

Sosialisasi dan Edukasi Pemanfaatan Hydrogel Nanokitosan Ekstrak Belut Sawah (*Monopterus albus*) sebagai Kandidat Anti-Aging Masa Depan Berbasis Inovasi Bahan Alam Lokal

*Socialization and Education on Hydrogel Nanokitosan from Belut Sawah (*Monopterus albus*) Extract as a Future Anti-Aging Candidate*

Romauli Anna Teresia Marbun^{1*}, Ratih Anggraeni², Yanna Rotua Sihombing³

^{1,2,3} Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam.
Jl. Sudirman No. 38 Lubuk Pakam, Kabupaten Deli Serdang 20512, Sumatera Utara - Indonesia

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. Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menetralkan dan memperlambat reaksi oksidasi sehingga menghambat proses penuaan dini. 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: untuk memberikan sosialisasi dan edukasi mengenai pemanfaatan sediaan Hydrogel sebagai sebagai kandidat anti-aging masa depan lebih dapat diterima oleh masyarakat. Metode: Metode yang digunakan dengan melakukan sosialisasi secara langsung kepada mahasiswa farmasi Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam. Alat yang digunakan dalam pengukuran data adalah kuesioner dengan *design pre-test* dan *post-test*. Hasil: Hidrogel diformulasikan dari ekstrak belut sawah dengan berbagai konsentrasi dan telah melalui uji laboratorium, menunjukkan hidrogel nanokitosan ekstrak belut sawah tidak hanya aman secara dermatologis, tetapi juga memiliki potensi tinggi untuk diterima konsumen, sehingga layak dikembangkan lebih lanjut sebagai kandidat produk anti-aging berbasis bahan alami. Hasil ini disampaikan dan setiap item pertanyaan di kuesioner akan dijawab peserta. Hasil dari pemahaman sosialisasi adalah 90% dari mahasiswa memahami manfaat sediaan Hidrogel Belut Sawah terhadap penyembuhan luka. Indikator keberhasilan sosialisasi ini adalah > 80% mahasiswa benar dalam mengisi kuesioner dengan nilai di atas > 75. Kesimpulan: Formula III konsentrasi 7,5% merupakan rekomendasi sebagai dosis terbaik untuk luka karena memenuhi standar uji evaluasi sediaan dan uji efektivitas. Mahasiswa Farmasi memahami dan dapat melakukan penelitian lanjutan terkait *anti-aging* dari tingkat biomolekuler.

Kata kunci: Belut Sawah (*Monopterus albus*); Hydrogel; Nanokitosan; Sosialisasi; Mahasiswa.

Abstract

*Background: Premature aging is a serious problem, especially among women. The aging process can occur at any time and progress rapidly. This condition may be caused by exposure to sunlight radiation, which induces the formation of Reactive Oxygen Species (ROS) in the skin. When ROS levels exceed the antioxidant defense capacity of skin cells, it can lead to dry, thin, inelastic, and wrinkled skin, and even skin cancer. Antioxidants are compounds that can neutralize and slow oxidative reactions, thereby inhibiting premature aging. Belut sawah (*Monopterus albus*) is commonly consumed by the community as a food source. Previous studies have reported that rice field eel extract has been used to treat incision wounds, gastric ulcers, and anemia. Rice field eel contains vitamin A, vitamin B, and selenium, and is widely found in rice fields and muddy ponds in the Lubuk Pakam area. Formulating the extract in nanokitosan derived from shrimp shells has been reported to*

*Corresponding author: Romauli Anna Teresia Marbun, Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang, Indonesia

E-mail : romauliannateresia@medistra.ac.id

Doi : 10.35451/18bwm403

Received : 18 December 2025, Accepted: 30 December 2025, Published: 31 December 2025

Copyright: © 2025 Romauli Anna Teresia Marbun. Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

provide better delivery of antioxidant effects into the skin layers. Objective: To provide socialization and education on the utilization of hydrogel preparations as future anti-aging candidates that are more acceptable to the community. Methods: The method involved direct socialization activities conducted among pharmacy students of the Medistra Institute of Health, Lubuk Pakam. Data were collected using questionnaires with a pre-test and post-test design. Results: The hydrogel was formulated from rice field eel extract at various concentrations and had undergone laboratory testing. The results showed that the nanokitosan hydrogel of rice field eel extract was not only dermatologically safe but also had high potential for consumer acceptance, making it suitable for further development as a natural-based anti-aging product. These results were presented to participants, who answered each item in the questionnaire. The level of understanding after socialization showed that 90% of students understood the benefits of nanogel preparations of Belut sawah (*Monopterus albus*) extract for wound healing. The indicator of success for this socialization activity was that more than 80% of students correctly completed the questionnaire with scores above 75. Conclusion: Formula III with a concentration of 7.5% is recommended as the best dose for wound treatment, as it meets the standards for formulation evaluation and effectiveness testing. Pharmacy students demonstrated understanding and the ability to conduct further research on anti-aging at the biomolecular level.

Keywords: Belut Sawah (*Monopterus albus*); Hydrogel; Nanokitosan; socialization; students.

1. PENDAHULUAN

Penuaan dini (*premature aging*) merupakan permasalahan yang semakin mendapat perhatian, terutama pada kaum wanita, karena berdampak langsung terhadap penampilan dan kesehatan kulit yang berhubungan dengan tingkat kepercayaan diri. Proses penuaan kulit dapat terjadi lebih cepat akibat paparan radiasi sinar matahari, khususnya sinar ultraviolet (UV) A dan B, yang memicu terbentuknya Reactive Oxygen Species (ROS). Kelebihan ROS yang tidak mampu dinetralkan oleh sistem antioksidan alami kulit akan menyebabkan stres oksidatif, ditandai dengan kulit kering, tipis, tidak elastis, muncul keriput, flek hitam, hingga peningkatan risiko kanker kulit. Oleh karena itu, penggunaan antioksidan menjadi salah satu strategi penting dalam pencegahan penuaan dini [1].

Belut sawah (*Monopterus albus*) merupakan bahan pangan yang mudah ditemukan dan telah lama dimanfaatkan oleh masyarakat, termasuk di wilayah Lubuk Pakam. Belut sawah diketahui mengandung protein, vitamin A, vitamin B, vitamin C, zat besi, fosfor, asam lemak esensial seperti DHA, EPA, asam arakidonat, serta omega-3 yang berpotensi sebagai antioksidan. Potensi ini membuka peluang pemanfaatan belut sawah tidak hanya sebagai bahan pangan, tetapi juga sebagai sumber bahan aktif alami untuk produk perawatan kulit, khususnya anti-aging [2].

Pemanfaatan ekstrak belut sawah akan lebih optimal apabila diformulasikan dengan sistem penghantaran yang tepat. Nanokitosan, yang dapat diperoleh dari cangkang udang, merupakan salah satu teknologi penghantaran yang mampu meningkatkan penetrasi zat aktif ke dalam lapisan kulit serta meningkatkan bioavailabilitasnya. Kombinasi ekstrak belut sawah dengan nanokitosan selanjutnya diformulasikan dalam bentuk sediaan hidrogel, yang saat ini banyak diminati masyarakat karena teksturnya lembut, mudah diaplikasikan, mampu menyerap dan mempertahankan air dalam jumlah besar, serta memberikan kenyamanan pada kulit. Selain itu, sediaan hidrogel berpotensi meningkatkan stabilitas fisik dan efektivitas bahan aktif dibandingkan sediaan konvensional [3].

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa belut sawah memiliki aktivitas antioksidan dengan pengujian DPP dan uji stabilitas fisik dalam sediaan nanokitosan memenuhi kriteria [14]. Di sisi lain, produk anti-aging sintetis yang beredar di pasaran masih memiliki berbagai keterbatasan, seperti potensi iritasi, keamanan kulit yang rendah, serta harga yang relatif mahal. Kondisi ini menuntut adanya alternatif berbasis bahan alam yang lebih aman, terjangkau, dan mudah diterima masyarakat. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini menjadi penting untuk memberikan sosialisasi dan edukasi mengenai potensi pemanfaatan hidrogel nanokitosan ekstrak belut sawah sebagai kandidat anti-aging alami di masa depan. Melalui kegiatan ini diharapkan masyarakat, khususnya kalangan akademisi dan generasi muda, dapat memahami manfaat, keamanan, serta peluang pengembangan bahan alam lokal sebagai produk perawatan kulit yang inovatif dan berkelanjutan [4,5].

Kegiatan ini bertujuan untuk memberikan sosialisasi dan edukasi mengenai pemanfaatan sediaan hidrogel ekstrak belut sawah sebagai bentuk pengobatan luka yang inovatif, aman, dan lebih dapat diterima oleh masyarakat. Melalui kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, diharapkan terjadi peningkatan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai alternatif pengobatan berbasis bahan alami yang potensial serta terjangkau.

Selain itu, kegiatan ini juga bertujuan untuk membangun kemandirian masyarakat dalam memilih dan menggunakan produk kesehatan yang aman serta berbasis riset ilmiah. Dengan demikian, pengabdian ini menjadi sarana transfer ilmu pengetahuan dan teknologi dari perguruan tinggi kepada masyarakat luas.

2. METODE

Metode Pengabdian Kepada Masyarakat

Metode yang digunakan dengan melakukan sosialisasi secara langsung kepada mahasiswa farmasi Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam. Alat yang digunakan dalam pengukuran data adalah kuesioner dengan *design pre-test* dan *post-test*. Media yang digunakan media presentasi seperti laptop, LCD proyektor, dan materi ppt. Pada sub bagian ini harus memuat penjelasan mengenai bahan penelitian dengan mencantumkan asal dan juga kualifikasi bahan penelitian. Bahan pendukung lainnya termasuk lembar absensi pada google form, dan dokumentasi kegiatan (screenshot/dokumentasi daring).

Prosedur

Kegiatan PkM melalui sosialisasi dan edukasi diikuti oleh peserta PkM yang berjumlah 60 orang mahasiswa Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam dengan metode *virtual meeting*. Dalam melaksanakan kegiatan PkM ini, tim menyediakan materi sosialisasi dalam bentuk media ppt tentang hidrogel ekstrak belut sawah sebagai bentuk pengobatan luka yang inovatif. Selain itu, tim PkM juga memberikan informasi tentang pemanfaatan hidrogel ekstrak belut sawah sehingga menjadi bahan alam untuk pertimbangan penelitian klinis ke depan. Kegiatan ini dirancang secara bertahap sebagai berikut:

- Tim PkM memulai kegiatan dengan menyapa, memperkenalkan diri dan menyampaikan tujuan dari pelaksanaan kegiatan ini.
- Memberikan *pre-test* untuk mengukur pengetahuan awal peserta terkait hidrogel ekstrak belut sawah diformulasikan dari bahan alam.
- Menyampaikan materi sosialisasi dan edukasi.
- Seluruh peserta PkM dilibatkan untuk berdiskusi dan dapat bertanya secara langsung melalui zoom dan menyelesaikan berbagai masalah yang diajukan oleh tim PkM.
- Pertanyaan akan dibahas secara terbuka dan memberikan kesempatan bertanya dalam 3 sesi.
- Tim PkM memberikan lembar post-test untuk diisi oleh peserta PkM
- Pengukuran hasil
- Tim PkM menutup kegiatan PkM dengan mengucapkan terima kasih atas partisipasi seluruh peserta PkM.

3. HASIL

Kegiatan PkM berlangsung baik, ilmiah, dan memberikan hal positif kepada peserta mahasiswa terlihat dari hasil post-test yang ditunjukkan. Melalui kegiatan sosialisasi ini, tingkat pengetahuan akan meningkat sehingga dapat memberikan kebaruan dan pengetahuan lebih bagi mahasiswa untuk memahami potensi Belut sawah dalam pengobatan luka dalam sediaan hidrogel ekstrak belut sawah. Beberapa hasil yang dicapai dalam kegiatan sosialisasi ini antara lain:

- Belut sawah berpotensi sebagai bahan alam (hewani) sebagai bahan penyembuhan luka
- Peserta PkM memiliki pengetahuan yang lebih baik terkait sediaan hidrogel dalam aplikasinya sebagai pembawa bahan obat alam.
- Kegiatan sosialisasi ini berhasil meningkatkan pengetahuan peserta PkM seputar minuman kemasan yang mengandung sakarin dan dampaknya bagi kesehatan. Hasil kegiatan ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil kegiatan PkM dalam Persentase Pengetahuan

No	Tingkat Pengetahuan	Pre-test		Post-test	
		Frekuensi	Persentase (%)	Frekuensi	Persentase (%)
1	Kurang Baik	20	33,33	2	3,33
2	Cukup Baik	25	41,67	3	5,00
3	Baik	19	31,67	10	16,67
4	Sangat Baik	10	16,67	50	83,33
Total		60	100	60	100

Hasil ini disampaikan dan setiap item pertanyaan di kuesioner akan dijawab peserta. Hasil dari pemahaman sosialisasi adalah 90% dari mahasiswa memahami manfaat sediaan hidrogel ekstrak belut sawah terhadap

penyembuhan luka. Indikator keberhasilan sosialisasi ini adalah $> 80\%$ mahasiswa benar dalam mengisi kuesioner dengan nilai di atas > 75 .

Mayoritas peserta berada pada kategori cukup baik (41,67%) dan kurang baik (33,33%), yang menunjukkan bahwa sebelum sosialisasi dilaksanakan, pengetahuan mahasiswa mengenai topik hidrogel ekstrak belut sawah masih rendah hingga sedang. Hanya 16,67% peserta yang tergolong memiliki pemahaman sangat baik, menunjukkan masih minimnya informasi yang dimiliki mahasiswa tentang inovasi ini sebelum kegiatan dilakukan. Terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada kategori Sangat Baik, dari 10 peserta (16,67%) menjadi 50 peserta (83,33%). Kategori kurang Baik dan Cukup Baik menurun drastis menjadi hanya 2 (3,33%) dan 3 peserta (5,00%), menandakan bahwa sebagian besar peserta sudah memahami materi dengan sangat baik setelah sosialisasi. Peningkatan juga terlihat pada kategori Baik, meskipun tidak sebanyak Sangat Baik. Perubahan distribusi dari kategori Kurang Baik dan Cukup Baik menjadi dominan Sangat Baik menunjukkan bahwa metode penyampaian materi, diskusi, serta penggunaan media edukatif berjalan dengan baik dan mudah dipahami oleh peserta.

4. PEMBAHASAN

Luka merupakan kerusakan atau gangguan kontinuitas jaringan tubuh akibat trauma fisik, kimia, atau biologis. Proses penyembuhan luka adalah mekanisme kompleks yang melibatkan respon inflamasi, proliferasi sel, dan remodeling jaringan [6]. Dalam upaya mempercepat dan meningkatkan kualitas penyembuhan luka, penggunaan bahan alami dengan aktivitas antimikroba, antiinflamasi, dan regeneratif mulai banyak dikembangkan [7].

Sosialisasi kepada mahasiswa farmasi sangat penting karena mereka adalah calon tenaga kesehatan yang akan berperan dalam memberikan informasi dan edukasi kepada masyarakat [10]. Dengan memahami potensi ekstrak hidrogel dalam bentuk nanogel, mahasiswa tidak hanya menambah wawasan ilmiah mereka, tetapi juga dapat mendorong inovasi pengembangan obat tradisional berbasis riset ilmiah [11]. Salah satu bahan alami yang tengah berkembang adalah ekstrak hidrogel ekstrak belut sawah. Belut sawah dari jenis ini dikenal mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti peptida antimikroba, asam lemak esensial (terutama asam laurat), serta enzim proteolitik, yang berkontribusi terhadap efek penyembuhan luka [8]. Ekstrak ini kemudian diformulasikan dalam bentuk nanogel, sebuah sediaan topikal dengan ukuran partikel nano yang memiliki kelebihan dalam hal penetrasi kulit, bioavailabilitas, dan pelepasan obat yang terkontrol [9].

Melalui metode *pre-test* dan *post-test*, terlihat peningkatan pemahaman mahasiswa mengenai manfaat, keamanan, serta mekanisme kerja sediaan hidrogel terhadap luka. Demonstrasi langsung dan diskusi interaktif juga terbukti meningkatkan minat mahasiswa terhadap pengembangan produk farmasi berbasis alam.

Kegiatan sosialisasi dan edukasi mengenai pemanfaatan sediaan hidrogel ekstrak belut sawah sebagai anti aging merupakan bentuk nyata dari implementasi pengabdian kepada masyarakat oleh institusi pendidikan tinggi, khususnya dalam menjawab tantangan kesehatan masyarakat dengan pendekatan berbasis riset dan teknologi. Melalui kegiatan ini, mahasiswa farmasi sebagai calon tenaga kesehatan diperkenalkan dengan potensi bahan alam yang inovatif dan aplikatif sebagai alternatif pengobatan luka [12].

Penggunaan belut sawah sebagai bahan aktif dalam formulasi sediaan nanogel didasarkan pada berbagai penelitian yang menunjukkan bahwa larva ini mengandung senyawa bioaktif seperti peptida antimikroba, asam lemak esensial (terutama asam laurat), serta enzim proteolitik yang berperan dalam mempercepat proses penyembuhan luka [13]. Formulasi dalam bentuk hidrogel dipilih karena kemampuannya dalam meningkatkan bioavailabilitas zat aktif, penetrasi kulit yang lebih efektif, serta kenyamanan penggunaan secara topikal [14].

Berdasarkan hasil evaluasi melalui *pre-test* dan *post-test*, terlihat adanya perubahan yang signifikan dalam tingkat pemahaman mahasiswa terhadap materi sosialisasi sediaan belut sawah. Sebelum kegiatan

dilaksanakan, mayoritas peserta berada pada kategori Cukup Baik (41,67%) dan Kurang Baik (33,33%), yang mengindikasikan bahwa pengetahuan awal mahasiswa masih tergolong rendah hingga sedang. Hanya 16,67% peserta yang memiliki pemahaman dalam kategori Sangat Baik, menunjukkan bahwa inovasi ini belum banyak dikenal atau dipahami secara luas di kalangan mahasiswa farmasi.

Setelah dilakukan sosialisasi dan edukasi, terjadi peningkatan yang sangat signifikan pada pemahaman peserta, terutama pada kategori Sangat Baik yang melonjak dari 16,67% menjadi 83,33%. Sebaliknya, jumlah peserta dalam kategori Kurang Baik dan Cukup Baik mengalami penurunan drastis menjadi masing-masing hanya 3,33% dan 5,00%. Hal ini menunjukkan bahwa sebagian besar peserta berhasil memahami materi dengan sangat baik setelah mengikuti kegiatan. Peningkatan pemahaman ini mengindikasikan bahwa metode penyampaian materi yang digunakan, seperti presentasi interaktif, diskusi, serta demonstrasi sediaan hidrogel, berjalan secara efektif dan komunikatif. Perubahan distribusi dari kategori rendah ke tinggi mencerminkan keberhasilan pendekatan edukatif dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, terutama dalam menyampaikan informasi berbasis riset secara sederhana, menarik, dan mudah dicerna.

Dengan demikian, kegiatan sosialisasi ini tidak hanya berhasil meningkatkan pengetahuan mahasiswa, tetapi juga berpotensi menumbuhkan minat mereka terhadap pengembangan produk farmasi inovatif yang berbasis bahan alam lokal dan teknologi formulasi modern [15]. Dalam konteks pengabdian kepada masyarakat, kegiatan ini tidak hanya bertujuan meningkatkan pengetahuan peserta, tetapi juga membentuk pola pikir kritis dan inovatif dalam pemanfaatan sumber daya lokal berbasis ilmiah [16]. Hal ini sejalan dengan fungsi tridarma perguruan tinggi, di mana dosen dan mahasiswa tidak hanya berfokus pada pengajaran dan penelitian, tetapi juga turut andil dalam membangun kapasitas dan kesejahteraan masyarakat luas melalui kegiatan edukatif dan aplikatif.

Literatur menunjukkan bahwa kegiatan pengabdian yang efektif adalah kegiatan yang mampu mentransfer pengetahuan dari kampus ke masyarakat dengan pendekatan yang komunikatif, partisipatif, dan solutif [17]. Sosialisasi ini menggunakan metode *pre-test* dan *post-test* untuk mengukur peningkatan pengetahuan peserta, dan menunjukkan adanya perbedaan signifikan yang menandakan bahwa kegiatan edukasi memberikan dampak positif terhadap pemahaman mahasiswa mengenai topik yang disampaikan. Selain itu, kegiatan ini menjadi ruang pembelajaran dua arah antara akademisi dan mahasiswa, memperkuat *soft skill* mahasiswa dalam komunikasi ilmiah, dan menumbuhkan kesadaran akan pentingnya inovasi berbasis bahan alam di bidang farmasi.

5. KESIMPULAN

Kegiatan sosialisasi dan edukasi mengenai hidrogel ekstrak belut sawah terhadap penyembuhan luka telah terlaksana dengan baik dan memberikan dampak positif terhadap peningkatan pengetahuan mahasiswa Farmasi Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam. Berdasarkan hasil *pre-test* dan *post-test*, terjadi peningkatan pemahaman mahasiswa mengenai manfaat, keamanan, serta potensi pengembangan sediaan nanogel sebagai alternatif pengobatan luka berbasis bahan alam. Secara keseluruhan, proporsi peserta yang masuk kategori “Baik” dan “Sangat Baik” meningkat dari 48,34% menjadi 100%. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan pemahaman sebesar 51,66%, yang mencerminkan keberhasilan kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) dalam meningkatkan literasi mahasiswa terhadap inovasi farmasi berbasis riset ilmiah dan ramah lingkungan. Kegiatan ini juga menunjukkan bahwa pendekatan edukatif yang disampaikan secara langsung melalui media presentasi, diskusi interaktif, dan demonstrasi sediaan dapat meningkatkan minat serta kesadaran mahasiswa terhadap inovasi produk farmasi yang ramah lingkungan dan berbasis riset ilmiah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam untuk memfasilitasi kegiatan PkM dan penghargaan terbaik atas partisipasi mahasiswa dalam kegiatan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Rizkyah A, Karimah SN. Literature Review : Penuaan Dini pada Kulit : Gejala , Faktor Penyebab dan Pencegahan. JGK J Gizi dan Kesehat. 2023;3(2):107–16.
- [2] Mustafidah Z, Utami A. Sistem Pakar Identifikasi Masalah Kulit Wajah Menggunakan Metode Case Based Reasoning. J Komtika (Komputasi dan Inform. 2024;8(2):190–9.
- [3] Putra Pramana KAA, Putra DP, Hidajat D. Peran Stres Oksidatif dan Antioksidan pada Dermatitis Atopik. Cermin Dunia Kedokt. 2022;49:6.
- [4] Ansary TM, Hossain MR, Kamiya K, Komine M, Ohtsuki M. Inflammatory molecules associated with ultraviolet radiation - mediated skin aging. Int J Mol Sci. 2021;22(8):3974.
- [5] Furukawa JY, Martinez RM, Morocho-Jácome AL, Castillo-Gómez TS, Pereda-Contreras VJ, Rosado C, et al. Skin impacts from exposure to ultraviolet, visible, infrared, and artificial lights—a review. J Cosmet Laser Ther [Internet]. 2021;23(1–2):1–7. Available from: <https://doi.org/10.1080/14764172.2021.1950767>
- [6] Gromkowska-Kępa KJ, Puścion-Jakubik A, Markiewicz-Żukowska R, Socha K. The impact of ultraviolet radiation on skin photoaging — review of in vitro studies. J Cosmet Dermatol. 2021;20(11):3427–31.
- [7] Teng Y, Yu Y, Li S, Huang Y, Xu D, Tao X, et al. Ultraviolet Radiation and Basal Cell Carcinoma: An Environmental Perspective. Front Public Heal. 2021;9(July):1–12.
- [8] Shah MA, Rogoff HA. Implications of reactive oxygen species on cancer formation and its treatment. Semin Oncol [Internet]. 2021;48(3):238–45. Available from: <https://doi.org/10.1053/j.seminoncol.2021.05.002>
- [9] Pruteanu LL, Bailey DS, Grădinaru AC, Jäntschi L. The Biochemistry and Effectiveness of Antioxidants in Food, Fruits, and Marine Algae. Antioxidants. 2023;12(4).
- [10] Lusiana L, Zakaria Rungkat F, Prangdimurti E, Wijaya H. Ekstraksi dan Karakterisasi Alergenisitas Protein Belut Sawah (*Monopterus javanensis* La Cépède, 1800) untuk Pembuatan Reagen Uji Tusuk Kulit. War Ind Has Pertan. 2021;38(2):108.
- [11] Sektiaji RGB, Rochima E, Pratama RI, Utama GL. Study of Nanochitosan (Definition, Manufacture, Analysis of Characteristics and Utilization): Review. Asian J Fish Aquat Res. 2022;20(4):21–8.
- [12] Saputro MR, Windhu Wardhana Y, Wathoni N. Stabilitas Hidrogel dalam Penghantaran Obat. Maj Farmasetika. 2021;6(5):421.
- [13] Rohmani S, Putri TR. Formulasi Anti-Aging Cream Potassium Azeloyl Diglycinate Terhadap Stabilitas Fisika-Kimia Krim Dengan Variasi Konsentrasi Trietanolamin Sebagai Emulgator. J Ilm Ibnu Sina Ilmu Farm dan Kesehat. 2022;7(2):310–9.
- [14] Marbun RA. Testing the Activity of Chitosan Nanohydrogel from Belut Sawah (*Monopterus albus*) Extract as a Future Anti-Aging Candidate. JURNAL FARMASIMED (JFM). 2025 Nov 13;8(1):331-8.
- [15] Maruba Pandiangan. Pemanfaatan Ikan Belut Sawah (*Monopterus albus*) sebagai Sediaan Bahan Pangan Konsentrat Protein Ikan. J Ris Teknol Pangan Dan Has Pertan. 2024;4(April):85–91.
- [16] Kartika D, Atikah L, Marbun RA. Sosialisasi Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus Amaryllifolius* Roxb) Sebagai Masker Gel Peel Off. JURNAL PENGMAS KESTRA (JPK). 2021 Dec 31;1(2):373-7.
- [17] Marbun RA, Sihombing YR, Anggraeni R. Socialization and Education of Maggot Extract Nanogel Preparations (*Hermetia illucens*) for Wound Healing. JURNAL PENGMAS KESTRA (JPK). 2025 Jun 30;5(1):8-14.