Original Article

FORMULASI DAN EVALUASI SIFAT FISIK SEDIAAN NANO GEL EKSTRAK DAUN PAKIS SAYUR (*Diplazium esculentum*)

FORMULATION AND EVALUATION OF THE PHYSICAL PROPERTIES OF NANO GEL PREPARATION FROM VEGETABLE FERN LEAF EXTRACT (*Diplazium esculentum*)

Gita Triana Putri[1], Gina Lestari[2], Elly Mulyani[2], Eka Putri Wiyati[2]

[1]Program Studi S1 Farmasi Sekolah Tinggi Kesehatan Al Fatah, Kota Bengkulu, Indonesia, 38224
[2]Sekolah Tinggi Kesehatan Al Fatah, Kota Bengkulu, Indonesia, 38113
**E-mail : ghinafathur@gmail.com*

Diterima: 21 Agustus 2026 Direvisi: 03 November 2026 Disetujui: 14 November 2026

Abstrak

Kulit berfungsi sebagai barier fisiologis paling luar yang rentan terhadap degradasi struktural akibat serangan spesies oksigen reaktif. Daun *Diplazium esculentum* (pakis sayur) mengandung beragam fitokimia sekunder, antara lain flavonoid, alkaloid, tanin, dan saponin, yang dikaitkan dengan kapasitasnya sebagai agen penangkal radikal bebas. Transformasi ekstrak menjadi sistem penghantaran nanogel diyakini mampu meningkatkan efikasi distribusi molekul aktif ke lapisan kulit. Penelitian ini berfokus pada upaya formulasi nanogel yang mengandung ekstrak etanol daun pakis sayur dan penilaian terhadap karakteristik fisiknya. Melalui rancangan eksperimental berbasis laboratorium, ekstrak diperoleh dengan teknik maserasi memakai etanol 96%, kemudian diformulasi menjadi empat kelompok perlakuan. Serangkaian uji karakterisasi dilakukan meliputi organoleptik, homogenitas, nilai pH, daya lekat, daya sebar, dan ketebalan dinamik (viskositas). Temuan penelitian mengindikasikan bahwa keempat formula nanogel memenuhi kriteria kelayakan fisik sediaan kulit, dibuktikan dengan penampakan organoleptik yang konstan, homogenitas yang terjamin, nilai pH dalam interval 4,86–5,91, waktu lekat 8,53–8,80 detik, serta penyebaran 6,44–6,70 cm. Secara keseluruhan, ekstrak etanol daun paku sayur terformulasi dengan baik dalam matriks nanogel dan semua variasi konsentrasi menunjukkan karakteristik fisik yang memenuhi ketentuan standar topikal.

Kata kunci: Daun pakis sayur; Nanogel; Sifat fisik; Diplazium esculentum

Abstract

The skin functions as the outermost physiological barrier that is vulnerable to structural degradation due to attacks from reactive oxygen species. The leaves of Diplazium esculentum (vegetable fern) contain various secondary phytochemicals, including flavonoids, alkaloids, tannins, and saponins, which are associated with their capacity as free radical scavengers. Transforming the extract into a nanogel delivery system is believed to enhance the efficacy of active molecule distribution to the cutaneous layers. This study focuses on formulating a nanogel containing ethanol extract of vegetable fern leaves and evaluating its physical attributes. Through a laboratory-based experimental design, the extract was obtained using a maceration technique with 96% ethanol, and then formulated into four treatment groups. A series of characterization tests were conducted, including organoleptic evaluation, formula uniformity, pH value, adhesiveness, spreading index, and dynamic thickness (viscosity). The study findings indicate that all four nanogel formulas meet the criteria for physical suitability for skin preparations, proven by consistent organoleptic appearance, guaranteed homogeneity, pH values in the range of 4.86–5.91, adhesion time of 8.53–8.80 seconds, and spreading of 6.44–6.70 cm. Overall, the ethanol extract of vegetable fern leaves was well formulated in the nanogel matrix, and all concentration variations showed physical characteristics that meet topical standard requirements.

Keywords: Vegetable fern leaves; Nanogel; Physical properties; Diplazium esculentum

PENDAHULUAN

Sebagai organ yang terletak paling luar tubuh manusia, kulit berfungsi sebagai pelindung yang menutupi seluruh tubuh. Perlindungan tersebut mencakup berbagai paparan yang berasal dari lingkungan, antara lain sinar matahari, radiasi, polusi udara, debu, serta asap rokok. Paparan tersebut dapat meningkatkan risiko terjadinya berbagai gangguan pada kulit, salah satunya adalah kulit kering. Kulit kering adalah masalah umum yang ditandai oleh permukaan kulit yang tampak kusam, bersisik, dan kasar [1]. Tata laksana perawatan kulit yang efektif seharusnya tidak hanya menjaga kadar kelembapan, melainkan juga memberikan proteksi dari stres oksidatif dengan mengaplikasikan bahan-bahan yang mengandung aktivitas antioksidan [2].

Antioksidan adalah zat kimia yang berfungsi mencegah proses perusakan (oksidasi) yang terjadi dalam suatu reaksi berantai, bahkan hanya dengan jumlah yang sedikit. Mekanisme kerja antioksidan dilakukan dengan pemberian elektron kepada radikal bebas untuk menstabilkan molekul radikal tersebut kemudian mengalami penurunan sifat reaktif yang berpotensi menimbulkan kerusakan pada sel. Secara alami, senyawa antioksidan dapat ditemukan dalam berbagai sumber pangan, antara lain buah-buahan, sayuran, biji-bijian, serta produk yang berasal dari hewan [3].

Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*) memiliki sejumlah kandungan metabolit sekunder yang meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, serta saponin. Senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas biologis sebagai senyawa bioaktif, khususnya dalam memberikan efek antioksidan dan antibakteri, sehingga berpotensi memberikan manfaat bagi kesehatan [4]. Pada penelitian Setyanto dkk (2025) menunjukkan bahwa tanaman pakis sayur memiliki aktivitas antioksidan dengan kategori sedang hingga kuat, sehingga berpotensi sebagai penangkal radikal bebas. Berdasarkan potensi tersebut, kandungan senyawa antioksidan pada tanaman pakis dapat dimanfaatkan dan dikembangkan menjadi sediaan topikal yang inovatif berbahan alam. Strategi pengembangan yang potensial melibatkan pemanfaatan teknologi nanogel.

Nanogel adalah sistem penghantaran obat yang berukuran nanometer dan berbasis hidrogel, yang berpotensi untuk meningkatkan absorpsi zat aktif ke dalam kulit, memperpanjang durasi pelepasan, dan meningkatkan stabilitas formulasi. Dalam industri kosmetik, sistem nanogel umum digunakan karena efektif dalam meningkatkan penetrasi bahan aktif, seperti senyawa fenolik dan flavonoid, serta mempertahankan konsistensi gel yang halus dan mudah dioleskan pada kulit [5].

Beberapa penelitian sebelumnya sudah berhasil membuat produk topikal dengan bahan dasar ekstrak tumbuhan yang kaya antioksidan, seperti ekstrak lidah buaya, teh hijau, dan pegagan. Akan tetapi, penggunaan ekstrak tanaman Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*) dalam bentuk nanogel masih jarang diteliti. Kebanyakan studi hanya menguji seberapa kuat antioksidan dari ekstrak tersebut, tanpa melanjutkannya menjadi produk yang menggunakan sistem penghantaran nano [6]. Padahal, teknologi nano seperti nanogel ini sangat bermanfaat karena bisa membantu bahan aktif meresap lebih dalam ke kulit dan menjaga kelembapan kulit lebih lama [7]. Berdasarkan latar belakang tersebut, dilakukan pengembangan sediaan nanogel yang mengandung ekstrak daun pakis sayur (*Diplazium esculentum*). Tujuan penelitian ini adalah memformulasikan sediaan topikal dengan teknologi nano yang mengandung ekstrak etanol daun pakis sayur dan melakukan evaluasi terhadap karakteristik fisiknya pada beberapa tingkat konsentrasi.

METODE

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu toples maserasi, wadah gel, timbangan analitik, *stirrer*, aluminium foil, pH meter, *viskosimeter Brookfield*, mortir, stamper, kompor

listrik, *beaker glass*, gelas ukur, erlenmeyer, batang pengaduk, pipet tetes, tabung reaksi, cawan porselin, *rotary evaporator*, *water bath*, corong, dan penyaring.

Bahan yang digunakan yaitu ekstrak daun pakis sayur (*Diplazium esculentum*), etanol 96%, carbopol, natrium alginate, $CaCl_2$, gliserin, natrium metabisulfit, propilenglikol, *aquadest*, dan TEA.

Verifikasi Tanaman

Identifikasi awal terhadap tanaman diperlukan untuk menjamin kesesuaian dan ketepatan identitas bahan yang digunakan sebagai bahan utama penelitian. Verifikasi terhadap tanaman Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*) dilakukan di Laboratorium Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Bengkulu.

Pembuatan Simplisia Daun Pakis Sayur

Daun pakis sayur (*Diplazium esculentum*) sebanyak 5 kg dikumpulkan, dibersihkan dari kotoran, dan dipilih bagian daun yang akan digunakan, lalu bersihkan daun menggunakan air mengalir, dilanjutkan dengan penirisan dan perajangan. Daun yang telah dirajang selanjutnya dikeringkan menggunakan oven dengan pengaturan suhu 60°C selama 10 jam. Daun hasil pengeringan kemudian diperiksa dan dipisahkan dari bagian yang rusak atau menunjukkan adanya jamur. Selanjutnya, daun kering disimpan pada wadah dalam kondisi bersih, kering, dan tertutup kedap udara [8].

Pembuatan Ekstrak Daun Pakis Sayur

Sebanyak 200 gram simplisia daun pakis sayur ditimbang dan ditempatkan ke dalam botol kaca berwarna hitam. Sampel diekstraksi menggunakan etanol 96% dengan metode maserasi selama 3-5 hari. Wadah maserasi ditutup menggunakan aluminium foil dan dilakukan pengadukan sesekali. Campuran yang telah melalui proses maserasi selanjutnya disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dari residunya. Filtrat hasil penyaringan kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 60°C hingga terbentuk ekstrak pekat. Tahap berikutnya dilakukan penguapan ekstrak pekat di atas *waterbath* hingga diperoleh ekstrak dengan konsistensi yang kental [9].

Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Pakis Sayur

Uji Alkaloid: tambahkan 1 mL HCl 2N dan 9 mL aquades ke dalam ekstrak, kemudian panaskan selama 2 menit, lalu dinginkan, dan disaring. Filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan pereaksi Mayer dan Dragendorff. Keberadaan alkaloid ditunjukkan oleh terbentuknya endapan berwarna putih hingga kuning keruh pada penambahan pereaksi Mayer, sedangkan penggunaan pereaksi Dragendorff ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna jingga hingga merah bata.

Uji Flavonoid: Tambahkan serbuk magnesium (Mg) dan HCl pekat ke dalam ekstrak. Reaksi positif ditunjukkan melalui terbentuknya warna jingga pada sampel.

Uji Tanin: 2 mL aquadest ditambahkan ke dalam ekstrak, kemudian campuran dipanaskan hingga mendidih selama 15 menit lalu disaring untuk memperoleh filtrat, kemudian ditetesi dengan $FeCl_3$. Hasil positif untuk senyawa tanin ditunjukkan oleh terbentuknya warna biru tua kehitaman.

Uji Saponin: Masukkan ekstrak ke dalam tabung reaksi lalu tambahkan aquades panas kemudian aduk. Tambahkan HCl pekat lalu kocok. Terbentuknya busa stabil selama 5–10 menit menunjukkan hasil positif terhadap saponin.

Evaluasi Ekstrak Daun Pakis Sayur

Uji Organoleptik: dilakukan secara langsung menggunakan panca indera dengan memperhatikan beberapa parameter, yaitu bentuk, warna, serta bau ekstrak [10].

Penetapan Kadar Air: 1 g ekstrak dipanaskan menggunakan oven pada suhu 105°C selama ±3 jam lalu dinginkan dalam desikator dan dilakukan penimbangan hingga diperoleh bobot tetap atau konstan [10].
Penetapan Kadar Abu Total: 1 g ekstrak dipanaskan dalam tanur pada suhu 550°C sampai seluruh bahan organik terabukan. Setelah pengabuan selesai, dinginkan pada desikator lalu timbang secara bertahap hingga diperoleh bobot konstan [11].

Formulasi dan Pembuatan Nanogel Ekstrak Daun Pakis Sayur

Tabel I. Formulasi Nanogel Ekstrak Daun Pakis Sayur

Bahan	F0 (%)	F1 (%)	F2 (%)	F3 (%)	Fungsi
Ekstrak Daun Pakis Sayur	-	0,5	1	1,5	Zat Aktif
Natrium Alginat	0,1	0,1	0,1	0,1	Bahan Aktif Polimer
CaCl2	0,1	0,1	0,1	0,1	Polimer
Gliserin	10	10	10	10	Humektan
Propilenglikol	10	10	10	10	Pelarut
Natrium Metabisulfit	0,1	0,1	0,1	0,1	Pengawet
Carbopol	1	1	1	1	*Gelling Agent*
TEA	0,5	0,5	0,5	0,5	Penetral pH
Fragrance	5 gtt	5 gtt	5 gtt	5 gtt	Pewangi
Aquadest	48,2 mL	47,7 mL	47,2 mL	46,7 mL	Pelarut

Pembuatan nanogel dilakukan dengan mengembangkan carbopol dengan 30 mL aquadest selama 12-24 jam (M1). Natrium metabisulfit dilarutkan dengan gliserin diaduk hingga homogen (M2). Ekstrak dicampur dengan natrium alginate, kalsium klorida, dan propilenglikol diaduk menggunakan lumpang. Larutan (M2) dimasukkan ke dalam campuran ini dan diaduk hingga homogen. Carbopol yang telah dikembangkan, TEA, dan sisa aquadest ditambahkan secara bertahap sambil diaduk hingga semua bahan tercampur homogen, kemudian dilanjutkan pengadukan menggunakan *stirrer* dengan kecepatan 175 rpm selama 1 jam [12].

Evaluasi Sediaan Nanogel

Uji Organoleptis: Pengamatan secara langsung dengan menggunakan pancaindra terhadap karakteristik fisik sediaan, meliputi warna, bau, dan bentuk. Pengamatan dilakukan selama periode penyimpanan selama 4 minggu [13].
Uji pH: 0,5 gram sediaan ditimbang lalu diencerkan menggunakan 5 mL aquadest. Kemudian ukur derajat keasaman menggunakan pH meter. Rentang pH yang dipersyaratkan pada sediaan topikal adalah 4,5–6,5 [13].
Uji Homogenitas: Sediaan diletakkan pada permukaan objek gelas, kemudian ditutup menggunakan objek gelas lainnya. Keseragaman sediaan dievaluasi melalui pengamatan dengan bantuan kaca pembesar [13].
Uji Daya Lekat: Letakkan sediaan 0,5 gram dipermukaan *objekglass*, lalu tutup menggunakan *objekglass* lainnya. diberikan beban pada kedua objek glass tersebut sebesar 1 kg selama 5 menit. Kemudian beban ditambah sebesar 80 gram. Waktu yang dibutuhkan hingga kedua objek glass terlepas satu sama lain kemudian dicatat sebagai hasil pengujian daya lekat [13].

Uji Daya Sebar: 0,5 gram sediaan diletakkan di antara dua lempeng kaca. Lempeng kaca bagian atas, diberi beban sebesar 150 gram selama 1 menit. Setelah itu, diameter penyebaran sediaan yang terbentuk diukur untuk menentukan daya sebar [13].
Uji Viskositas: Pengukuran viskositas menggunakan viskometer Brookfield dengan spindel 06 pada kecepatan 50 rpm. Masukkan 50 gram sediaan kedalam gelas beaker, kemudian nilai viskositas dari hasil pengukuran diamati dan dicatat [13].

Analisis Data

Hasil yang telah diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif untuk melihat gambaran mengenai karakteristik data. Hasil disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi data [14].

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Verifikasi Tanaman

Identifikasi dan verifikasi tanaman Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*) telah dilaksanakan di Laboratorium Biologi Basic Science, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu. Berdasarkan hasil verifikasi, tanaman pakis sayur telah dinyatakan sesuai dengan karakteristik spesies *Diplazium esculentum* dengan surat verifikasi nomor 055/UN30.12.LT-FMIPA/LHU/2026. Secara taksonomi, tanaman Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*) termasuk dalam Ordo *Polypodiales*, Famili *Aspleniaceae*, Genus *Diplazium*, dan Spesies *Diplazium esculentum*.

Hasil Pembuatan Ekstrak dan Rendemen

Daun Pakis Sayur yang digunakan memiliki bobot awal 5 kg. Tahap awal preparasi sampel meliputi sortasi dan pencucian, kemudian sampel diiris secara tipis sebelum dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 10 jam. Selanjutnya dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% sebanyak 5 L selama lima hari, kemudian dilanjutkan dengan proses remaserasi sebanyak dua kali. Hasil ekstraksi menghasilkan maserat sebanyak 5 L dengan warna hijau kehitaman. Maserat tersebut kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator sampai diperoleh ekstrak yang bertekstur kental.

Tabel II. Hasil Rendemen Ekstrak Daun Pakis Sayur

Simplisia	Berat Kering	Berat Ekstrak	Rendemen	pH
Pakis Sayur (*Diplazium esculentum*)	200 g	21,5 g	10,75%	6,89

Proses ekstraksi menghasilkan ekstrak kental dengan bobot 21,5 gram dan nilai rendemen 10,75%. Persentase rendemen yang diperoleh menunjukkan besarnya hasil ekstrak yang didapatkan serta berkaitan dengan kandungan metabolit yang terdapat di dalamnya. Nilai rendemen menunjukkan jumlah senyawa aktif yang berhasil terekstraksi [15].

Penggunaan etanol sebagai pelarut pada proses ekstraksi daun pakis sayur menghasilkan rendemen yang menunjukkan bahwa pelarut tersebut mampu mengekstraksi komponen aktif dari simplisia secara efektif. Etanol banyak dimanfaatkan sebagai pelarut untuk bahan alam karena memiliki kemampuan dalam mengekstraksi berbagai kelompok senyawa aktif, termasuk flavonoid, polifenol, alkaloid, dan saponin yang terkandung dalam daun pakis sayur.

Nilai pH ekstrak sebesar 6,89 menunjukkan bahwa ekstrak bersifat mendekati netral atau sedikit asam lemah. Kondisi pH ini cukup baik, sehingga berpotensi lebih mudah disesuaikan dalam formulasi sediaan topikal. pH ekstrak dapat memengaruhi karakteristik akhir terhadap pH sediaan, kestabilan bahan aktif, kenyamanan penggunaan, serta kemungkinan terjadinya iritasi pada kulit [16].

Hasil Skrining Fitokimia

Tabel III. Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Pakis Sayur

Uji Fitokimia	Pereaksi	Hasil	Kesimpulan
Alkaloid	Ekstrak + HCl2N + Pereaksi Meyer Ekstrak + HCl2N + Pereaksi Dragendorff	Warna berubah menjadi kuning keruh (Mayer) Warna berubah menjadi jingga (Dragendorff)	Positif (+)
Flavonoid	Ekstrak + Serbuk Mg + HCl Pekat	Warna berubah menjadi jingga	Positif (+)
Tanin	Ekstrak + Aquadest (didihkan 15 menit) + FeCl3	Warna berubah menjadi biru kehitanamn	Positif (+)
Saponin	Ekstrak + HCl Pekat + Aquadest panas	Busa stabil selama 5 menit	Positif (+)

Hasil pengujian memperlihatkan adanya kandungan flavonoid, alkaloid, tanin, serta saponin pada ekstrak daun pakis sayur. Identifikasi senyawa flavonoid pada sampel dilakukan melalui penambahan serbuk Mg dan HCl pekat. Terbentuknya perubahan warna menjadi jingga pada sampel menandakan positif mengandung flavonoid. Warna tersebut muncul sebagai akibat dari proses reduksi flavonoid pada lingkungan yang bersifat asam sehingga membentuk senyawa kompleks dengan karakteristik warna jingga sampai kemerahan [17]. Pada uji alkaloid, ekstrak direaksikan dengan HCl 2N serta pereaksi Mayer dan Dragendorff, kemudian menunjukkan perubahan warna coklat. Hal ini terjadi karena alkaloid yang bersifat basa membentuk garam alkaloid dalam suasana asam dan bereaksi dengan pereaksi spesifik sehingga menghasilkan perubahan warna atau endapan [18]. Identifikasi tanin di uji dengan menambahkan $FeCl_3$ ke dalam ekstrak, yang ditandai dengan terbentuknya warna biru kehitaman sebagai akibat dari reaksi ion Fe^{3+} terhadap gugus fenolik dalam ekstrak. Pada uji saponin, terbentuknya busa yang bertahan dan tidak mudah menghilang menunjukkan hasil positif terhadap keberadaan senyawa saponin. Adanya saponin dalam daun pakis sayur mengindikasikan bahwa tanaman tersebut berpotensi menjadi sumber senyawa bioaktif yang berperan sebagai antioksidan dan antibakteri [18].

Hasil Evaluasi Ekstrak

Uji Organoleptik: Ekstrak daun pakis sayur memiliki bentuk kental, warna hijau pekat kehitaman, dan bau khas tanaman pakis.

Kadar Air: Berdasarkan hasil pengujian, ekstrak daun pakis sayur memiliki kadar air sebesar 8,08%. Nilai tersebut telah memenuhi persyaratan kadar air untuk ekstrak kental, yaitu kurang dari 10% [10]. Rendahnya kadar air menunjukkan bahwa proses pengeringan telah berlangsung secara efektif sehingga dapat mendukung peningkatan stabilitas ekstrak selama masa penyimpanan [19].

Kadar Abu: Hasil uji kadar abu menunjukkan nilai sebesar 8,52%. Farmakope Herbal Indonesia (FHI) menetapkan bahwa kadar abu ekstrak harus berada di bawah 10% [10]. Tingginya nilai kadar abu dapat menunjukkan kemungkinan terdapatnya kontaminan anorganik yang berasal dari tanah, pasir, serta komponen mineral lainnya.

Hasil Evaluasi Sediaan Nanogel

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik menandakan seluruh formula menghasilkan sediaan berbentuk gel semipadat dengan aroma khas serta warna yang berubah menjadi semakin hijau pekat seiring meningkatnya konsentrasi ekstrak. Seluruh formula memiliki penampilan yang baik tanpa menunjukkan adanya pemisahan fase selama pengamatan. Perbedaan intensitas warna disebabkan oleh meningkatnya jumlah ekstrak yang ditambahkan ke dalam masing-masing formula [18].

Uji Homogenitas

Berdasarkan hasil evaluasi, seluruh formula mempertahankan kondisi homogen selama periode pengamatan hingga minggu keempat. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa baik basis gel tanpa ekstrak maupun formulasi dengan penambahan ekstrak daun pakis sayur sebesar 0,5%, 1%, dan 1,5% mampu menghasilkan pencampuran yang seragam. Peningkatan konsentrasi ekstrak tidak menunjukkan terbentuknya partikel kasar, aglomerasi, ataupun pemisahan fase, yang berkesimpulan bahwa ekstrak daun pakis sayur memiliki kemampuan dispersi yang baik sehingga dapat terdistribusi secara merata di dalam sediaan nanogel [13].

pH

Tabel IV. Hasil Uji pH Nanogel

Formulasi	Pengamatan				
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Rata-rata
F0	5,34	6,05	6,12	6,13	5,91
FI	5,25	5,29	5,38	5,35	5,31
FII	4,85	4,92	4,87	5,04	4,92
FIII	4,70	4,84	4,89	5,04	4,86

Hasil evaluasi pH menunjukkan bahwa seluruh formula menghasilkan nilai rata-rata pH yang sesuai dengan kulit (4,5-6,5) [20]. Formula F0 memiliki rata-rata pH 5,91, F1 5,31, F2 4,92, dan F3 4,86. Variasi nilai pH antar formula dapat dikaitkan dengan perbedaan konsentrasi ekstrak daun pakis sayur. Ekstrak daun pakis sayur menunjukkan nilai pH 6,89 yang mendekati kondisi netral, sehingga dapat memengaruhi pH akhir sediaan. Berkurangnya pH pada sediaan yang diformulasikan dengan ekstrak kemungkinan merupakan hasil dari pengaruh pH ekstrak sekaligus kandungan metabolit sekundernya [16]

Uji Daya Lekat

Tabel V. Hasil Uji Daya Lekat Nanogel

Formulasi	Pengamatan (Detik)				
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Rata-rata
F0	08,40	08,56	08,71	08,92	08,64
FI	08,46	08,50	08,52	08,64	08,53
FII	08,77	08,77	08,80	08,87	08,80
FIII	08,55	08,57	08,58	08,70	08,60

Berdasarkan hasil pengujian daya lekat, seluruh formula menunjukkan waktu perlekatan di atas 4 detik, sehingga telah memenuhi kriteria daya lekat yang dipersyaratkan untuk sediaan topikal [21]. Rata-rata waktu daya lekat pada seluruh formula yaitu 8,64 detik, 8,53 detik, 8,80 detik, dan 8,60 detik. F2 memiliki nilai daya lekat tertinggi dibandingkan formula lainnya. Peningkatan nilai daya lekat setiap minggu menunjukkan sediaan mampu melekat yang baik. Daya lekat berkaitan dengan viskositas sediaan, karena nanogel dengan konsistensi yang lebih baik cenderung dapat bertahan lebih lama pada permukaan kulit. Peningkatan lama perlekatan

akan memperpanjang kontak antara sediaan dan kulit, sehingga memberikan kesempatan yang lebih optimal bagi zat aktif untuk dilepaskan dari sediaan [21].

Uji Daya Sebar

Tabel VI. Hasil Uji Daya Sebar Nanogel

Formulasi	Pengamatan (cm)				
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Rata-rata
F0	6,30	6,53	6,43	6,51	6,44
FI	6,58	6,68	6,62	6,70	6,64
FII	6,65	6,59	6,68	6,69	6,65
FIII	6,68	6,68	6,70	6,75	6,70

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh formula nanogel menunjukkan kemampuan penyebaran yang berada pada kisaran 5-7 cm. Seluruh formula tersebut telah memenuhi persyaratan, yaitu 5–7 cm [13]. Variasi daya sebar yang ditemukan antarsediaan dapat berkaitan dengan beberapa faktor, antara lain konsentrasi ekstrak, konsistensi basis gel, serta viskositas sediaan. Peningkatan viskositas umumnya menyebabkan kemampuan gel untuk menyebar menjadi lebih rendah. Kondisi tersebut terjadi karena basis gel yang lebih kental memiliki struktur yang lebih kuat sehingga membutuhkan tekanan lebih besar untuk mengalami penyebaran. Sebaliknya, sediaan dengan viskositas yang lebih rendah cenderung lebih mudah mengalami penyebaran pada permukaan. Temuan tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yang melaporkan bahwa peningkatan viskositas berbanding terbalik dengan luas penyebaran gel [22,23].

Uji Viskositas

Tabel VII. Hasil Uji Viskositas Nanogel

Formulasi	Pengamatan (cP)				
	Minggu I	Minggu II	Minggu III	Minggu IV	Rata-rata
F0	16,93	16,93	16,66	17,00	16,88
FI	18,60	18,53	18,73	18,53	18,59
FII	16,93	17,06	17,20	17,26	17,11
FIII	17,20	17,33	17,33	17,66	17,38

Berdasarkan hasil evaluasi, nilai viskositas rata-rata pada seluruh formula menunjukkan hasil yang masih dapat diterima untuk sediaan topikal yaitu nanogel. Formula F0 memiliki viskositas 16,88 cP, F1 18,59 cP, F2 17,11 cP, dan F3 17,38 cP. Perbedaan nilai viskositas yang diperoleh pada setiap formulasi diduga berkaitan dengan variasi konsentrasi ekstrak daun pakis sayur serta adanya interaksi antara ekstrak dan basis gel. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak dengan variasi konsentrasi masih menghasilkan karakteristik viskositas yang dapat diterima pada sediaan nanogel, sehingga sediaan tidak berada dalam kondisi terlalu encer maupun terlalu kental. Viskositas menjadi parameter penting dalam karakteristik fisik sediaan topikal karena karakteristik tersebut dapat memengaruhi sediaan dalam menyebar dan melekat pada kulit [21]. Viskositas yang sesuai sangat penting karena dapat menjaga kestabilan sediaan serta mencegah terjadinya pemisahan fase selama penyimpanan [23].

Secara keseluruhan, seluruh formula nanogel menunjukkan karakteristik fisik yang baik selama proses evaluasi. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa ekstrak daun pakis sayur (*Diplazium esculentum*) memiliki kompatibilitas yang baik terhadap basis gel maupun bahan tambahan yang digunakan dalam formulasi. Ekstrak dapat terdispersi secara homogen tanpa menimbulkan perubahan yang berarti terhadap nilai pH, daya lekat, daya sebar, dan viskositas. Kondisi ini menunjukkan bahwa formulasi nanogel memiliki prospek untuk dikembangkan

lebih lanjut sebagai sediaan topikal yang memiliki stabilitas fisik serta memberikan kenyamanan dalam penggunaannya.

Keunggulan utama formulasi ini terletak pada potensinya dalam memberikan perlindungan terhadap kulit dari kerusakan oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas. Aktivitas tersebut didukung oleh keberadaan senyawa antioksidan, terutama flavonoid, tanin, dan saponin. Penerapan teknologi nanogel diharapkan mampu meningkatkan penetrasi zat aktif ke lapisan kulit secara lebih optimal, sehingga aktivitas antioksidan serta kemampuan sediaan dalam mempertahankan dan memperbaiki kelembapan kulit dapat berlangsung secara lebih efektif dan berkelanjutan. Apabila hasil pengujian stabilitas dan efikasi klinis menunjukkan hasil yang baik, formulasi ini memiliki prospek untuk dikembangkan sebagai produk perawatan kulit berbasis bahan alam yang inovatif, aman, serta terjangkau. Penggunaannya terutama berpotensi ditujukan untuk membantu menangani kondisi kulit kering, tanda-tanda penuaan dini, serta iritasi ringan yang timbul akibat paparan faktor lingkungan.

Pemanfaatan daun pakis sayur sebagai bahan aktif berpotensi meningkatkan nilai ekonomi dan ekologis tanaman tersebut. Ketersediaannya yang melimpah di wilayah tropis serta pemanfaatannya yang selama ini masih belum optimal menjadikan tanaman ini memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai sumber bahan aktif. Oleh karena itu, pengembangan formulasi berbasis daun pakis sayur tidak hanya berorientasi pada alternatif perawatan kulit, tetapi juga berkontribusi terhadap optimalisasi pemanfaatan sumber daya alam lokal secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Ekstrak etanol daun pakis sayur (*Diplazium esculentum*) telah berhasil dikembangkan dalam bentuk sediaan nanogel yang menunjukkan karakteristik fisik sesuai dengan kriteria sediaan topikal. Evaluasi organoleptik menunjukkan karakteristik yang stabil, dan pengujian homogenitas menghasilkan distribusi yang merata. Nilai pH seluruh formula berada pada rentang 4,86–5,91 yang masih aman bagi kulit, daya lekat yang diperoleh berada pada kisaran 8,53–8,80 detik atau lebih dari 4 detik, dan daya sebar berkisar antara 6,44–6,70 cm dan masih berada dalam rentang persyaratan 5–7 cm. Hasil pengujian viskositas juga menunjukkan bahwa seluruh formula memiliki tingkat konsistensi yang dapat diterima sebagai sediaan nanogel.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Kesehatan Al-Fatah Bengkulu yang telah mendukung kegiatan penelitian melalui penyediaan fasilitas laboratorium. Ucapan terima kasih juga ditujukan kepada Ibu Gina Lestari, M.Farm.,Apt dan Ibu Elly Mulyani, M.Farm.,Apt selaku pembimbing yang telah memberi bimbingan dan arahan dalam proses penelitian hingga penyusunan naskah, serta terima kasih juga kepada Ibu Eka Putri Wiyati, M.Farm.,Apt selaku penguji yang telah memberikan arahan dan masukan untuk mendukung penyempurnaan penelitian ini.

DAFTAR RUJUKAN

1. Okzelia SD, Mardiyyah V. Formulasi dan evaluasi sediaan krim pelembab kulit dari ekstrak daun pakis sayur (Diplazium esculentum). Jurnal Farmasi Indonesia. 2023;15(2):112-120.
2. Wortzman M, Nelson DB. A comprehensive topical antioxidant inhibits oxidative stress induced by blue light exposure and cigarette smoke in human skin tissue. Journal of Cosmetic Dermatology. 2021;20(4):1160-1165.
3. Nasir NH, Pusmarani J, Filmaharani. Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanolik daging buah semangka dan FRAP. Jurnal Mandala Pharmacon Indonesia. 2021;7(2):223-235.
4. Urvina T, et al. Uji in vivo ekstrak Diplazium esculentum mengandung steroid, triterpenoid, fenol, flavon, flavonoid yang dikaitkan dengan aktivitas antioksidan. Journal of Pharmaceutical Sciences. 2022;12(3):145-156.

5. Rizki M. Nanogel sebagai sistem penghantaran obat dalam industri kosmetik. Jurnal Farmasi dan Ilmu Kefarmasian Indonesia. 2022;9(1):1-10.
6. Sari WY, Yuliastuti D, Hidayati IG. Uji fitokimia dan aktivitas antioksidan fraksi etanolik serta krim kulit jeruk nipis. Pharmaceutical Journal of Indonesia. 2022;18(2):351-360.
7. Donthi MR, et al. Nanogel-based drug delivery systems for topical applications. Journal of Controlled Release. 2022;342:1-15.
8. Widayanti T, et al. Standarisasi simplisia daun pakis sayur. Jurnal Farmasi Indonesia. 2023;16(3):89-98.
9. Susanti R, et al. Metode ekstraksi dan karakterisasi ekstrak daun pakis sayur. Jurnal Penelitian Farmasi. 2024;8(2):45-56.
10. Krismayadi K, Halimatushadyah E, Apriani D, Cahyani MF. Standardisasi mutu simplisia dan ekstrak etanol daun kemangi (Ocimum x africanum Lour.). Pharmacy Genius. 2024;3(2):67-81.
11. Purnamawati D, et al. Penetapan kadar abu total ekstrak daun pakis sayur. Jurnal Fitokimia Indonesia. 2021;5(1):23-31.
12. Janah N, et al. Formulasi nanogel ekstrak daun pakis sayur dengan variasi konsentrasi gelling agent. Jurnal Teknologi Farmasi. 2025;7(1):12-25.
13. Ariyani LW, Wulandari. Formulasi sediaan nanogel minyak zaitun sebagai antiacne. Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta. 2020;5(2):92-100.
14. Indriarini L, et al. Aktivitas perlindungan UV dan antioksidan ekstrak kulit jeruk dalam nanogel tabir surya. Jurnal Sains Kesehatan. 2021;8(2):20-25.
15. Pawarti DR, et al. Rendemen ekstrak daun pakis sayur dengan metode maserasi. Jurnal Ilmiah Farmasi. 2023;10(2):78-87.
16. Mailisa W, et al. Formulasi dan karakterisasi sediaan topikal berbasis nanogel. Jurnal Farmasi Klinis Indonesia. 2025;14(1):34-45.
17. Harborne JB. Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plant Analysis. London: Chapman and Hall; 1987.
18. Pratama VY, Rahayu PD, Putri S, Tiara, Long Y, Mentari IA. Karakterisasi simplisia dan identifikasi senyawa fitokimia ekstrak pakis sayur (Diplazium esculentum Swartz). Journal of Pharmaceutical (JOP). 2024;2(1):12-19.
19. Fitriyani E, Septiani R. Pengaruh kadar air terhadap stabilitas ekstrak tanaman obat. Jurnal Farmasi Indonesia. 2026;18(2):67-76.
20. Pratasik M, et al. Rentang pH aman untuk sediaan topikal. Jurnal Farmasi dan Kesehatan. 2019;9(3):123-132.
21. Lestari G, Samudera AG, Safira AR. Formulasi sediaan krim tipe M/A ekstrak daun bidara arab sebagai antiinflamasi. Jurnal Sains Kesehatan. 2022;29(1):9-17.
22. Husain DP, Kintoko K, Setianto AB. Formulasi dan optimasi variasi basis carbopol terhadap karakteristik sediaan emulgel. Jurnal Sehat Indonesia (JUSINDO). 2025;7(2):1079-1089.
23. Oktavia L, Yulianti R, Gustaman F, Indra I. Optimasi formulasi emulgel topikal berbasis minyak zaitun: Peran gelling agent terhadap viskositas, pH, daya sebar, dan keamanan. Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada. 2025;25(2):1-10.