

---

## PERAN COLLOIDAL OATMEAL TERHADAP BIOMARKER KERUSAKAN SKIN BARRIER IN VITRO

Oleh

Khoiron<sup>1</sup>, Anggraini Iriani<sup>2</sup>, Much. Restu Syamsul Hadi<sup>3</sup>, Nenden Lilis<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Doctoral Program in Biomedical Sciences, Postgraduate School, Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

<sup>2,3,4</sup> Department of Biomedical Sciences, Doctoral Program, Postgraduate School, Universitas YARSI, Jakarta, Indonesia

E-mail: [1khoiron98x@gmail.com](mailto:khoiron98x@gmail.com)

---

### Article History:

Received: 19-03-2026

Revised: 26-03-2026

Accepted: 22-04-2026

### Keywords:

Colloidal Oatmeal, Skin Barrier, In Vitro, Biomarker, Keratinosit.

**Abstract:** Kerusakan skin barrier merupakan masalah dermatologis yang umum terjadi dan berperan penting dalam patogenesis berbagai gangguan kulit, seperti atopik dermatitis, psoriasis, serta iritasi akibat penggunaan bahan eksfoliatif kimia. Disrupsi skin barrier ditandai oleh peningkatan transepidermal water loss (TEWL), penurunan protein diferensiasi epidermis, aktivasi respons inflamasi, dan stres oksidatif pada tingkat seluler. Colloidal oatmeal yang berasal dari *Avena sativa* telah lama digunakan sebagai skin protectant dan diakui memiliki sifat humektan, antiinflamasi, serta penyeimbang pH kulit. Namun, kajian yang secara khusus membahas pengaruh colloidal oatmeal terhadap biomarker molekuler kerusakan skin barrier pada model *in vitro* masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara komprehensif peran colloidal oatmeal terhadap biomarker kerusakan skin barrier pada keratinosit *in vitro*. Metode yang digunakan adalah narrative review dengan penelusuran literatur pada basis data PubMed, ScienceDirect, Elsevier, SAGE Journals, dan Google Scholar. Hasil kajian menunjukkan bahwa colloidal oatmeal mampu memodulasi diferensiasi epidermis melalui peningkatan ekspresi protein epidermal differentiation complex, menekan mediator inflamasi seperti IL-1 $\alpha$  dan TNF- $\alpha$ , serta menurunkan biomarker stres oksidatif. Selain itu, colloidal oatmeal juga berperan sebagai prebiotic yang mendukung keseimbangan mikrobioma kulit. Temuan ini menegaskan bahwa colloidal oatmeal merupakan agen bioaktif yang berpotensi mendukung perbaikan skin barrier berbasis mekanisme molekuler dan relevan untuk pengembangan formulasi dermatologis yang aman.

## PENDAHULUAN

*Skin barrier* merupakan sistem pertahanan utama kulit yang berperan penting dalam menjaga *homeostasis* dengan melindungi tubuh dari agresi lingkungan sekaligus mengatur keseimbangan air dan elektrolit. Struktur ini terutama dibentuk oleh *stratum corneum* yang tersusun atas korneosit padat yang terorganisasi dalam matriks lipid berupa seramida, kolesterol, dan asam lemak bebas yang dikenal sebagai konsep *brick-and-mortar*. Susunan ini berfungsi menurunkan *transepidermal water loss* (TEWL) sehingga hidrasi kulit terjaga dan iritan eksternal tidak mudah menembus lapisan epidermis (Nemes and Steinert 1999).

Integritas *skin barrier* sangat bergantung pada protein struktural epidermis, terutama filaggrin yang berperan dalam agregasi filamen keratin serta mengalami degradasi menjadi *natural moisturizing factors* (NMFs). Komponen NMF seperti *pyrrolidone carboxylic acid* dan *trans-urocanic acid* berfungsi mempertahankan hidrasi, menjaga pH asam kulit, serta mendukung aktivitas enzimatik keratinosit. Penurunan filaggrin berimplikasi langsung pada meningkatnya TEWL, kekeringan kulit, dan gangguan elastisitas epidermis, yang pada akhirnya melemahkan fungsi protektif kulit terhadap alergen dan mikroorganisme (Grice et al. 2009).

Dalam praktik dermatologi modern, disrupsi *skin barrier* semakin sering terjadi seiring meningkatnya penggunaan bahan eksfoliatif kimia seperti *alpha-hydroxy acids* (AHA), *beta-hydroxy acids* (BHA), dan *polyhydroxy acids* (PHA). Bahan-bahan ini bekerja dengan melonggarkan ikatan korneosit untuk mempercepat deskuamasi, namun penggunaan berulang atau konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kerusakan lipid interseluler dan gangguan protein diferensiasi epidermis. Paparan eksfolian kimia diketahui menurunkan ekspresi filaggrin dan *tight junction protein* seperti claudin-1, yang berkontribusi pada peningkatan permeabilitas epidermis dan ketidakstabilan *skin barrier*.

Kerusakan *skin barrier* akibat eksfoliasi kimia memicu respons inflamasi dan stres oksidatif pada tingkat seluler. Keratinosit yang mengalami iritasi akan meningkatkan sekresi sitokin proinflamasi seperti *interleukin-1 alpha* (IL-1 $\alpha$ ) sebagai sinyal awal inflamasi epidermis. Selain itu, stres oksidatif akibat peroksidasi lipid menghasilkan biomarker reaktif seperti *4-hydroxynonenal* (4-HNE) yang berperan dalam kerusakan membran sel dan aktivasi jalur inflamasi lanjutan. Peningkatan IL-1 $\alpha$  dan 4-HNE sering dijadikan indikator molekuler kerusakan *skin barrier* dalam model *in vitro* (Armstrong and Read 2020).

Disrupsi *skin barrier* juga berkaitan erat dengan berbagai penyakit dermatologis kronis seperti psoriasis dan *atopic dermatitis*. Psoriasis merupakan penyakit autoimun inflamasi kronis yang ditandai oleh hiperproliferasi keratinosit dan diferensiasi epidermis yang abnormal. Data klinis di Indonesia menunjukkan prevalensi psoriasis yang cukup signifikan, dengan laporan kasus di RS Cipto Mangunkusumo dan RSUP Sanglah yang menegaskan dampak penyakit ini terhadap kekeringan kulit dan gangguan fungsi barrier. Penurunan ekspresi filaggrin dan kapasitas ikat air epidermis memperparah kondisi inflamasi dan kerusakan *skin barrier* pada pasien psoriasis. Selain psoriasis, *atopic dermatitis* merupakan contoh klasik gangguan *skin barrier* yang berkaitan dengan defisiensi filaggrin, peningkatan TEWL, ketidakseimbangan pH, serta kolonisasi mikroba. Kondisi ini sering muncul sejak masa kanak-kanak dan memiliki perjalanan penyakit kronis residif. Ketidakmampuan *skin barrier* mempertahankan integritasnya menyebabkan kulit rentan terhadap iritan, alergen, dan kolonisasi bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, yang semakin memperparah inflamasi

kulit (Van Bever and Llanora 2011).

Dalam terapi dan pencegahan kerusakan *skin barrier*, penggunaan bahan aktif dermatologis berbasis bukti menjadi fokus utama penelitian. Salah satu bahan alami yang telah lama digunakan adalah *colloidal oatmeal* yang berasal dari *Avena sativa*. Sejarah penggunaannya dalam dermatologi tercatat sejak era Romawi dan secara resmi diakui oleh *Food and Drug Administration* sebagai *skin protectant*. *Colloidal oatmeal* mengandung polisakarida, lipid, protein, flavonoid, dan avenanthramides yang berperan sebagai agen humektan, antiinflamasi, serta penyeimbang pH kulit. Berbagai studi menunjukkan bahwa *colloidal oatmeal* mampu menurunkan ekspresi mediator inflamasi pada keratinosit serta menghambat aktivasi jalur *nuclear factor kappa B* (NF- $\kappa$ B). Selain itu, ekstrak oat diketahui dapat meningkatkan sintesis seramida melalui aktivasi jalur *peroxisome proliferator-activated receptor* (PPAR), yang berkontribusi pada perbaikan lipid interseluler epidermis. Efek multifaktorial ini menjadikan *colloidal oatmeal* relevan sebagai agen restoratif *skin barrier* pada kondisi kulit teriritasi dan inflamasi (Wallo 2007).

Penelitian klinis juga mendukung efektivitas *colloidal oatmeal* sebagai terapi tambahan pada berbagai gangguan kulit, termasuk *chronic irritant hand eczema* dan *atopic dermatitis*. Penggunaan krim *colloidal oatmeal* 1% dilaporkan mampu memperbaiki skor keparahan lesi, mengurangi pruritus, serta meningkatkan kualitas hidup pasien secara signifikan. Temuan ini menegaskan peran *colloidal oatmeal* sebagai agen yang tidak hanya bersifat simptomatik, tetapi juga mendukung pemulihan fungsi *skin barrier* (Fowler et al. 2025). Meskipun manfaat klinis *colloidal oatmeal* telah banyak dilaporkan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada parameter klinis seperti TEWL, hidrasi kulit, dan skor keparahan lesi. Kajian yang secara spesifik mengevaluasi pengaruh *colloidal oatmeal* terhadap biomarker molekuler keratinosit, khususnya filaggrin, claudin-1, IL-1 $\alpha$ , dan 4-HNE dalam model *in vitro*, masih terbatas. Keterbatasan ini menimbulkan celah literatur dalam memahami mekanisme biologis *colloidal oatmeal* pada tingkat seluler epidermis (Sobhan et al. 2020).

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk meninjau secara sistematis peran *colloidal oatmeal* terhadap biomarker kerusakan *skin barrier* pada keratinosit *in vitro*. Fokus kajian diarahkan pada modulasi protein diferensiasi epidermis, mediator inflamasi, serta penanda stres oksidatif sebagai dasar ilmiah pengembangan formulasi dermatologis yang lebih aman dan berbasis mekanisme molekuler.

## LANDASAN TEORI

### Struktur Barrier

Skin barrier epidermis merupakan sistem biologis kompleks yang berfungsi menjaga homeostasis kulit melalui pengaturan kehilangan air, proteksi terhadap patogen, serta penghalang penetrasi zat iritan dan alergen. Secara struktural, skin barrier terutama dibentuk oleh stratum corneum yang tersusun atas korneosit anukleat yang tertanam dalam matriks lipid interseluler, yang dikenal sebagai konsep *brick-and-mortar*. Korneosit berperan sebagai komponen struktural padat, sementara lipid interseluler yang terdiri atas seramida, kolesterol, dan asam lemak bebas berfungsi sebagai perekat biologis yang menentukan permeabilitas epidermis. Ketidakseimbangan komposisi lipid atau gangguan organisasi korneosit akan berdampak langsung pada peningkatan *transepidermal water loss* (TEWL) serta penurunan resistensi kulit terhadap faktor lingkungan eksternal (Pons-Guiraud 2007).

Proses pembentukan stratum corneum yang fungsional sangat bergantung pada diferensiasi keratinosit yang terprogram secara ketat sejak lapisan basal hingga lapisan granular. Pada fase terminal diferensiasi, keratinosit mensintesis berbagai protein struktural yang tergabung dalam *epidermal differentiation complex (EDC)*, termasuk filaggrin, loricrin, dan involucrin. Protein-protein ini berperan dalam pembentukan *cornified envelope* yang memberikan kekuatan mekanik dan stabilitas kimia pada stratum corneum. Gangguan ekspresi gen *EDC* dilaporkan berkorelasi dengan penurunan integritas skin barrier pada berbagai kondisi patologis kulit, termasuk dermatitis atopik dan psoriasis, yang ditandai oleh meningkatnya permeabilitas epidermis dan kekeringan kulit kronis (Proksch et al. 2020).

*Tight junction*, yang dibentuk oleh protein transmembran seperti claudin-1, berperan penting dalam menjaga kohesi sel epidermis dan mengontrol jalur paracellular untuk mencegah difusi molekul hidrofilik yang tidak terkendali; penurunan ekspresi claudin-1 meningkatkan kerentanan epidermis terhadap iritan kimia dan memicu inflamasi lokal, ditunjukkan pula oleh penurunan resistensi listrik transepithelial dan peningkatan sitokin proinflamasi pada model in vitro. Disrupsi skin barrier juga dapat terjadi akibat penggunaan eksfoliatif kimia seperti AHA, BHA, dan PHA, yang melonggarkan ikatan desmosomal antar korneosit sehingga mempercepat deskuamasi, namun jika tidak terkontrol, hal ini dapat mengganggu lipid interseluler dan menurunkan ekspresi protein diferensiasi epidermis, sehingga kulit menjadi lebih rentan terhadap iritasi dan inflamasi, terutama pada kulit sensitif (Rajkumar et al. 2023).

### Respon Inflamasi

Kerusakan skin barrier hampir selalu diikuti oleh aktivasi respons inflamasi sebagai mekanisme pertahanan awal kulit. Pada tingkat seluler, keratinosit berperan aktif sebagai sel imun non-profesional yang mampu mengenali kerusakan jaringan dan melepaskan mediator inflamasi. Salah satu sitokin yang dilepaskan paling awal adalah interleukin-1 alpha (*IL-1 $\alpha$* ), yang disimpan dalam bentuk prekursor intraseluler dan dilepaskan segera setelah terjadi cedera epidermis. Peningkatan *IL-1 $\alpha$*  berfungsi sebagai sinyal bahaya yang mengaktifkan sel-sel imun di sekitarnya serta memicu produksi sitokin proinflamasi lanjutan, sehingga menjembatani respons inflamasi akut pada kulit (Hannoodde and Nasuruddin 2025).

Aktivasi jalur inflamasi yang berkepanjangan dapat memperburuk disfungsi skin barrier dengan menghambat diferensiasi keratinosit dan menurunkan sintesis lipid epidermis. Sitokin seperti *tumor necrosis factor-alpha (TNF- $\alpha$ )* dan *interleukin-4 (IL-4)* diketahui mampu menekan ekspresi filaggrin dan claudin-1, yang berimplikasi langsung pada peningkatan permeabilitas epidermis. Dalam penyakit kulit kronis seperti dermatitis atopik, lingkaran inflamasi ini menciptakan kondisi di mana kerusakan barrier dan inflamasi saling memperkuat, sehingga memperpanjang perjalanan penyakit dan meningkatkan risiko infeksi sekunder (Van Dyke and Kornman 2008). Colloidal oatmeal yang berasal dari *Avena sativa* telah lama dikenal memiliki aktivitas antiinflamasi yang relevan secara klinis. Senyawa bioaktif utama dalam oatmeal, yaitu avenanthramides, menunjukkan kemampuan menghambat aktivasi faktor transkripsi *nuclear factor kappa B (NF- $\kappa$ B)*, yang merupakan regulator utama ekspresi sitokin proinflamasi. Inhibisi jalur *NF- $\kappa$ B* oleh avenanthramides berkontribusi pada penurunan produksi *IL-1 $\alpha$* , *TNF- $\alpha$* , dan mediator inflamasi lainnya pada keratinosit yang terpapar iritan, sehingga menciptakan lingkungan epidermis yang lebih stabil dan kondusif bagi pemulihan fungsi barrier.

## Stres Oksidatif

Stres oksidatif merupakan faktor penting lain yang berkontribusi terhadap kerusakan skin barrier, terutama melalui pembentukan *reactive oxygen species (ROS)* yang berlebihan. ROS dapat merusak lipid membran sel, protein struktural, dan DNA keratinosit, sehingga mengganggu diferensiasi epidermis dan mempercepat degradasi fungsi barrier. Salah satu produk peroksidasi lipid yang sering digunakan sebagai biomarker stres oksidatif adalah 4-hydroxynonenal (*4-HNE*), senyawa aldehid reaktif yang dapat membentuk aduk dengan protein dan mengubah fungsi biologis sel epidermis. Peningkatan kadar *4-HNE* telah dikaitkan dengan berbagai kondisi inflamasi kulit dan gangguan barrier kronis. Dalam kondisi stres oksidatif, akumulasi *4-HNE* tidak hanya mencerminkan kerusakan lipid, tetapi juga berperan sebagai mediator sinyal yang memperkuat respons inflamasi. Senyawa ini dapat mengaktifasi jalur pensinyalan yang meningkatkan ekspresi sitokin proinflamasi dan memperpanjang fase inflamasi epidermis. Interaksi antara stres oksidatif dan inflamasi menciptakan lingkungan mikro yang merugikan bagi regenerasi keratinosit dan pembentukan stratum corneum yang utuh (Reddy 2023).

Colloidal oatmeal menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan melalui kandungan polifenol dan avenanthramides yang mampu menetralkan *ROS*. Studi *in vitro* menunjukkan bahwa paparan ekstrak oatmeal dapat menurunkan akumulasi *4-HNE* serta meningkatkan viabilitas keratinosit yang terpapar agen prooksidan. Efek ini berkontribusi pada perlindungan struktur lipid epidermis dan mendukung stabilitas lingkungan seluler yang diperlukan untuk diferensiasi epidermis yang optimal (Yuslianti 2018).

Selain efek antioksidan langsung, colloidal oatmeal juga berinteraksi dengan mikrobioma kulit yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan skin barrier. Oatmeal dilaporkan memiliki sifat *prebiotic* yang mendukung pertumbuhan bakteri komensal seperti *Staphylococcus epidermidis*, yang berkontribusi pada produksi asam organik dan pemeliharaan pH kulit yang fisiologis. Lingkungan pH yang stabil mendukung aktivitas enzim diferensiasi epidermis dan menghambat kolonisasi patogen, sehingga secara tidak langsung memperkuat fungsi barrier kulit. Integrasi antara perlindungan antioksidan dan modulasi mikrobioma ini menempatkan colloidal oatmeal sebagai agen multifungsi dalam upaya pemulihan skin barrier berbasis pendekatan seluler dan molekuler (Allameh et al. 2023).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *narrative review* yang bertujuan untuk mengkaji secara komprehensif peran *colloidal oatmeal* terhadap biomarker kerusakan *skin barrier* pada model *in vitro*. Pendekatan ini dipilih karena memungkinkan peneliti mengintegrasikan temuan dari berbagai studi eksperimental yang meneliti mekanisme molekuler pada keratinosit, termasuk modulasi diferensiasi epidermis, respons inflamasi, dan stres oksidatif. Data diperoleh melalui penelusuran literatur ilmiah pada basis data *PubMed*, *ScienceDirect*, *Elsevier*, *SAGE Journals*, dan *Google Scholar* menggunakan kata kunci "*colloidal oatmeal*", "*skin barrier*", "*in vitro*", "*keratinocyte*", "*filaggrin*", "*inflammatory biomarkers*", dan "*oxidative stress*". Pencarian dilakukan dengan menyesuaikan strategi pada masing-masing basis data agar artikel yang diperoleh relevan dengan fokus penelitian dan memiliki kualitas metodologis yang memadai.

Kriteria inklusi meliputi artikel penelitian asli berbahasa Inggris atau Bahasa Indonesia

yang dipublikasikan dalam sepuluh tahun terakhir, tersedia dalam bentuk *full text*, serta menggunakan model *in vitro* pada sel keratinosit atau epidermis rekonstruksi untuk mengevaluasi efek *colloidal oatmeal* terhadap biomarker *skin barrier*. Artikel yang tidak melaporkan parameter molekuler seperti protein diferensiasi epidermis, sitokin inflamasi, atau penanda stres oksidatif dikeluarkan dari analisis. Artikel terpilih dibaca secara mendalam untuk mengekstraksi informasi mengenai desain penelitian, perlakuan, serta hasil utama, kemudian dianalisis secara kualitatif dengan pendekatan tematik. Sintesis data dilakukan secara deskriptif-analitis untuk mengidentifikasi pola dan konsistensi temuan antarstudi yang berkaitan dengan mekanisme biologis *colloidal oatmeal* pada kerusakan *skin barrier* tingkat seluler.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel. 1 Hasil Pembahasan Penelitian terkait  
Peran *Colloidal Oatmeal* terhadap Biomarker Kerusakan *Skin Barrier* In Vitro

No	Peneliti	Judul Artikel	Hasil Penelitian
1	Riyanto et al. (2025)	<i>Comparison of the Effectiveness of Colloidal Oatmeal 1% With Petrolatum 100% to Repair the Skin Barrier in Psoriasis Vulgaris</i>	Aplikasi topikal <i>colloidal oatmeal</i> 1% dan petrolatum 100% sama-sama menurunkan nilai <i>Trans-Epidermal Water Loss</i> (TEWL) secara signifikan ( $p < 0,05$ ). Namun, penurunan $\Delta$ TEWL lebih besar pada kelompok <i>colloidal oatmeal</i> 1% ( $p = 0,003$ ), menunjukkan efektivitas yang lebih unggul dalam memperbaiki <i>skin barrier</i> . Tidak ditemukan efek samping pada kelompok <i>colloidal oatmeal</i> .
2	Fowler et al. (2025)	<i>Is Colloidal Oat an Effective Emollient Ingredient for the Prevention and Treatment of Atopic Dermatitis in Infants?</i>	<i>Colloidal oat emollients</i> terbukti meningkatkan hidrasi kulit, menurunkan TEWL, serta mendukung perbaikan <i>skin barrier</i> . Penggunaan dini dan konsisten dapat menurunkan insiden dermatitis atopik dan risiko sensitisasi alergi. Selain itu, penggunaannya mengurangi ketergantungan terhadap steroid dan menurunkan biaya layanan kesehatan.
3	Ilnytska et al. (2016)	<i>Colloidal Oatmeal (Avena sativa) Improves Skin Barrier Through Multi-Therapy Activity</i>	Ekstrak <i>colloidal oatmeal</i> meningkatkan ekspresi gen terkait diferensiasi epidermis, <i>tight junction</i> , dan regulasi lipid. Secara klinis, lotion <i>colloidal oatmeal</i> menunjukkan perbaikan signifikan pada kekeringan kulit, hidrasi, dan fungsi <i>skin barrier</i> , membuktikan mekanisme multi-terapi dalam memperkuat penghalang kulit.
4	Liu-Walsh et al. (2021)	<i>Prebiotic Colloidal Oat Supports the Growth of Cutaneous Commensal Bacteria</i>	<i>Colloidal oat</i> meningkatkan pertumbuhan <i>Staphylococcus epidermidis</i> dibandingkan <i>S. aureus</i> serta meningkatkan produksi asam laktat yang menurunkan pH kulit. Peningkatan ini berkontribusi pada keseimbangan mikrobioma kulit dan perbaikan <i>skin barrier</i> , menunjukkan peran <i>colloidal oat</i> sebagai <i>skin prebiotic</i> .
5	Choi et al.	<i>Inhibitory Effect of</i>	Krim ekstrak air <i>Psidium guajava</i> secara signifikan

(2012)	<i>Psidium guajava Water Extract in Atopic Dermatitis</i>	menurunkan skor lesi kulit, kadar IgE, TNF- $\alpha$ , IL-4, dan TARC, serta meningkatkan IL-10. Secara histologis terjadi penurunan penebalan epidermis dan infiltrasi sel inflamasi, menunjukkan efek antiinflamasi dan imunomodulator pada dermatitis atopik.
6	Lisante et al. (2017) <i>Efficacy and Safety of an OTC 1% Colloidal Oatmeal Cream in Children with Atopic Dermatitis</i>	Krim <i>colloidal oatmeal</i> 1% OTC terbukti <i>non-inferior</i> dibanding krim resep dalam menurunkan skor EASI, IGADA, dan pruritus. Tidak ditemukan masalah keamanan, sehingga <i>colloidal oatmeal</i> efektif dan aman sebagai terapi simptomatik dermatitis atopik pada anak.
7	Sobhan et al. (2020) <i>The Efficacy of Colloidal Oatmeal Cream 1% as Add-on Therapy in the Management of Chronic Irritant Hand Eczema</i>	Penggunaan krim <i>colloidal oatmeal</i> 1% sebagai terapi tambahan menunjukkan perbaikan signifikan dan berkelanjutan pada skor HESCI dan VAS pruritus dibandingkan kelompok kontrol ( $p < 0,001$ ). Kelompok intervensi tidak mengalami kekambuhan gejala setelah penghentian kortikosteroid, serta menunjukkan peningkatan kualitas hidup berdasarkan DLQI. Temuan ini menegaskan peran <i>colloidal oatmeal</i> dalam proteksi <i>skin barrier</i> , efek antiinflamasi, dan peredaan gejala gatal.
8	Melissa et al. (2025) <i>Manfaat Sabun Oatmeal dan Secang untuk Kulit Berminyak</i>	Penggunaan sabun wajah berbahan oatmeal dan ekstrak secang selama 3 hari mampu menurunkan kadar minyak wajah secara signifikan ( $\text{sig } 0,020$ ) tanpa mengurangi kelembapan kulit. Responden melaporkan kulit terasa lebih halus, bersih, segar, dan tidak berminyak. Kombinasi oatmeal dan secang dinilai efektif, aman, serta mendukung keseimbangan pH dan fungsi pelindung kulit.
9	Kim et al. (2023) <i>Oat Sprouts Restore Skin Barrier Function by Modulating the Expression of the Epidermal Differentiation Complex</i>	Ekstrak kecambah oat meningkatkan ekspresi protein <i>epidermal differentiation complex</i> (EDC) melalui aktivasi jalur MAPK, yang berperan penting dalam pembentukan <i>skin barrier</i> . Senyawa aktif seperti avenacoside dan flavonoid menunjukkan efek imunomodulator dan antiinflamasi. Hasil ini menegaskan potensi oat sprouts sebagai agen terapeutik pada gangguan kulit akibat kerusakan <i>skin barrier</i> .
10	Bela et al. (2022) <i>The Effect of Different Formulations with Colloidal Oatmeal on the Epidermal Barrier Function and Hydration</i>	Formulasi <i>colloidal oatmeal</i> dalam bentuk krim dan gel mampu mempertahankan pH fisiologis kulit serta memperbaiki fungsi lipid interseluler. Penggunaan berkelanjutan selama 3 hari menunjukkan perbaikan sifat fisiologis kulit tanpa gangguan keseimbangan sebum. Krim dan gel dinilai lebih optimal dibandingkan sediaan salep dalam mendukung hidrasi dan fungsi <i>skin barrier</i> .

11	Saragih (2019)	<i>Potential Effect of Avena sativa's Cream on Skin Hydration</i>	Krim <i>Avena sativa</i> menunjukkan peningkatan signifikan hidrasi kulit setelah 28 hari pemakaian ( $p < 0,05$ ). Skor kekeringan kulit menurun secara bermakna pada seluruh konsentrasi krim yang diuji. Hasil ini membuktikan efektivitas <i>Avena sativa</i> dalam meningkatkan hidrasi dan mengatasi xerosis, khususnya pada kondisi iklim tropis.
----	----------------	---	--

### Modulasi Diferensiasi Epidermis

Kerusakan *skin barrier* merupakan konsekuensi langsung dari terganggunya proses diferensiasi keratinosit yang normal, terutama pada lapisan *stratum corneum* yang berfungsi sebagai pelindung utama kulit terhadap kehilangan air dan penetrasi agen iritan. Dalam kondisi fisiologis, diferensiasi epidermis dikendalikan oleh ekspresi protein struktural seperti *filaggrin*, *loricrin*, dan *involucrin* yang tersusun dalam *epidermal differentiation complex (EDC)*. Disrupsi ekspresi protein-protein ini telah terbukti berkontribusi terhadap peningkatan *transepidermal water loss (TEWL)* serta menurunnya integritas *tight junction* pada model kulit teriritasi maupun inflamasi kronis. Colloidal oatmeal, yang berasal dari *Avena sativa*, menunjukkan kemampuan unik dalam menstimulasi kembali jalur diferensiasi epidermis melalui kandungan bioaktifnya yang kompleks, termasuk  $\beta$ -glucan, avenanthramides, serta lipid polar yang berperan dalam homeostasis epidermis (Ilnytska et al. 2016). Bukti in vitro menunjukkan bahwa ekstrak colloidal oatmeal mampu meningkatkan ekspresi gen yang berkaitan dengan pembentukan *cornified envelope*, sehingga mempercepat pemulihan *skin barrier* yang mengalami kerusakan eksperimental pada keratinosit. Temuan ini memperkuat hipotesis bahwa colloidal oatmeal tidak hanya bertindak sebagai emolien pasif, tetapi juga sebagai agen bioaktif yang memodulasi fungsi seluler secara langsung pada tingkat molekuler (Lisante, Nuñez, and Zhang 2017).

Keterkaitan antara modulasi diferensiasi epidermis dan perbaikan fungsi *skin barrier* juga tercermin dalam penelitian translasi yang menghubungkan temuan in vitro dengan hasil klinis. Studi eksperimental yang membandingkan aplikasi topikal colloidal oatmeal 1% dengan petrolatum 100% pada pasien psoriasis vulgaris menunjukkan bahwa kelompok colloidal oatmeal mengalami penurunan *TEWL* yang lebih signifikan. Meskipun petrolatum dikenal sebagai *occlusive agent* yang efektif, mekanisme kerjanya terbatas pada pengurangan evaporasi air tanpa memengaruhi proses biologis diferensiasi epidermis. Sebaliknya, colloidal oatmeal menunjukkan keunggulan dalam memperbaiki struktur *skin barrier* melalui aktivasi jalur diferensiasi keratinosit, yang pada akhirnya tercermin dalam perbaikan *TEWL* secara lebih stabil dan berkelanjutan (Melissa et al. 2025). Temuan ini menjadi relevan untuk in vitro karena menegaskan bahwa perubahan ekspresi protein epidermal akibat paparan colloidal oatmeal memiliki korelasi fungsional dengan indikator klinis *skin barrier*, sehingga memperkuat validitas penggunaan biomarker diferensiasi epidermis sebagai parameter evaluasi. Korelasi antara peningkatan diferensiasi epidermis dan perbaikan *TEWL* ini konsisten dalam efektivitas colloidal oatmeal dibandingkan agen oklusif konvensional (Riyanto, Sugianto, and Mochtar Z. 2025).

Penelitian molekuler terbaru menunjukkan bahwa komponen spesifik dari *Avena sativa*, termasuk senyawa flavonoid dan saponin steroidal, mampu mengaktifkan jalur pensinyalan *mitogen-activated protein kinase (MAPK)* yang berperan penting dalam maturasi keratinosit. Aktivasi jalur ini berimplikasi langsung pada peningkatan ekspresi protein EDC,

sehingga memperkuat struktur epidermis yang mengalami disrupsi akibat iritasi kimia atau inflamasi. Model *in vitro* menggunakan sel HaCaT memperlihatkan bahwa paparan ekstrak oat dapat memulihkan ekspresi protein diferensiasi yang sebelumnya ditekan oleh stimulus inflamasi, yang menunjukkan potensi modulasi seluler yang relevan untuk kondisi patologis kulit. Bukti ini memperluas pemahaman bahwa colloidal oatmeal bekerja melalui mekanisme yang menyerupai *multi-target therapy*, di mana satu bahan aktif mampu memengaruhi beberapa jalur biologis secara simultan. Mekanisme ini memberikan dasar ilmiah yang kuat bagi pemanfaatan colloidal oatmeal dalam formulasi dermatologis yang ditujukan untuk perbaikan *skin barrier* berbasis mekanisme molekuler (Kim et al. 2023).

### Regulasi Inflamasi

Disfungsi *skin barrier* hampir selalu diikuti oleh aktivasi respons inflamasi yang memperparah kerusakan epidermis, terutama melalui pelepasan sitokin proinflamasi seperti *tumor necrosis factor- $\alpha$*  (*TNF- $\alpha$* ), *interleukin-4* (*IL-4*), dan *thymus and activation-regulated chemokine* (*TARC*). Pada tingkat seluler, mediator inflamasi ini memicu perubahan fenotip keratinosit yang menghambat diferensiasi normal dan memperpanjang fase inflamasi, sehingga menciptakan lingkaran patologis yang sulit diputus. Colloidal oatmeal menunjukkan aktivitas antiinflamasi yang signifikan melalui kandungan avenanthramides, yang diketahui mampu menghambat aktivasi faktor transkripsi *nuclear factor kappa B* (*NF- $\kappa$ B*), salah satu regulator utama ekspresi sitokin inflamasi. Pada *in vitro*, penekanan jalur *NF- $\kappa$ B* oleh senyawa bioaktif oatmeal berimplikasi pada penurunan produksi mediator inflamasi oleh keratinosit yang terpapar iritan, sehingga menciptakan lingkungan mikro epidermis yang lebih kondusif bagi pemulihan *skin barrier*. Mekanisme ini menempatkan colloidal oatmeal sebagai agen antiinflamasi ringan yang relevan untuk penggunaan jangka panjang, terutama pada kondisi kulit sensitif atau inflamasi kronis (Fowler et al. 2025).

Efek regulasi inflamasi oleh colloidal oatmeal juga dapat dipahami melalui perbandingan dengan agen antiinflamasi herbal lain yang digunakan dalam dermatologi, seperti *Psidium guajava*. Studi pada model hewan menunjukkan bahwa ekstrak *Psidium guajava* mampu menekan ekspresi sitokin proinflamasi dan meningkatkan sitokin imunoregulator seperti *interleukin-10* (*IL-10*), yang berkontribusi pada perbaikan lesi dermatitis atopik. Meskipun mekanisme molekuler kedua bahan ini tidak identik, perbandingan tersebut menyoroti pentingnya modulasi inflamasi sebagai komponen kunci dalam pemulihan *skin barrier*. Colloidal oatmeal, dengan profil keamanan yang lebih baik dan risiko sensitisasi yang rendah, menawarkan pendekatan yang lebih aplikatif untuk penggunaan luas, terutama pada populasi rentan seperti bayi dan anak-anak. Pendekatan antiinflamasi yang bersifat modulatif, bukan supresif total, memungkinkan kulit untuk memulihkan fungsi fisiologisnya tanpa mengganggu respons imun protektif (Choi et al. 2012).

Dalam studi klinis, efek antiinflamasi colloidal oatmeal tercermin dari penurunan skor keparahan lesi dan pruritus pada pasien dermatitis atopik dan eksem iritan kronis. Penggunaan krim colloidal oatmeal 1% sebagai terapi tambahan menunjukkan kemampuan untuk mempertahankan perbaikan klinis bahkan setelah penghentian kortikosteroid topikal, yang mengindikasikan peran oatmeal dalam stabilisasi respons inflamasi jangka menengah. Dari sudut pandang *in vitro*, fenomena ini dapat dijelaskan melalui penurunan ekspresi mediator inflamasi yang biasanya bertahan lama pasca-paparan iritan. Penurunan inflamasi

yang lebih stabil menciptakan kondisi yang mendukung regenerasi epidermis dan pemulihan *tight junction*, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap perbaikan *skin barrier*. Bukti ini memperkuat relevansi pengukuran biomarker inflamasi pada keratinosit sebagai indikator efektivitas colloidal oatmeal dalam penelitian molekuler (Sobhan et al. 2020).

### Stres Oksidatif dan Mikrobioma

Stres oksidatif merupakan faktor tambahan yang berkontribusi terhadap kerusakan *skin barrier*, terutama melalui akumulasi *reactive oxygen species (ROS)* yang merusak lipid interselular dan protein struktural epidermis. Pada tingkat seluler, peningkatan *ROS* dapat mengganggu diferensiasi keratinosit dan memperburuk respons inflamasi, sehingga mempercepat degradasi fungsi *skin barrier*. Colloidal oatmeal mengandung senyawa antioksidan, termasuk polifenol dan avenanthramides, yang mampu menetralkan *ROS* dan melindungi sel epidermis dari kerusakan oksidatif. Dalam model *in vitro*, paparan ekstrak oatmeal menunjukkan penurunan penanda stres oksidatif serta peningkatan viabilitas keratinosit yang terpapar agen prooksidan. Efek antioksidan ini berperan sebagai lapisan perlindungan tambahan yang melengkapi mekanisme diferensiasi epidermis dan regulasi inflamasi, sehingga menghasilkan pendekatan terapeutik yang lebih komprehensif terhadap perbaikan *skin barrier*. Peran antioksidan *Avena sativa* dalam meningkatkan hidrasi dan menurunkan kekeringan kulit dengan hubungan antara stres oksidatif dan xerosis pada populasi tropis (Saragih 2019).

Selain efek langsung terhadap sel epidermis, colloidal oatmeal juga menunjukkan interaksi signifikan dengan mikrobioma kulit, yang kini diakui sebagai komponen integral dari fungsi *skin barrier*. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa colloidal oatmeal bertindak sebagai *prebiotic* yang mendukung pertumbuhan bakteri komensal seperti *Staphylococcus epidermidis*, sekaligus menekan dominasi bakteri patogen. Peningkatan metabolisme *S. epidermidis* oleh oatmeal berkontribusi pada produksi asam laktat yang menurunkan pH kulit ke rentang fisiologis, kondisi yang mendukung integritas *skin barrier* dan menghambat kolonisasi patogen. Pada *in vitro*, modulasi mikrobioma ini mencerminkan perubahan lingkungan epidermis yang lebih stabil dan protektif, yang pada akhirnya berkontribusi pada perbaikan fungsi barrier secara tidak langsung. Hubungan antara oatmeal, produksi asam laktat, dan peningkatan kualitas *skin barrier* sebagai peran *prebiotic colloidal oat* pada bakteri komensal kulit (Liu-Walsh et al. 2021).

Integrasi antara perlindungan antioksidan dan modulasi mikrobioma memperkuat konsep bahwa colloidal oatmeal bekerja melalui mekanisme *multi-dimensional*, yang melibatkan interaksi kompleks antara keratinosit, mediator inflamasi, dan komunitas mikroba kulit. Pendekatan ini sejalan dengan hasil studi formulasi yang menunjukkan bahwa sediaan colloidal oatmeal dalam bentuk krim atau gel mampu mempertahankan pH dan keseimbangan lipid interselular tanpa meningkatkan produksi sebum secara patologis. Stabilitas lingkungan epidermis ini mendukung proses regenerasi *skin barrier* yang lebih efektif dan berkelanjutan, terutama pada kondisi kulit kering atau teriritasi. Dengan pengukuran biomarker stres oksidatif dan parameter mikrobioma pada penelitian *in vitro* memberikan wawasan yang lebih luas mengenai mekanisme kerja colloidal oatmeal sebagai agen dermatologis berbasis sains molekuler (Bela et al. 2022).

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil kajian *in vitro* yang dianalisis secara komprehensif, dapat disimpulkan bahwa *colloidal oatmeal* memiliki peran biologis yang signifikan dalam memperbaiki kerusakan *skin barrier* melalui mekanisme molekuler yang bersifat multidimensional, meliputi modulasi diferensiasi epidermis, regulasi respons inflamasi, serta perlindungan terhadap stres oksidatif pada keratinosit. Bukti ilmiah menunjukkan bahwa paparan *colloidal oatmeal* mampu meningkatkan ekspresi protein diferensiasi epidermis seperti *filaggrin* dan komponen *epidermal differentiation complex*, menurunkan mediator inflamasi proinflamasi termasuk *IL-1 $\alpha$*  dan *TNF- $\alpha$* , serta menekan akumulasi penanda stres oksidatif yang berkontribusi terhadap disrupsi struktur epidermis. Selain itu, perannya sebagai *prebiotic* yang mendukung keseimbangan mikrobioma kulit turut memperkuat stabilitas lingkungan epidermis dan mendukung pemulihan fungsi protektif kulit secara tidak langsung. Integrasi temuan-temuan tersebut menegaskan bahwa *colloidal oatmeal* tidak hanya berfungsi sebagai emolien pasif, tetapi juga sebagai agen bioaktif yang bekerja pada tingkat seluler dan molekuler, sehingga relevan sebagai dasar ilmiah pengembangan formulasi dermatologis yang aman dan berbasis mekanisme. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi secara lebih mendalam hubungan dosis-respons *colloidal oatmeal* terhadap biomarker molekuler spesifik, serta mengombinasikan model *in vitro* dengan pendekatan *ex vivo* atau *3D skin models* guna memperoleh gambaran yang lebih representatif terhadap kondisi kulit manusia secara fisiologis.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Allameh, Abdolamir, Reyhaneh Niayesh-Mehr, Azadeh Aliarab, Giada Sebastiani, and Kostas Pantopoulos. 2023. "Oxidative Stress in Liver Pathophysiology and Disease." *Antioxidants* 12 (9): 1653. <https://doi.org/10.3390/antiox12091653>.
- [2] Armstrong, April W., and Claire Read. 2020. "Pathophysiology, Clinical Presentation, and Treatment of Psoriasis: A Review." *JAMA* 323 (19): 1945–60. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.4006>.
- [3] Bela, Jehona, Teodora Dodov, Maja Simonoska Crcarevska, and Marija Glavas Dodov. 2022. "The Effect of Different Formulations with Colloidal Oatmeal on the Epidermal Barrier Function and Hydration." *Macedonian Pharmaceutical Bulletin*, ahead of print, 2022. <https://doi.org/10.33320/maced.pharm.bull.2022.68.03.287>.
- [4] Choi, Jae Ho, Bong Hwan Park, Hyung Gyun Kim, Yong Pil Hwang, Eun Hee Han, Sun Woo Jin, Jong Kwon Seo, Young Chul Chung, and Hye Gwang Jeong. 2012. "Inhibitory Effect of Psidium Guajava Water Extract in the Development of 2,4-Dinitrochlorobenzene-Induced Atopic Dermatitis in NC/Nga Mice." *Food and Chemical Toxicology* 50 (8): 2923–29. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2012.04.044>.
- [5] Fowler, Joseph F., Lin Ma, James Bergman, Paul Horowitz, Tina Lavender, Lawrence F. Eichenfield, Zoe Draelos, Simon G. Danby, and Michael J. Cork. 2025. "Is Colloidal Oat an Effective Emollient Ingredient for the Prevention and Treatment of Atopic Dermatitis in Infants?" *Journal of Dermatological Treatment* 36 (1): 2487945. <https://doi.org/10.1080/09546634.2025.2487945>.
- [6] Grice, Elizabeth A., Heidi H. Kong, Sean Conlan, Clayton B. Deming, Joie Davis, Alice C. Young, and Julia A. Segre. 2009. "Topographical and Temporal Diversity of the Human

- Skin Microbiome.” *Science* 324 (2009): 1190–92. <https://doi.org/10.1126/science.1171700>.
- [7] Hannoodee, Sally, and Dian N. Nasuruddin. 2025. “Acute Inflammatory Response.” In *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.
- [8] Ilnytska, Olha, Simarna Kaur, Suhyoun Chon, and others. 2016. “Colloidal Oatmeal (Avena Sativa) Improves Skin Barrier through Multi-Therapy Activity.” *Journal of Drugs in Dermatology* 15 (6): 684–90.
- [9] Kim, Hyo-Sung, Hyun-Jeong Hwang, Woo-Duck Seo, and Sun-Hee Do. 2023. “Oat (Avena Sativa L.) Sprouts Restore Skin Barrier Function by Modulating the Expression of the Epidermal Differentiation Complex in Models of Skin Irritation.” *International Journal of Molecular Sciences* 24 (24): 17274. <https://doi.org/10.3390/ijms242417274>.
- [10] Lisante, Toni Anne, Chris Nuñez, and Paul Zhang. 2017. “Efficacy and Safety of an Over-the-Counter 1% Colloidal Oatmeal Cream in the Management of Mild to Moderate Atopic Dermatitis in Children.” *Journal of Dermatological Treatment* 28 (7): 659–67. <https://doi.org/10.1080/09546634.2017.1303569>.
- [11] Liu-Walsh, Fang, Neena K. Tierney, James Hauschild, Allison K. Rush, John Masucci, Gregory C. Leo, and Kimberly A. Capone. 2021. “Prebiotic Colloidal Oat Supports the Growth of Cutaneous Commensal Bacteria Including Staphylococcus Epidermidis and Enhances the Production of Lactic Acid.” *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 2021, 73–82. <https://doi.org/10.2147/CCID.S253386>.
- [12] Melissa, Onny Priskila, Priska Akwilda Sau, Suryawan Ang, Aldo Tjundawan, and Ferdinand. 2025. “Manfaat Sabun Oatmeal Dan Secang Untuk Kulit Berminyak.” *Jurnal Ilmu Multidisiplin* 4 (5): 3050–55. <https://doi.org/10.38035/jim.v4i5.1500>.
- [13] Nemes, Z., and P. Steinert. 1999. “Bricks and Mortar of the Epidermal Barrier.” *Experimental & Molecular Medicine* 31 (1999): 5–19. <https://doi.org/10.1038/emm.1999.2>.
- [14] Pons-Guiraud, A. 2007. “Dry Skin in Dermatology: A Complex Physiopathology.” *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology* 21 (2007): 1–4. <https://doi.org/10.1111/j.1468-3083.2007.02379.x>.
- [15] Proksch, Ehrhardt, Enzo Berardesca, Laurent Misery, Johan Engblom, and Joke Bouwstra. 2020. “Dry Skin Management: Practical Approach in Light of Latest Research on Skin Structure and Function.” *Journal of Dermatological Treatment* 31 (7): 716–22. <https://doi.org/10.1080/09546634.2019.1607024>.
- [16] Rajkumar, Jeffrey, Neha Chandan, Peter Lio, and Vivian Shi. 2023. “The Skin Barrier and Moisturization: Function, Disruption, and Mechanisms of Repair.” *Skin Pharmacology and Physiology* 36 (4): 174–85. <https://doi.org/10.1159/000534136>.
- [17] Reddy, V. Prakash. 2023. “Oxidative Stress in Health and Disease.” *Biomedicines* 11 (11): 2925. <https://doi.org/10.3390/biomedicines11112925>.
- [18] Riyanto, Puguh, Yosep Ferdinand Rahmat Sugianto, and Mutia Dian Permatasari Mochtar Z. 2025. “Comparison of the Effectiveness of Colloidal Oatmeal 1% With Petrolatum 100% to Repair the Skin Barrier in Psoriasis Vulgaris: A Study of Trans-Epidermal Water Loss.” *Science Midwifery* 13 (4): 1169–75. <https://doi.org/10.35335/midwifery.v13i4.2118>.
- [19] Saragih, Daniel. 2019. “Potential Effect of Avena Sativa Cream on Skin Hydration.”

- Proceedings of the International Conference on Health Informatics and Medical Application Technology (ICHIMAT 2019)*, 2019, 317-24. <https://doi.org/10.5220/0009491203170324>.
- [20] Sobhan, Mohammadreza, Mahsa Hojati, Seyed-Yaser Vafaie, Davoud Ahmadimoghaddam, Younes Mohammadi, and Maryam Mehrpooya. 2020. "The Efficacy of Colloidal Oatmeal Cream 1% as Add-on Therapy in the Management of Chronic Irritant Hand Eczema: A Double-Blind Study." *Clinical, Cosmetic and Investigational Dermatology*, 2020, 241-51. <https://doi.org/10.2147/CCID.S246021>.
- [21] Van Bever, Hugo P. S., and Genevieve Llanora. 2011. "Features of Childhood Atopic Dermatitis." *Asian Pacific Journal of Allergy and Immunology* 29 (1): 15.
- [22] Van Dyke, Thomas E., and Kenneth S. Kornman. 2008. "Inflammation and Factors That May Regulate Inflammatory Response." *Journal of Periodontology* 79 (2008): 1503-7. <https://doi.org/10.1902/jop.2008.080239>.
- [23] Wallo, Warren. 2007. "Colloidal Oatmeal: History, Chemistry and Clinical Properties." *Journal of Drugs in Dermatology* 6 (2).
- [24] Yuslianti, Euis Reni. 2018. *Pengantar Radikal Bebas Dan Antioksidan*. Deepublish, 2018.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN