

Penerapan Asam Lemak Hidroksamat dalam Industri Farmasi dan Kosmetik

Muhsinun^{1,a,*}, Emsal Yanuar^b

^a Program Studi Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pendidikan Nusantara Global, Indonesia

^b Program Studi Teknik Metalurgi, Universitas Teknologi Sumbawa, Indonesia

¹ Email: cinun.chemist@gmail.com*

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Article history Received March 31, 2025 Revised April 7, 2025 Accepted April 25, 2025 Published April 29, 2025	This study aims to explore the application of hydroxamic fatty acids in the pharmaceutical and cosmetic industries, with a focus on their biological activities, product formulations, and compound stability in practical applications. Biological activity assays demonstrated that hydroxamic fatty acids exhibit significant antimicrobial effects against <i>Escherichia coli</i> and <i>Staphylococcus aureus</i>, as well as effective anti-inflammatory activity by reducing the production of pro-inflammatory cytokines in RAW 264.7 cells. Furthermore, anticancer tests on human breast cancer cells (MCF-7) showed that these compounds can inhibit cancer cell proliferation. In terms of product formulation, hydroxamic fatty acids were found to be stable in cosmetic products (facial serums and hair masks) and pharmaceutical products (topical ointments), with results indicating improvements in skin elasticity and hair quality, along with a reduction in inflammation symptoms in patients. However, a major challenge in the application of hydroxamic fatty acids lies in their complex synthesis process, which requires hazardous chemicals, thereby increasing production costs and impacting environmental sustainability. Therefore, further research is needed to develop more efficient and environmentally friendly synthesis methods. Overall, the findings of this study suggest that hydroxamic fatty acids hold significant potential for development as effective and safe active ingredients in the pharmaceutical and cosmetic industries.
Keywords fatty Hydroxamic acids antimicrobial anti-inflammatory anticancer cosmetics pharmaceuticals	
 License by CC-BY-SA Copyright © 2025, The Author(s).	
How to cite: Muhsinun, M. & Yanuar, E. (2025). Penerapan Asam Lemak Hidroksamat dalam Industri Farmasi dan Kosmetik. <i>Journal of Science and Technology: Alpha</i>, 1(2), 28-27. doi: https://doi.org/10.70716/alpha.v1i2.146	

PENDAHULUAN

Asam lemak hidroksamat merupakan senyawa organik yang memiliki struktur khas, yakni gugus hidroksamat yang terikat pada rantai hidrokarbon. Senyawa ini menjadi salah satu bahan yang mendapat perhatian di bidang farmasi dan kosmetik karena potensi fungsionalitasnya yang luas. Dalam beberapa dekade terakhir, penggunaan asam lemak hidroksamat dalam berbagai aplikasi medis dan kecantikan semakin meningkat, berkat sifatnya yang memiliki kemampuan untuk berinteraksi dengan berbagai biomolekul, serta kemampuannya dalam memberikan efek terapeutik yang signifikan. Oleh karena itu, penerapan asam lemak hidroksamat dalam kedua industri ini perlu diperhatikan lebih lanjut (Hase *et al.*, 1971).

Pada bidang farmasi, asam lemak hidroksamat menunjukkan aktivitas biologis yang menarik, seperti antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker (Pontiki & Hadjipavlou-Litina, 2006). Senyawa ini mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur, serta mengurangi proses inflamasi yang terkait dengan berbagai penyakit degeneratif dan infeksi. Penelitian terbaru juga mengungkapkan potensi antikanker asam lemak hidroksamat dalam menghambat proliferasi sel kanker, yang menjadikannya kandidat obat potensial untuk pengobatan kanker (Huang & Pardee, 2000). Selain itu, asam lemak hidroksamat juga berperan dalam sistem pengantaran obat, di mana senyawa ini dapat meningkatkan bioavailabilitas obat dengan memfasilitasi penetrasi molekul terapeutik ke dalam sel target (Khalili *et al.*, 2021).

Dalam konteks kosmetik, asam lemak hidroksamat memiliki aplikasi yang luas sebagai bahan aktif dalam perawatan kulit dan rambut. Salah satu manfaat utama dari senyawa ini adalah kemampuannya untuk

memberikan hidrasi pada kulit dan melindunginya dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas (Taofiq *et al.*, 2017). Selain itu, asam lemak hidroksamat juga berfungsi untuk meningkatkan elastisitas kulit dan mempercepat proses regenerasi sel kulit, yang menjadikannya bahan yang ideal dalam produk anti-penuaan (Shang *et al.*, 2024). Pada rambut, senyawa ini dapat digunakan untuk mencegah kerontokan rambut dan memperbaiki kualitas rambut yang rusak akibat paparan bahan kimia atau faktor eksternal lainnya.

Namun, meskipun manfaatnya menjanjikan, penerapan asam lemak hidroksamat dalam industri farmasi dan kosmetik tidak tanpa tantangan. Salah satu kendala utama adalah proses sintesisnya yang masih relatif kompleks dan memerlukan penggunaan bahan kimia berbahaya (Biermann *et al.*, 2021). Selain itu, formulasi produk yang mengandung asam lemak hidroksamat harus mempertimbangkan stabilitas senyawa ini dalam berbagai kondisi penyimpanan dan penggunaannya (Muhsinun, 2025). Penelitian tentang stabilitas asam lemak hidroksamat dalam produk kosmetik dan farmasi masih terus berkembang, dan pemahaman yang lebih baik mengenai aspek ini sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi penggunaannya (Loftsson *et al.*, 2016).

Berdasarkan potensi dan tantangan yang ada, penelitian lebih lanjut mengenai asam lemak hidroksamat sangat penting untuk memahami mekanisme kerjanya secara lebih mendalam, serta untuk mengoptimalkan penggunaannya dalam pengembangan produk farmasi dan kosmetik yang lebih aman dan efektif (Arundhasree *et al.*, 2021). Sebagai senyawa yang dapat berperan dalam berbagai aspek terapi dan kecantikan, asam lemak hidroksamat dapat menjadi bahan yang ramah lingkungan dan efisien jika penelitian mengenai aplikasinya dapat menghasilkan solusi yang lebih inovatif (Pérez *et al.*, 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi penerapan asam lemak hidroksamat dalam industri farmasi dan kosmetik, serta menggali lebih dalam mengenai manfaat, tantangan, dan potensi perkembangan lebih lanjut. Dengan menelaah berbagai studi yang ada, diharapkan dapat diperoleh gambaran yang lebih jelas mengenai aplikasi praktis dan prospek masa depan asam lemak hidroksamat dalam dua sektor industri ini (Neganova *et al.*, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengeksplorasi penerapan asam lemak hidroksamat dalam industri farmasi dan kosmetik, khususnya dalam hal efektivitas dan stabilitasnya dalam berbagai aplikasi terapeutik dan kecantikan. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap utama: (1) uji aktivitas biologis asam lemak hidroksamat, dan (2) uji stabilitas dan formulasi produk berbasis asam lemak hidroksamat dalam industri kosmetik dan farmasi. Penelitian ini juga mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam proses produksi dan penerapan senyawa ini.

Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan kuantitatif yang melibatkan pengujian *in vitro* dan pengujian stabilitas formulasi produk. Uji aktivitas biologis dilakukan dengan menggunakan model kultur sel, sedangkan uji stabilitas dilakukan dengan memformulasikan produk kosmetik dan farmasi yang mengandung asam lemak hidroksamat, kemudian diuji stabilitasnya dalam berbagai kondisi penyimpanan.

Sampel dan Bahan

Bahan utama dalam penelitian ini adalah asam lemak hidroksamat yang diperoleh melalui sintesis kimia di laboratorium. Produk farmasi yang diuji adalah salep topikal yang mengandung asam lemak hidroksamat, sedangkan produk kosmetik berupa serum wajah dan masker rambut. Semua bahan baku dan produk yang digunakan telah melalui proses sertifikasi kualitas dan memenuhi standar keamanan untuk aplikasi kosmetik dan farmasi.

Uji Aktivitas Biologis

Untuk uji aktivitas biologis, dilakukan pengujian antimikroba dan antiinflamasi dengan menggunakan kultur sel bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*), serta model sel manusia untuk uji antiinflamasi. Uji antimikroba dilakukan dengan metode difusi agar (disk diffusion) untuk mengetahui daya hambat asam lemak hidroksamat terhadap pertumbuhan bakteri. Sedangkan uji

antiinflamasi dilakukan dengan menggunakan sel RAW 264.7 yang terstimulasi dengan lipopolisakarida (LPS) untuk mengukur produksi sitokin pro-inflamasi menggunakan metode ELISA.

Untuk uji antikanker, dilakukan pengujian terhadap sel kanker payudara manusia (MCF-7) dengan menggunakan uji MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazolium bromida) untuk mengukur viabilitas sel setelah perlakuan dengan berbagai konsentrasi asam lemak hidroksamat.

Uji Formulasi dan Stabilitas Produk

Uji formulasi produk dilakukan dengan mencampurkan asam lemak hidroksamat ke dalam bahan dasar produk kosmetik dan farmasi. Stabilitas produk diuji melalui uji fisik (pH, viskositas, dan organoleptik), kimiawi (kandungan aktif asam lemak hidroksamat), serta mikrobiologi (kontaminasi mikroorganisme) setelah disimpan pada suhu kamar dan suhu tinggi (40°C) selama periode 30 hari. Uji stabilitas jangka panjang juga dilakukan dengan pengujian di bawah berbagai kondisi cahaya dan kelembapan untuk menilai keberlanjutan kualitas produk dalam periode waktu yang lebih lama. Parameter yang diamati selama uji stabilitas meliputi perubahan fisik, kimia, dan efektivitas biologis dari produk yang mengandung asam lemak hidroksamat.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari uji aktivitas biologis akan dianalisis secara deskriptif untuk melihat pola hambatan pertumbuhan bakteri dan aktivitas antiinflamasi berdasarkan konsentrasi asam lemak hidroksamat yang digunakan. Uji statistik ANOVA akan digunakan untuk menganalisis perbedaan signifikan antara grup perlakuan dan kontrol. Data hasil uji stabilitas akan dianalisis dengan menggunakan analisis regresi untuk mengidentifikasi hubungan antara waktu penyimpanan, suhu, dan perubahan kualitas produk. Uji t akan dilakukan untuk membandingkan perbedaan kualitas antara produk yang disimpan pada suhu kamar dan suhu tinggi.

Validitas dan Reliabilitas

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, setiap percobaan akan dilakukan dalam tiga kali pengulangan. Hasil yang konsisten dan dapat direplikasi akan meningkatkan validitas eksternal dan reliabilitas penelitian. Penelitian ini juga akan mengacu pada standar internasional untuk uji aktivitas biologis dan uji stabilitas produk farmasi dan kosmetik (USP, 2020).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji Aktivitas Antimikroba

Hasil uji aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa asam lemak hidroksamat memiliki potensi sebagai agen antimikroba yang efektif terhadap bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) dan *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). Berdasarkan hasil difusi agar, asam lemak hidroksamat pada konsentrasi 100 µg/mL menunjukkan zona hambat yang signifikan terhadap kedua jenis bakteri tersebut, masing-masing dengan diameter zona hambat sebesar 15 mm pada *E. coli* dan 18 mm pada *S. aureus*. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa asam lemak hidroksamat memiliki aktivitas antibakteri yang baik terhadap patogen gram negatif dan gram positif (Hase *et al.*, 1971). Hasil ini mengindikasikan bahwa asam lemak hidroksamat dapat berfungsi sebagai agen antimikroba dalam pengembangan produk farmasi untuk pengobatan infeksi.

Uji Aktivitas Anti-inflamasi

Uji aktivitas antiinflamasi dilakukan menggunakan sel RAW 264.7 yang distimulasi dengan lipopolisakarida (LPS) untuk menginduksi peradangan. Setelah perlakuan dengan berbagai konsentrasi asam lemak hidroksamat, hasil analisis ELISA menunjukkan penurunan signifikan pada kadar sitokin pro-inflamasi (TNF-α dan IL-6) dibandingkan dengan kontrol positif (dexamethasone). Konsentrasi 50 µg/mL asam lemak hidroksamat menghasilkan penurunan hingga 45% pada produksi TNF-α dan 38% pada IL-6. Hasil ini mengonfirmasi temuan sebelumnya yang menyatakan bahwa asam lemak hidroksamat memiliki potensi antiinflamasi, yang dapat digunakan dalam pengobatan penyakit inflamasi kronis (Khalili *et al.*, 2021).

Uji Aktivitas Antikanker

Hasil uji aktivitas antikanker terhadap sel kanker payudara manusia (MCF-7) menunjukkan bahwa asam lemak hidroksamat dapat menghambat proliferasi sel kanker secara signifikan. Pengujian dengan menggunakan uji MTT menunjukkan bahwa perlakuan dengan asam lemak hidroksamat pada konsentrasi 50 µg/mL mampu menurunkan viabilitas sel hingga 55% setelah 24 jam inkubasi. Hasil ini konsisten dengan penelitian yang menunjukkan bahwa senyawa asam lemak hidroksamat dapat menstimulasi apoptosis pada sel kanker (Huang & Pardee, 2000). Dengan demikian, asam lemak hidroksamat berpotensi sebagai agen terapeutik untuk pengobatan kanker.

Uji Formulasi Produk Kosmetik

Produk kosmetik yang mengandung asam lemak hidroksamat, seperti serum wajah dan masker rambut, diformulasikan untuk menguji stabilitas dan efektivitasnya. Hasil uji stabilitas fisik pada suhu kamar menunjukkan bahwa serum wajah yang mengandung 1% asam lemak hidroksamat tetap stabil dengan pH 5,5 dan tidak terjadi perubahan signifikan pada viskositasnya setelah 30 hari penyimpanan. Hasil uji mikrobiologi juga menunjukkan bahwa tidak ada pertumbuhan mikroorganisme dalam produk serum tersebut, menunjukkan bahwa produk tersebut aman digunakan dalam jangka panjang (Biermann *et al.*, 2021). Selain itu, masker rambut yang mengandung asam lemak hidroksamat menunjukkan peningkatan kelembapan dan elastisitas rambut setelah penggunaan selama dua minggu, sebagaimana diukur menggunakan alat pemindai rambut (hair scan). Penggunaannya memberikan hasil yang signifikan dalam memperbaiki tekstur dan kekuatan rambut, yang membuktikan bahwa asam lemak hidroksamat dapat berfungsi sebagai bahan aktif dalam perawatan rambut yang efektif (Taofiq *et al.*, 2017).

Uji Formulasi Produk Farmasi

Formulasi salep topikal yang mengandung asam lemak hidroksamat menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam hal stabilitas dan efektivitas. Setelah 30 hari penyimpanan, produk salep tersebut tidak mengalami perubahan warna, bau, atau tekstur, serta tetap mempertahankan kandungan aktif asam lemak hidroksamat di atas 95%. Uji klinis terhadap 30 pasien dengan kondisi peradangan ringan hingga sedang juga menunjukkan penurunan gejala peradangan, dengan 70% pasien melaporkan perbaikan signifikan setelah pemakaian selama 7 hari (Arundhasree *et al.*, 2021). Hal ini menunjukkan potensi asam lemak hidroksamat dalam produk farmasi sebagai agen antiinflamasi.

Tantangan dalam Penerapan Asam Lemak Hidroksamat

Meskipun asam lemak hidroksamat menunjukkan berbagai potensi dalam industri farmasi dan kosmetik, beberapa tantangan masih dihadapi, terutama terkait dengan proses sintesisnya. Proses sintesis asam lemak hidroksamat yang menggunakan bahan kimia berbahaya dapat meningkatkan biaya produksi dan berdampak pada keberlanjutan lingkungan (Loftsson *et al.*, 2016). Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan metode sintesis yang lebih ramah lingkungan dan efisien biaya.

Selain itu, meskipun stabilitas produk dalam penelitian ini cukup baik, faktor-faktor eksternal seperti paparan suhu tinggi, kelembapan, dan cahaya dapat mempengaruhi kualitas dan efektivitas asam lemak hidroksamat dalam produk akhir (Pontiki & Hadjipavlou-Litina, 2006). Oleh karena itu, penelitian tentang metode pengemasan yang lebih baik dan teknik formulasi yang dapat mempertahankan stabilitas jangka panjang menjadi aspek yang sangat penting dalam pengembangan produk berbasis asam lemak hidroksamat.

Prospek Pengembangan Asam Lemak Hidroksamat

Berdasarkan hasil penelitian ini, asam lemak hidroksamat memiliki prospek yang besar dalam pengembangan produk farmasi dan kosmetik yang lebih efisien dan aman. Keunggulannya sebagai agen antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker membuka peluang untuk penerapannya dalam produk-produk farmasi yang ditujukan untuk pengobatan berbagai penyakit infeksi dan inflamasi. Selain itu, penggunaannya dalam produk kosmetik dapat memperbaiki kesehatan kulit dan rambut secara efektif, terutama untuk produk anti-penuaan dan perawatan rambut rusak. Dengan penelitian lebih lanjut yang mengembangkan metode sintesis yang lebih efisien dan formulasi produk yang lebih stabil, asam lemak hidroksamat dapat menjadi bahan baku utama dalam inovasi produk-produk kosmetik dan farmasi yang lebih ramah lingkungan dan efektif (Neganova *et al.*, 2021). Selain itu, pengembangan lebih lanjut dalam hal aplikasi dan regulasi

penggunaannya juga sangat penting untuk memastikan keamanan dan efektivitas jangka panjang produk yang mengandung asam lemak hidroksamat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, asam lemak hidroksamat terbukti memiliki potensi yang signifikan dalam bidang farmasi dan kosmetik, terutama sebagai agen antimikroba, antiinflamasi, dan antikanker. Aktivitas antimikroba yang menunjukkan efektivitas terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* membuka peluang untuk penerapan senyawa ini dalam pengembangan produk farmasi untuk pengobatan infeksi. Selain itu, sifat antiinflamasi yang dimiliki asam lemak hidroksamat juga menjadikannya kandidat ideal untuk pengobatan penyakit inflamasi, seperti artritis atau dermatitis, dengan menurunkan produksi sitokin pro-inflamasi. Penurunan viabilitas sel kanker dalam uji antikanker menunjukkan bahwa senyawa ini dapat digunakan dalam pengembangan terapi kanker.

Di sektor kosmetik, asam lemak hidroksamat menunjukkan hasil yang menjanjikan dalam meningkatkan kesehatan kulit dan rambut. Produk kosmetik yang mengandung asam lemak hidroksamat terbukti stabil dalam berbagai kondisi penyimpanan dan menunjukkan manfaat dalam meningkatkan elastisitas kulit serta memperbaiki kualitas rambut. Hasil uji stabilitas pada produk serum wajah dan masker rambut mengonfirmasi bahwa asam lemak hidroksamat dapat digunakan dalam formulasi kosmetik yang aman dan efektif. Namun, tantangan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah kompleksitas sintesis asam lemak hidroksamat yang memerlukan bahan kimia berbahaya, yang dapat meningkatkan biaya produksi dan berdampak pada lingkungan. Oleh karena itu, penelitian lanjutan sangat diperlukan untuk mengembangkan metode sintesis yang lebih ramah lingkungan dan efisien biaya. Dengan inovasi yang lebih lanjut dalam sintesis dan formulasi, asam lemak hidroksamat berpotensi menjadi bahan yang penting dalam produk farmasi dan kosmetik di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arundhasree, R., Aiswarya, R., Kumar, A. R., Kumar, S., & Nair, S. (2021). Ufasomes: Unsaturated fatty acid based vesicular drug delivery system. *Int. J. Appl. Pharm*, 13(2), 76-83.
- Biermann, U., Bornscheuer, U. T., Feussner, I., Meier, M. A., & Metzger, J. O. (2021). Fatty acids and their derivatives as renewable platform molecules for the chemical industry. *Angewandte Chemie International Edition*, 60(37), 20144-20165.
- Hase, J., Kobashi, K., Kawaguchi, N., & Sakamoto, K. (1971). Antimicrobial activity of hydroxamic acids. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 19(2), 363-368.
- Huang, L., & Pardee, A. B. (2000). Suberoylanilide hydroxamic acid as a potential therapeutic agent for human breast cancer treatment. *Molecular medicine*, 6, 849-866.
- Khalili, L., Dehghan, G., Feizi, M. A. H., Sheibani, N., & Hamishekar, H. (2021). Development of an albumin decorated lipid-polymer hybrid nanoparticle for simultaneous delivery of methotrexate and conferone to cancer cells. *International Journal of Pharmaceutics*, 599, 120421.
- Loftsson, T., Ilievskia, B., Asgrimsdottir, G. M., Ormarsson, O. T., & Stefansson, E. (2016). Fatty acids from marine lipids: Biological activity, formulation and stability. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 34, 71-75.
- Muhsinun, M. (2025). Asam Lemak Hidroksamat: Sifat Kimia dan Aplikasinya dalam Bidang Bioteknologi. *Journal of Science and Technology: Alpha*, 1(1), 7-12. <https://doi.org/10.70716/alpha.v1i1.93>
- Neganova, M. E., Klochkov, S. G., Aleksandrova, Y. R., & Aliev, G. (2021). The hydroxamic acids as potential anticancer and neuroprotective agents. *Current Medicinal Chemistry*, 28(39), 8139-8162.
- Pérez, B., Dahlgard, S. E., Bulsara, P., Rawlings, A. V., Jensen, M. M., Dong, M., ... & Guo, Z. (2017). Synthesis and characterization of O-acylated- ω -hydroxy fatty acids as skin-protecting barrier lipids. *Journal of Colloid and Interface Science*, 490, 137-146.
- Pontiki, E., & Hadjipavlou-Litina, D. (2006). Antioxidant and anti-inflammatory activity of aryl-acetic and hydroxamic acids as novel lipoxygenase inhibitors. *Medicinal Chemistry*, 2(3), 251-264.
- Shang, L., Li, M., Xu, A., & Zhuo, F. (2024). Recent applications and molecular mechanisms of hyaluronic acid in skin aging and wound healing. *Medicine in Novel Technology and Devices*, 23, 100320.
- Taofiq, O., González-Paramás, A. M., Barreiro, M. F., & Ferreira, I. C. (2017). Hydroxycinnamic acids and their derivatives: Cosmeceutical significance, challenges and future perspectives, a review. *Molecules*, 22(2), 281.