

Pengaruh Emulgel Ekstrak Kunyit (*Curcuma Longa*) terhadap Ekspresi Gen Tumor Nekrosis Alpha (Tnf- A) dan Densitas Kolagen pada Tikus Galur Wistar Jantan (*Rattus Norvegicus*) yang Dipapar Sinar Ultraviolet B (Uvb)

Indah Permatasari* , Diana Krisanti Jasaputra, Julia Windi, Agnes Anania

Universitas Kristen Maranatha, Indonesia

Email: indahpermata1494@gmail.com*

Abstrak

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian emulgel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) terhadap ekspresi gen TNF- α dan densitas kolagen pada kulit tikus galur Wistar jantan yang dipapar sinar UVB. Metode Penelitian ini dengan eksperimental in vivo dengan desain post-test only control group design. Sebanyak 18 ekor tikus Wistar jantan dibagi menjadi enam kelompok: kontrol negatif (tanpa UVB), kontrol UVB, kontrol UVB+placebo, dan tiga kelompok perlakuan yang diberi emulgel ekstrak kunyit 1%, 2%, dan 4% setelah paparan UVB (180 mJ/cm²/hari selama 28 hari). Ekspresi gen TNF- α diukur dengan qRT-PCR, sedangkan densitas kolagen dianalisis secara histologis dengan pewarnaan Masson's Trichrome dan kuantifikasi menggunakan ImageJ. Data dianalisis dengan uji Kruskal-Wallis, Oneway ANOVA, dan Mann-Whitney. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian emulgel ekstrak kunyit secara signifikan menurunkan ekspresi gen TNF- α ($p=0,019$) dan meningkatkan densitas kolagen ($p=0,000$) secara dosis-respons. Penurunan TNF- α tertinggi terjadi pada kelompok 4% (rerata 0,32733), sedangkan peningkatan densitas kolagen tertinggi dicapai pada kelompok 2% (58,6%) dan 4% (60,033%). Kelompok perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan dibandingkan kelompok kontrol UVB dan UVB+placebo ($p<0,05$). Kesimpulan penelitian ini Emulgel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) efektif menurunkan ekspresi gen TNF- α dan meningkatkan densitas kolagen pada kulit tikus yang terpapar UVB, dengan efektivitas optimal pada konsentrasi 4% untuk penekanan inflamasi dan 2-4% untuk perbaikan struktur kolagen. Temuan ini mendukung potensi ekstrak kunyit sebagai agen topikal alami dalam pencegahan photoaging.

Kata kunci: *Curcuma longa*, kurkumin, TNF- α , kolagen, photoaging, UVB, emulgel.

Abstract

*The purpose of this study was to determine the effect of the administration of turmeric extract emulgel (*Curcuma longa*) on TNF- α gene expression and collagen density in the skin of male Wistar strain rats exposed to UVB rays. The method of this study was experimental in vivo with a post-test only control group design. A total of 18 male Wistar mice were divided into six groups: negative control (no UVB), UVB control, UVB + placebo control, and three treatment groups given 1%, 2%, and 4% turmeric extract emulgels after UVB exposure (180 mJ/cm²/day for 28 days). TNF- α gene expression was measured by qRT-PCR, while collagen density was analyzed histological by Masson's Trichrome staining and quantified using ImageJ. Data were analyzed using the Kruskal-Wallis, Oneway ANOVA, and Mann-Whitney tests. The results showed that the administration of turmeric extract emulgel significantly decreased the expression of TNF- α gene ($p=0.019$) and increased collagen density ($p=0.000$) dose-response. The highest decrease in TNF- α occurred in the 4% group (mean 0.32733), while the highest increase in collagen density was achieved in the 2% (58.6%) and 4% (60.033%) groups. The treatment group showed significant differences compared to the UVB control and UVB+placebo ($p<0.05$). Conclusions of this study Turmeric extract emulgel (*Curcuma longa*) effectively decreased the expression of TNF- α gene and increased collagen density in the skin of UVB-exposed mice, with optimal effectiveness at concentrations of 4% for inflammatory suppression and 2-4% for collagen structure improvement. These findings support the potential of turmeric extract as a natural topical agent in the prevention of photoaging.*

Keywords: *Curcuma*; *Turmeric*; *Tumor Necrosis Factor-alpha*; *Collagen*; *Photoaging*.

PENDAHULUAN

Kulit adalah organ terbesar dari tubuh manusia yang secara rutin terpapar sinar ultraviolet (UV) (Choi et al., 2017). UV dikategorikan menurut panjang gelombangnya sebagai UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm), dan UVC (200-280 nm) (Asada et al.,

2019; Liu et al., 2018). UVB lebih energik daripada UVA dan UVC dalam menginduksi kerusakan DNA, stres oksidatif, dan peradangan pada kulit, yang mengakibatkan berbagai efek berbahaya, seperti kekeringan, keriput, eritema, dan pigmentasi (Asada et al., 2019). Sinar ultraviolet B (UVB) menyebabkan terbentuknya radikal bebas yaitu reactive oxygen species (ROS), yang dapat memicu ekspresi TNF- α , dan aktivasi MMP, sehingga menyebabkan penurunan kolagen dan munculnya photoaging (Abdi, 2021; Cahyani, 2022; Muna, 2022; Rachmania, 2022; Septiani, 2025).

Antioksidan adalah senyawa bioaktif yang dapat menunda atau mencegah terbentuknya reaksi radikal bebas (Annisa, 2025; Hartanti, 2025; Mawadah, 2024; Rahim, 2024). Antioksidan alami umumnya berupa senyawa-senyawa fenolik yang terdapat dalam berbagai tanaman. Salah satunya adalah kunyit (*Curcuma longa*) (Aulia, 2025; Sulasiyah et al., 2018). Kunyit (*Curcuma longa*) merupakan salah satu sumber antioksidan karena adanya kandungan kurkumin, dimana dapat mencegah kerusakan sel-sel yang diakibatkan radikal bebas, selain itu kurkumin juga memiliki efek sebagai anti-inflamasi, anti-karsinogenik, anti-infeksi, anti-apoptosis, dan penyembuhan luka (Sulasiyah et al., 2018; Yen et al., 2018).

Pada penelitian Liu et al., menunjukkan bahwa kurkumin dapat melindungi fibroblas dermal manusia dari kerusakan akibat sinar UV dengan mengurangi produksi ROS, menekan stres retikulum endoplasma, menghambat apoptosis, serta meningkatkan sintesis kolagen melalui jalur TGF- β /Smad (Liu et al., 2018). Hwang et al. dalam sebuah studi berbasis biologi molekuler menunjukkan bahwa kurkumin (polifenol yang berasal dari *Curcuma longa*) dapat memberikan efek penghambatan pada produksi ROS yang diinduksi oleh UVB dan MMP secara in vitro dengan memblokir aktivasi protein kinase teraktivasi mitogen yang diinduksi UVB, faktor nuklir- κ B (NF- κ B), dan jalur sinyal faktor transkripsi AP-1.

Hasil penelitian sebelumnya menyebutkan tentang fungsi kunyit dalam antiaging, salah satunya adalah fungsi kunyit sebagai antioksidan dan anti inflamasi yang dapat menunda atau mencegah terbentuknya reaksi radikal bebas (Suprihatin et al., 2020). Namun, penelitian emulgel ekstrak kunyit serta dosis yang tepat untuk melindungi kulit dari photoaging belum terlalu jelas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melihat efek pemberian emulgel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) terhadap ekspresi gen TNF- α dan densitas kolagen kulit.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi ekstrak kunyit sebagai agen terapeutik yang dapat mengurangi peradangan yang diinduksi oleh paparan sinar UVB, dengan mengamati perubahan ekspresi gen TNF- α sebagai indikator peradangan, serta peningkatan densitas kolagen sebagai parameter penyembuhan dan regenerasi jaringan kulit. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai manfaat ekstrak kunyit dalam perlindungan terhadap kerusakan kulit akibat UVB dan potensi penggunaannya dalam pengembangan produk perawatan kulit yang lebih aman dan alami.

METODE PENELITIAN

Desain penelitian ini menggunakan penelitian eksperimental in vivo dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan rancangan post-test only control group design. Tikus galur Wistar jantan berusia 10-12 minggu dengan berat badan antara 150-200 gram. Total sampel yang digunakan adalah 18 ekor yang bagi menjadi enam kelompok dengan perlakuan berbeda selama 4 minggu. Fokus penelitian adalah ekspresi gen TNF- α dan densitas kolagen pada kulit tikus setelah paparan sinar UVB dan perlakuan gel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*). Penelitian ini dilakukan bulan Agustus – November 2025 di Laboratorium Farmakologi Universitas Kristen Maranatha Bandung, Laboratorium MBRL Universitas Kristen Maranatha Bandung, Laboratorium Hewan Coba Universitas Kristen Maranatha Bandung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan bentuk sediaan emulgel didasarkan pada kelebihan penetrasi yang baik, mengatasi keterbatasan kelarutan kurkumin yang memiliki sifat hidrofobik sekaligus memberikan adhesi dan pelepasan terkontrol yang optimal untuk aplikasi topikal (Do et al., 2023). Evaluasi secara organoleptis meliputi penilaian terhadap aroma, warna, dan konsistensi dari sediaan emulgel. Ketiga formula, menunjukkan aroma khas kunyit serta memiliki tekstur yang kental dan halus. Perbedaan utama terletak pada warna emulgel: Formula 0 adalah placebo basis emulgel tanpa kunyit berwarna putih susu.

Formula 1 dengan konsentrasi ekstrak kunyit 1% berwarna kuning muda, sementara Formula 2 dengan ekstrak kunyit 2% berwarna kuning terang dan Formula 3 ekstrak kunyit 4% tampak berwarna kuning jingga terang. Variasi warna ini berkaitan dengan peningkatan kadar ekstrak kunyit yang mengandung pigmen kuning berupa senyawa kurkumin. Pengamatan organoleptis dilakukan kembali setelah penyimpanan pada suhu ruang / *room temperature* (RT) dan kulkas / *cold temperature* 4°C selama 2 bulan. Hasil menunjukkan bahwa Formula 0, Formula 1, Formula 2 dan Formula 3 tetap stabil tanpa menunjukkan perubahan warna, aroma, maupun tekstur, serta tidak mengalami pemisahan fase selama penyimpanan.

Tabel 1. Hasil evaluasi organoleptis

Formula	Organoleptis								
	Initial			Setelah 2 bulan					
	Bau	Warna	Tekstur	RT			CT		
F0 (Placebo)	Tidak berbau	Putih	Lembut kental	Tidak berbau	Putih	Lembut kental	Tidak berbau	Putih	Lembut kental
F1 (1%)	Kunyit	Kuning muda	Lembut kental	Kunyit	Kuning muda	Lembut kental	Kunyit	Kuning muda	Lembut kental
F2 (2%)	Kunyit	Kuning cerah	Lembut kental	Kunyit	Kuning cerah	Lembut kental	Kunyit	Kuning cerah	Lembut kental
F3 (4%)	Kunyit	Kuning jingga	Lembut kental	Kunyit	Kuning jingga	Lembut kental	Kunyit	Kuning jingga	Lembut kental

Keterangan:

Initial = Emulgel *fresh*

RT = *Room temperature*, emulgel yang disimpan pada suhu ruangan selama 2 bulan

CT = *Cold temperature*, emulgel yang disimpan dalam suhu dingin (kulkas) selama 2 bulan.

Pemeriksaan homogenitas dilakukan untuk menjamin bahwa partikel bahan aktif maupun bahan tambahan tersebar secara merata di seluruh sediaan emulgel (Lumentut et al., 2018). Ketiga formula emulgel ekstrak kunyit menunjukkan hasil sediaan yang homogen. Homogenitas sediaan gel tidak dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi ekstrak kunyit, mengindikasikan bahwa zat aktif tercampur baik dengan basis emulgel.

Tabel 2. Hasil evaluasi homogenitas

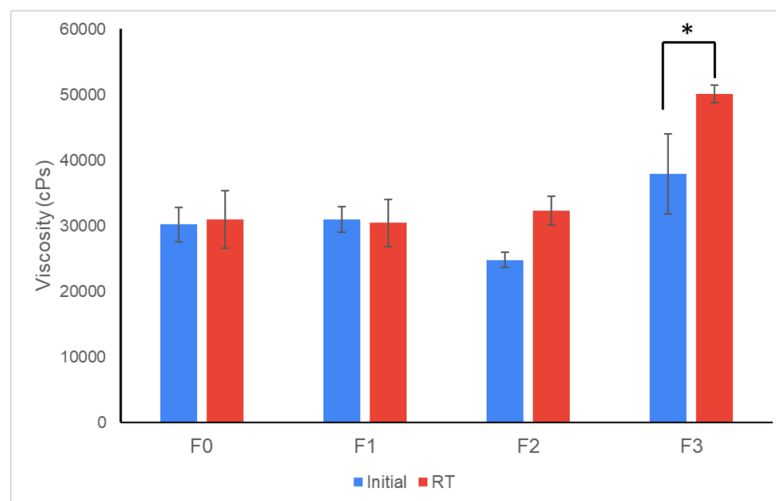
Homogenitas			
Formula	Initial	Setelah 2 bulan	
		RT	CT
F0	Homogen	Homogen	Homogen
I (1%)	Homogen	Homogen	Homogen
II (2%)	Homogen	Homogen	Homogen
III (4%)	Homogen	Homogen	Homogen

Pengujian pH dilakukan untuk memastikan bahwa produk tidak menimbulkan iritasi pada kulit saat pemakaian (Lumentut et al., 2018). Kulit manusia umumnya dapat mentoleransi pH dalam kisaran 4,5 hingga 6,5 (Lumentut et al., 2018). Berdasarkan hasil pengukuran, Formula 1 memiliki pH sebesar sebesar 5,7 – 6,1, Formula 2 sebesar 5,9 – 6,2 dan Formula 3 sebesar 5,8 – 6,0. Seluruh formulasi gel yang mengandung ekstrak kunyit ini berada dalam kisaran pH yang dianggap aman bagi kulit (Lumentut et al., 2018).

Tabel 3. Hasil evaluasi pH

pH			
Formula	Initial	Setelah 2 bulan	
		RT	CT
F0 (placebo)	6,1	6,2	6,0
F1 (1%)	6,1	6,1	5,7
F2 (2%)	6,0	6,2	5,9
F3 (4%)	5,8	6,0	5,9

Viskositas sediaan gel memengaruhi daya sebar dan pelepasan zat aktif (Lumentut et al., 2018). Meningkatnya konsentrasi ekstrak kunyit berpengaruh terhadap kenaikan viskositas emulgel, karena bertambahnya kadar ekstrak menyebabkan penurunan jumlah air dalam formulasi, sehingga tekstur gel menjadi lebih kental (Utara, 2018). Viskositas F0 (placebo), F1, F2 dan F3 ditunjukkan pada Gambar 1 dibawah ini.



Gambar 1. Perbandingan viskositas

Keterangan :

Initial = Emulgel awal pembuatan

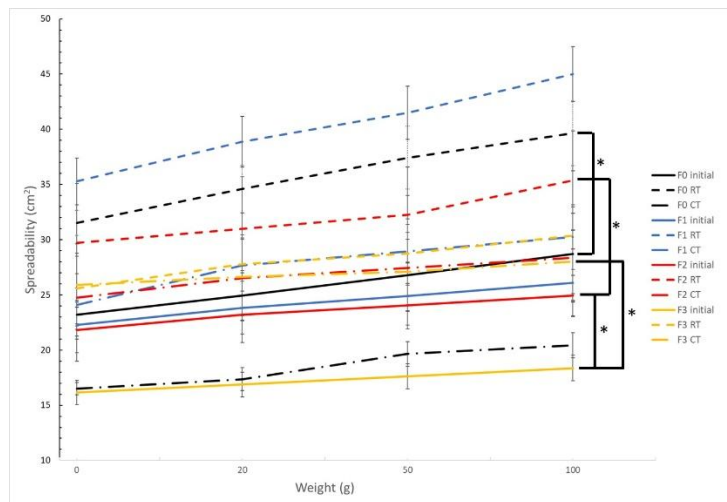
RT = *Room temperature*, emulgel yang disimpan pada suhu ruangan selama 2 bulan

CT = *Cold temperature*, emulgel yang disimpan dalam suhu dingin (kulkas) selama 2 bulan.

*menunjukkan perbedaan signifikan ($p = 0,0237$).

Pengujian daya sebar dilakukan untuk menilai kemampuan suatu sediaan dalam menyebar pada permukaan kulit (Lumentut et al., 2018). Gambar 2. menunjukkan daya sebar (spreadability) setiap formula yang diukur dalam cm^2 sesaat setelah formulasi (initial) dan setelah penyimpanan 2 bulan pada suhu ruang (RT) dan suhu 4°C . Pengujian secara statistik menggunakan ANOVA dilanjutkan dengan post-hoc uji Tukey menunjukkan bahwa daya sebar F2 dan F3 berbeda secara signifikan ($p = 0,0306$). Setelah penyimpanan 2 bulan, F1 initial vs F1 RT berbeda signifikan ($p = 0,0448$), F2 initial vs F2 RT berbeda signifikan ($p = 0,0445$) dan F3 initial vs F3 CT berbeda signifikan ($p = 0,0275$). Ini membuktikan bahwa emulgel mungkin kurang stabil (menjadi lebih lunak) pada saat penyimpanan di suhu ruang selama 2 bulan, meskipun nilai viskositasnya tidak berubah secara signifikan.

Pengaruh Emulgel Ekstrak Kunyit (*Curcuma Longa*) Terhadap Ekspresi Gen Tumor Nekrosis Alpha (Tnf- A) Dan Densitas Kolagen Pada Tikus Galur Wistar Jantan (*Rattus Norvegicus*) Yang Dipapar Sinar Ultraviolet B (Uvb)



Gambar 2. Hasil uji daya sebar (Spreadability)

Tabel 4. Hasil uji stabilitas homogenitas

Formula	Stabilitas		
	Initial	Setelah 2 bulan	
		RT	CT
F0 (placebo)	Ada pemisahan minyak (+)	Ada pemisahan minyak (+)	Stabil
F1 (1%)	Stabil	Stabil	Stabil
F2 (2%)	Ada pemisahan minyak (+)	Ada pemisahan minyak (++)	Ada pemisahan minyak (+)
F3 (4%)	Ada pemisahan minyak (++)	Ada pemisahan minyak (+++)	Ada pemisahan minyak (+++)

Pengujian stabilitas paska di *centrifuge* menunjukkan bahwa F1 yang paling stabil diantara formula lainnya. Formula F0, F2 dan F3 terdapat pemisahan minyak setelah dilakukan *centrifuge*. Berdasarkan data di atas, diperkirakan bahwa emulgel F1 cukup stabil dalam penyimpanan selama 1 tahun, sedangkan formula yang lainnya mengalami pemisahan.

Tabel 5. Hasil penelitian pemeriksaan ekspresi gen TNF- α

No	K1	K2	K3	P1	P2	P3
1.	1,52	1,20	0,95	0,43	0,64	0,30
2.	0,57	0,72	0,76	0,33	0,64	0,38
3.	1,15	1,29	0,91	0,42	0,66	0,30
Rata-rata	1,08	1,07	0,88	0,39	0,65	0,33
SD	0,48	0,30	0,98	0,56	0,13	0,47

Keterangan:

K1 = Kontrol negatif (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan)

K2 = Kontrol UVB (hanya dipapar sinar UVB)

K3 = Kontrol UVB + Placebo (dipapar uvb + diberikan basis emulgel)

P1 = Emulgel ekstrak kunyit 1%

P2 = Emulgel ekstrak kunyit 2%

P3 = Emulgel ekstrak kunyit 4%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada ekspresi gen TNF- α antar kelompok perlakuan. Rata-rata ekspresi gen TNF- α kelompok kontrol 1 (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan) $1,08 \pm 0,48$, pada kelompok kontrol 2 (hanya dipapar sinar UVB) ekspresi gen TNF- α $1,07 \pm 0,22$, pada kelompok kontrol 3 (kelompok kontrol UVB + placebo) memiliki nilai rata-rata ekspresi TNF- α $0,87 \pm 0,14$, pada kelompok perlakuan 1 (emulgel ekstrak kunyit 1%) memiliki rata-rata $0,39 \pm 0,24$, pada kelompok perlakuan 2 (emulgel ekstrak kunyit 2%) memiliki rata-rata $0,65 \pm 0,10$, dan pada kelompok perlakuan 3 (emulgel ekstrak kunyit 4%) memiliki rata-rata $0,32 \pm 0,13$. Kelompok perlakuan 3 menunjukkan penurunan TNF- α paling besar dengan rerata $0,32 \pm 0,13$.

Hasil uji statistik data pada tabel 5 menggunakan Uji Kruskal-Wallis. Uji ini dipilih mengingat asumsi homogenitas tidak terpenuhi (Levene's test $p = 0,016$). Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan secara statistik dalam kadar TNF- α ($p = 0,019$) yang berarti terdapat minimal satu pasang kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan rerata ekspresi gen TNF- α . Hasil uji lanjut dengan menggunakan *Mann-Whitney* disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Hasil uji lanjut Mann-Whitney pada data ekspresi gen TNF- α

Perlakuan	K1	K2	K3	P1	P2	P3
K1		0.413	0.256	0.025*	0.256	0.023*
K2			0.256	0.025*	0.025*	0.023*
K3				0.025*	0.025*	0.023*
P1					0.025*	0.060
P2						0.023*

Keterangan:

K1 = Kontrol negatif (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan)

K2 = Kontrol UVB (hanya dipapar sinar UVB)

K3 = Kontrol UVB + Placebo (dipapar uvb + diberikan basis emulgel)

P1 = Emulgel ekstrak kunyit 1%

P2 = Emulgel ekstrak kunyit 2%

P3 = Emulgel ekstrak kunyit 4%

Tabel di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata ekspresi gen TNF- α yang signifikan antara kelompok kontrol 1 (tanpa paparan UVB dan tanpa perlakuan) dengan kelompok perlakuan 1 (emulgel ekstrak kunyit 1%) ($p = 0,025$), kelompok kontrol 1 dengan kelompok perlakuan 3 (emulgel ekstrak kunyit 4%) ($p = 0,023$), kelompok kontrol 2 (hanya dipapar sinar UVB) dengan kelompok perlakuan 1 ($p = 0,025$), kelompok kontrol 2 dengan kelompok perlakuan 2 (emulgel ekstrak kunyit 2%) ($p = 0,025$), kelompok K2 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0,023$) , kelompok kontrol 3 (kelompok kontrol UVB + placebo) dengan kelompok perlakuan 1 ($p = 0,025$), kelompok kontrol 3 dengan kelompok perlakuan 2 ($p = 0,025$), kelompok kontrol 3 (dipapar UVB + placebo) dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0,023$), kelompok perlakuan 1 dengan

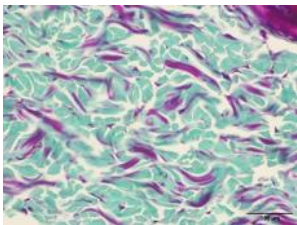
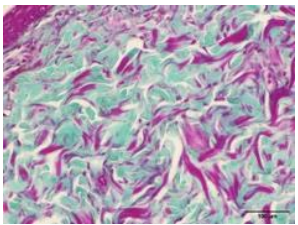
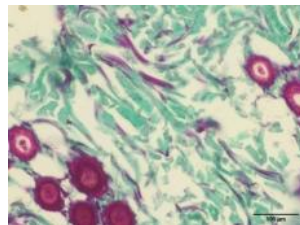
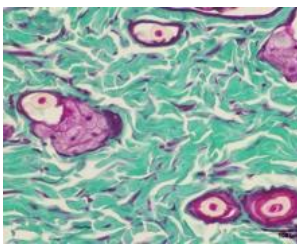
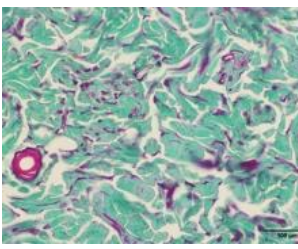
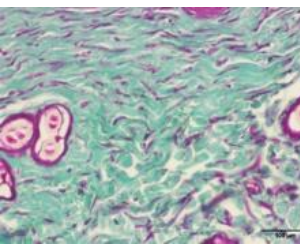
kelompok perlakuan 2 ($p = 0,025$), kelompok perlakuan 2 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0,023$).

Tidak terdapat perbedaan rerata ekspresi gen TNF- α yang signifikan antara kelompok perlakuan 1 dengan kelompok kontrol 2 ($p = 0,413$), kelompok kontrol 1 dengan kelompok kontrol 3 ($p = 0,256$), kelompok kontrol 1 dengan kelompok perlakuan 2 ($p = 0,256$), kelompok kontrol 2 dengan kelompok kontrol 3 ($p = 0,256$), dan kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 3 ($0,060$).

Pengaruh Pemberian Emulgel Ekstrak Kunyit Terhadap Densitas Kolagen

Pemeriksaan jumlah kolagen diukur melalui pengamatan histopatologi dengan pewarnaan *Masson Trichome* dan menggunakan aplikasi ImageJ. Pada gambar, kolagen tampak berwarna hijau, warna ungu merupakan background / inti sel.

Tabel 7. Hasil pengamatan pewarnaan Masson Trichome

Kel	K1	K2	K3
Kontrol			
	Densitas kolagen: 53,01%	Densitas kolagen: 37,42%	Densitas kolagen: 38,15%
	P1	P2	P3
Perlakuan			
	Densitas kolagen: 57,52%	Densitas kolagen: 65,16%	Densitas kolagen: 62,35%

Keterangan:

K1 = Kontrol negatif (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan)

K2 = Kontrol UVB (hanya dipapar sinar UVB)

K3 = Kontrol UVB + Placebo (dipapar uvb + diberikan basis emulgel)

P1 = Emulgel ekstrak kunyit 1%

P2 = Emulgel ekstrak kunyit 2%

P3 = Emulgel ekstrak kunyit 4%

Tabel di atas memperlihatkan hasil pewarnaan *Masson's Trichrome* pada jaringan kulit tikus dari keenam kelompok penelitian. Kolagen dermis tampak berwarna hijau

kebiruan, sedangkan komponen lain seperti inti sel dan otot terlihat merah. Hasil analisis kuantitatif menggunakan *ImageJ* menunjukkan perbedaan kepadatan serat kolagen yang nyata antara kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pada kelompok kontrol 2 (hanya dipapar UVB) dan kelompok kontrol 3 (UVB + placebo), terlihat penurunan dan fragmentasi kolagen. Sebaliknya, kelompok yang diberi emulgel ekstrak kunyit terutama P2 (emulgel ekstrak kunyit 2%) dan P3 (emulgel ekstrak kunyit 4%) memperlihatkan struktur kolagen yang lebih padat dan teratur. Hal ini mengindikasikan bahwa emulgel ekstrak kunyit mampu mempertahankan densitas kolagen.

Tabel 8. Hasil penelitian pemeriksaan densitas kolagen

No	K1	K2	K3	P1	P2	P3
1.	57,63	28,50	42,92	49,39	61,95	61,22
2.	49,53	36,77	42,06	52,10	51,61	60,52
3.	49,83	41,97	34,24	42,62	62,23	58,35
Rata-rata	52,33	35,75	39,74	48,03	58,6	60,03
SD	4,59	6,79	4,78	4,88	6,05	1,49

Keterangan:

K1 = Kontrol negatif (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan)

K2 = Kontrol UVB (hanya dipapar sinar UVB)

K3 = Kontrol UVB + Placebo (dipapar uvb + diberikan basis emulgel)

P1 = Emulgel ekstrak kunyit 1%

P2 = Emulgel ekstrak kunyit 2%

P3 = Emulgel ekstrak kunyit 4%

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan pada hasil pemeriksaan densitas kolagen antar kelompok. Rata-rata densitas kolagen kelompok kontrol 1 (tidak dipapar sinar UVB maupun perlakuan) $52,33 \pm 4,59$, pada kelompok kontrol 2 (hanya dipapar sinar UVB) memiliki nilai rata-rata densitas kolagen $35,71 \pm 6,79$, pada kelompok kontrol 3 (kelompok kontrol UVB + placebo) memiliki nilai rata-rata densitas kolagen $39,74 \pm 4,78$, pada kelompok perlakuan 1 (emulgel ekstrak kunyit 1%) memiliki rata-rata $48,03 \pm 4,88$, pada kelompok perlakuan 2 (emulgel ekstrak kunyit 2%) memiliki rata-rata $58,6 \pm 6,05$, dan pada kelompok perlakuan 3 (emulgel ekstrak kunyit 4%) memiliki rata-rata $60,03 \pm 1,49$. Analisis densitas kolagen menunjukkan variasi nilai antar kelompok dengan rerata tertinggi pada kelompok perlakuan 3 ($60,03 \pm 1,49$) dan terendah pada kelompok kontrol 2 ($35,75 \pm 6,79$).

Hasil uji statistik data pada tabel 4.8 menggunakan Oneway ANOVA diperoleh nilai $p = 0,000$ ($p < 0,05$), yang berarti terdapat minimal satu pasang kelompok perlakuan yang memiliki perbedaan rerata densitas kolagen. Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan bahwa 5 dari 6 kelompok berdistribusi normal, dengan hanya kelompok P2 yang tidak normal ($p = 0,044$). Uji homogenitas Levene menghasilkan $p = 0.339$ ($p > 0,05$) yang mengindikasikan homogenitas varians.

Hasil uji One-Way ANOVA menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan

secara statistik antar kelompok ($p = 0,000$) yang berarti perlakuan yang diberikan memberikan pengaruh nyata terhadap peningkatan parameter yang diukur. Nilai rerata tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan P3 (emulgel ekstrak kunyit 4%) dan P2 (emulgel ekstrak kunyit 2%), sedangkan nilai terendah terdapat pada kelompok K2 (kelompok kontrol UVB tanpa perlakuan). Hasil ini menegaskan bahwa pemberian ekstrak kunyit 2% dan 4% dalam penelitian ini mampu meningkatkan densitas kolagen pada kulit tikus galur wistar jantan. memberikan perubahan yang bermakna dibandingkan kelompok kontrol.

Tabel 9. Hasil Uji Mann-Whitney untuk Densitas Kolagen

Perlakuan	K1	K2	K3	P1	P2	P3
K1		0.025*	0.025*	0.137	0.063	0.025*
K2			0.137	0.025*	0.025*	0.025*
K3				0.063	0.025*	0.025*
P1					0.063	0.025*
P2						0.256

Tabel 9. di atas menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata densitas kolagen yang signifikan antara kelompok kontrol 1 (kelompok tanpa paparan UVB dan tanpa perlakuan) dengan kelompok kontrol 2 ($p = 0.025$), kelompok kontrol 1 dengan kontrol 3 (UVB + placebo) ($p = 0.025$), kelompok kontrol 1 dengan kelompok perlakuan 3 (ekstrak emulgel 4%) ($p = 0.025$), kelompok kontrol 2 (hanya dipapar UVB) dengan kelompok perlakuan 1 (ekstrak emulgel 1%) ($p = 0.025$), kelompok kontrol 2 dengan kelompok perlakuan 2 (ekstrak emulgel 2%) ($p = 0.025$), kelompok kontrol 2 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0.025$), kelompok kontrol 3 (dipapar UVB + placebo) dengan kelompok perlakuan 2 ($p = 0.025$), kelompok kontrol 3 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0.025$), kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0.025$).

Tidak terdapat perbedaan rerata densitas kolagen yang signifikan antara kelompok perlakuan kontrol 1 dengan kelompok perlakuan 1 ($p = 0.137$), kontrol 2 dengan kelompok perlakuan 2 ($p = 0.063$), kontrol 2 dengan kelompok kontrol 3 ($p = 0.137$), kontrol 3 dengan kelompok perlakuan 1 ($p = 0.063$), kelompok perlakuan 1 dengan kelompok perlakuan 2 ($p = 0.063$), dan kelompok perlakuan 2 dengan kelompok perlakuan 3 ($p = 0.256$).

Tabel 1–5 menunjukkan bahwa formulasi emulgel ekstrak kunyit memenuhi parameter fisikokimia yang diperlukan untuk sediaan topikal. Semua formula (F0–F3) memiliki pH dalam rentang 5,7–6,2, yang aman untuk kulit manusia (pH normal kulit 4,5–6,5). Hal ini penting karena pH yang sesuai akan meminimalkan risiko iritasi dan memastikan stabilitas sediaan selama penggunaan. Viskositas emulgel meningkat seiring peningkatan konsentrasi ekstrak yang menunjukkan bahwa penambahan ekstrak kunyit memengaruhi konsistensi sediaan.

Daya sebar emulgel tetap baik mengindikasikan bahwa sediaan dapat diaplikasikan secara merata pada kulit. Namun, uji stabilitas dengan sentrifugasi menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi tinggi (F2 dan F3) mengalami pemisahan fase minyak, sementara F1 (1%) paling stabil. Ini menyatakan bahwa meskipun konsentrasi 4%

memberikan hasil farmakologis terbaik, dari segi formulasi diperlukan optimasi lebih lanjut untuk meningkatkan stabilitas fisik sediaan, misalnya dengan penambahan emulgator atau stabilizer yang sesuai.

Hasil qRT-PCR menunjukkan bahwa pemberian emulgel ekstrak kunyit secara signifikan menurunkan ekspresi gen TNF- α dibandingkan kelompok kontrol UVB (K2) dan UVB+placebo (K3). Penurunan tertinggi terjadi pada kelompok P3 (4%) dengan rerata $0,32 \pm 0,13$, diikuti P1 (1%) dan P2 (2%). Secara statistik, uji Kruskal-Wallis menunjukkan perbedaan bermakna antar kelompok ($p = 0,019$), dan uji *post-hoc* Mann-Whitney mengonfirmasi bahwa hampir semua kelompok perlakuan berbeda signifikan dengan kelompok kontrol UVB ($p < 0,05$).

Respons dosis non-linear terlihat dari fakta bahwa penurunan TNF- α tidak selalu linier dengan peningkatan konsentrasi. Kelompok P1 (1%) menunjukkan penurunan yang lebih besar daripada P2 (2%), meskipun P3 (4%) tetap yang terendah. Hal ini mungkin disebabkan oleh variabilitas biologis atau adanya *ceiling effect*, di mana peningkatan konsentrasi di atas titik tertentu tidak lagi memberikan penurunan ekspresi gen yang signifikan.

Analisis densitas kolagen melalui pewarnaan *Masson's Trichrome* dan kuantifikasi dengan ImageJ menunjukkan bahwa kelompok perlakuan P2 (2%) dan P3 (4%) memiliki densitas kolagen tertinggi (58,6% dan 60,03%), bahkan melebihi kelompok kontrol tanpa UVB ($K1 = 52,33\%$). Ini menunjukkan bahwa emulgel ekstrak kunyit tidak hanya mencegah degradasi kolagen, tetapi juga merangsang sintesis kolagen baru.

Hubungan terbalik antara TNF- α dan kolagen terlihat jelas: kelompok dengan ekspresi TNF- α terendah (P3) memiliki densitas kolagen tertinggi. Hal ini memperkuat hipotesis bahwa inflamasi yang diinduksi UVB merupakan faktor kunci dalam patogenesis *photoaging*.

Desain penelitian yang digunakan adalah *post-test only control group design* dengan enam kelompok, termasuk kelompok kontrol negatif, kontrol UVB, kontrol UVB+placebo, dan tiga kelompok perlakuan dengan konsentrasi ekstrak kunyit 1%, 2%, dan 4%. Desain ini dipilih karena dapat mengontrol variabel *confounding* dan memungkinkan pengujian efek dosis-respons secara jelas. Model tikus Wistar jantan dipapar UVB 180 mJ/cm²/hari selama 4 minggu (5 hari dalam 1 minggu) merupakan model yang telah divalidasi untuk studi *photoaging*.

Paparan UVB ini cukup untuk menginduksi stres oksidatif, inflamasi, dan degradasi kolagen tanpa menyebabkan kerusakan kulit yang ekstrem. Penggunaan emulgel sebagai sediaan topikal juga relevan secara klinis, karena formulasi ini dapat diaplikasikan langsung pada kulit dengan penetrasi yang baik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan bahwa: 1) Emulgel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) dapat menurunkan ekspresi gen TNF- α pada jaringan kulit tikus galur Wistar jantan yang dipapar sinar UVB. 2) Emulgel ekstrak kunyit (*Curcuma longa*) dapat meningkatkan

densitas kolagen pada jaringan kulit tikus galur wistar jantan yang dipapar sinar UVB. 3) Terdapat hubungan terbalik antara ekspresi gen TNF- α dan densitas kolagen. Kelompok dengan ekspresi TNF- α terendah menunjukkan densitas kolagen tertinggi, mengindikasikan bahwa mekanisme anti-inflamasi dan antioksidan dari kurkumin berperan dalam memproteksi kulit dari kerusakan akibat UVB melalui penekanan jalur inflamasi dan peningkatan sintesis kolagen.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, D. A. (2021). *Efek fotoprotektif krim ekstrak kulit buah manggis (Garcinia mangostana L.) terhadap 8-OHdG, CPD, dan ekspresi gen MMP-1 setelah paparan UVB pada mencit albino* [Unpublished thesis]. Universitas Hasanuddin.
- Annisa, R. (2025). *Pengaruh ekstrak kunyit (Curcuma longa) terhadap kadar matriks metalloproteinase-1 (MMP-1) dan jumlah kolagen (Studi eksperimental pada tikus Wistar yang dipapar sinar UV-B)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Asada, K., Ohara, T., Muroyama, K., Yamamoto, Y., & Murosaki, S. (2019). Effects of hot water extract of *Curcuma longa* on human epidermal keratinocytes in vitro and skin conditions in healthy participants: A randomized, double-blind, placebo-controlled trial. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 18(6), 1866–1874. <https://doi.org/10.1111/jocd.12890>
- Aulia, S. (2025). *Sintesis, karakterisasi, dan aktivitas antioksidan nanopartikel perak ekstrak kunyit (Curcuma longa)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Cahyani, E. (2022). *Pengaruh pemberian gel ekstrak bunga telang terhadap ekspresi TNF- α dan ekspresi caspase-3 (Studi in vivo pada tikus galur Wistar yang dipapar UVB)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung.
- Choi, S. H., Choi, S. I., Jung, T. D., et al. (2017). Anti-photoaging effect of Jeju Putgyul (unripe citrus) extracts on human dermal fibroblasts and ultraviolet B-induced hairless mouse skin. *International Journal of Molecular Sciences*, 18(10), 2052. <https://doi.org/10.3390/ijms18102052>
- Do, A., Nal, Ö. İ., & Barakat, A. (2023). In vitro and ex vivo assessments of surfactant-free topical curcumin emulgel. *Journal of Drug Delivery Science and Technology*, 27(2), 544–556.
- Hartanti, R. (2025). *Pengaruh gel topikal ekstrak daun pegagan (Centella asiatica) dan air alkali secara oral terhadap ekspresi gen transforming growth factor- β (TGF- β) dan densitas kolagen (Studi eksperimental in vivo pada tikus jantan Wistar model collagen loss)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Hwang, B. M., Noh, E. M., Kim, J. S., et al. (2013). Curcumin inhibits UVB-induced matrix metalloproteinase-1/3 expression by suppressing the MAPK-p38/JNK pathways in human dermal fibroblasts. *Experimental Dermatology*, 22(5), 371–374. <https://doi.org/10.1111/exd.12137>
- Liu, X., Zhang, R., Shi, H., et al. (2018). Protective effect of curcumin against ultraviolet A irradiation-induced photoaging in human dermal fibroblasts. *Molecular Medicine Reports*, 17, 7227–7237. <https://doi.org/10.3892/mmr.2018.8791>
- Lumentut, N., Jaya, H., & Melindah, E. (2018). Formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan

- krim ekstrak etanol kulit buah pisang goroho (*Musa acuminata* L.) konsentrasi 12,5% sebagai tabir surya. *Jurnal Ilmiah Farmasi*, 9(2), 42–46.
- Mawadah, M. (2024). *Pengaruh pemberian emulgel ekstrak tomat (*Solanum lycopersicum* L.) secara topikal terhadap ekspresi superoxide dismutase dan tumor necrosis factor-alpha (Studi in vivo pada mencit yang dipapar UVB akut)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Muna, N. I. (2022). *Pengaruh pemberian ekstrak *Clitoria ternatea* terhadap ekspresi gen MMP-3 dan ekspresi gen α -SMA pada tikus model yang diinduksi UVB* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung.
- Rachmania, R. (2022). *Pengaruh pemberian gel ekstrak daun kelor terhadap ekspresi gen MMP-3 dan densitas kolagen (Studi eksperimental pada tikus Wistar dengan penurunan kolagen akibat paparan UVB)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung.
- Rahim, D. D. S. (2024). *Pengaruh ekstrak etanol kunyit (*Curcuma longa* Linn.) terhadap kadar TNF- α dan luas lesi luka (Studi eksperimental pada tikus Wistar yang dipapar sinar UVB)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Septiani, T. (2025). *Pengaruh pemberian krim astaxanthin terhadap ekspresi TNF- α dan TGF- β (Studi eksperimental in vivo pada kulit tikus Wistar terpapar sinar UVB akut)* [Unpublished thesis]. Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Sulasiyah, S., Sarjono, P. R., & Aminin, A. L. N. (2018). Antioxidant from turmeric fermentation products (*Curcuma longa*) by *Aspergillus oryzae*. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21(1), 13–18. <https://doi.org/10.14710/jksa.21.1.13-18>
- Suprihatin, T., Rahayu, S., Rifa'i, M., & Widyarti, S. (2020). Senyawa pada serbuk rimpang kunyit (*Curcuma longa* L.) yang berpotensi sebagai antioksidan. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 5(1), 35–42. <https://doi.org/10.14710/baf.5.1.2020.35-42>
- Utara, U. S. (2018). Pengujian sifat fisik dan aktivitas antibakteri sediaan gel hand sanitizer ekstrak daun lidah mertua (*Sansevieria trifasciata* Prain). *TALENTA Conference Series*, 1(3).
- Yen, Y. H., Pu, C. M., Liu, C. W., et al. (2018). Curcumin accelerates cutaneous wound healing via multiple biological actions: The involvement of TNF- α , MMP-9, α -SMA, and collagen. *International Wound Journal*, 15(4), 605–617. <https://doi.org/10.1111/iwj.12904>



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)