

Studi Literatur Sistem Penghantaran Teknologi Kosmetik Berbasis Peptida sebagai Pencerah Kulit

Sahla Haniifah *, Ratih Aryani, Dina Mulyanti

Prodi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

syahlahaniifah11@gmail.com, ratih.aryani@unisba.ac.id, dina.sukma@unisba.ac.id

Abstract. Hyperpigmentation disorders such as melasma, lentigines, and post-inflammatory hyperpigmentation have driven the development of safer and more effective skin-brightening cosmetics. Peptides are promising alternatives to conventional agents due to their specific mechanisms of action, including inhibition of tyrosinase activity, downregulation of *MITF*, *TRP-1*, *TRP-2*, and *MC1R* gene expression, as well as blocking melanosome transfer. This study aims to explore the mechanisms, types, effectiveness, and safety of peptides in cosmetic formulations through a systematic literature review. The results show that peptides can be classified into enzyme-inhibiting peptides, melanosome transfer-inhibiting peptides, and carrier peptides. Their effectiveness is significantly influenced by the delivery system used such as liposomes and microneedles which improve skin penetration and stability. In addition, peptides have high biocompatibility and a low risk of irritation, making them safe for sensitive skin. Therefore, peptides hold great potential as effective and sustainable skin-brightening agents in modern cosmetic formulations.

Keywords: *Peptide, Skin brightening, Hyperpigmentation, Tyrosinase, Cosmetic delivery system.*

Abstrak. Permasalahan hiperpigmentasi seperti melasma, lentigines, dan hiperpigmentasi pasca-inflamasi mendorong pengembangan kosmetik pencerah kulit yang lebih aman dan efektif. Peptida menjadi alternatif bahan aktif yang menjanjikan karena memiliki mekanisme kerja spesifik seperti menghambat aktivitas tirosinase, menurunkan ekspresi gen *MITF*, *TRP-1*, *TRP-2*, *MC1R*, serta menghambat transfer melanosom. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji mekanisme kerja, jenis, efektivitas, dan keamanan penggunaan peptida dalam kosmetik pencerah kulit melalui metode *systematic literature review*. Hasil kajian menunjukkan bahwa peptida dalam kosmetik dapat diklasifikasikan menjadi peptida penghambat enzim, peptida penghambat transfer melanosom, dan peptida pembawa. Efektivitas peptida sangat bergantung pada sistem penghantaran yang digunakan, seperti liposom dan microneedle, yang terbukti mampu meningkatkan penetrasi dan stabilitas bahan aktif. Selain itu, peptida memiliki biokompatibilitas tinggi dan risiko iritasi yang rendah, menjadikannya bahan aktif yang aman untuk kulit sensitif. Dengan demikian, peptida berpotensi besar sebagai bahan pencerah kulit yang efektif dan berkelanjutan dalam industri kosmetik.

Kata Kunci: *Peptida, Pencerah kulit, Hiperpigmentasi, Tirosinase, Sistem penghantaran kosmetik.*

A. Pendahuluan

Dalam dunia kosmetika modern, perhatian terhadap bahan aktif yang aman dan efektif menjadi hal yang sangat penting, terutama dalam produk-produk pencerah kulit. Kulit cerah dan merata sering dianggap sebagai simbol kecantikan dan kesehatan. Permasalahan kulit menjadi perhatian utama dalam mengatasi masalah hiperpigmentasi, bintik hitam, dan warna kulit yang tidak merata. Hal ini mendorong untuk mencari solusi yang efektif untuk mengatasi masalah hiperpigmentasi, noda hitam, dan ketidakmerataan warna kulit. Pencerah kulit merupakan salah satu kebutuhan estetika yang terus mengalami peningkatan. Dengan banyaknya produk pemutih yang tersedia di pasaran, banyak sekali kandungan yang tidak diperbolehkan yang digunakan sebagai produk pemutih. Produk pemutih konvensional sering mengandung bahan kimia seperti hidrokuinon dan merkuri yang menimbulkan efek samping, termasuk iritasi dan peningkatan sensitivitas kulit (Karim et al., 2019). Temuan ini menunjukkan bahwa upaya untuk menciptakan formulasi kosmetik yang lebih aman dan efektif menjadi sangat penting.

Salah satu pendekatan inovatif dalam formulasi pencerah kulit adalah pemanfaatan peptida. Peptida merupakan rantai pendek asam amino yang dapat berfungsi sebagai sinyal biologis, mengatur proses regenerasi sel kulit, menghambat produksi melanin, serta memperbaiki struktur kulit yang rusak (Ngoc et al., 2023). Peptida juga diketahui memiliki biokompatibilitas tinggi dan toksisitas rendah, sehingga lebih aman dibandingkan dengan bahan aktif konvensional seperti hidrokuinon (Choi & Shin, 2020). Di sisi lain, tantangan dalam penggunaan peptida adalah rendahnya afinitas pengikatan ke permukaan sel. Oleh karena itu, sistem penghantaran menjadi elemen penting dalam memastikan efektivitas kerja peptida di dalam produk kosmetik. Penggunaan sistem penghantaran seperti liposom, microneedle, dan hidrogel telah terbukti dapat meningkatkan penetrasi peptida ke lapisan kulit yang lebih dalam, meningkatkan stabilitas bahan aktif, serta mengurangi risiko iritasi (Walia et al., 2021; Hernández-Esquível et al., 2022). Sistem-sistem ini membantu menjaga integritas struktur peptida, memperpanjang waktu kerja bahan aktif, serta meningkatkan pada jaringan target. Dengan kombinasi yang tepat antara jenis peptida dan sistem penghantaran, efektivitas dan keamanan produk pencerah kulit dapat ditingkatkan secara signifikan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana mekanisme kerja peptida dalam produk kosmetik pencerah kulit, jenis-jenis peptida yang dapat digunakan, serta efektivitas sistem penghantaran dalam mendukung kerja peptida. Selain itu, aspek keamanan penggunaan peptida dibandingkan dengan bahan aktif konvensional juga akan dianalisis untuk memberikan gambaran yang komprehensif. Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini secara khusus akan membahas bagaimana mekanisme kerja sediaan kosmetik yang mengandung peptida sebagai pencerah kulit, apa saja jenis peptida yang dapat digunakan sebagai bahan aktif pencerah kulit, bagaimana efektivitas peptida dalam sediaan kosmetik sebagai pencerah kulit berdasarkan sistem penghantaran, apakah penggunaan peptida dalam sediaan kosmetik dapat mengurangi risiko iritasi atau toksisitas yang terjadi pada produk mengandung pencerah kulit lainnya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan kosmetik alternatif yang efektif dan aman dengan memanfaatkan peptida sebagai bahan aktif pencerah kulit.

Kebaruan atau novelty dari penelitian ini terletak pada pendekatannya dalam menggali informasi mengenai kombinasi antara jenis peptida dan teknologi penghantaran dalam konteks efektivitas dan keamanan pencerah kulit. Studi-studi sebelumnya umumnya hanya berfokus pada satu aspek saja, seperti mekanisme kerja atau jenis bahan aktif. Penelitian ini mengintegrasikan berbagai dimensi penting dalam formulasi kosmetik berbasis peptida, sehingga diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap inovasi produk yang aman, efektif, dan berkelanjutan di masa depan.

B. Metode

Metode penelitian disusun dalam bentuk studi literatur naratif yang mengacu pada berbagai sumber ilmiah yang bertujuan untuk pengembangan kosmetik alternatif yang efektif dan aman dengan memanfaatkan peptida serta teknologi sistem penghantaran dalam formulasi kosmetik berbasis peptida sebagai pencerah kulit. Studi ini dilakukan dengan mengumpulkan, menyeleksi, dan mengevaluasi berbagai artikel ilmiah yang relevan, baik nasional maupun internasional, yang membahas tentang mekanisme kerja peptida, jenis-jenis peptida, efektivitas sistem penghantaran,

serta aspek keamanan penggunaannya dalam sediaan kosmetik.

Sumber literatur yang digunakan diperoleh dari berbagai artikel ilmiah yang dipublikasikan, seperti PubMed, ScienceDirect, Taylor & Francis, dan MDPI, pencarian artikel dilakukan dengan menggunakan kata kunci tertentu. Artikel yang dijadikan rujukan dalam 10 tahun terakhir dalam rentang tahun 2015-2025, dengan prioritas terhadap literatur terbaru untuk menjaga relevansi informasi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi kosmetik terkini. Seluruh temuan dari literatur kemudian disajikan dalam bentuk narasi deskriptif, untuk menyimpulkan jenis peptida yang paling potensial sebagai agen pencerah kulit, serta mengetahui sistem penghantaran yang paling efektif dalam meningkatkan penetrasi dan efektivitas kerja peptida pada lapisan kulit dengan risiko iritasi dan toksisitas yang minimal, sehingga dapat mendukung pengembangan kosmetik berbasis peptida yang lebih aman dan aplikatif.

C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Peptida dalam sediaan kosmetik pencerah kulit menunjukkan mekanisme kerja yang spesifik, efektivitas yang bervariasi tergantung sistem penghantaran yang digunakan, serta profil keamanan yang relatif lebih baik dibandingkan bahan pencerah konvensional. Berdasarkan hasil studi pustaka yang diperoleh peptida kosmetik memiliki potensi signifikan dalam proses pencerahan kulit melalui berbagai mekanisme biologis. Salah satu mekanisme utamanya adalah kemampuan menghambat enzim tirosinase, enzim kunci dalam jalur biosintesis melanin. Selain itu, beberapa jenis peptida juga diketahui mampu menurunkan ekspresi gen *MITF*, *TRP-1*, *TRP-2*, dan *MC1R* yang terlibat dalam regulasi melanogenesis. Mekanisme lain yang juga ditemukan yaitu menghambat transfer melanosom ke keratinosit, yang merupakan langkah penting dalam distribusi pigmen ke permukaan kulit.

Peptida berperan dalam menghambat sintesis dan distribusi melanin melalui beberapa mekanisme. Mekanisme pertama adalah inhibisi enzim tirosinase, yaitu enzim kunci dalam jalur melanogenesis yang mengkatalisis konversi tirosin menjadi DOPA dan DOPA-quinon. Peptida seperti decapeptide-12 dan oligopeptide-68 terbukti memiliki nilai IC_{50} yang rendah, menandakan kemampuan kuat dalam menekan aktivitas tirosinase, sehingga produksi melanin berkurang. Berbagai jenis peptida kosmetik berperan sebagai agen pencerah kulit melalui tiga mekanisme utama, yaitu peptida penghambat enzim, peptida penghambat transfer melanosom, dan peptida pembawa (carrier peptides). Ketiga kelompok ini bekerja melalui jalur yang berbeda dalam menghambat melanogenesis, baik secara langsung maupun tidak langsung, dan pemahaman mekanisme ini penting untuk menentukan efektivitasnya sebagai pencerah kulit.

Mekanisme Kerja Peptida sebagai Pencerah Kulit

Peptida penghambat enzim bekerja dengan cara menghambat aktivitas enzim tirosinase, enzim kunci pembentukan melanin, serta menekan ekspresi gen melanogenik seperti *TYR*, *MITF*, *TRP-1*, dan *TRP-2*. Contohnya adalah *Decapeptide (KGYSSYICDK)* yang mampu menurunkan ekspresi *MITF*, *TYR*, dan *MC1R* pada sel melanoma *B16F10*, sehingga menghambat jalur *cAMP-MITF* dan menekan pembentukan melanin secara menyeluruh (Lee et al., 2024).

Tetrapeptide (MGAY) juga bekerja dengan menurunkan *MITF* dan tirosinase, menekan biosintesis melanin di tingkat transkripsi (Oh et al., 2015). *Dodecapeptida (GYSLGNWVCAAK)* menghambat *TYR*, *TRP-1*, *TRP-2*, dan menurunkan *cAMP* tanpa mempengaruhi *MITF*, mengganggu sinyal intraseluler pigmentasi (Yap et al., 2023). Melanostatin (Pro-Leu-Gly-NH₂) bekerja secara tidak langsung dengan mencegah ikatan α -MSH pada *MC1R*, menghentikan jalur *cAMP-MITF* sejak awal dan menekan sintesis tirosinase (Mohamed et al., 2014).

Peptida penghambat transfer melanosom bekerja pada tahap akhir melanogenesis, mencegah eksositosis melanosom dari melanosit ke keratinosit dengan menghambat interaksi protein SNARE, sehingga melanin tidak sampai ke lapisan kulit atas (Nakashima et al., 2020; Zhao et al., 2021). *CVP (kombinasi Acetyl sh-Oligopeptide-26 dan -27)* mampu mengganggu fusi vesikel melanosom dengan membran sel, menurunkan transfer pigmen secara signifikan (J. Cosmet. Dermatol., 2024).

Peptida pembawa (carrier peptides) berfungsi membawa ion logam esensial seperti Cu^{2+} atau Mn^{2+} dan membantu penetrasi bahan aktif lain ke kulit. Poly-L-Arginine berinteraksi dengan ion Cu^{2+} di situs aktif tirosinase, menghambat katalisis oksidasi tirosin (Oonukubo et al., 2014). *Copper Tripeptide-1 (GHK-Cu)* mengikat ion tembaga, kofaktor tirosinase, sehingga menonaktifkan enzim dan

menghentikan produksi melanin (Dymek et al., 2023). Berdasarkan analisis tersebut Decapeptide merupakan peptida paling efektif karena menghambat jalur melanogenesis secara komprehensif, mulai dari reseptor MC1R hingga enzim kunci TYR dan TRP, sehingga memblokir proses pembentukan melanin di berbagai titik (Lee et al., 2024).

Jenis Peptida sebagai Pencerah Kulit

Jenis-jenis peptida yang digunakan sebagai bahan aktif kosmetik pencerah kulit berdasarkan parameter aktivitas biologisnya, yaitu penghambatan enzim tirosinase, nilai IC_{50} , dan penurunan kadar melanin intraseluler. Penilaian ini bertujuan menentukan peptida paling potensial berdasarkan data kuantitatif yang mendukung efektivitasnya terhadap proses melanogenesis (Solano, 2020; Smit et al., 2009; Niu et al., 2020). Beberapa peptida yang diteliti meliputi, *Decapeptide (KGYSSYICDK)* peptida ini menunjukkan aktivitas inhibisi tirosinase 7,05% pada 62,5 μ M hingga 84,38% pada 1000 μ M, dengan nilai IC_{50} sebesar 412,93 μ M, mengindikasikan potensi penghambatan enzim yang relatif rendah (Lee et al., 2024). Namun, pada uji sel B16F10 yang diinduksi α -MSH, kadar melanin menurun dari 152,36% menjadi 83,21% pada 10 μ M, menandakan efek biologis yang signifikan melalui penghambatan ekspresi *MITF*, *TYR*, *TRP-1/TRP-2*, dan *MC1R* (Lee et al., 2024; Choi et al., 2015).

Dodecapeptide (GYSLGNWVCAAK) – Peptida ini memiliki efektivitas tinggi dengan inhibisi tirosinase 45,39% pada konsentrasi 7,42 μ M dan nilai IC_{50} 23,91 μ M, serta penurunan kadar melanin 70,01% pada sel B16F10 (Yap et al., 2023). Aktivitas tinggi ini disebabkan interaksi antara residu polar dan aromatik peptida dengan situs aktif tirosinase, meningkatkan afinitas penghambatan enzim. Decapeptida TH10 dan P4 keduanya memiliki nilai IC_{50} masing-masing 102 μ M dan 123 μ M, menunjukkan potensi sedang sebagai inhibitor tirosinase.

Perbedaan satu residu asam amino mempengaruhi afinitas terhadap enzim, menandakan pentingnya urutan asam amino dalam desain peptida pencerah (Ochia et al., 2016). CVP (Acetyl sh-Oligopeptide-26 dan -27) – Peptida penghambat transfer melanosom ini mampu menurunkan kadar melanin sebesar 85% dan 76% pada konsentrasi 5 μ M dan 10 μ M, tanpa uji langsung terhadap tirosinase. Efek ini signifikan karena menghambat tahap akhir distribusi melanin ke keratinosit (J. Cosmet. Dermatol., 2024).

Copper Tripeptide-1 (GHK-Cu) – Sebagai peptida pembawa, GHK-Cu mengikat ion Cu^{2+} , menurunkan aktivitas tirosinase sebesar 10,23% pada konsentrasi 0,5 mg/mL. Efeknya relatif rendah dibanding peptida lain, tetapi memiliki bioaktivitas tambahan seperti antioksidan dan regenerasi jaringan, mendukung keamanan penggunaan jangka panjang (Dymek et al., 2023).

Analisis komparatif menunjukkan bahwa Dodecapeptide merupakan peptida paling potensial untuk dikembangkan karena efektif pada konsentrasi rendah (IC_{50} 23,91 μ M) dan menurunkan kadar melanin hingga 70%, dibandingkan peptida lain yang memerlukan konsentrasi tinggi atau bekerja tidak langsung. Efektivitas langsung terhadap tirosinase dan melanogenesis mendukung efisiensi formulasi topikal dan potensi aplikasi klinis (Yap et al., 2023; Lee et al., 2024).

Efektivitas Peptida sebagai Pencerah Kulit Berdasarkan Sistem Penghantaran

Peptida memiliki keterbatasan berupa ukuran molekul relatif besar dan afinitas yang rendah pada permukaan kulit, sehingga penetrasi transdermalnya seringkali kurang optimal, sistem penghantaran berpengaruh besar terhadap efektivitasnya.

Liposom digunakan untuk mengenkapsulasi peptida, melindungi dari degradasi enzimatik, serta meningkatkan penetrasi melewati stratum korneum. **Microneedle** menciptakan mikrokanal pada kulit yang memfasilitasi difusi langsung peptida ke lapisan epidermis dengan tingkat penetrasi mencapai 2–3 kali lipat dibandingkan aplikasi topikal biasa. **Hydrogel berbasis peptida** memberikan pelepasan terkontrol dan lingkungan lembap yang memperpanjang waktu kontak dengan kulit, sehingga meningkatkan bioavailabilitas bahan aktif.

Liposom anionik, microneedle, dan sistem konvensional menunjukkan hasil yang berbeda tergantung karakteristik fisikokimia peptida yang digunakan. Liposom anionik bekerja dengan fusi lipid pada stratum korneum, pelepasan bertahap bahan aktif, dan penetrasi melalui jalur folikular atau interselular. Pada *Copper Tripeptide-1 (GHK-Cu)*, penetrasi mencapai 8,4% dalam larutan konvensional dan 8,0% dalam liposom anionik. Karena *GHK-Cu* adalah tripeptida kecil dengan muatan positif dan sifat hidrofilik, penetrasinya cukup baik secara alami tanpa bantuan liposom.

Pelepasan bertahap liposom menahan sebagian kandungan dalam vesikel selama uji, menurunkan penetrasi relatif (Dymek et al., 2023). Sebaliknya, *Tripeptide-CSF* menunjukkan penetrasi rendah (3,29%) dalam liposom anionik. Struktur polar dan kaku dengan gugus –SH dan cincin aromatik menghambat difusi pasif.

Penambahan penetration enhancer (Transcutol®) meningkatkan penetrasi hingga 12,79%, menunjukkan bahwa kesesuaian sifat peptida dengan pembawa sangat berpengaruh (Dymek et al., 2025). Microneedle efektif untuk peptida berukuran besar seperti Decapeptide-12, meningkatkan penetrasi hingga 2,5% dalam 24 jam. Microneedle menciptakan microchannels sementara yang mengatasi hambatan stratum korneum tanpa kerusakan signifikan, memfasilitasi difusi langsung ke lapisan dalam kulit (Chen et al., 2021).

Dibandingkan dengan larutan konvensional pada peptida Argireline (acetyl-hexapeptide-8) hanya menghasilkan penetrasi 0,22% setelah 24 jam. Struktur polar dan hidrofilik (glutamat dan arginin) membatasi difusi pada stratum korneum lipofilik, menandakan perlunya teknologi penghantaran tambahan (Lim et al., 2018). Efektivitas sistem penghantaran bergantung pada kesesuaian karakteristik molekul dengan teknologi pembawa. Liposom lebih efektif untuk molekul yang tidak mampu berdifusi sendiri, sementara microneedle efektif mengatasi hambatan ukuran molekul besar. Penyesuaian sistem dengan sifat kimia peptida diperlukan agar penetrasi optimal dapat tercapai.

Keamanan Peptida dalam Sediaan Kosmetik berdasarkan Uji Iritasi dan Toksisitas

Uji keamanan penting dilakukan untuk memastikan peptida tidak menimbulkan iritasi atau toksisitas seluler. Iritasi adalah reaksi inflamasi lokal (eritema, edema), sedangkan toksisitas menunjukkan kerusakan atau kematian sel akibat bahan aktif. Uji patch test in vivo dan model kulit buatan Reconstructed Human Epidermis (OECD TG 439) digunakan untuk menilai iritasi, sedangkan MTT assay, LDH release, dan ELISA sitokin digunakan untuk menilai toksisitas (Barbero & Frisch, 2017; Huang et al., 2021).

Hasil penelitian menunjukkan peptida umumnya aman. Pada *Trifluoroacetyl tripeptide-2* dan *Palmitoyl tripeptide-5* dalam hidrogel memberikan viabilitas sel 60–80% pada sel HaCaT, di atas ambang toksisitas. Hidrogel mengontrol pelepasan peptida dan mengurangi paparan berlebih (Shariartipoul et al., 2023). Copper Tripeptide-1 dalam liposom menunjukkan viabilitas 93,1% pada model Epiderm™-RHE, tanpa iritasi (Dymek et al., 2023).

Kombinasi Acetyl sh-Oligopeptide-26/-27 pada Neoderm® 3D model menghasilkan viabilitas 87,2% pada uji iritasi, serta 85,6% pada sel HDF dan B16-F10, menandakan tidak toksik (J. Cosmet. Dermatol., 2024). Sebagai pembanding, hidrokuinon 2–5% menyebabkan eritema ringan hingga berat pada patch test dan menurunkan viabilitas sel HaCaT hingga di bawah 50%, menunjukkan potensi iritasi dan toksisitas tinggi (BPOM, 2023). Dengan demikian, peptida dalam sistem penghantaran modern (liposom, hidrogel, 3D model) memiliki profil keamanan lebih baik dibandingkan bahan pencerah konvensional. Penggunaan sistem penghantaran yang sesuai mendukung keamanan dengan mengontrol pelepasan zat aktif, meminimalisir iritasi, dan menjaga viabilitas sel pada tingkat aman.

Hasil literatur menunjukkan bahwa peptida memiliki biokompatibilitas tinggi dan tidak menimbulkan reaksi iritasi atau toksisitas pada kulit manusia. Uji in vitro pada berbagai peptida seperti decapeptide-12 dan GHK-Cu menunjukkan viabilitas sel >90% pada konsentrasi yang efektif, menandakan toksisitas seluler yang rendah. Dibandingkan dengan pencerah konvensional seperti hidrokuinon, peptida tidak menyebabkan iritasi kronis, hipopigmentasi berlebihan, atau reaksi fotosensitif. Uji Draize dan patch test pada manusia memperkuat bahwa sebagian besar peptida hanya menimbulkan reaksi ringan atau tidak ada sama sekali, menjadikannya pilihan yang aman untuk penggunaan jangka panjang (BPOM, 2023; Nautiyal & Wairkar, 2021).

Berdasarkan studi Pustaka Peptida memiliki potensi tinggi sebagai bahan pencerah kulit berkat mekanisme kerja spesifik, efektivitas dalam menekan aktivitas tirosinase dan produksi melanin, serta profil keamanan yang lebih baik dibandingkan hidrokuinon. Tantangan utama berupa stabilitas dan penetrasi dapat diatasi melalui sistem penghantaran modern seperti liposom, microneedle, dan hidrogel. Dengan pemilihan peptida yang tepat (IC_{50} rendah, inhibisi melanin signifikan) dan teknologi penghantaran yang sesuai, dapat dikembangkan kosmetik pencerah kulit yang efektif, aman, dan minim risiko efek samping.

Dengan demikian, pengembangan kosmetik pencerah berbasis peptida perlu fokus pada pemilihan jenis peptida yang memiliki potensi tinggi dalam menghambat tirosinase dan transfer

melanosom, disertai sistem penghantaran yang mampu menembus sawar kulit dengan efisien. Hal ini memungkinkan konsentrasi efektif peptida tercapai di lapisan target tanpa menimbulkan efek iritasi, mendukung keamanan dan kenyamanan pemakaian kosmetik pencerah kulit..

D. Kesimpulan

Sistem penghantaran teknologi kosmetik berbasis peptida memiliki potensi besar dalam formulasi sediaan pencerah kulit yang aman dan efektif. Mekanisme kerja peptida dalam mencerahkan kulit didasarkan pada kemampuannya menghambat jalur melanogenesis, baik melalui penghambatan aktivitas enzim tirosinase, penurunan ekspresi gen seperti MITF, TRP-1, TRP-2, dan MC1R, maupun melalui pencegahan transfer melanosom ke keratinosit.

Jenis-jenis peptida yang digunakan dalam sediaan pencerah kulit dapat diklasifikasikan berdasarkan mekanisme kerjanya, antara lain peptida penghambat enzim seperti *decapeptida*, *dodecapeptida*, dan *melanostatin*; peptida penghambat transfer melanosom seperti *acetyl sh-oligopeptide*; serta peptida pembawa seperti *copper tripeptide-1* dan *poly-L-arginine*. Efektivitas kerja peptida sangat dipengaruhi oleh sistem penghantaran yang digunakan.

Teknologi seperti liposom dan microneedle terbukti dapat meningkatkan penetrasi peptida ke dalam lapisan kulit, dengan liposom anionik menunjukkan efek yang lebih kuat dalam meningkatkan efektivitas pencerah kulit. Aktivitas biologis terhadap tirosinase dan penghambatan produksi melanin juga menjadi indikator efektivitas peptida. Beberapa jenis seperti *decapeptida* bekerja melalui mekanisme menyeluruh, meskipun dengan nilai IC₅₀ yang relatif tinggi, sedangkan *dodecapeptida* menunjukkan efektivitas pada konsentrasi yang lebih rendah.

Penggunaan peptida dalam kosmetik dinilai lebih aman dibandingkan bahan pencerah konvensional karena memiliki sifat biokompatibel, toksisitas rendah, dan risiko iritasi minimal. Oleh karena itu, peptida merupakan alternatif yang menjanjikan untuk digunakan dalam formulasi kosmetik pencerah kulit, terutama untuk pemakaian jangka panjang. Penelitian lebih lanjut masih dibutuhkan untuk mengeksplorasi efektivitas kombinasi antara berbagai jenis peptida dan sistem penghantaran. Selain itu, studi *in vivo* dan uji klinis yang komprehensif diperlukan agar formulasi peptida dalam kosmetik dapat dikembangkan secara aplikatif dan mendapat dukungan regulasi yang lebih kuat.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Program Studi Farmasi Universitas Islam Bandung atas segala bentuk dukungan, fasilitas, dan kesempatan yang telah diberikan selama proses penulisan artikel ilmiah ini.

Rasa hormat dan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan dan arahnya yang sangat berarti sepanjang proses penyusunan. Tak lupa, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua, keluarga, serta seluruh rekan yang telah memberikan semangat, dukungan moral, dan motivasi yang tak ternilai selama penulisan artikel ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Chen, L., et al. (2023). "Marine-Derived Antioxidant Peptides: Potential Applications in Skin Hyperpigmentation". *Marine Drugs*, 21(3), 112.
- Dymek, M., Olechowska, K., Hąc-Wydro, K., & Sikora, E. (2023). Liposomes as Carriers of GHK-Cu Tripeptide for Cosmetic Application. *Pharmaceutics*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics15102485>
- Dymek, M., García-Celma, M. J., Escribano-Ferrer, E., Warszycki, D., Kaźmierski, S., Skoczylas, Ł., Tabaszewska, M., & Sikora, E. (2025). Tripeptide-Loaded Liposomes as Multifunctional Components in Topical Formulations. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(11), 5321. <https://doi.org/10.3390/ijms26115321>.

- Fatiha, C. N., Anggraini Dwi Ayu Fitria, & Fabianus Herman Kurniawan. (2025). HUBUNGAN TINGKAT PENGETAHUAN DENGAN SIKAP DAN PERSEPSI DOKTER DAN TENAGA KEFARMASIAN MENGENAI KEHALALAN OBAT DI RST MAGELANG. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 49–61. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.2961>
- Hernández-Esquivel, R.-A., Navarro-Tovar, G., Zárate-Hernández, E., & Aguirre- Bañuelos, P. (2020). Solid lipid nanoparticles: Advances and current applications in cosmetic delivery systems.
- Karim, M. M., Rahman, M. M., & Chowdhury, M. R. (2019). Formulation of skin lightening products and their safety considerations: A review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(3), 768-775.
- Kim, G. H., Cheong, K. A., & Lee, A. Y. (2017). Increased skin irritation by hydroquinone and rsetinoic acid used in combination. *Annals of Dermatology*, 29(6), 715–721.
- Lee, E. J., Kim, J., Jeong, M. K., Lee, Y. M., Chung, Y. J., & Kim, E. M. (2021). Whitening effect of novel peptide mixture by regulating melanosome biogenesis, transfer and degradation. *Korean Journal of Physiology and Pharmacology*, 25(1), 15–26.
- Lee, S. G., Hwang, J. W., & Kang, H. (2024). Antioxidant and Skin-Whitening Efficacy of a Novel Decapeptide (DP, KGYSSYICDK) Derived from Fish By-Products. *Marine Drugs*, 22(8).
- Lee, S.H., et al. (2020). "Novel Peptide Inhibitors of Tyrosinase for Skin Lightening". *Journal of Dermatological Science*, 98(2), 89-97.
- Lim, S. H., Sun, Y., Madanagopal Thiruvallur, T., Rosa, V., & Kang, L. (2018). Enhanced Skin Permeation of Anti-wrinkle Peptides via Molecular Modification. *Scientific Reports*, 8(1).<https://doi.org/10.1038/s41598-017-18454-z>.
- Mohammed, Y. H., Yamada, M., Lin, L. L., Grice, J. E., Roberts, M. S., Raphael, A. P., Benson, H. A. E., & Prow, T. W. (2014). Microneedle enhanced delivery of cosmeceutically relevant peptides in human skin. *PLoS ONE*, 9(7).
- Ngoc, L. T. N., Moon, J. Y., & Lee, Y. C. (2023). Insights into Bioactive Peptides in Cosmetics. In *Cosmetics* (Vol. 10, Issue 4). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
- Nur, S., Putra, P., Garna, H., & Rizki Akbar, M. (n.d.). *Hubungan Indeks Massa Tubuh, Kualitas Tidur, dan Tekanan Darah dengan Tingkat Stres Karyawan Pabrik PT Primastra Sandang Lestari Bandung Tahun 2022*. <https://journals.sangkuriangpublisher.com/pharmacomedic>
- Putri, M. K., Rumyaan, E. F., & Sari, E. K. (2025). FORMULASI DAN UJI AKTIVITAS ANTIBAKTERI SEDIAAN HAND SANITIZER EKSTRAK ETANOL DAUN SALAM TERHADAP BAKTERI STAPHYLOCOCCUS AUREUS. *Jurnal Ilmiah Farmasi Farmasyifa*, 8(1), 73–82. <https://doi.org/10.29313/jiff.v8i1.4413>
- Ookubo, N., Michiue, H., Kitamatsu, M., Kamamura, M., Nishiki, T. ichi, Ohmori, I., & Matsui, H. (2014). The transdermal inhibition of melanogenesis by a cellmembrane-permeablepeptide delivery system based on poly-arginine. *Biomaterials*, 35(15), 4508–4516.
- Shariati Pour, S. R., Oddis, S., Barbalinardo, M., Ravarino, P., Cavallini, M., Fiori, J., Giuri, D., & Tomasini, C. (2023). Delivery of Active Peptides by Self-Healing, Biocompatible and Supramolecular Hydrogels. *Molecules*, 28(6).

Test Guideline No. 439: In Vitro Skin Irritation: Reconstructed Human Epidermis Test Methods. (2021). <http://www.oecd.org/termsandconditions/>.

Walia, S., Bhutani, M., & Ghosh, S. (2021). Environmental and lifestyle factors in skin aging and pigmentation disorders: A review. *Journal of Clinical and Aesthetic Dermatology*, 14(6), 26-34.

Yap, P. G., Gan, C. Y., Naharudin, I., & Wong, T. W. (2023). Effect of Chicken Egg White-Derived Peptide and Hydrolysates on Abnormal Skin Pigmentation during Wound Recovery. *Molecules*, 28(1).