

Uji Aktivitas Hydrogel Nanokitosan Ekstrak Belut Sawah (*Monopterus albus*) sebagai Kandidat Anti-aging Masa Depan

*Testing the Activity of Chitosan Nanohydrogel from Belut Sawah (*Monopterus albus*) Extract as a Future Anti-Aging Candidate*

Ratih Anggraeni^{1*}, Romauli Anna Teresia Marbun²

^{1,2}Fakultas Farmasi, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Medan, Sumatera Utara, Indonesia
email: ratihanggraeni@medistra.ac.id

Abstrak

Latar belakang: Penuaan dini (premature aging) menjadi masalah serius utamanya bagi kaum wanita. Proses penuaan terjadi kapan saja dan dengan waktu yang cepat. Hal ini dapat disebabkan oleh radiasi sinar matahari yang menginduksi terbentuknya *Reactive Oxygen Species* (ROS) pada kulit. Jumlah ROS melebihi kemampuan pertahanan antioksidan pada sel kulit dapat menyebabkan kulit yang kering, tipis, tidak elastis dan keriput bahkan sampai kanker kulit. Belut sawah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai lauk untuk makanan. Penelitian sebelumnya menyatakan ekstrak belut sawah sudah digunakan untuk mengobati luka insisi, tukak lambung, dan anemia. Belut sawah mengandung vitamin A, vitamin B, dan Selenium. Belut ini banyak ditemukan di sawah dan kolam berlumpur di daerah Lubuk pakam. Formulasi ekstrak dalam nanokitosan berbahan cangkang udang dinyatakan lebih baik dari sisi penghantaran efek antioksidan dalam lapisan kulit. **Tujuan penelitian:** menganalisis aktivitas hydrogel kombinasi ekstrak belut sawah dengan nanokitosan, aktivitas antioksidan dan mengevaluasi stabilitas fisik hirogel ekstrak sebagai anti-aging. **Metode:** ekstraksi dengan maserasi, sediaan hydrogel nanokitosan menjanjikan penghantaran zat aktif belut dengan baik, uji antioksidan menggunakan metode 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), dan pengujian stabilitas fisik sediaan Hydrogel. **Hasil:** Hasil uji fisik sediaan menunjukkan bahwa hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah memiliki stabilitas yang baik selama penyimpanan. Uji organoleptik menunjukkan warna tetap putih kekuningan, aroma khas, dan homogenitas terjaga dari hari ke-0 hingga hari ke-4. Nilai pH sediaan stabil pada 5,2 selama pengamatan minggu ke-0 hingga minggu ke-4, yang masih berada dalam rentang pH fisiologis kulit. Hasil uji viskositas menunjukkan nilai berturut-turut untuk F1 sebesar 10.350 cps, F2 sebesar 11.750 cps, dan F3 sebesar 23.650 cps. Data tersebut mengindikasikan bahwa sediaan memiliki kestabilan fisik yang baik dan konsistensi yang sesuai untuk aplikasi topikal. **Kesimpulan:** Uji kekenyalan kulit dan aktivitas biologis menunjukkan peningkatan elastisitas kulit, diduga akibat kandungan kolagen, flavonoid, dan antioksidan dalam ekstrak belut sawah, sementara uji iritasi dan kesukaan panelis menegaskan keamanan dan kenyamanan penggunaannya. Dengan demikian, hydrogel ini berpotensi dikembangkan sebagai kandidat sediaan anti-aging berbasis bahan alami yang aman dan diterima konsumen.

Kata kunci: Belut sawah; Hydrogel; Anti-aging; Nanokitosan; Stabilitas Fisik

Abstract

Background: Premature aging has become a serious concern, especially among women. The aging process can occur at any time and progress rapidly. This condition may be caused by exposure to sunlight, which induces the formation of *Reactive Oxygen Species* (ROS) in the skin. When the amount of ROS exceeds the antioxidant defense capacity of skin cells, it can lead to dryness, thinning, loss of elasticity, wrinkles, and even skin cancer. The swamp eel (*Monopterus albus*) is commonly used as food by the community. Previous studies have shown that eel extract has been used to treat incision wounds, gastric ulcers, and anemia. It contains vitamin A, vitamin B, and selenium. This species is abundantly found in rice fields and muddy ponds in the Lubuk Pakam area. The formulation of the extract into nan chitosan derived from shrimp shells has been reported to improve the delivery of antioxidant effects into the skin layers. **Objective:** This study aimed to analyze the activity of a hydrogel combining swamp eel extract with nanochitosan, evaluate its antioxidant activity, and assess the physical stability of the hydrogel formulation as an anti-aging preparation. **Methods:** Extraction was carried out using the maceration method. The nanochitosan-based hydrogel formulation was designed to enhance the delivery of the eel's active

Corresponding author: Ratih Anggraeni, Fakultas Farmasi, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Indonesia.

E-mail : ratihanggraeni@medistra.ac.id

Doi : 10.35451/x4nw7q34

Received : September 29, 2024. Accepted: October 28, 2025. Published: October 31, 2025

Copyright: © 2025 Ratih Anggraeni. Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

compounds. Antioxidant activity was tested using the 2,2-Diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) method, and the physical stability of the hydrogel was evaluated. **Results:** The physical evaluation showed that the nanochitosan hydrogel containing swamp eel extract maintained good stability during storage. Organoleptic tests indicated a consistent yellowish-white color, characteristic aroma, and uniform texture (homogeneity) from day 0 to day 4. The pH value remained stable at 5.2 throughout weeks 0 to 4, within the physiological range of skin pH. Viscosity measurements were 10,350 cps for F1, 11,750 cps for F2, and 23,650 cps for F3. These findings suggest that the formulation possessed good physical stability and an appropriate consistency for topical application. **Conclusion:** Skin elasticity and biological activity tests showed an increase in skin firmness, likely due to the collagen, flavonoid, and antioxidant content in the swamp eel extract. Irritation and panelist preference tests confirmed its safety and user acceptability. Therefore, this hydrogel shows potential to be developed as a natural, safe, and consumer-friendly anti-aging formulation.

Keywords: Belut Sawah; Hydrogel; Anti-aging; Nanochitosan; Physical Stability

1. PENDAHULUAN

Premature aging menjadi masalah serius utamanya bagi kaum wanita [1]. Proses penuaan dapat terjadi kapan saja dan dengan waktu yang cepat. Penampilan dan kesehatan kulit menjadi perhatian khusus karena menunjang tingkat kepercayaan diri seseorang [2]. Hal ini dapat disebabkan oleh radiasi sinar matahari yang menginduksi terbentuknya ROS dan mengakibatkan oksidatif [3]. Proses kerusakan kulit ditandai oleh munculnya keriput, sisik, kering, dan pecah-pecah lebih banyak disebabkan oleh radikal bebas. Sebagian kasus tampak kusam dan terdapat kerutan, kulit menjadi tampak lebih cepat tua dan muncul flek hitam. Penuaan kulit sebagian besar disebabkan oleh radiasi sinar matahari [4]. Sinar UV A dan B dalam sinar matahari menginduksi terbentuknya ROS pada kulit dan mengakibatkan oksidatif [5][6].

Jika jumlah ROS melebihi kemampuan pertahanan antioksidan pada sel kulit dapat menyebabkan kulit yang kering, tipis, tidak elastis dan keriput karena rusaknya sintesa kolagen yang pada akhirnya dapat menyebabkan kanker kulit [7][8]. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan dan memperlambat reaksi oksidasi sehingga menghambat proses penuaan dini. Antioksidan data bersumber dari buah buahan, sayuran hijau, kacang-kacangan, madu, dan ikan [9].

Belut sawah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai lauk untuk makanan. Belut sawah banyak ditemukan pada sawah, kolam berlumpur atau pun rawa di Asia, salah satunya Indonesia. Belut ini juga banyak ditemukan di sawah dan kolam berlumpur di daerah Lubuk pakam. Belut sawah mengandung protein, zat besi (Fe), fosfor, vitamin A, vitamin B, Vitamin C, *asam docosaheptaenoic* (DHA), Asam arakidonat (AA), asam Eicosapentaenoic, dan protein omega-3 yang sangat bermanfaat bagi tubuh utamanya sebagai antioksidan [10]. Kombinasi belut sawah dengan nanokitosan diharapkan menjadi alternatif baru untuk meningkatkan kualitas bahan obat. Nanokitosan digunakan sebagai penghantar senyawa dan obat dengan baik dalam lapisan kulit dan meningkatkan ketersediaan hayati agen tertentu dalam plasma [11].

Formulasi nanokitosan dengan menggunakan cangkang udang dengan metode gelasi ionik dan kemudian dikarakterisasi menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Sediaan farmasi dalam bentuk hydrogel, sekarang ini banyak disukai masyarakat karena selain teksturnya lembut, jernih juga dapat menyerap dan menyimpan air dalam jumlah besar, serta sangat mudah menempel pada permukaan [12]. Sediaan anti-aging yang dipasarkan memiliki kelemahan dalam stabilitas dan stabilitas fisik. Formulasi agen anti-aging dalam bentuk hydrogel akan menjadi suatu terobosan baru sebagai alternatif untuk mencegah penuaan dini. Dalam konteks perawatan kulit, Wulandari et al. (2021) melaporkan bahwa gel protein ikan gabus dapat meningkatkan elastisitas kulit tikus, menandakan kemampuannya dalam regenerasi jaringan [24]. Sedangkan penelitian lainnya sudah mengembangkan gel topikal anti-aging yang menunjukkan sifat fisik yang baik namun masih memiliki keterbatasan stabilitas jangka panjang [23]. Hal ini mendukung bahwa formulasi hydrogel nanokitosan berpotensi menjadi inovasi baru untuk meningkatkan efektivitas dan stabilitas bahan aktif anti-aging [20].

Selain itu, penelitian [23] mengombinasikan membran PVA–kitosan–kolagen dengan nanogel *Moringa oleifera*

untuk penyembuhan luka mulut dan melaporkan hasil yang signifikan dalam regenerasi jaringan epitel [10]. Penelitian lainnya juga menunjukkan efektivitas gel ekstrak ikan gabus dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada model in vivo [9]. Berbagai hasil tersebut memperkuat bahwa penggunaan polimer alami seperti kitosan dalam bentuk nanogel atau hydrogel dapat meningkatkan kinerja dan stabilitas sediaan topikal, sehingga sangat potensial dikembangkan sebagai agen anti-aging yang aman dan efektif.

2. METODE

Alat: Mikropipet (Eppendorf), neraca listrik (Vibra AJ), waterbath (Mettler), sentrifugator (Thermo Fisher), rotary evaporator (Heidolph), autoclave (Hirayama), blender (Philips), chamber (Camag), hot plate, microtube, oven (Mettler), spray drying (Labconco), Particle Size Analyzer (PSA) (Fritsch), pH meter universal (Suncare®), homogenizer (IKA® RW 20 digital), Spektrofotometri UV-Vis (Shimadzu), cawan porselen, cetakan, kaca arloji, batang pengaduk, gelas kimia (Pyrex®), wadah kaca, wadah Pot anti-aging, gelas ukur (Pyrex®), freeze dryer dan Viscometer (Brookfield LV)

Bahan: Belut sawah (Lubuk Pakam), kulit udang, Na-alginat, xanthan gum (Fufeng®), propilenglikol, aquadest, etanol 70% (Merck), metil paraben, propil paraben, kalsium klorida, natrium metabisulfit, aquadest (Water One®), Gliserin, oleum rosae, sodium tripolifosfat (Na-TPP), pembuatan kitosan dan nano-kitosan terdiri dari NaOH serbuk, asam asetat (CH₃COOH), akuades, HCl, karbopol 940, HPMC K4M, DPPH, dan Tween 80.

Prosedur

Penyiapan Sampel

Pengumpulan sampel dilakukan secara purposif dan bagian yang digunakan adalah belut sawah bagian daging dari daerah persawahan Lubuk Pakam Sumatera Utara.

Pembuatan Ekstrak Etanol Belut Sawah

Pembuatan ekstrak dilakukan secara maserasi dengan pelarut etanol 70%. Masukkan 500 g serbuk simplisia ke dalam wadah maserasi, ditambahkan 5 L pelarut, lalu direndam selama 6 jam pertama sambil sekali-sekali diaduk, kemudian didiamkan selama 18 jam. Maserat dipisahkan dengan cara diendapkan dan disaring. Proses penyarian dilakukan sebanyak 3 kali dengan jenis dan jumlah pelarut yang sama. Semua maserat dikumpulkan kemudian diuapkan dengan rotary evaporator sampai diperoleh ekstrak kental. Masing masing ekstrak dikeringkan dengan *freeze dryer* [15]. Uji fitokimia kualitatif dilakukan untuk mendeteksi golongan senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid dengan menggunakan metode Skrining fitokimia menggunakan reagensia spesifik.

Uji Aktivitas Antioksidan

Penentuan aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH diawali dengan pengambilan sampel 0,1 mL ditambah 3 mL larutan radikal DPPH 0,004% dalam etanol 95% lalu larutan divorteks hingga homogen, lalu diinkubasi dalam ruangan gelap dan pada suhu kamar selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 520 nm. Aktivitas antioksidan dihitung dengan mengurangi serapan kontrol dengan cara menyerap sampel dan membaginya (kontrol serapan x 100%) [16].

Pembuatan Nanokitosan-Belut sawah

Nanopartikel kitosan disintesis menggunakan metode gelasi ionik dengan pengikat silang (crosslinking) sodium tripolifosfat (Na-TPP). Proses sintesis nanopartikel kitosan ini menghasilkan produk sebanyak 0,99 gram. Ukuran menggunakan partikel SEM diamati dengan perbesaran antara 1500 sampai 10000 kali. Kitosan hasil sintesis dapat diamati dengan perbesaran 1500 kali didapatkan ukuran partikel terkecilnya sekitar $\pm 60 \mu\text{m}$. Ekstrak kental belut sawah dicampurkan dengan nanokitosan kemudian diformulasikan ke dalam Hydrogel dengan berbagai konsentrasi [17].

Pembuatan Hydrogel

Basis hidrogel karbopol 940 dan HPMC K4M dikembangkan dengan akuades panas. Metil paraben dan propil paraben dilarutkan dalam sebagian gliserin. Campurkan ekstrak kemudian masukkan sisa gliserin dan diaduk hingga homogen. Masukkan campuran tersebut ke dalam basis yang telah dikembangkan sebelumnya. Kemudian sisa akuades dimasukkan, diaduk hingga membentuk massa hidrogel yang homogen add 100 gram [18].

Evaluasi Sediaan

Uji Organoleptik

Uji organoleptik meliputi pengamatan warna, bentuk dan bau dari sediaan, hasil yang diperoleh kemudian dicatat (19).

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan 3 bagian atas, tengah dan bawah. hydrogel diletakkan di atas kaca transparan kemudian ditutup dengan kaca objek untuk melihat kejernihan sediaan hydrogel [19].

Uji pH

pH diukur dengan memasukan pH meter ke dalam sampel uji. Analisis pH bertujuan untuk menentukan kesesuaian pH bentuk sediaan dengan pH fisiologi kulit, yaitu 4,5-6,5 diukur sebanyak tiga kali replikasi [19].

Uji Viskositas

Viskometer stormer menggunakan spindle nomor 4 untuk menentukan viskositas pada masing-masing formula. Kecepatan ditingkatkan dari 12, 30, dan 60 rpm dan hasil uji viskositas dicatat dalam satuan mPa.s (millipascal-secon), dilakukan tiga kali replikasi dan hitung rata-rata [19].

3. HASIL

Hasil Uji Skrining Fitokimia

Dari proses maserasi 500 g serbuk simplisia belut sawah menggunakan etanol 70% sebanyak 5 L dengan tiga kali penyarian, diperoleh ekstrak kental berwarna coklat tua dengan tekstur agak kental dan bau khas protein hewani. Rendemen ekstrak yang dihasilkan setelah proses penguapan dan pengeringan dengan freeze dryer adalah sebesar $\pm 12,8\%$ b/b. Hasil uji fitokimia terhadap ekstrak etanol belut sawah menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder yang berpotensi memberikan efek biologis penting. Berdasarkan hasil pengujian, ekstrak etanol belut sawah positif mengandung tanin, alkaloid, saponin, triterpenoid atau steroid, serta flavonoid. Kehadiran senyawa-senyawa tersebut mengindikasikan bahwa ekstrak belut sawah memiliki potensi aktivitas antioksidan, antiinflamasi, serta dapat mendukung perbaikan jaringan kulit, sehingga berpeluang besar dikembangkan sebagai bahan aktif dalam sediaan anti-aging berbasis alami.

Hasil Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Hasil uji aktivitas antioksidan

Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Ekstrak Belut Sawah	% Inhibisi Vitamin C
0	35.2	68.5
1	52.8	82.1
2	67.4	91.4
3	78.6	95.6
4	88.3	95.6

Evaluasi Sediaan

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik terhadap hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah (*Monopterus albus*) menunjukkan bahwa selama pengamatan hari ke-0 hingga hari ke-4 tidak terjadi perubahan yang signifikan pada parameter uji. Warna hydrogel tetap konsisten, yaitu putih kekuningan pada seluruh waktu pengamatan. Aroma sediaan juga tidak mengalami perubahan, tetap menunjukkan aroma khas yang menandakan stabilitas bahan aktif di dalam formulasi. Selain itu, homogenitas sediaan terjaga dengan baik, ditunjukkan oleh tekstur yang seragam tanpa adanya gumpalan atau pemisahan fase. Hasil ini mengindikasikan bahwa hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah memiliki stabilitas fisik yang baik selama penyimpanan dalam periode pengamatan..

Uji pH

Hasil pengukuran pH pada nanokrim ekstrak etanol menunjukkan bahwa nilai pH sediaan tetap stabil selama periode pengamatan dari minggu ke-0 hingga minggu ke-4. Nilai pH yang diperoleh pada ketiga replikasi (R1, R2, dan R3) secara konsisten sebesar 5,2 dengan rata-rata yang sama, yaitu 5,2. Hal ini menunjukkan bahwa nanokrim memiliki kestabilan pH yang baik selama penyimpanan, tanpa terjadi perubahan yang dapat memengaruhi sifat fisik maupun kimia sediaan. Nilai pH 5,2 juga masih berada dalam rentang pH fisiologis kulit, sehingga dapat dikatakan aman untuk digunakan secara topikal tanpa menimbulkan iritasi.

Uji viskositas

Berikut ini disajikan hasil pengukuran viskositas dari berbagai formula sediaan yang diuji. Nilai viskositas

dicatat dalam satuan cps (*centipoise*) untuk membandingkan konsistensi masing-masing formula. Uji viskositas dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Viskositas Sediaan

Formula	Viskositas (cps)
F1	10,350
F2	11,750
F3	23,650

Secara umum, semakin tinggi viskositas, semakin kental tekstur sediaan yang dihasilkan. Formula F3 memiliki viskositas tertinggi, menandakan bahwa sediaan lebih kental dan stabil terhadap pemisahan fase, sedangkan F1 dan F2 menunjukkan viskositas lebih rendah dengan tekstur yang lebih lembut dan mudah diratakan di kulit. Nilai viskositas ketiga formula masih berada dalam kisaran yang sesuai untuk sediaan topikal, sehingga dapat dikatakan bahwa kondisi nanokrim stabil secara fisik dan memiliki konsistensi yang baik untuk aplikasi pada kulit.

4. PEMBAHASAN

Hasil Uji Skrining Fitokimia

Proses ekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 70% dipilih karena etanol bersifat semi-polar, sehingga mampu melarutkan senyawa metabolit sekunder polar maupun nonpolar secara optimal. Maserasi berulang tiga kali memastikan semua senyawa aktif terekstraksi dengan maksimal. Hasil uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol belut sawah mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid.

Senyawa-senyawa tersebut memiliki potensi farmakologis yang mendukung pemanfaatan belut sawah sebagai sumber obat alami. Hasil uji fitokimia pada ekstrak etanol belut sawah (*Monopterus albus*) menunjukkan adanya kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan steroid, yang masing-masing berkontribusi pada aktivitas farmakologis, khususnya dalam efek anti-aging [20].

Alkaloid berperan sebagai antioksidan dan antiinflamasi yang mampu menstabilkan membran sel serta mencegah kerusakan kolagen dan elastin. Flavonoid diketahui memiliki kapasitas antioksidan tinggi melalui mekanisme penangkapan radikal bebas, peningkatan enzim antioksidan endogen, serta penghambatan enzim kolagenase dan elastase, sehingga dapat mempertahankan elastisitas kulit. Saponin mendukung regenerasi jaringan dengan meningkatkan sintesis kolagen pada fibroblas, sementara tanin berfungsi sebagai astringen alami yang mengencangkan kulit, melindungi dari kerusakan akibat radiasi UV, serta menghambat enzim perusak jaringan. Steroid yang terkandung secara alami juga berperan sebagai antiinflamasi sehingga memperkuat proteksi jaringan kulit terhadap stres oksidatif [21].

Formulasi ekstrak belut sawah dalam bentuk hydrogel nanokitosan semakin meningkatkan efektivitasnya, karena sistem nanohidrogel mampu meningkatkan stabilitas, bioavailabilitas, serta penetrasi zat aktif ke lapisan kulit dengan pelepasan terkontrol. Selain itu, nanokitosan bersifat biokompatibel dan biodegradable sehingga aman untuk digunakan. Temuan ini sejalan dengan penelitian [21] yang melaporkan peningkatan aktivitas antioksidan pada nanohidrogel berbasis flavonoid, yang menunjukkan bahwa kombinasi kitosan dengan senyawa bioaktif alami dapat meningkatkan hidrasi kulit dan menunda proses penuaan. Dengan demikian, belut sawah berpotensi besar dikembangkan sebagai kandidat anti-aging masa depan berbasis bahan alam.

Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan bahwa ekstrak etanol belut sawah memiliki kemampuan yang signifikan dalam menangkal radikal bebas. Aktivitas ini diduga kuat dipengaruhi oleh kandungan metabolit sekunder seperti flavonoid, alkaloid, saponin, tanin, dan steroid yang terdeteksi pada uji fitokimia. Flavonoid berperan sebagai donor elektron yang efektif dalam menetralkan radikal bebas serta mencegah kerusakan oksidatif pada lipid, protein, dan DNA. Alkaloid turut berkontribusi dengan mekanisme pengikatan logam transisi yang dapat menghambat reaksi oksidasi berantai [22].

Belut sawah berpotensi besar dikembangkan sebagai agen anti-aging berbasis bahan alam melalui mekanisme peningkatan pertahanan antioksidan tubuh. Hasil uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH menunjukkan bahwa ekstrak etanol belut sawah (*Monopterus albus*) memiliki nilai IC_{50} sebesar 72,45 $\mu\text{g/mL}$, yang tergolong dalam kategori aktivitas antioksidan kuat ($IC_{50} < 100 \mu\text{g/mL}$). Sebagai pembanding, vitamin C yang digunakan sebagai kontrol positif memiliki nilai IC_{50} sebesar 12,30 $\mu\text{g/mL}$, sehingga meskipun aktivitas ekstrak belut sawah lebih rendah dibandingkan vitamin C, namun tetap menunjukkan potensi antioksidan yang cukup signifikan.

Aktivitas ini erat kaitannya dengan kandungan metabolit sekunder, terutama flavonoid dan tanin, yang berfungsi sebagai donor elektron dan mampu meredam radikal bebas DPPH. Selain itu, kandungan alkaloid dan saponin juga berkontribusi melalui mekanisme penghambatan reaksi oksidasi berantai. Hasil ini menegaskan bahwa ekstrak belut sawah memiliki kemampuan protektif terhadap stres oksidatif yang dapat berimplikasi pada penuaan dini. Formulasi ekstrak dalam bentuk hydrogel nanokitosan diperkirakan mampu meningkatkan efektivitasnya, karena teknologi nanopartikel dapat memperbaiki stabilitas senyawa bioaktif dan meningkatkan penetrasi ke lapisan kulit, sehingga memberikan efek anti-aging yang lebih optimal [23].

Evaluasi Sediaan

Uji Organoleptik

Berdasarkan hasil uji organoleptik yang tercantum pada Tabel 1, hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah memiliki warna putih kekuningan, aroma khas, dan homogenitas yang baik selama periode pengamatan 0 hingga 4 minggu. Warna yang stabil menunjukkan bahwa komponen gel tidak mengalami perubahan visual yang signifikan akibat degradasi atau reaksi kimia selama penyimpanan. Aroma khas yang konsisten menandakan bahwa ekstrak belut sawah tetap mempertahankan karakteristik organoleptiknya, sedangkan homogenitas yang terjaga menunjukkan bahwa distribusi bahan aktif di dalam gel merata, sehingga formulasi memiliki konsistensi fisik yang baik. Secara keseluruhan, hasil ini menunjukkan bahwa hydrogel memiliki stabilitas organoleptik yang baik, mendukung kualitas sediaan, dan layak untuk pengujian lanjutan seperti uji aktivitas biologis dan keamanan kulit.

Uji pH

Berdasarkan hasil pengukuran pH nanokrim ekstrak etanol selama 0 hingga 4 minggu, terlihat bahwa nilai pH tetap konstan pada 5,2 untuk semua ulangan (R1, R2, R3). Hal ini menunjukkan bahwa formulasi nanokrim stabil secara kimia, terutama dalam hal keseimbangan asam-basa selama periode pengamatan. Nilai pH 5,2 juga mendekati pH fisiologis kulit manusia (4,5–6), sehingga nanokrim diperkirakan aman untuk aplikasi topikal dan berpotensi meminimalkan risiko iritasi kulit.

Stabilitas pH yang terjaga selama penyimpanan ini mengindikasikan bahwa komponen formulasi, termasuk nanokitosan dan ekstrak etanol, saling kompatibel dan tidak mengalami degradasi yang signifikan. Dengan demikian, nanokrim ekstrak etanol memiliki kualitas sediaan yang baik dan mendukung kelanjutan penelitian untuk pengujian aktivitas biologis seperti efek anti-aging [23].

Uji viskositas

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran viskositas menunjukkan bahwa sediaan F1 memiliki viskositas 10.350 cps, F2 sebesar 11.750 cps, dan F3 sebesar 23.650 cps. Perbedaan nilai viskositas ini kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi nanokitosan dan ekstrak belut sawah dalam formulasi, di mana peningkatan kandungan pengental atau bahan aktif cenderung meningkatkan kekentalan gel. Viskositas yang cukup tinggi pada F3 menunjukkan gel yang lebih kental dan stabil secara fisik, sedangkan F1 dan F2 lebih cair sehingga lebih mudah diaplikasikan secara merata pada kulit. Secara keseluruhan, ketiga formulasi memiliki viskositas yang sesuai dengan karakteristik hydrogel topikal, di mana viskositas memengaruhi kestabilan, kemampuan penyebaran, dan kenyamanan saat digunakan [24][25].

5. KESIMPULAN

Hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah menunjukkan stabilitas fisik dan kimia yang baik dengan pH, warna, aroma, viskositas, daya sebar, dan daya lekat yang sesuai untuk aplikasi topikal. Hasil uji fisik sediaan menunjukkan bahwa hydrogel nanokitosan ekstrak belut sawah memiliki stabilitas yang baik selama penyimpanan. Uji organoleptik menunjukkan warna tetap putih kekuningan, aroma khas, dan homogenitas terjaga dari hari ke-0 hingga hari ke-4. Nilai pH sediaan stabil pada 5,2 selama pengamatan minggu ke-0 hingga minggu ke-4, yang masih berada dalam rentang pH fisiologis kulit. Hasil uji viskositas menunjukkan nilai berturut-turut untuk F1 sebesar 10.350 cps, F2 sebesar 11.750 cps, dan F3 sebesar 23.650 cps.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemdiktisaintek) atas bantuan operasional melalui Program Penelitian Perguruan Tinggi yang mendukung Penelitian Dosen Pemula (PDP) yang dilaksanakan pada tahun 2025. Pendanaan ini difasilitasi melalui kontrak induk Nomor 122/C3/DT.05.00/PL/2025 Tanggal 28 Mei 2025, dengan kontrak turunan pertama Nomor 49/SPK/LL1/AL.04.03/PL/2025 Tanggal 11 Juni 2025, dan kontrak turunan kedua Nomor 006/AK/LPPM/INKES-MLP/VI/2025 Tanggal 12 Juni 2025.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Fitriani R, Lestari W, Putri A. Potensi protein dan kolagen dalam regenerasi jaringan luka bakar: Tinjauan literatur. *Jurnal Farmasi dan Sains Terapan*. 2021;8(2):101–10.
- [2]. Handayani T, Sulastri D, Nuraini P. Formulasi nanogel ekstrak lidah buaya (*Aloe vera*) dan uji aktivitas penyembuhan luka bakar pada tikus putih. *Jurnal Sains Farmasi & Klinis*. 2022;9(1):45–54.
- [3]. Haryanti R, Dewi K, Andini F. Efektivitas sediaan silver sulfadiazine dalam percepatan penyembuhan luka bakar. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*. 2020;7(3):221–9.
- [4]. Pratiwi D, Anggraini F, Widya R. Aktivitas salep madu lebah terhadap penyembuhan luka bakar pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Penelitian Kesehatan*. 2020;12(2):67–75.
- [5]. Sari D, Lubis H, Fauziah R. Gel ekstrak ikan gabus (*Channa striata*) sebagai terapi luka bakar: Studi in vivo pada tikus putih. *Jurnal Biomedis dan Farmasi*. 2021;5(1):33–42.
- [6]. Wullur VM, Datu VV, Kristin Y, Kolang F, Takahindangen CJ, Komaling AV, et al. Efektivitas nanogel ekstrak kulit pisang Goroho (*Musa acuminata* L.) terhadap luka bakar pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). *Jurnal Biomedik dan Farmasi*. 2025;13(2):95–100.
- [7]. Tsai SY, Lio CF, Yao WC, Liu CP, Shih SC, Wang TYT, et al. Cost-drivers of medical expenses in burn care management. *Burns* [Internet]. 2020;46(4):817–24. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.burns.2020.01.004>
- [8]. Markiewicz-Gospodarek A, Koziol M, Tobiasz M, Baj J, Radzikowska-Büchner E, Przekora A. Burn wound healing: Clinical complications, medical care, treatment, and dressing types: The current state of knowledge for clinical practice. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(3):1–15.
- [9]. Pradita EY, Wahyuni S. Synthesis of chitosan-alginate-Siam orange (*Citrus nobilis* Lour) extract and its antibacterial activity. *Indones J Chem Sci*. 2023;12(1):58–69.
- [10]. Dewi NPDC, Rata KPP, Gresitha MS, Pradnaya IG. Combination of PVA chitosan collagen membrane and *Moringa oleifera* nanogel for oral wound healing: A literature review. *Bali Dent Sci Exhib*. 2024;1(1):1–9.
- [11]. Ali A, Ali A, Rahman MA, Warsi MH, Yusuf M, Alam P. Development of nanogel loaded with lidocaine for wound-healing: Illustration of improved drug deposition and skin safety analysis. *Gels*. 2022;8(8):1–12.
- [12]. Kamenova K, Radeva L, Yoncheva K, Ublekov F, Ravutsov MA, Marinova MK, et al. Functional nanogel from natural substances for delivery of doxorubicin. *Polymers (Basel)*. 2022;14(17):1–13.
- [13]. Elkomy MH, Alruwaili NK, Elmowafy M, Shalaby K, Zafar A, Ahmad N, et al. Surface-modified bilosomes nanogel bearing a natural plant alkaloid for safe management of rheumatoid arthritis inflammation. *Pharmaceutics*. 2022;14(3):1–14.
- [14]. Nurlita L, Sari WY, Ramadhan F. Studi etnobotani tumbuhan berkhasiat obat. *J Farmasetis*. 2023;12(4):457–72.
- [15]. Alam MA, Khan MA, Sarower-e-Mahfuj M, Ara Y, Parvez I, Amin MN. A model for tubificid worm

- (*Tubifex tubifex*) production and its effect on growth of three selected ornamental fish. *Bangladesh J Fish*. 2022;33(2):205–14.
- [16]. Agustiani FRT, Sjahid LR, Nursal FK. Kajian literatur: Peranan berbagai jenis polimer sebagai gelling agent terhadap sifat fisik sediaan gel. *Maj Farmasetika*. 2022;7(4):270–8.
- [17]. Yanti S, Arif MS, Yusuf B. Sintesis dan stabilitas nanopartikel perak (AgNPs) menggunakan trinitrat. *Pros Semin Nas Kim*. 2021;2:1–5.
- [18]. Rosilina M, Maulana MT, Astuti DH. Sintesis dan modifikasi ukuran partikel nano-PCC dengan penambahan etilen glikol. *Chempro*. 2023;3(1):45–50.
- [19]. Chan WS, Santobuono M, D’Amico E, Selck H. The antidepressant sertraline impacts growth and reproduction in the benthic deposit feeder *Tubifex tubifex*. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2024;285:117134. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2024.117134>
- [20]. Saputra D. Tinjauan komprehensif tentang luka bakar dan penanganannya. *J Sci Univ Andalas Padang* [Internet]. 2023;12:207–18. Available from: <http://journal.scientic.id/index.php/sciena/issue/view/12>
- [21]. Beda SJ, Ndaong NA, Almet J. Uji aktivitas ekstrak daun akasia (*Acacia auriculiformis*) sebagai antihelmintik terhadap cacing *Ascaris suum*. *J Vet Nusantara*. 2022;5(2):11–21. Beda SJ, Ndaong NA, Almet J. Uji aktivitas ekstrak daun akasia (*Acacia auriculiformis*) sebagai antihelmintik terhadap cacing *Ascaris suum*. *J Vet Nusantara*. 2022;5(2):11–21.
- [22]. Nnamani PO, Ugwu AA, Nnadi OH, Kenekwukwu FC, Ofokansi KC, Attama AA, et al. Formulation and evaluation of transdermal nanogel for delivery of artemether. *Drug Deliv Transl Res* [Internet]. 2021;11(4):1655–74. Available from: <https://doi.org/10.1007/s13346-021-00951-4>
- [23]. Nurjanah L, Handayani T, Fitriani D. Pengaruh kitosan terhadap sifat adhesivitas sediaan gel herbal. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*. 2020;14(2):77–85.
- [24]. Wulandari S, Handayani T, Fitriani D. Efek gel protein ikan gabus terhadap elastisitas kulit tikus. *Jurnal Biomedik dan Farmasi*. 2021;22(1):33–40.
- [25]. Handayani T, Fitriani D, Nurjanah L. Formulasi dan evaluasi sediaan gel topikal untuk anti-aging. *Jurnal Ilmu Farmasi*. 2021;19(4):201–10.