1), 41-53.
- Chiani, F. (2025). Kefir and healthy aging: revealing thematic gaps through AI-assisted screening and semantic evidence mapping. *Frontiers in Aging*, *6*, 1628474.
- Da Anunciação, T. A., Guedes, J. D. S., Tavares, P. P. L. G., de Melo Borges, F. E., Ferreira, D. D., Costa, J. A. V., ... & Magalhães-Guedes, K. T. (2024). Biological significance of probiotic microorganisms from kefir and kombucha: a review. *Microorganisms*, *12*(6), 1127.
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., Abd El-Wahed, A., & R. El-Seedi, H. (2020). The many faces of kefir fermented dairy products: quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, *12*(2), 346.
- Feng, X., Shang, J., Gu, Z., Luo, X., Chen, Y., & Liu, Y. (2024). Lactic acid chemical peeling in skin disorders. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 901-909.
- Habeebuddin, M., Karnati, R. K., Shiroorkar, P. N., Nagaraja, S., Asdaq, S. M. B., Khalid Anwer, M., & Fattepur, S. (2022). Topical probiotics: more than a skin deep. *Pharmaceutics*, *14*(3), 557.
- He, X., Wan, F., Su, W., & Xie, W. (2023). Research progress on skin aging and active ingredients. *Molecules*, *28*(14), 5556.

- Łętocha, A., Michalczyk, A., Bielecka, E., Kantyka, T., Miastkowska, M., & Sikora, E. (2025). Skin microbiome friendly topical formulations containing probiotic-loaded alginate microspheres: in vitro studies. *Scientific Reports*, *15*(1), 34246.
- Liu, R., & Sun, B. (2024). Lactic acid bacteria and aging: unraveling the interplay for healthy longevity. *Aging and Disease*, *15*(4), 1487.
- Li, Y., Zhang, Y., Dong, L., Li, Y., Liu, Y., Liu, Y., ... & Liu, L. (2024). Fermentation of *Lactobacillus fermentum* NB02 with feruloyl esterase production increases the phenolic compounds content and antioxidant properties of oat bran. *Food Chemistry*, *437*, 137834.
- Millman, J. F., Kondrashina, A., Walsh, C., Busca, K., Karawugodage, A., Park, J., ... & Lane, J. A. (2024). Biotics as novel therapeutics in targeting signs of skin ageing via the gut-skin axis. *Ageing Research Reviews*, *102*, 102518.
- Papadopoulou, D., Chrysikopoulou, V., Rampaouni, A., & Tsoupras, A. (2024). Antioxidant and anti-inflammatory properties of water kefir microbiota and its bioactive metabolites for health promoting bio-functional products and applications. *AIMS microbiology*, *10*(4), 756.
- Papadopoulou, D., Chrysikopoulou, V., Rampaouni, A., Plakidis, C., Ofrydopoulou, A., Shiels, K., ... & Tsoupras, A. (2025). Antioxidant, Antithrombotic and Anti-Inflammatory Properties of Amphiphilic Bioactives from Water Kefir Grains and Its Apple Pomace-Based Fermented Beverage. *Antioxidants*, *14*(2), 164.
- Piazzesi, A., Scanu, M., Ciprandi, G., & Putignani, L. (2024). Modulations of the skin microbiome in skin disorders: A narrative review from a wound care perspective. *International Wound Journal*, *21*(10), e70087.
- Pintea, A., Manea, A., Pintea, C., Vlad, R. A., Birsan, M., Antonoaea, P., ... & Ciurba, A. (2025). Peptides: Emerging candidates for the prevention and treatment of skin senescence: A review. *Biomolecules*, *15*(1), 88.
- Rezaldi, F., Millah, Z., Susiyanti, S., Gumilar, R., & Yenny, R. F. (2024). Peran Biotek Gen Tanaman Pada Bidang Pangan dan Farmasi Sebagai Bahan Sediaan Pangan Fungsional, Bahan Aktif Obat dan Kosmetik Natural. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, *8*(1), 01-09.
- Saleem, K., Ikram, A., Saeed, F., Afzaal, M., Ateeq, H., Hussain, M., ... & Asif Shah, M. (2023). Nutritional and functional properties of kefir. *International Journal of Food Properties*, *26*(2), 3261-3274.
- Tarracchini, C., Lordan, C., Milani, C., Moreira, L. P., Alabedallat, Q. M., de Moreno de LeBlanc, A., ... & Ventura, M. (2025). Vitamin biosynthesis in the gut: interplay between mammalian host and its resident microbiota. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, *89*(2), e00184-23.
- Yudianto, T., Pramono, E., Rezaldi, F., Rahmad, S. S., Yenny, R. F., Gumilar, R., ... & Suminar, E. (2025). Penguatan Konsep Berbasis Pertanian Berkelanjutan di Negara India sebagai Solusi Mengurangi Efek Gas Rumah Kaca (Literature

Review). *Jurnal Agroteknologi*, 4(01), 46-66.

Zhang, Y., Liu, P., Fu, H., Wang, D., Zhao, D., Zhang, J., ... & Li, M. (2022). Effects of *Lactobacillus kefir* fermentation supernatant on skin aging caused by oxidative stress. *Journal of Functional Foods*, 96, 105222.

Zolghadrpour, M. A., Jowshan, M. R., Seyedmahalleh, M. H., Imani, H., Karimpour, F., & Asghari, S. (2024). Consumption of a new developed synbiotic yogurt improves oxidative stress status in adults with metabolic syndrome: a randomized controlled clinical trial. *Scientific Reports*, 14(1), 20333.