

Sinergisme Formulasi Gel dan Nanogel Sari Tomat- Wortel sebagai *Brightening Agent*: Studi *In Vivo* dan Evaluasi *Skin Analyzer*

Synergistic Formulation of Tomato-Carrot Juice Gel and Nanogel as a Brightening Agent: An In Vivo Study and Skin Analyzer Evaluation

Kanne Dachi^{*1}, Siti Rahmi Ningrum², Dea Angreini³

^{1,2}Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

³Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia

*Email korespondensi: kanne@utnd.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Wortel dan tomat mengandung metabolit sekunder serta karotenoid yang berpotensi mendukung perawatan kulit, tetapi penghantaran bahan aktif topikal dapat dipengaruhi ukuran partikel dan karakteristik sediaan. **Tujuan penelitian:** ini untuk memformulasi dan mengevaluasi sediaan nanogel kombinasi sari tomat (*Solanum lycopersicum* L.) dan wortel (*Daucus carota* L.) yang kaya akan likopen, beta-karoten, dan vitamin C untuk menghambat enzim tironase secara sinergis. **Metode penelitian:** Penelitian eksperimental laboratorium meliputi skrining fitokimia, pembuatan nanodispersi dengan Tween 80:PEG 400 (8:1), karakterisasi *particle size analyzer* (PSA) dan *scanning electron microscopy* (SEM), evaluasi homogenitas, daya sebar, daya lekat, serta *cycling test* 28 hari. Uji iritasi dan efektivitas eksploratif dilakukan pada 30 sukarelawan wanita usia 20-30 tahun selama 4 minggu; uji hedonik melibatkan 30 panelis. Data *skin analyzer* disajikan secara deskriptif. **Hasil:** Ukuran partikel gel dan nanogel masing-masing 5.485 nm dan 175,74 nm; SEM nanogel menunjukkan ukuran 240-890 nm dengan morfologi tidak beraturan/amorf. Daya sebar 5,26-5,83 cm dan daya lekat 4,85-5,13 detik. Setelah *cycling test*, pH tetap pada 6,12-6,48 dan viskositas tercatat 9.990 mPa.s, tetapi warna gel/nanogel berubah dari kuning terang menjadi kuning pucat. Tidak ditemukan kemerahan, gatal, atau perubahan tekstur kulit. Pada minggu ke-4, rerata moisture blanko/gel/nanogel adalah 12,00/22,00/51,00; elastisitas 10,33/17,67/50,33; dan melanin 37,67/27,33/27,67 dari rerata awal 62,00/70,00/73,33 untuk melanin. **Kesimpulan:** Nanogel 5% memenuhi karakteristik fisik yang dinilai dan menunjukkan tren deskriptif peningkatan moisture dan elastisitas paling besar serta penurunan melanin yang kuat. Keunggulan antarformula belum dapat dinyatakan secara inferensial karena jumlah sukarelawan terbatas dan perbedaan nilai awal antarkelompok.

Kata kunci: Nanogel; *Solanum lycopersicum*; *Daucus carota*; *Brightening Agent*; *Skin Analyzer*

Abstract

Background: Carrots and tomatoes contain secondary metabolites and carotenoids that have the potential to support skin care. However, the topical delivery of active ingredients can be influenced by particle size and formulation characteristics. **Objective:** This study aimed to formulate and evaluate a nanogel containing a combination of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) and carrot (*Daucus carota* L.) extracts, which are rich in lycopene, beta-carotene, and vitamin C, to synergistically inhibit the tyrosinase enzyme. **Methods:** This laboratory experimental study included phytochemical screening, preparation of a nanodispersion using Tween 80:PEG 400 (8:1), and characterization using a particle size analyzer (PSA) and scanning electron microscopy (SEM). The formulations were evaluated for homogeneity, spreadability, adhesion, and stability through a 28-day cycling test. An irritation test and exploratory efficacy evaluation were conducted on 30 female volunteers aged 20–30 years over a period of 4 weeks. A hedonic test was conducted with 30 panelists. Skin analyzer data were presented descriptively. **Results:** The particle sizes of the gel and nanogel were 5.485 nm and 175.74 nm, respectively. SEM analysis of the nanogel showed particle sizes ranging from 240–890 nm, with an irregular/amorphous morphology. Spreadability ranged from 5.26–5.83 cm, while adhesion ranged from 4.85–5.13 seconds. Following the cycling test, the pH remained within 6.12–6.48, and the viscosity was recorded at 9,990 mPa.s. However, the color of both the gel and nanogel changed from bright yellow to pale yellow. No redness, itching, or changes in skin texture were observed. At week 4, the mean moisture values for the blank, gel, and nanogel formulations were

*Corresponding author: Kanne Dachi, Program Studi Profesi Apoteker, Fakultas Farmasi dan Kesehatan, Universitas Tjut Nyak Dhien, Medan, Indonesia.

E-mail : kanne@utnd.ac.id

Doi : 10.35451/jfm.v9i1.3847

Received : August 24, 2026, Accepted: October 29, 2026, Published: October 30, 2026

Copyright: © 2026 Kanne Dachi (s). Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

12.00, 22.00, and 51.00, respectively. The corresponding elasticity values were 10.33, 17.67, and 50.33. Melanin values were 37.67, 27.33, and 27.67, respectively, compared with initial mean melanin values of 62.00, 70.00, and 73.33. **Conclusion:** The 5% nanogel met the evaluated physical characteristics and demonstrated the greatest descriptive trend in improving skin moisture and elasticity, as well as a marked reduction in melanin levels. However, superiority among the formulations could not be established inferentially because of the limited number of volunteers and differences in baseline values between groups.

Keywords: Nanogel; *Solanum lycopersicum*; *Daucus carota*; Brightening Agent; Skin Analyzer

1. PENDAHULUAN

Sediaan pencerah kulit dikembangkan untuk memperbaiki tampilan warna kulit dan mengurangi hiperpigmentasi melalui berbagai mekanisme, termasuk modulasi melanogenesis dan perlindungan terhadap stres oksidatif. Senyawa fenolik dan flavonoid dari bahan alam telah banyak diteliti karena dapat berinteraksi dengan jalur tirosinase dan pembentukan melanin [1,2].

Wortel (*Daucus carota* L.) dan tomat (*Solanum lycopersicum* L.) merupakan bahan pangan yang mengandung komponen bioaktif [3]. Skrining fitokimia pada penelitian ini mendeteksi alkaloid, flavonoid, terpenoid, saponin, dan glikosida pada kedua bahan, sedangkan literatur juga melaporkan potensi bioaktif wortel dan pemanfaatan tomat pada sediaan topikal [5,6]. Meskipun demikian, keberadaan metabolit secara kualitatif tidak secara langsung membuktikan kadar atau aktivitas pencerah sehingga tetap diperlukan evaluasi formulasi dan parameter kulit.

Salah satu kendala penghantaran topikal adalah keterbatasan difusi bahan aktif melalui lapisan kulit. Sistem nanogel menawarkan ukuran partikel lebih kecil, luas permukaan yang lebih besar, dan kemampuan mendispersikan bahan aktif dalam jaringan gel sehingga berpotensi meningkatkan kontak dan penghantaran lokal [7]. Keuntungan tersebut tetap bergantung pada ukuran partikel, distribusi ukuran, stabilitas, serta sifat fisik formula dan tidak dapat diasumsikan sebagai bukti penetrasi tanpa pengujian permeasi khusus.

Gel topikal yang baik perlu memiliki homogenitas, daya sebar, daya lekat, pH, dan viskositas yang mendukung kenyamanan serta kestabilan penggunaan. Variasi gelling agent dan kondisi penyimpanan dapat mengubah sifat tersebut, sehingga pengujian stabilitas dipercepat penting pada tahap pengembangan formula [8]. Untuk menilai perubahan kondisi kulit secara non-invasif, skin analyzer dapat digunakan untuk memantau parameter seperti moisture, elastisitas, dan indeks melanin secara serial [9]. Penelitian ini bertujuan memformulasikan kombinasi sari wortel dan tomat 5% sebagai gel dan nanogel, mengkarakterisasi ukuran serta morfologi partikel, mengevaluasi mutu fisik dan stabilitas, serta membandingkan secara deskriptif perubahan moisture, elastisitas, dan melanin pada sukarelawan selama empat minggu.

2. METODE

Desain dan bahan penelitian

Penelitian menggunakan desain eksperimental formulasi. Bahan tumbuhan berupa wortel segar dan tomat merah segar diperoleh secara purposif dari Pasar Tradisional Sei Sikambing, Medan. Identifikasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA), Universitas Sumatera Utara. Bahan formulasi meliputi Carbopol 940, triethanolamine (TEA), metil paraben, propilenglikol, Tween 80, PEG 400, dan aquadest. Pengujian dilakukan di laboratorium Fakultas Farmasi dan Kesehatan Universitas Tjut Nyak Dhien dan fasilitas nanopartikel Fakultas Farmasi Universitas Sumatera Utara.

Pembuatan sari dan skrining fitokimia

Wortel dan tomat masing-masing sebanyak 10 kg dicuci, dipotong, kemudian diproses menggunakan *juicer* tanpa penambahan air. Masing-masing diperoleh 2,5 Liter sari. Sari dikombinasikan dan dipekatkan secara bertahap menggunakan *hot plate* dan *magnetic stirrer* pada suhu 40 °C hingga diperoleh sari kental 600,27 g. Skrining fitokimia dilakukan secara kualitatif untuk alkaloid, flavonoid, steroid/terpenoid, saponin, tanin, dan glikosida menggunakan pereaksi yang sesuai [5].

Pembuatan nanodispersi dan formula gel

Nanodispersi dibuat dengan metode emulsifikasi spontan. Tween 80 dan PEG 400 pada rasio 8:1 dihomogenkan, kemudian kombinasi sari kental ditambahkan secara bertahap. Komposisi nanodispersi nominal terdiri atas kombinasi sari 15%, Tween 80:PEG 400 sebanyak 60%, dan aquadest 35%. Dispersi selanjutnya dimasukkan ke basis gel untuk menghasilkan nanogel. Formula pembanding berupa basis/ blanko 0%, gel 15%, dan nanogel 15% menggunakan komponen basis yang sama.

Tabel 1. Komposisi Nominal Formula Gel dan Nanogel

Komponen	F0	Gel	Nanogel
Bahan aktif kombinasi sari wortel-tomat	-	15%	15%
Carbopol 940	1%	1%	1%
Triethanolamine	2%	2%	2%
Metil paraben	0,5%	0,5%	0,5%
Propilenglikol	5%	5%	5%
Aquadest	q.s. ad 50	q.s. ad 50	q.s. ad 50

Karakterisasi partikel dan evaluasi fisik

Ukuran partikel ditentukan dengan *Particle Size Analyzer* (PSA). Morfologi nanogel dievaluasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) setelah preparasi dan pelapisan konduktif. Evaluasi fisik meliputi homogenitas, daya sebar, dan daya lekat. Daya sebar diuji menggunakan 0,5 g sediaan dengan beban 150 g selama 1 menit; rentang acuan 5-7 cm. Daya lekat diuji menggunakan 0,5 g sediaan di antara dua kaca objek setelah pembebanan 1 kg selama 5 menit; acuan ≥ 4 detik [10].

Cycling test

Stabilitas dipercepat dilakukan selama 28 hari dengan paparan suhu 4 °C, suhu ruang 27-30 °C, dan 40 °C. Parameter yang diamati adalah organoleptik, pH, dan viskositas. pH diukur pada 1 g sediaan setelah kalibrasi pH meter. Viskositas diukur menggunakan viskometer, *spindle* nomor 4, pada 60 rpm; kisaran acuan sediaan gel pada naskah sumber adalah 2.000-50.000 mPa.s [11].

Uji iritasi, hedonik, dan skin analyzer

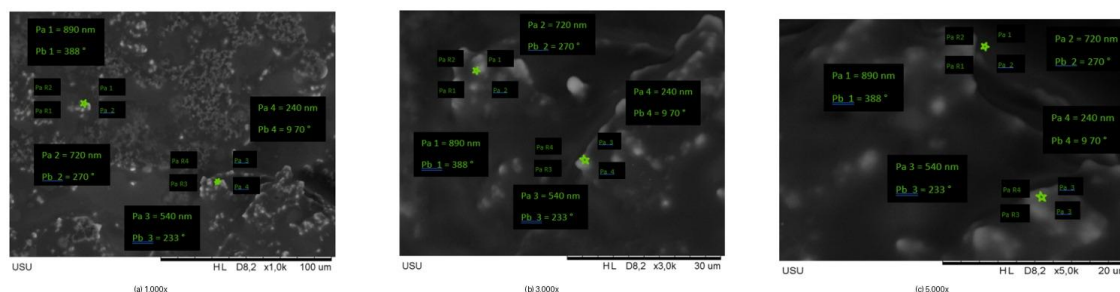
Uji iritasi melibatkan 30 sukarelawan wanita usia 20-30 tahun, sehat, tanpa riwayat sensitivitas/alergi yang berkaitan, dan bersedia mengikuti penelitian. Sediaan dioleskan pada area belakang telinga berdiameter sekitar 3 cm dan diamati selama 24 jam untuk kemerahan, rasa gatal, dan perubahan tekstur. Uji hedonik dilakukan pada 20 panelis usia 20-22 tahun dengan skala 1-5 untuk warna, tekstur, aroma, dan sensasi [12].

Efektivitas eksploratif diukur menggunakan *skin analyzer* Aramo® pada 30 sukarelawan yang sama selama 4 minggu. Parameter meliputi moisture, elastisitas, dan melanin. Pengukuran dilakukan pada kondisi awal dan setiap minggu sampai minggu ke-4, dengan tiga kali pembacaan pada setiap pengukuran [13].

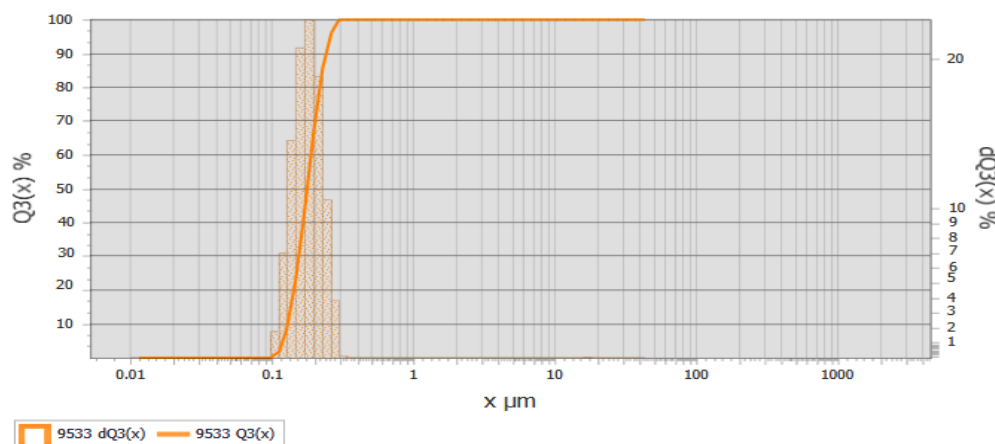
3. HASIL

Skrining fitokimia dan karakteristik partikel

Sari kombinasi yang diperoleh adalah 600,27 g. Pada wortel dan tomat, hasil skrining menunjukkan alkaloid positif pada salah satu pereaksi, flavonoid positif, steroid negatif, terpenoid positif, saponin positif, tanin negatif, dan glikosida positif. PSA menunjukkan ukuran partikel gel 5.580 nm dan nanogel 175.74 nm. Pada SEM, nanogel memperlihatkan rentang ukuran sekitar 240-890 nm dengan bentuk tidak beraturan, cenderung membulat/menyatu, dan morfologi amorf.



Gambar 1. Morfologi SEM nanogel pada pembesaran 1.000×, 3.000×, dan 5.000×.

Gambar 2. Distribusi Ukuran Partikel menggunakan PSA (*Particle Size Analyzer*)

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh rata-rata ukuran partikel (*mean*) sebesar 0,17973 μm atau setara dengan 179,73 nm, median sebesar 175,83 nm, dan modus sebesar 179,97 nm. Nilai tersebut menunjukkan bahwa ukuran rata-rata partikel berada dalam rentang nanometer. Namun, penilaian keseragaman distribusi ukuran partikel memerlukan data distribusi lengkap atau nilai span.

Mutu Fisik dan Stabilitas

Hasil evaluasi fisik dan *cycling test* dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini

Tabel 2. Hasil Evaluasi Fisik dan *Cycling Test*

Parameter	Blanko	Gel	Nanogel
Homogenitas	Homogen	Homogen	Homogen
Daya sebar (cm)	$5,83 \pm 0,76$	$5,76 \pm 0,25$	$5,26 \pm 0,25$
Daya lekat (detik)	$4,85 \pm 0,87$	$5,00 \pm 0,39$	$5,13 \pm 0,50$
pH sebelum cycling	$7,08 \pm 0,12$	$6,79 \pm 0,03$	$7,07 \pm 0,10$
pH sesudah cycling	$6,20 \pm 0,06$	$6,12 \pm 0,17$	$6,48 \pm 0,04$
Viskositas sebelum (mPa.s)	9.990	9.990	9.990
Viskositas sesudah (mPa.s)	9.990	9.990	9.990
Warna sebelum	Bening	Kuning terang	Kuning terang
Warna sesudah	Bening	Kuning pucat	Kuning pucat

Seluruh formula homogen dan memenuhi acuan daya sebar serta daya lekat yang digunakan. Setelah *cycling test*, nilai pH menurun tetapi tetap berada pada rentang topikal yang digunakan dalam penelitian. Viskositas tercatat sama

sebelum dan sesudah cycling test. Gel dan nanogel mengalami perubahan warna menjadi lebih pucat, sehingga stabilitas fisik tidak tepat dinyatakan sebagai “tanpa perubahan” pada seluruh parameter.

Iritasi dan penerimaan panelis

Tidak ditemukan kemerahan, rasa gatal, atau perubahan tekstur pada uji iritasi 24 jam untuk blanko, gel, maupun nanogel. Skor hedonik seluruh formula berada pada kisaran 4,30-4,55. Nanogel memperoleh skor warna tertinggi (4,45) dan skor tekstur 4,55; gel memperoleh skor aroma dan sensasi tertinggi, masing-masing 4,45.

Perubahan Parameter *Skin Analyzer*

Rerata parameter *skin analyzer* selama 4 minggu dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Rerata parameter *skin analyzer* selama 4 minggu

Parameter	Formula	M0	M1	M2	M3	M4	Δ M4-M0
Moisture	Blanko	8,67	9,33	9,67	11,33	12,00	+3,33
	Gel	10,67	10,67	16,00	19,33	22,00	+11,33
	Nanogel	19,33	20,67	27,67	34,00	51,00	+31,67
Elastisitas	Blanko	8,33	8,33	9,00	9,67	10,33	+2,00
	Gel	9,67	11,33	14,33	16,67	17,67	+8,00
	Nanogel	15,67	18,00	19,33	21,00	50,33	+34,66
Melanin	Blanko	62,00	52,33	44,00	40,33	37,67	-24,33
	Gel	70,00	52,33	44,67	37,67	32,00	-38,00
	Nanogel	73,33	66,00	50,67	47,33	27,67	-45,66

M0 = sebelum perlakuan; M1-M4 = minggu ke-1 sampai ke-4; Δ = perubahan rerata. Nilai melanin yang lebih rendah menunjukkan penurunan indeks melanin pada skala alat.

Secara deskriptif, nanogel menunjukkan peningkatan *moisture* dan elastisitas terbesar. Indeks melanin turun pada semua kelompok; penurunan absolut terbesar teramati pada nanogel (-45,66), diikuti gel (-38,00) dan blanko (-24,33). Hasil *Skin Analyzer* pada Kadar Air dan Elastisitas dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil *Skin Analyzer* pada Kadar Air dan Elastisitas

Sediaan	Panelis	Kondisi Awal	Minggu Ke-				(%) Pemulihan
			1	2	3	4	
F0	1	25	25	26	27	28	12.6984127
	2	25	25	26	27	28	
	3	27	27	27	28	29	
	4	25	25	26	27	28	
	5	24	25	25	28	29	
	Jumlah	126	127	130	137	142	
	Rata-rata	25	25	26	27	28	
F1	1	24	26	27	28	30	22.58064516
	2	24	26	28	28	31	
	3	23	25	26	27	30	
	4	25	27	28	28	30	
	5	28	30	30	31	31	
	Jumlah	124	134	139	142	152	
	Rata-rata	25	27	28	28	30	
F2	1	27	30	35	40	46	73.33333333
	2	28	32	37	42	47	
	3	24	31	35	42	48	
	4	27	32	36	41	47	
	5	29	33	36	41	46	
	Jumlah	135	158	179	206	234	
	Rata-rata	27	32	36	41	47	

Nilai Pengukuran: Dehidrasi (0-29), Normal (30-45), Hidrasi (46-100) (Aramo, 2012).

Hasil *Skin Analyzer* pada Kadar Melanin dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah ini

Tabel 5. Hasil *Skin Analyzer* pada Kadar Melanin

Sediaan	Panelis	Kondisi	Minggu Ke-				(% Pemulihan
		Awal	1	2	3	4	
F0	1	45	45	44	43	40	12.50
	2	45	44	43	42	40	
	3	47	46	45	43	41	
	4	45	46	45	43	40	
	5	43	43	42	40	39	
	Jumlah	225	224	219	211	200	
	Rata-rata	45	45	44	42	40	
F1	1	46	44	40	38	36	21.35
	2	42	40	38	36	34	
	3	41	39	37	36	35	
	4	44	43	41	39	37	
	5	43	40	38	37	36	
	Jumlah	216	206	194	186	178	
	Rata-rata	43	41	39	37	36	
F2	1	40	36	30	27	20	76.03
	2	43	38	32	26	24	
	3	44	37	33	28	25	
	4	43	39	35	31	28	
	5	43	38	32	28	24	
	Jumlah	213	188	162	140	121	
	Rata-rata	43	38	32	28	24	

Nilai Pengukuran : Sedikit noda (0-19) Sedang noda (20-39) Sangat Banyak noda (40-100)

4. PEMBAHASAN

Ukuran partikel nanogel 175,83 nm lebih kecil dibandingkan gel 5.580 nm dan berada dalam rentang operasional 1-1.000 nm yang digunakan pada naskah sumber untuk sistem nanogel. Ukuran yang lebih kecil dapat meningkatkan luas permukaan dan homogenitas distribusi bahan aktif dalam sistem, tetapi penelitian ini tidak melakukan uji permeasi atau retensi kulit. Oleh karena itu, penjelasan bahwa nanogel “menembus lebih dalam” sebaiknya diposisikan sebagai hipotesis berbasis karakteristik sistem, bukan hasil yang diukur langsung.

Morfologi SEM yang tidak beraturan dan amorf dapat memengaruhi interaksi antarpengisi dan kecenderungan agregasi. Pengukuran PSA hanya melaporkan ukuran utama tanpa *polydispersity index* (PDI) dan zeta potential, sehingga kestabilan koloid belum dapat dinilai secara menyeluruh. PDI dan zeta potential sebaiknya ditambahkan pada penelitian lanjutan untuk memperkuat karakterisasi nanodispersi [14].

Daya sebar seluruh formula berada pada rentang 5-7 cm dan daya lekat ≥ 4 detik, menunjukkan sifat aplikasi yang memadai menurut acuan penelitian [15]. Penurunan pH sesudah cycling masih berada pada rentang yang dinyatakan dapat diterima untuk sediaan topikal. Akan tetapi, perubahan warna dari kuning terang menjadi kuning pucat pada gel dan nanogel merupakan perubahan organoleptik yang perlu dicatat secara eksplisit. Perubahan ini secara biologis masuk akal berkaitan dengan sensitivitas pigmen alami terhadap suhu/oksidasi, namun penelitian tidak mengukur kadar beta-karoten atau likopen sebelum dan sesudah cycling sehingga mekanismenya belum dapat dipastikan [16][17].

Tidak adanya reaksi iritasi pada pengamatan 24 jam mendukung tolerabilitas awal formula, sedangkan skor hedonik sekitar 4 menunjukkan penerimaan yang baik. Meskipun demikian, jumlah sukarelawan untuk uji iritasi hanya 9 orang dan uji hedonik bersifat subjektif; keduanya belum menggantikan evaluasi keamanan dermatologis yang lebih luas. Pada *skin analyzer*, nanogel menghasilkan tren peningkatan *moisture* dan elastisitas paling besar sampai minggu ke-4, sementara gel dan nanogel sama-sama memperlihatkan penurunan indeks melanin yang jauh lebih besar daripada blanko secara deskriptif [18]. Hasil tersebut sejalan dengan tujuan formulasi, tetapi interpretasi harus mempertimbangkan tiga keterbatasan utama: hanya 3 sukarelawan per formula, nilai awal antarkelompok tidak seimbang, dan tidak ada randomisasi/ blinding maupun analisis inferensial pada naskah sumber. Karena itu, artikel ini menyajikan hasil uji manusia sebagai bukti eksploratif dan tidak menggunakan istilah “berbeda signifikan” [19][20].

Kekuatan penelitian adalah adanya perbandingan langsung antara gel dan nanogel dengan bahan aktif yang sama, karakterisasi PSA/SEM, *cycling test*, serta pemantauan berulang menggunakan alat. Untuk meningkatkan kualitas bukti, penelitian berikutnya perlu menggunakan jumlah subjek yang lebih besar, desain randomisasi dengan kontrol yang seimbang, standardisasi paparan produk, analisis statistik longitudinal, kuantifikasi senyawa aktif, serta uji permeasi/retensi kulit [20].

5. KESIMPULAN

Kombinasi sari wortel dan tomat 5% dapat diformulasikan menjadi gel dan nanogel dengan karakteristik fisik yang memenuhi acuan penelitian. Nanogel memiliki ukuran partikel PSA 175,74 nm dan morfologi SEM berukuran 120–890 nm. Hasil *cycling test* menunjukkan pH dan viskositas relatif stabil, meskipun terjadi pemudaran warna. Pengamatan awal tidak menunjukkan adanya iritasi. Secara deskriptif, nanogel memberikan peningkatan kelembapan dan elastisitas kulit terbesar serta penurunan melanin selama empat minggu. Hasil ini menunjukkan bahwa nanogel kombinasi sari wortel dan tomat berpotensi dikembangkan sebagai sediaan anti-aging, meskipun diperlukan penelitian lanjutan untuk memastikan stabilitas, keamanan, dan efektivitasnya.

DAFTAR PUSTAKA

1. Taha M, Alhakamy NA, Md S, Ahmad MZ, Rizwanullah M, Fatima S, et al. Nanogels as potential delivery vehicles in improving the therapeutic efficacy of phytopharmaceuticals. *Polymers*. 2022;14(19).
2. Qureshi MA, Khatoon F. Different types of smart nanogel for targeted delivery. *J Sci Adv Mater Devices*. 2019;4(2):201-212.
3. Puspitasari L, Dari NPDRW. Uji aktivitas inhibitor enzim tirosinase dan antioksidan *Tagetes erecta* L. sebagai whitening agent formulasi losio pencerah kulit. *J Mandala Pharmacon Indones*. 2022;8(2):318-331.
4. Hijayanti R, Rahmat D, Djamil R. Analisis senyawa fitokimia, organoleptik, uji aktivitas inhibisi enzim tirosinase minyak biji argan dan ekstrak akar murbei sebagai whitening agent pada kulit. *Ghidza J Gizi Kesehat*. 2023;7(1):157-165. doi:10.22487/ghidza.v7i1.617
5. Setyawati I, Fitriyah Z, Emilia M, Indahsari NW. Potensi ekstrak umbi wortel (*Daucus carota* L.) sebagai sumber senyawa bioaktif. *J Lantera Ilm Kesehat*. 2024;2:16-24.
6. Romadhon FA, Wilapangga A, Fatwami EF. Formulasi dan uji fisik hand and body lotion sari buah tomat (*Solanum lycopersicum* L.) yang berkhasiat sebagai antioksidan. *Indones J Pharm Educ*. 2023;3(3).
7. Setiawan R, Masrijal CDP, Hermansyah O, Rahmawati S, Sari RIP, Cahyani AN. Formulasi, evaluasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel antioksidan ekstrak tali putri (*Cassytha filiformis* L.). *Bencoolen J Pharm*. 2023;3(1).

8. Nuraeni W, Daruwati I, W EM, Sriyani ME. Verifikasi kinerja alat Particle Size Analyzer Horiba LB-550 untuk penentuan distribusi ukuran nanopartikel. *Pros Semin Nas Sains Teknol Nukl.* 2013;266-271.
9. Sahdiah H, Kurniawan R. Optimasi tegangan akselerasi pada Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy untuk pengamatan morfologi sampel biologi. *J Sains Edukasi Sains.* 2023;6(2):117-123.
10. Nurlaily N, Rahmah A, Ratnapuri PH, Srikartika VM, Anwar K. Uji karakteristik fisik sediaan gel ekstrak daun kirinyuh dengan variasi Carbopol dan HPMC. *J Pharmascience.* 2021;8(2):79.
11. Wahidah S, Saputri GAR, Nofita. Formulasi dan uji stabilitas sediaan gel ekstrak etanol daun asam jawa (*Tamarindus indica* L.) dengan variasi gelling agent. *J Mandala Pharmacon Indones.* 2024;10(2):508-518. doi:10.35311/jmpi.v10i2.623
12. Karsidin B, Wahyuni YS, Dwiyantri N. Uji penetapan kadar protein kolagen dan uji hedonik sediaan gel kolagen limbah ikan kakap merah. *J Farm Sains.* 2022;5(2):121-133.
13. Sidarta E, Averina F, Herdiman A, Destra E. Skrining kesehatan kulit dengan penilaian kadar air dan minyak pada kelompok usia produktif di Sekolah Kalam Kudus II, Duri Kosambi. *J Kabar Masy.* 2024;2(3):116-126. doi:10.54066/jkb.v2i3.2226
14. Dongoran RF, Nasution N, Siregar TY. Formulasi krim anti-aging dari ekstrak kulit jeruk Sipirok (*Citrus sinensis*). *J Kesehat Ilm Indones.* 2024;9(2).
15. Martien R, Adhyatmika, Irianto IDK, Farida V, Sari DP. Technology developments nanoparticles as drug delivery systems. *Maj Farmaseutik.* 2021;8(1):133-144.
16. Sultana F, Manirujjaman, Imran-Ul-Haque, Arafat M, Sharmin S. An overview of nanogel drug delivery system. *J Appl Pharm Sci.* 2013;3(8 Suppl):95-105.
17. Aramo. *Skin and Hair Diagnostic System.* Korea: Aramo Huvies; 2012.
18. Qamariah N, Handayani R, Mahendra AI. Uji hedonik dan daya simpan sediaan salep ekstrak etanol umbi hati tanah. *J Surya Med.* 2022;7(2):124-131.
19. Marbun, R. A., Sihombing, Y. R., & Anggraeni, R. (2026). Anti-Aging Activity Test and Physical Stability Evaluation of NanoCream Containing Ethanolic Extract of Binara Herb (*Artemisia vulgaris* L.). *JURNAL FARMASIMED (JFM)*, 8(2), 1165-1173.
20. Marbun, R. A. T. (2025). Testing the Activity of Chitosan Nanohydrogel from Belut Sawah (*Monopterus albus*) Extract as a Future Anti-Aging Candidate. *Jurnal Farmasimed (JFM)*, 8(1), 331-338.