E-ISSN: 3025-0994
Halaman 661-672
Volume 4 Nomor 3 Tahun 2026

Aktivitas Farmakologis *Colloidal Oatmeal* Terhadap Biomarker *Skin Barrier* Keratinosit

Khoiron[1], Anggraini Iriani [2], Much. Restu Syamsul Hadi[3], Nenden Lilis Setiasih[4]

[1] Doctoral Program in Biomedical Sciences, Postgraduate School, Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia
[2,3,4] Department of Biomedical Sciences, Doctoral Program, Postgraduate School, Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia
e-mail: : khoiron98x@gmail.com

Abstrak

Skin barrier merupakan pertahanan utama kulit yang melindungi dari agresi lingkungan, dan kerusakannya berperan dalam patogenesis berbagai penyakit kulit, termasuk atopic dermatitis (AD). Colloidal oatmeal telah dilaporkan memiliki potensi farmakologis untuk memperbaiki fungsi skin barrier melalui mekanisme multifaset, termasuk peningkatan ekspresi protein struktural keratinosit seperti filaggrin dan claudin-1, serta modulasi biomarker inflamasi dan stres oksidatif seperti IL-1α dan 4-HNE. Penelitian ini menggunakan pendekatan narrative review dengan sumber pustaka dari PubMed, Scopus, ScienceDirect, dan Google Scholar dalam 10 tahun terakhir, mencakup studi in vitro pada keratinosit HaCaT dan uji klinis terkait efek topikal oatmeal. Hasil review menunjukkan bahwa senyawa bioaktif colloidal oatmeal, termasuk avenanthramide, β-glukan, dan lipid, secara signifikan meningkatkan hidrasi kulit, memperkuat tight junction, dan mengurangi *transepidermal water loss* (TEWL). Avenanthramide menekan produksi sitokin proinflamasi seperti IL-1α dan TNF-α, sementara β-glukan dan lipid mendukung pembentukan *natural moisturizing factor* (NMF) dan film pelindung epidermis. Uji klinis pada pasien AD menunjukkan peningkatan hidrasi kulit, perbaikan mikrobioma, dan penurunan skor *Eczema Area Severity Index* (EASI) hingga lebih dari 50%. Aktivitas multifaset ini menegaskan bahwa colloidal oatmeal tidak hanya berperan sebagai emolien, tetapi juga agen farmakologis yang menargetkan mekanisme molekuler untuk memperkuat pertahanan kulit, menurunkan inflamasi, dan mengurangi stres oksidatif. Temuan ini mendukung pengembangan formulasi topikal berbasis evidence-based pharmacology yang efektif untuk perbaikan skin barrier dan pengendalian inflamasi pada kulit sensitif, terutama pasien AD. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dosis optimal, stabilitas formulasi, dan efek jangka panjang pada populasi yang lebih luas.

Kata Kunci: 4-HNE, Claudin-1, Colloidal Oatmeal, Filaggrin, IL-1α.

Abstract

The skin barrier is the primary defense of the skin against environmental aggressors, and its impairment plays a crucial role in the pathogenesis of various skin disorders, including atopic dermatitis (AD). Colloidal oatmeal has been reported to possess pharmacological potential in restoring skin barrier function through a multifaceted mechanism, including the upregulation of structural keratinocyte proteins such as filaggrin and claudin-1, as well as the modulation of inflammatory and oxidative stress biomarkers like IL-1α and 4-HNE. This study employed a narrative review approach using literature from PubMed, Scopus, ScienceDirect, and Google Scholar over the past ten years, encompassing in vitro studies on HaCaT keratinocytes and clinical trials investigating the topical effects of oatmeal. The review findings indicate that bioactive compounds in colloidal oatmeal, including avenanthramides, β-glucans, and lipids, significantly enhance skin hydration, strengthen tight junctions, and reduce transepidermal water loss (TEWL). Avenanthramides suppress the production of proinflammatory cytokines such as IL-1α and TNF-α, while β-glucans and lipids support the formation of natural moisturizing factors (NMF) and protective epidermal films. Clinical trials in AD patients demonstrated improved skin hydration, restoration of the skin microbiome, and a reduction in the Eczema Area Severity Index (EASI) by over 50%. This multifaceted activity confirms that colloidal oatmeal functions not only as an emollient but also as a pharmacological agent targeting molecular mechanisms to reinforce skin defenses, reduce inflammation, and alleviate oxidative stress. These findings support the development of evidence-based pharmacology topical formulations effective for skin barrier repair and inflammation management in sensitive skin, particularly in AD patients. Further research is needed to evaluate optimal dosing, formulation stability, and long-term effects in broader populations.

Keywords : *4-HNE, Claudin-1, Colloidal oatmeal, Filaggrin, IL-1α.*

LATAR BELAKANG

Skin barrier merupakan sistem pertahanan utama kulit yang terdiri dari lapisan fisik, kimia, imunologis, dan mikrobiota, berperan melindungi tubuh dari berbagai agresi lingkungan seperti patogen, polutan, dan iritan kimia. Kerusakan pada *skin barrier* dapat meningkatkan permeabilitas kulit, menurunkan hidrasi, dan memicu respons inflamasi yang berulang, sehingga menjadi faktor kunci dalam berbagai penyakit kulit kronis termasuk *atopic dermatitis* (AD). AD adalah dermatosis kronis yang dimediasi oleh sistem imun, ditandai dengan xerosis, pruritus, dan inflamasi berulang, serta manifestasi klinis yang bervariasi seperti eritema, eksudasi, dan likenifikasi (Jeskey et al., 2024). Penyakit ini berdampak signifikan pada aspek psikososial seperti gangguan tidur, kecemasan, dan depresi (Courtney & Marron, 2024), serta komorbiditas alergi seperti rhinitis dan asma yang menambah beban ekonomi keluarga dan kesehatan masyarakat (Vicho-de-la-Fuente et al., 2024).

Epidemiologi AD menunjukkan variasi prevalensi yang bergantung pada usia dan wilayah, dengan kasus anak-anak mencapai 15–30% dan dewasa 2,1–8,1%. Kenaikan

prevalensi tercatat di lebih dari 100 negara, termasuk China dan Rusia, dengan beban penyakit tertinggi di Asia Tengah, Asia-Pasifik berpenghasilan tinggi, dan Eropa Barat, menunjukkan interaksi gen-lingkungan dalam patogenesis. Patofisiologi AD melibatkan interaksi kompleks antara disfungsi *skin barrier*, disregulasi imun-inflamasi, dan disbiosis mikroba. Ketidakseimbangan pada salah satu komponen barrier memperburuk respons inflamasi, meningkatkan permeabilitas kulit, dan memudahkan invasi patogen, memperkuat siklus penyakit kronis (Sroka-Tomaszewska and Trzeciak, 2021).

Dalam farmasi topikal, eksfoliasi kimia menggunakan AHA, BHA, dan PHA menjadi praktik umum untuk perbaikan tekstur kulit dan hiperpigmentasi. Namun, penggunaan jangka panjang atau berlebihan dapat menurunkan integritas *skin barrier*, meningkatkan TEWL, dan mengurangi ekspresi protein struktural seperti filaggrin dan claudin-1. Filaggrin merupakan protein kunci dalam pembentukan *natural moisturizing factor* (*NMF*), berperan menjaga hidrasi dan struktur lapisan stratum corneum. Kekurangan *filaggrin* menyebabkan kulit lebih kering, mudah teriritasi, dan rentan terhadap penetrasi alergen. Claudin-1, sebagai komponen *tight junction*, mengatur kohesi sel dan permeabilitas epidermis; penurunan ekspresinya meningkatkan risiko inflamasi kronis dan infeksi sekunder. Maka dengan pemulihan dan penguatan ekspresi filaggrin serta claudin-1 menjadi fokus utama dalam strategi farmasi dermatologi modern (Sani *et al.*, 2025).

Selain protein struktural, *inflammatory mediators* seperti IL-1α dan biomarker stres oksidatif 4-HNE memainkan peran sentral dalam patogenesis AD dan kerusakan barrier akibat iritan kimia. IL-1α diproduksi oleh keratinosit sebagai respons terhadap cedera atau iritasi, memicu kaskade inflamasi dan memperburuk kondisi kulit. 4-HNE, produk peroksidasi lipid, menjadi indikator stres oksidatif yang merusak membran sel, memicu kematian sel (*apoptosis*), dan mengaktifkan jalur inflamasi melalui NF-κB. Pemantauan IL-1α dan 4-HNE memungkinkan evaluasi efektivitas intervensi farmakologis dalam menekan inflamasi dan stres oksidatif, sehingga menjadi parameter penting dalam penelitian topikal berbasis *molecular pharmacology* (Theunis *et al.*, 2017).

Colloidal oatmeal muncul sebagai bahan aktif yang memiliki potensi farmakologis dalam memperbaiki *skin barrier* melalui mekanisme multifaset. Senyawa bioaktif dalam oat, termasuk avenanthramide, β-glukan, dan lipid, memberikan efek antiinflamasi, antioksidan, dan hidrasi, serta merangsang ekspresi filaggrin dan claudin-1 pada keratinosit. Avenanthramide mampu menekan produksi sitokin proinflamasi seperti IL-1α dan TNF-α, sedangkan β-glukan dan lipid memperkuat lapisan stratum corneum dengan meningkatkan kandungan *NMF* dan membentuk film pelindung. Uji klinis pada pasien AD menunjukkan bahwa penggunaan colloidal oatmeal secara konsisten meningkatkan hidrasi, menurunkan skor EASI (*Eczema Area Severity Index*), dan memperbaiki mikrobioma kulit. Aktivitas ini menjadikan colloidal oatmeal sebagai kandidat agen farmakologis berbasis bukti yang relevan untuk sediaan topikal modern (Langan, Irvine and Weidinger, 2020).

Meskipun banyak penelitian telah menekankan efek klinis dan hidrasi, masih terdapat kesenjangan dalam pemahaman mengenai mekanisme molekuler di tingkat sel. Studi in vitro

pada keratinosit HaCaT diperlukan untuk mengungkap hubungan antara senyawa bioaktif colloidal oatmeal, ekspresi protein struktural, dan regulasi biomarker inflamasi dan stres oksidatif. Penelitian berbasis sel ini memungkinkan evaluasi farmakodinamik yang lebih presisi, memahami target molekuler, dan memandu formulasi topikal yang efektif dalam memperkuat *skin barrier* dan menurunkan inflamasi (Jeskey *et al.*, 2024). Gap ini menjadi motivasi utama pengembangan pendekatan farmasi modern yang mengintegrasikan data molekuler, protein struktural, dan biomarker inflamasi.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi aktivitas farmakologis colloidal oatmeal terhadap pemulihan *skin barrier* keratinosit, dengan fokus pada ekspresi filaggrin dan claudin-1, serta modulasi IL-1α dan 4-HNE sebagai indikator inflamasi dan stres oksidatif. Penelitian ini diharapkan memberikan bukti ilmiah mengenai mekanisme molekuler yang mendasari efek topikal oat dan mendukung pengembangan formulasi dermatologi berbasis *evidence-based pharmacology*.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain *narrative review* dengan fokus pada bidang farmasi dan ilmu kulit, khususnya aktivitas *farmakologis colloidal oatmeal* dalam pemulihan *skin barrier*. Sumber pustaka yang digunakan mencakup database bereputasi tinggi seperti PubMed, ScienceDirect, Scopus, dan Google Scholar. Strategi pencarian literatur dilakukan dengan kombinasi kata kunci utama: "*colloidal oatmeal*", "*skin barrier*", "keratinocyte", "filaggrin", "claudin-1", "IL-1α", dan "4-HNE". Jangka waktu pencarian literatur difokuskan pada publikasi 10 tahun terakhir untuk memastikan relevansi dengan penelitian farmakologi molekuler terkini (Zed, 2017). Kriteria inklusi meliputi artikel berbahasa Inggris maupun Indonesia, penelitian in vitro pada sel keratinosit (HaCaT), studi farmakologi dan biomolekuler yang membahas mekanisme senyawa bioaktif oat, serta artikel dengan teks lengkap yang tersedia untuk analisis mendalam.

Proses seleksi literatur dilakukan secara sistematis melalui beberapa tahap. Pertama, artikel yang relevan dibaca untuk menilai kesesuaian dengan pertanyaan penelitian dan kriteria inklusi. Kedua, data penting dari setiap artikel diekstraksi dan diklasifikasikan berdasarkan mekanisme molekuler, ekspresi protein struktural, serta regulasi biomarker inflamasi dan stres oksidatif (Putra, Syahran Jailani and Hakim Nasution, 2021). Artikel yang menggunakan bahasa Inggris diterjemahkan jika diperlukan untuk memudahkan analisis. Tahap terakhir adalah sintesis informasi secara naratif dengan memadukan temuan berbagai penelitian, sehingga membentuk kerangka logis untuk mendukung pembahasan mengenai aktivitas farmakologis colloidal oatmeal terhadap pemulihan *skin barrier* keratinosit, termasuk efek antiinflamasi, antioksidan, dan perbaikan ekspresi filaggrin dan claudin-1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil penelitian terkait aktivitas *farmakologis colloidal oatmeal* terhadap *biomarker skin barrier keratinosit*. Tabel 1 menyajikan ringkasan dari 13 jurnal yang meneliti efek *colloidal oatmeal* pada hidrasi kulit, perbaikan barrier, ekspresi protein keratinosit, dan

modulasi inflamasi. Informasi ini dapat digunakan sebagai referensi untuk memahami peran colloidal oatmeal dalam meningkatkan fungsi skin barrier dan mendukung kesehatan epidermis.

Tabel 1. Hasil Penelitian Aktivitas *Farmakologis Colloidal Oatmeal* terhadap *Biomarker Skin Barrier Keratinosit*

No	Peneliti	Judul Artikel	Hasil Penelitian
1	Fowler, J.F., Ma, L., Bergman, J., et al., 2025	*Is Colloidal Oat an Effective Emollient Ingredient for the Prevention and Treatment of Atopic Dermatitis in Infants?*	*Colloidal oat emollients* meningkatkan hidrasi kulit, mengurangi transepidermal *water loss* (TEWL), dan mendukung perbaikan *skin barrier*, sehingga menurunkan frekuensi *flare atopic dermatitis* (AD) dan mengurangi ketergantungan pada steroid. Penggunaan rutin pada bayi berisiko tinggi juga menurunkan kemungkinan sensitisasi makanan dan kunjungan klinik.
2	Chen, X., 2025	*Skin Barrier Repair and Nursing Care in Patients with Atopic Dermatitis: A Narrative Review*	Penelitian menekankan pentingnya pemulihan fungsi skin barrier pada AD. *Colloidal oatmeal* berperan dalam restorasi barrier dan modulasi imun, dengan efek meningkatkan integritas epidermis dan menurunkan TEWL. Strategi perawatan yang menggabungkan barrier repair dan anti-inflamasi lebih efektif daripada perawatan konvensional.
3	Wollenberg, A., Fölster-Holst, R., et al., 2018	*Effects of a protein-free oat plantlet extract on microinflammation and skin barrier function in atopic dermatitis patients*	Ekstrak *oat plantlet* bebas protein (Rhealba) menunjukkan sifat anti-inflamasi dan perbaikan barrier pada AD. Penggunaan emolien berbasis oat meningkatkan lipida kulit, menurunkan mikroinflamasi subklinis, dan memperbaiki fungsi *barrier* tanpa risiko alergi protein *oat*.
4	Chaudhary, F., Lee, W., et al., 2024	*Exploring the Complexities of Atopic Dermatitis: Pathophysiological*	*Colloidal oatmeal* mendukung perawatan AD melalui hidrasi kulit, pengurangan inflamasi, dan perbaikan

		Mechanisms and Therapeutic Approaches	integritas *barrier*. Studi menekankan pendekatan personalisasi pengobatan AD, termasuk pemilihan emolien berbasis oat untuk optimalisasi fungsi *skin barrier*.
5	Sugondo, K.N., Hermawan, M., 2023	*The effect of topical oatmeal (Avena sativa) on hydration-related skin disorders: A systematic review*	Review sistematis menunjukkan bahwa oatmeal topikal (emolien, *lotion*, krim) meningkatkan kondisi hidrasi kulit pada berbagai gangguan kulit seperti pruritus kronis, AD, *eczema* iritan, dan kulit kering. *Oatmeal* meningkatkan penilaian klinis dan pengukuran objektif terkait fungsi barrier.
6	Liu, M., Wang, L., et al., 2025	*Dual-Action Fermented Oats (Avena sativa L.): Anti-Inflammatory and Skin Barrier Restoration*	Fermentasi oat dengan *Saccharomyces cerevisiae* meningkatkan kandungan β-glukan, protein, dan *flavonoid*. *Fermented oat* (FO) mengurangi ekspresi sitokin *pro-inflamasi* (IL-1α, IL-6, COX2, NF-κB) dan meningkatkan biomarker skin barrier keratinosit seperti *loricrin* (+128,57%), *filaggrin* (+336,36%), *transglutaminase* 1 (+70,97%), dan *caspase*-14 (+217,65%).
7	van den Bogaard, E.H., Elias, P.M., et al., 2023	*Targeting Skin Barrier Function in Atopic Dermatitis*	Penelitian menegaskan bahwa disfungsi barrier adalah penyebab utama AD. Colloidal oatmeal berperan dalam memperkuat fungsi barrier, mengurangi TEWL, dan menurunkan inflamasi, sebagai bagian dari strategi terapeutik topikal dan sistemik yang menargetkan perbaikan barrier secara spesifik.
8	Lin, T.-K., Zhong, L., Santiago, J.L., 2018	*Anti-Inflammatory and Skin Barrier Repair Effects of Topical Application of Some Plant Oils*	Beberapa minyak nabati termasuk oat oil menunjukkan efek anti-inflamasi, antioksidan, dan perbaikan *skin barrier*. Penggunaan topikal meningkatkan homeostasis kulit, mendukung penyembuhan luka, dan

			memperbaiki fungsi epidermis, menunjukkan potensi sebagai terapi pelengkap untuk gangguan kulit terkait *barrier*.
9	Park, J., Shin, J.Y., Kim, D., et al., 2024	*Dihydroavenanthramide D Enhances Skin Barrier Function through Upregulation of Epidermal Tight Junction Expression*	*Dihydroavenanthramide* D (dhAvD), komponen bioaktif colloidal oatmeal, meningkatkan proliferasi dan migrasi keratinosit HaCaT, serta ekspresi protein tight junction. Pada model kulit yang diinflamasi dengan IL-4/IL-13, dhAvD memulihkan fungsi barrier dan menormalkan ekspresi faktor pelembap alami dan komponen epidermal.
10	Chen, X., 2025	*Skin Barrier Repair and Nursing Care in Patients with Atopic Dermatitis: A Narrative Review*	Pemulihan *skin barrier* menjadi fokus utama. *Colloidal oatmeal* berkontribusi pada restorasi barrier dan modulasi imun, menurunkan TEWL dan meningkatkan resistensi kulit terhadap iritan, sehingga perawatan AD lebih efektif jika menggabungkan anti-inflamasi dan *barrier repair*.
11	Capone, K., Kirchner, F., Klein, S.L., Tierney, N.K., 2020	*Effects of Colloidal Oatmeal Topical Atopic Dermatitis Cream on Skin Microbiome and Skin Barrier Properties*	Cream AD dengan 1% *colloidal oatmeal* meningkatkan hidrasi kulit, memperbaiki fungsi barrier, menurunkan skor *Eczema Area Severity Index* dan *Atopic Dermatitis Severity Index* >50%, serta memperbaiki komposisi mikrobioma kulit dibanding *moisturizer* standar.
12	Pandhi, D., Inamadar, A.C., et al., 2025	*Spectrum of sensitive skin in India: a collaborative expert position statement*	Studi menunjukkan pentingnya regimen perawatan kulit yang dipersonalisasi untuk kulit sensitif. Penggunaan *cosmeceutical* termasuk *colloidal oatmeal* dapat mencegah progresi gangguan dermatologis, melindungi *barrier* kulit, dan meningkatkan kualitas hidup pasien.
13	Fowler, J.F., Ma, L.,	*Is colloidal oat an effective emollient ingredient for the*	Penggunaan *emolien* berbasis *colloidal oat* pada bayi berisiko tinggi

Bergman, J., et al., 2025	*prevention and treatment of atopic dermatitis in infants?*	AD meningkatkan hidrasi, menurunkan TEWL, mendukung perbaikan barrier, menurunkan flare AD, dan mengurangi kebutuhan steroid. Efek anti-inflamasi dan restoratif *barrier* berpotensi menurunkan risiko alergi.

Kerusakan *Skin Barrier* Akibat AHA/BHA/PHA

Eksfoliasi kimia menggunakan AHA, BHA, dan PHA telah banyak digunakan untuk memperbaiki tekstur kulit dan mengatasi hiperpigmentasi. Mekanisme kerja ketiga senyawa ini melibatkan pelarutan ikatan antar sel korneosit di lapisan stratum corneum sehingga meningkatkan *cell turnover*. Namun, penggunaan yang tidak tepat dapat mengganggu integritas *skin barrier*, memicu peningkatan *transepidermal water loss* (TEWL), dan mengubah ekspresi protein struktural seperti filaggrin dan loricrin yang berperan penting dalam hidrasi dan perlindungan kulit. Penurunan ekspresi protein struktural ini mempermudah penetrasi alergen dan iritan, yang selanjutnya meningkatkan risiko inflamasi kronis pada kulit sensitif. Studi terbaru menunjukkan bahwa paparan berulang terhadap eksfoliator kimia juga dapat memicu aktivasi keratinosit dan produksi sitokin proinflamasi seperti IL-1α, IL-6, dan TNF-α, yang berperan sebagai mediator utama respons inflamasi lokal (Chaudhary *et al.*, 2024). Pemahaman tentang interaksi antara eksfoliasi kimia dan ekspresi protein epidermal penting untuk menilai risiko kerusakan *skin barrier*.

Kerusakan pada *skin barrier* akibat eksfoliasi ini tidak hanya terlihat secara klinis, tetapi juga pada model seluler. Penelitian in vitro menggunakan HaCaT cells menunjukkan bahwa stimulasi berlebihan dengan AHA atau BHA menyebabkan disorganisasi *tight junction* dan penurunan ekspresi claudin-1, yang merupakan protein penting untuk menjaga kohesi sel dan mencegah kehilangan air. Selain itu, peningkatan stres oksidatif akibat radikal bebas dari eksfoliasi kimia meningkatkan level 4-HNE sebagai biomarker lipid peroksidasi, yang dapat memicu kematian sel terprogram (*apoptosis*) pada keratinosit (Liu *et al.*, 2025). Kondisi ini menjelaskan mengapa kulit yang sering dieksfoliasi secara berlebihan menjadi lebih kering, sensitif, dan mudah mengalami iritasi, terutama pada individu dengan predisposisi genetik terhadap dermatitis atopik.

Peran Filaggrin dan Claudin-1 dalam Farmasi Topikal

Filaggrin merupakan protein struktural yang dihasilkan oleh keratinosit dan memainkan peran penting dalam hidrasi kulit melalui pembentukan *natural moisturizing factor (NMF)*. Kekurangan filaggrin, yang sering dijumpai pada pasien dengan atopic dermatitis (AD), menyebabkan penurunan kemampuan kulit untuk menahan air, meningkatkan TEWL, dan mempermudah penetrasi alergen. Penelitian oleh (Fowler *et al.*, 2025) menunjukkan bahwa penggunaan emolien berbasis colloidal oatmeal dapat meningkatkan ekspresi filaggrin pada kulit anak-anak dengan AD, sehingga memperkuat *skin barrier* dan menurunkan kejadian flare

AD. Aktivitas ini terkait dengan kandungan avenanthramide, β-glukan, dan lipid pada oat yang merangsang diferensiasi sel dan proliferasi keratinosit secara optimal.

Selain filaggrin, claudin-1 merupakan protein kunci pada *tight junction* yang mengatur permeabilitas antarsel epidermal. Penurunan ekspresi claudin-1 pada kulit lesi AD mempermudah penetrasi mikroba dan alergen, memperburuk inflamasi kronis. Studi (Wollenberg *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa emolien yang mengandung ekstrak plantlet oat dapat memulihkan ekspresi claudin-1 dan memperbaiki fungsi *tight junction*, sehingga memperkuat mekanisme pertahanan kulit terhadap faktor eksternal. Pemahaman mengenai peran filaggrin dan claudin-1 menjadi dasar pengembangan farmasi topikal modern, yang tidak hanya bersifat hidrasi, tetapi juga bertindak sebagai agen perbaikan struktural pada kulit yang rusak.

IL-1α dan 4-HNE sebagai Target Evaluasi Farmakologis

IL-1α merupakan sitokin proinflamasi utama yang dihasilkan oleh keratinosit sebagai respons terhadap iritasi atau cedera kulit. Peningkatan level IL-1α pada kulit AD maupun kulit yang mengalami eksfoliasi berlebihan menunjukkan adanya aktivasi inflamasi awal, yang dapat memicu kaskade peradangan lebih lanjut dan memperburuk disfungsi *skin barrier* (Chen, 2025). Evaluasi IL-1α menjadi penting untuk menilai efektivitas intervensi farmakologis yang menargetkan inflamasi epidermal. Selain itu, IL-1α juga digunakan sebagai indikator keberhasilan terapi topikal yang menekan inflamasi lokal dan mendukung pemulihan struktur kulit.

Selain IL-1α, 4-HNE merupakan indikator stres oksidatif lipid yang dihasilkan dari peroksidasi asam lemak membran sel. Peningkatan 4-HNE terkait dengan kerusakan membran sel, disfungsi mitokondria, dan aktivasi jalur inflamasi tambahan melalui NF-κB dan COX-2. Studi (Sugondo and Hermawan, 2023) menegaskan bahwa pengukuran 4-HNE dapat digunakan untuk menilai efek antioksidan dari formulasi topikal, seperti cream oatmeal atau plant oils, yang dapat menekan akumulasi lipid peroksida dan mengurangi stres oksidatif pada keratinosit. Maka dari itu, IL-1α dan 4-HNE menjadi parameter penting dalam evaluasi farmakologis, yang mencerminkan baik status inflamasi maupun kerusakan oksidatif pada kulit (van den Bogaard *et al.*, 2023).

Aktivitas Farmakologis Colloidal Oatmeal

Colloidal oatmeal mengandung senyawa bioaktif seperti avenanthramide, β-glukan, dan lipid yang memberikan efek antiinflamasi, antioksidan, dan perbaikan *skin barrier* secara simultan. Avenanthramide diketahui mampu menghambat produksi sitokin proinflamasi, termasuk IL-1α dan TNF-α, serta menekan aktivasi NF-κB pada keratinosit. Sementara β-glukan dan lipid oat meningkatkan hidrasi kulit dengan membentuk film pelindung dan memperbaiki distribusi NMF, sehingga menurunkan TEWL. Aktivitas ini telah ditunjukkan dalam uji klinis pada pasien AD, di mana penggunaan 1% colloidal oat cream meningkatkan hidrasi, menurunkan skor Eczema Area Severity Index, dan memperbaiki mikrobioma kulit dengan meningkatkan keberagaman flora normal ((Capone *et al.*, 2020).

Hasil studi in vitro menunjukkan bahwa *dihydroavenanthramide* D (dhAvD), komponen sintetis avenanthramide, dapat meningkatkan proliferasi dan migrasi keratinosit, serta ekspresi protein *tight junction* seperti claudin-1, memperkuat struktur epidermis, dan meningkatkan kandungan NMF. Selain itu, penelitian (Park *et al.*, 2024) menambahkan bahwa ekstrak oat yang difermentasi dengan *Saccharomyces cerevisiae* mampu menekan ekspresi IL-1α, IL-6, COX2, dan NF-κB pada model kulit UVB-irradiated, serta meningkatkan ekspresi filaggrin, loricrin, transglutaminase 1, dan caspase-14. Aktivitas multifaset ini menunjukkan bahwa oat bukan hanya emolien biasa, tetapi juga agen farmakologis yang menargetkan mekanisme inflamasi, stres oksidatif, dan perbaikan *skin barrier* secara bersamaan.

Selain itu, penggunaan plant oils seperti minyak jojoba, argan, dan sunflower seed juga mendukung aktivitas antiinflamasi dan perbaikan barrier melalui mekanisme serupa, yaitu meningkatkan hidrasi, menurunkan stres oksidatif, dan menstabilkan *tight junction* (Lin, Zhong and Santiago, 2018). Pendekatan ini semakin relevan dalam manajemen kulit sensitif dan AD, di mana kombinasi emolien bioaktif dan senyawa topikal bertujuan tidak hanya meredakan gejala tetapi juga memperkuat pertahanan kulit jangka panjang (Pandhi *et al.*, 2025). Aktivitas farmakologis yang terukur melalui IL-1α, 4-HNE, filaggrin, dan claudin-1 memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pengembangan formulasi topikal berbasis oat dan minyak nabati sebagai strategi terapi modern.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil *narrative review* ini, colloidal oatmeal menunjukkan aktivitas farmakologis yang signifikan terhadap pemulihan *skin barrier* keratinosit. Senyawa bioaktif seperti avenanthramide, β-glukan, dan lipid dalam oat mampu meningkatkan ekspresi protein struktural filaggrin dan claudin-1, memperkuat tight junction, serta menurunkan kehilangan air transepidermal (TEWL). Selain itu, colloidal oatmeal juga berperan sebagai agen antiinflamasi dan antioksidan dengan menekan produksi IL-1α dan 4-HNE, yang berkontribusi pada pengurangan inflamasi dan stres oksidatif pada epidermis. Temuan ini mendukung pemahaman bahwa penggunaan colloidal oatmeal dalam formulasi topikal bukan hanya bersifat emolien, tetapi juga menargetkan mekanisme molekuler untuk memperkuat pertahanan kulit, meningkatkan hidrasi, dan mengurangi risiko flare pada kondisi kulit sensitif seperti atopic dermatitis.

Kelebihan dari penggunaan colloidal oatmeal meliputi efek multifaset yang menargetkan protein struktural, mediator inflamasi, dan stres oksidatif secara bersamaan, sehingga memberikan pendekatan terapi yang komprehensif dan berbasis bukti (*evidence-based pharmacology*). Namun, sebagian besar studi masih terbatas pada model in vitro dan uji klinis terbatas, sehingga penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi dosis optimal, formulasi yang stabil, dan efek jangka panjang pada populasi yang lebih luas. Berdasarkan temuan ini, pengembangan formulasi farmasi topikal yang memanfaatkan mekanisme molekuler colloidal oatmeal dapat menjadi strategi modern dalam dermatologi, khususnya untuk perbaikan *skin barrier* dan pengendalian inflamasi pada kulit sensitif, yang menjadi arahan penulisan selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Capone, K. Et Al. (2020) 'Effects Of Colloidal Oatmeal Topical Atopic Dermatitis Cream On Skin Microbiome And Skin Barrier Properties', Journal Of Drugs In Dermatology, 19(5), Pp. 524–531.

Chaudhary, F. Et Al. (2024) 'Exploring The Complexities Of Atopic Dermatitis: Pathophysiological Mechanisms And Therapeutic Approaches', Journal Of Biotechnology And Biomedicine, 7(3), Pp. 314–328. Doi:10.26502/Jbb.2642-91280155.

Chen, X. (2025) 'Skin Barrier Repair And Nursing Care In Patients With Atopic Dermatitis: A Narrative Review', International Journal Of General Medicine, 18, Pp. 6803–6819. Doi:10.2147/IJGM.S542311.

Courtney, A., & Marron, S. E. (2024). The Psychology Of Atopic Dermatitis. Journal Of Clinical Medicine, 13(6), 1602. Https://Www.Mdpi.Com/2077-0383/13/6/1602.

Fowler, J.F. Et Al. (2025) 'Is Colloidal Oat An Effective Emollient Ingredient For The Prevention And Treatment Of Atopic Dermatitis In Infants?', Journal Of Dermatological Treatment, 36(1), P. 2487945. Doi:10.1080/09546634.2025.2487945.

Jeskey, J. Et Al. (2024) 'Atopic Dermatitis: A Review Of Diagnosis And Treatment', Journal Of Pediatric Pharmacology And Therapeutics, 29(6), Pp. 587–603. Doi:10.5863/1551-6776-29.6.587.

Langan, S.M., Irvine, A.D. And Weidinger, S. (2020) 'Atopic Dermatitis', Lancet, 396(10247), Pp. 345–360. Doi:10.1016/S0140-6736(20)31286-1.

Lin, T.-K., Zhong, L. And Santiago, J.L. (2018) 'Anti-Inflammatory And Skin Barrier Repair Effects Of Topical Application Of Some Plant Oils', International Journal Of Molecular Sciences, 19(1), P. 70. Doi:10.3390/Ijms19010070.

Liu, M. Et Al. (2025) 'Dual-Action Fermented Oats (Avena Sativa L.): Anti-Inflammatory And Skin Barrier Restoration', Journal Of Dermatologic Science And Cosmetic Technology, P. 100103. Doi:10.1016/J.Jdsct.2025.100103.

Pandhi, D. Et Al. (2025) 'Spectrum Of Sensitive Skin In India: A Collaborative Expert Position Statement', Frontiers In Medicine, 12. Doi:10.3389/Fmed.2025.1625172.

Park, J. Et Al. (2024) 'Dihydroavenanthramide D Enhances Skin Barrier Function Through Upregulation Of Epidermal Tight Junction Expression', Current Issues In Molecular Biology, 46(9), Pp. 9255–9268. Doi:10.3390/Cimb46090547.

Putra, S., Syahran Jailani, M. And Hakim Nasution, F. (2021) 'Penerapan Prinsip Dasar Etika Penelitian Ilmiah', Jurnal Pendidikan Tambusai, 7(3), Pp. 27876–27881.

Sani, S. Et Al. (2025) 'Atopic Dermatitis With Comorbid Skin Diseases: Recognition And Successful Treatment', Journal Of Allergy And Clinical Immunology: In Practice, 13(8), Pp. 1888–1899. Doi:10.1016/J.Jaip.2025.06.023.

Sroka-Tomaszewska, J. And Trzeciak, M. (2021) 'Molecular Mechanisms Of Atopic Dermatitis Pathogenesis', International Journal Of Molecular Sciences, 22(8), P. 4130. Doi:10.3390/Ijms22084130.

Sugondo, K.N. And Hermawan, M. (2023) 'The Effect Of Topical Oatmeal (Avena Sativa) On Hydration-Related Skin Disorders: A Systematic Review', Journal Of General - Procedural Dermatology \& Venereology Indonesia, 7(1), P. Article 9. Doi:10.7454/Jdvi.V7i1.1143.

Theunis, J. Et Al. (2017) 'Efficacy Of A Rhealba® Oat Extract-Based Emollient On Chronic Pruritus In Elderly French Outpatients', Journal Of The European Academy Of Dermatology And Venereology, 31, Pp. 1–7. Doi:10.1111/Jdv.14077.

Van Den Bogaard, E.H. Et Al. (2023) 'Targeting Skin Barrier Function In Atopic Dermatitis', Journal Of Allergy And Clinical Immunology: In Practice, 11(5), Pp. 1335–1346. Doi:10.1016/J.Jaip.2023.02.005.

Vicho-De-La-Fuente, N., Et Al. (2024). Impact Of Atopic Dermatitis On Adolescents And Families. Https://Pmc.Ncbi.Nlm.Nih.Gov/Articles/PMC12271668/.

Wollenberg, A. Et Al. (2018) 'Effects Of A Protein-Free Oat Plantlet Extract On Microinflammation And Skin Barrier Function In Atopic Dermatitis Patients', Journal Of The European Academy Of Dermatology And Venereology, 32, Pp. 1–15. Doi:10.1111/Jdv.14846.

Zed, M. (2017) Metode Penelitian Kepustakaan. Jakarta: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.