

EKSTRAK KOLAGEN DARI KULIT IKAN GABUS (*CHANNA STRIATA*) PADA LUKA BAKAR KULIT MENCIT

¹Latifatul Febriyani*, ²Yanuar As'hari Cahyaningrum, ³Arikha Ayu Susilowati

^{1,2,3}STIKes Bhakti Husada Mulia Madiun

latifahfebriyab@gmail.com, yanuarashcahya@gmail.com, arikhasains2017@gmail.com

ABSTRAK

Kolagen adalah komponen penting dalam metriks ekstraseluler yang memiliki berperan utama dalam proses penyembuhan luka. Kulit ikan menjadi salah satu bahan sumber kolagen, seperti ikan gabus (Channa Striata) yang dimanfaatkan untuk bidang pengobatan dan dikenal sebagai ikan yang berkhasiat. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui efektivitas ekstrak kolagen kulit ikan gabus (EKKIG) terhadap penyembuhan luka bakar. Rancangan penelitian simple random sampling dengan uji ninhidrin, uji hopkins-cole dan penyembuhan luka bakar. Pada penelitian ini menggunakan desain laboratorium eksperimental, metode ekstraksi kulit ikan gabus (Channa striata) dengan metode ekstraksi ASC (Acied Soluble Collagen) dengan asam asetat. Sampel yang dipakai adalah kulit ikan gabus (Channa Striata), hewan uji mencit putih jantan (Mus musculus) dengan berat 20-30 gram sebanyak 25 ekor. Dengan kelompok negatif (Na.CMC), positif (Gel neocenta) dan Variasi berkonsentrasi EKKIG 5%, 10%, 20%. Dianalisis menggunakan SPSS secara one way of variance (ANOVA). Pada uji ninhidrin menunjukkan terjadinya perubahan warna dari bening ke kuning, dari EKKIG yang mengandung asam amino, sementara uji hopkins-cole tidak terdapat cincin ungu. Dari hasil persentase kesembuhan luka bakar yang diperoleh, EKKIG dengan konsentrasi 5% sebesar 33,14%, EKKIG dengan konsentrasi 10% sebesar 34,64, dan EKKIG dengan konsentrasi 20% sebesar 39,07%. Ekstrak kolagen kulit ikan gabus yang memberikan efektivitas penyembuhan luka bakar pada konsentrasi 20% memberikan efek penyembuhan luka terbaik.

Kata Kunci : kolagen, luka bakar, ekstrak kolagen kulit ikan gabus

ABSTRACT

Collagen is an important component in the extracellular matrix that has a major role in the wound healing process. Fish skin was one of the sources of collagen, such as snakehead fish (Channa Striata) which is used for medicine and is known as a nutritious fish. The purpose of this study was to determine the effectiveness of snakehead fish skin collagen extract (EKKIG) on the healing of burns. The design of the study was simple random sampling with ninhydrin test, hopkins-cole test and burn healing. In this study, an experimental laboratory design was used, a method of extracting snakehead fish skin (Channa Striata) with an ASC (Acied Soluble Collagen) extraction method with acetic acid. The sample used was the skin of snakehead fish (Channa Striata), a male white mouse (Mus musculus) test animal weighing 20-30 grams as many as 25 heads. With negative groups (Na.CMC), positive (Neocenta gel) and Variation concentrated EKKIG 5%, 10%, 20%. It was analyzed using SPSS in a one-way variance (ANOVA) method. The ninhydrin test showed a change in color from clear to yellow, from EKKIG which contains amino acids, while the hopkins-cole test did not have a purple ring. From the results of the percentage of burn wound healing obtained, EKKIG with a 5% concentration was 33.14%, EKKIG with a 10% concentration was 34.64%, and EKKIG with a 20% concentration was 39.07%. Snakehead fish skin collagen extract provides effectiveness in healing burns at a concentration of 20% providing the best wound healing effect.

Keyword : collagen, Burns, snakehead fish skin collagen extract

PENDAHULUAN

Kulit sebagai komponen terbesar dalam tubuh manusia yang melindungi tubuh dari kerusakan dan rangsangan luar, termasuk luka bakar (Kusuma, 2023). Luka bakar terbagi menjadi beberapa derajat, dengan setiap derajat memiliki karakteristik dan temuan pemeriksaan fisik yang khas (Noorbakhsh *et al.*, 2021). Penelitian sebelumnya menggunakan model luka bakar derajat dua

pada hewan, yang mudah ditimbulkan dan dapat direproduksi secara klinis dan patologis. Model ini dikatakan memiliki kemiripan dengan luka bakar derajat dua pada manusia. Oleh karena itu, model hewan yang digunakan dalam studi ini dapat digunakan untuk mengevaluasi efektivitas agen terapeutik dalam proses penyembuhan luka bakar derajat dua (Tavares Pereira *et al.*, 2012).

Ikan gabus (*Channa striata*), yang hidup di lingkungan air tawar, sedang populer karena kandungan nutrisinya seperti omega-3, asam amino, dan glisin yang berperan dalam meningkatkan metabolisme dan proses penyembuhan. Menurut penelitian Hasri *et al.*, 2020 Ekstrak kulit ikan gabus dalam bentuk krim telah terbukti meningkatkan penyembuhan luka bakar derajat dua pada tikus putih, dengan konsentrasi kolagen 3% dari ikan gabus membuktikan efektivitasnya. Konsentrasi kolagen yang lebih tinggi mungkin kurang efektif karena dapat diserap oleh bakteri pada luka basa (Hasri *et al.*, 2020).

Kolagen, yang merupakan komponen utama dalam matriks ekstraseluler, berperan penting dalam proses penyembuhan luka. Kulit ikan menjadi salah satu bahan sumber kolagen, seperti ikan gabus (*Channa striata*) yang dimanfaatkan untuk bidang pengobatan dan dikenal sebagai ikan yang berkhasiat. Pada penelitian sebelumnya. Kulit ikan gabus, terutama dari bagian punggungnya, mengandung banyak kolagen dibandingkan bagian lainnya seperti epidermis bagian perut (Herman *et al.*, 2016).

Metode isolasi kolagen dari kulit ikan gabus, seperti metode ASC (*Acid Soluble Collagen*), menunjukkan stabilitas termal yang lebih baik daripada campuran kulit dan sisik. Ikan gabus juga dikenal memiliki potensi dalam mempercepat penyembuhan luka berkat kandungan albumin, glisin, dan zinc yang mendukung proses penyembuhan. Penyembuhan luka melibatkan interaksi kompleks antara molekul sitokin, respons imun, dan seluler untuk memulihkan integritas jaringan (Truong *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas ekstrak kolagen kulit ikan gabus (EKKIG) terhadap penyembuhan luka bakar. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan baru dalam pengembangan terapi topikal untuk luka bakar, memanfaatkan sumber daya alami seperti ekstrak kolagen dari ikan gabus (*Channa striata*).

METODE

Alat dan Bahan

Timbangan analitik (ohaus), water bath, beaker glass (Iwaki), pipet, batang pengaduk, gunting, penggaris, lempeng besi, kassa steril, gunting, pisau cukur, Ikan gabus (*Channa striata*) diberasal dari Desa Hadiwarno, Kec. Ngadirojo, etanol 70%, eter, asam asetat (CH₃ COOH), NaOH, aquadest, Na CMC, gel neocenta, vaselin, asam oksalat 1%, H₂SO₄, serbuk magnesium.

Hewan Uji

Hewan uji yang digunakan adalah 25 ekor mencit (*Mus musculus*) jantan dan sehat dengan bobot berkisar antara 25-30 gram.

Pengolahan Sampel

Ikan gabus (*Channa striata*) didapatkan dari Desa Hadiwarno, Kec. Ngadirojo, Kab. Pacitan, Jawa timur. Kemudian dilakukan determinasi di Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Islam Malang, yang bertujuan untuk mengetahui hewan yang akan digunakan dalam penelitian adalah benar-benar hewan memiliki morfologis yang cocok pada ciri-ciri morfologis hewan tersebut.

Ikan Gabus yang digunakan adalah ikan yang masih segar, berwarna keperakan dan terdapat bercak hitam.

Proses Ekstraksi

Proses ekstraksi kolagen dari kulit ikan gabus meliputi beberapa langkah penting. Pertama, kulit ikan dibersihkan dan dipotong kecil-kecil. Selanjutnya, kulit direndam dalam larutan NaOH 0,1 M pada perbandingan 1:10 (b/v) dalam suhu 10°C selama 24 jam untuk menghilangkan komponen non-kolagenik, kemudian dinetralkan. Proses berikutnya adalah perendaman dalam larutan asam asetat 0,5 M untuk mengekstrak kolagen yang larut dalam asam asetat dengan perbandingan 1:10 (b/v) selama 72 jam. Setelah itu, kulit dinetralkan menggunakan aquadest sampai netral, lalu direndam dengan aquadest. Kemudian kolagen cair dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C dan diubah menjadi serbuk melalui proses penghancuran.

Prosedur Hewan Uji

Prosedur penelitian terkait pengaruh ekstrak kolagen dari kulit ikan gabus terhadap penyembuhan luka bakar pada mencit. Persiapan hewan uji menggunakan mencit dengan berat 20-

30 gram dipersiapkan dan diaklimatisasi selama satu minggu sebelum pengujian untuk memastikan kondisi kesehatan yang standar.

Uji Karakteristik Ekstrak kolagen kulit ikan gabus (*Channa striata*)

Uji Ninhidrin

Sampel kolagen dimasukkan pada tabung reaksi, lalu tambahkan larutan NaOH 1 M, kemudian tambahkan reagen ninhidrin 1% yang telah dipanaskan dan amati perubahan yang terjadi. Hasil positif muncul dalam warna ungu, biru dan kuning muda, tergantung jenis asam amino yang dikandungnya (Ata *et al.*, 2016).

Uji Hopkins-Cole

Sampel kolagen dimasukkan dalam tabung reaksi dengan menambahkan asam oksalat 1%, kemudian ditambahkan juga serbuk Mg ke dalam larutan dan kemudian H2SO4 pekat. Kemudian diamati perubahan yang memberikan hasil positif, yaitu terbentuknya cincin ungu setelah pemisahan kedua lapisan tersebut (Ata *et al.*, 2016).

Uji Efektivitas Penyembuhan Luka Sayat

Pengujian efektivitas dilakukan dengan hewan uji mencit (*Mus musculus*) jantan, pembuatan luka bakar derajat II dibuat pada punggung mencit menggunakan plat baja dipanaskan. Proses ini dilakukan setelah mencukur bulu dan anestesi mencit menggunakan eter, kemudian area luka dibersihkan dan didekontaminasi. Dipanaskan plat baja berdiameter 2 cm selama 5menit. Lalu punggung mencit yang sudah dibersihkan, ditempelkan plat panas selama 10 detik. Selanjutnya pengelompokkan hewan uji total 25 mencit (*Mus musculus*) jantan dibagi menjadi lima kelompok, masing-masing terdiri dari lima ekor mencit. Adapun kelompok uji yaitu :

Tabel. 1 Kelompok Perlakuan

No	Kelompok Uji	Keterangan
1.	K (+)	Gel neocenta
2.	K (-)	Na.CMC
3.	EKKIG 5%	Ekstrak Kolagen Kulit Ikan Gabus konsentrasi 5%
4.	EKKIG 10%	Ekstrak Kolagen Kulit Ikan Gabus konsentrasi 10%
5.	EKKIG 20%	Ekstrak Kolagen Kulit Ikan Gabus konsentrasi 20%

Perhitungan penambahan vaselin didapatkan hasil sebagai berikut:

- Konsentrasi 5% : 5 gram EKKIG dalam 100 gram vaselin
- Konsentrasi 10% : 10 gram EKKIG dalam 100 gram vaselin.
- Konsentrasi 20% : 20 gram EKKIG dalam 100 gram vaselin

Pengamatan Terhadap Hewan Uji

Pengamatan penyembuhan luka setiap 2x24 jam sampai 14 hari dengan mengukur panjang luka dan catat hasil pengukuran sampai luka tertutup sempurna. Pencatatan efek penyembuhan luka didasarkan oleh penurunan panjang luka dengan menghitung rerata diameter kesembuhan luka diukur setiap hari dengan rumus :

$$dx = \frac{dx(1) + dx(2) + dx(3) + dx(4)}{4}$$

Keterangan:

dx = diameter luka pada hari ke-x (mm)

dx(1,2,3,4,5) = diameter luka bakar dalam berbagai arah

dilanjutkan dengan menghitung perhitungan persentase penyembuhan luka bakar menggunakan rumus :

$$P\% = \frac{do - dx}{do}$$

Keterangan:

P% = persentase penyembuhan luka

do = diameter pada luka awal

dx = diameter pada luka hari pengamatan

Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif dan statistik dengan menggunakan aplikasi SPSS 25. Data dari yang didapatkan dari penelitian ini dianalisis berdasarkan pengujian dengan uraian sebagai berikut :

1. Data deskriptif diperoleh dari hasil uji karakteristik EKKIG

2. Data hasil uji pengukuran luka bakar dianalisis secara statistika dengan metode *one way annova*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Determinasi hewan

Determinasi Ikan gabus (*Channa striata*) dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Negeri Islam Malang. Determinasi bertujuan untuk mengetahui hewan yang akan digunakan dalam penelitian adalah benar-benar hewan memiliki morfologis hewan yang cocok pada ciri-ciri morfologis hewan. Berdasarkan surat keterangan hasil determinasi dinyatakan bahwa sampel tersebut adalah hewan Ikan gabus (*Channa striata*) dalam spesies *Channa striata* dengan family *Channidae*.

Pembuatan Ekstrak Kolagen Kulit Ikan Gabus (EKKIG)

Hasil rendemen sebesar 12,5% lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Truong tahun 2021 mengungkapkan bahwa hasil kulit ikan yang diperoleh dari ikan gabus adalah 13,6%, dan skalanya adalah 12,09% melalui teknik ekstraksi ASC. Menurut penelitian dari Nurhayati *et al.*, (2013) Kulit ikan dilaporkan mengandung kolagen dengan nilai rendemen yang bervariasi antara 11–63% tergantung dari jenis ikan, bahan pengekstrak, dan teknik ekstraksi kolagen (Nurhayati *et al.*, 2013). Suhu, lama ekstraksi, dan teknik ekstraksi semuanya dapat mempengaruhi hasil rendemen yang berbeda-beda (Safithri *et al.*, 2019).

Uji Karakteristik Ekstrak kolagen kulit ikan gabus (*Channa striata*)

Pengujian ninhidrin digunakan untuk mendeteksi keberadaan asam amino bebas dalam larutan. Hasil dari pengujian ditunjukkan oleh perubahan warna larutan dari bening menjadi kuning, yang berarti mengindikasikan keberadaan asam amino. Menurut teori, hasil pengujian EKKIG menunjukkan perubahan warna menjadi kuning, yang menandakan keberadaan asam amino prolin. Dimana asam amino yang umumnya terdapat dalam kolagen ikan, termasuk ikan gabus, seperti prolin, hidrosiprolin, dan glisin. Reaksi dari gugus amina tersubstitusi prolin berinteraksi dengan ninhidrin menghasilkan kompleks kuning (Albaugh *et al.*, 2017).

Uji hopskin-cole dilakukan untuk mendeteksi keberadaan triptofan, yang merupakan asam amino tertentu. Hasil pengujian Hopkins-Cole menunjukkan bahwa EKKIG tidak mengandung kolagen triptofan, yang berarti tidak ada pembentukan kompleks cincin ungu yang terdeteksi (Ata *et al.*, 2016). Menurut penelitian Fabella *et al.*, (2018) Kolagen juga mengandung metionin, tirosin, dan histidin tetapi dalam jumlah kecil, dan tidak mempunyai triptofan atau sistein.

Efektivitas penyembuhan luka bakar

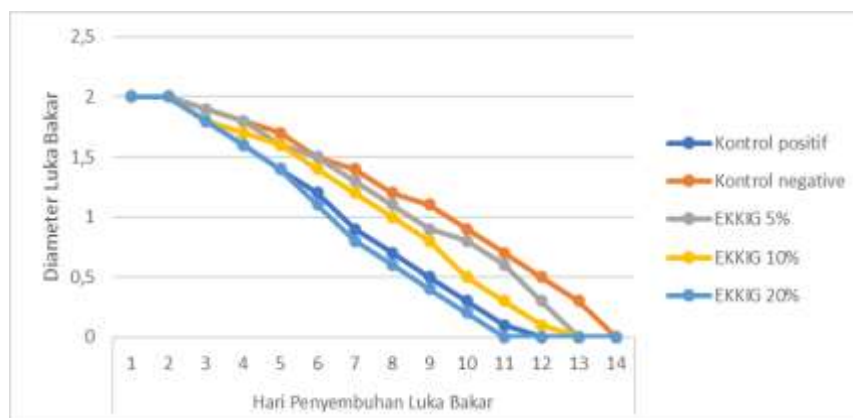
Pada luka bakar derajat II dibuktikan dengan folikel rambut, kelenjar keringat dan kelenjar sebacea mengalami kerusakan dengan kulit yang terbakar berwarna putih pucat. Pada hasil uji efektivitas EKKIG terhadap penyembuhan luka bakar derajat II ditandai dengan adanya pengurangan diameter luka bakar pada bagian punggung mencit yaitu adanya pengelupasan keropeng pada punggung mencit dan terjadi penutupan luka. Pada kerusakan jaringan kulit pada luka bakar derajat II proses penyembuhan memerlukan waktu 14 hari (Dewi, 2019).

Tabel 5. Hasil persentase penurunan luka bakar

Kelompok	L1	Rata terapi ± sd	Rata penurunan luka ± sd	% penyembuhan
Positif	2	1,32 ± 0,06	0,39 ± 0,05 ^{2,3,4}	39.00
Negatif	2	1,40 ± 0,05	0,30 ± 0,04 ^{1,5}	30.07
Ekkig 5%	2	1,34 ± 0,05	0,33 ± 0,07 ^{1,5}	33.14
Ekkig 10%	2	1,31 ± 0,06	0,35 ± 0,03 ^{1,5}	34.64
Ekkig 20%	2	1,21 ± 0,06	0,4 ± 0,03 ^{2,3,4}	39.07

Keterangan :

1. Adanya perbedaan signifikan dengan kelompok Positif (+).
2. Adanya perbedaan signifikan dengan kelompok Negatif (-)
3. Adanya perbedaan signifikan dengan kelompok EKKIG 5%.
4. Adanya perbedaan signifikan dengan kelompok EKKIG 10%.
5. Adanya perbedaan signifikan dengan kelompok 20%.



Gambar 1. Grafik Efektivitas penyembuhan luka bakar

Berdasarkan penelitian menunjukkan hasil persentase penyembuhan luka. Pada EKKIG 5% belum sepenuhnya menyembuhkan luka hingga hari ke-13, serta EKKIG 10% telah sembuh dari luka pada hari ke-12, namun EKKIG 20% telah menyembuhkan luka sepenuhnya pada hari ke-11 dan pada juga kontrol positif mengalami penyembuhan luka lebih cepat dibandingkan kontrol negatif yang mengalami penyembuhan pada hari ke-14. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok kontrol negatif (tanpa zat aktif) mengalami proses penyembuhan luka bakar yang lebih lambat dibandingkan dengan kelompok (EKKIG 5%, 10%, 20% dan kontrol positif). Dengan demikian EKKIG 20% dan kontrol positif tersebut menunjukkan kemiripan dalam proses penyembuhan, yang diperkuat dengan adanya kandungan kolagen yang penting untuk pembentukan matriks ekstraseluler yang mendukung penyembuhan luka. Mekanisme penyembuhan luka bakar terjadi melalui tiga tahapan, yaitu fase inflamasi, proliferasi dan fase maturasi (Shenoy *et al.*, 2022). Adapun sebagai dasar untuk pembentukan jaringan kolagen, pada kulit ikan gabus memiliki kandungan protein. Protein merupakan komponen utama dari asam amino, dari uji ninhidrin diatas, menyatakan hasil (+) mengandung asam amino prolin merupakan asam amino yang unik pada kolagen karena berperan dalam menjaga integritas struktural kolagen, sebagai komponen utama yang mendukung struktur jaringan ikat, regenerasi kulit dan membantu dalam penyembuhan luka (Fabella *et al.*, 2018).

Hasil analisis menggunakan pendekatan One Way Anova menunjukkan bahwa ada perbedaan signifikan dalam diameter penyembuhan luka bakar pada mencit jantan antara kelima kelompok perlakuan ($p=0,021$, $\alpha=0,05$). Pada uji *post-hoc* menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam diameter penyembuhan luka bakar di antara kelima kelompok perlakuan. Kemudian dilanjutkan ke uji lanjutan yaitu LSD, menunjukkan hasil tidak ada perbedaan signifikan dalam penurunan diameter luka antara kelompok kontrol positif dengan EKKIG 20%, al ini disebabkan pada kelompok kontrol negatif tidak terdapat zat aktif. Efek penyembuhan pada EKKIG 20% dengan kontrol positif (gel neocenta) memiliki kemiripan, dimana gel neocenta dapat merangsang regenerasi kulit, mengurangi peradangan, melindungi dari kerusakan, dan mempercepat penyembuhan luka, melalui bahan-bahan aktif seperti ekstrak plasenta (Safitri *et al.*, 2020). Dan antara kontrol negatif dengan EKKIG 5% dan 10%. Demikian efek penyembuhan EKKIG 5% dan 10% dengan kontrol negatif tidak terdapat perbedaan. Hal ini disebabkan pada kelompok kontrol negatif tidak terdapat zat aktif (Na.CMC) tidak terdapat efek penyembuhan yang bermakna.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pada uji karakteristik EKKIG mengandung asam amino prolin ditandai dengan adanya perubahan warna kuning. Pada hasil rata-rata prosentase ekstrak kolagen kulit ikan gabus (*channa striata*) mempunyai efektivitas terhadap penyembuhan luka bakar derajat II yang terbaik pada EKKIG 20%, sebesar 39,07 %.

DAFTAR PUSTAKA

Alviodynasari, R., Pribadi, E. S., & Soejoedono, R. D. (2019). Kadar Protein Terlarut dalam Albumin Ikan Gabus (*Channa striata* dan *Channa micropeltes*) Asal Bogor Soluble Rotein

- Concentration in Snakehead Fish Albumin Bogor Origin (*Channa striata* and *Channa Microprltes*). *Jurnal Veteriner*, 20(3), 436. <https://doi.org/10.19087/jveteriner.2019.20.3.436>
- Ata, S. T. W., Yulianty, R., Sami, F. J., & Ramli, N. (2016). Isolasi Kolagen Dari Kulit Dan Tulang Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Science*, 1(1), 27–30. <https://www.jpms-stifa.com/index.php/jpms/article/view/9>
- Dewi, P. S. (2019). Efektifitas ekstrak lidah buaya terhadap jumlah sel fibroblast pada proses penyembuhan luka insisi marmut. *Intisari Sains Medis*, 9(3), 51–54. <https://doi.org/10.15562/ism.v9i3.272>
- Fabella, N., Herpandi, H., & Widiastuti, I. (2018). Pengaruh Metode Ekstraksi Terhadap Karakteristik Kolagen dari Kulit Ikan Patin (*Pangasius pangasius*). *Jurnal Fishtech*, 7(1), 69–75. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v7i1.5982>
- Hasri, N. M., Zebua, N., & Sudewi. (2020). Test of Burn Wounds Healing Effects of Collagen From Snakehead Fish (*Channa striata*) Bone in The Preparation of Cream on Male White Rats (*Rattus norvegicus*). *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 3(1), 62–75. <https://doi.org/10.32734/idjpcr.v3i1.3977>
- Herman, A., Pahlevi, A., & Said, Y. (2016). Struktur Histologi Kulit Ikan Gabus (*Channa striata*). *Kanal*, 3(3), 1–23.
- Kusuma. (2023). *Aktivitas Formulasi Gel Ekstrak Daun Kelor (Moringa oleifera Lamk .) Pada Luka Bakar Derajat II secara In Vivo*.
- Noorbakhsh, S. I., Bonar, E. M., Polinski, R., & Amin, M. S. (2021). Educational Case: Burn Injury-Pathophysiology, Classification, and Treatment. *Academic Pathology*, 8, 23742895211057240. <https://doi.org/10.1177/23742895211057239>
- Nurhayati, N., Tazwir, T., & Murniyati, M. (2013). Ekstraksi dan Karakterisasi Kolagen Larut Asam dari Kulit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Pascapenan Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan*, 8(1), 84. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v8i1.56>
- Safitri, S., Miyarso, C., Fitriyati, L., & Gombong, M. (2020). Uji Anti Luka Bakar Kombinasi Ekstrak Etanol Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) dan Daun Salam (*Syzygium polianthum* (Wight) Walp.) Untuk Luka Bakar Derajat II A Tikus Putih (*Mangifera indica* L.) and Bay Leaf (*Syzygium polyanthum* (Wight) Walp.) For Burn Of . *Jurnal Farmasi Klinik Dan Sains*, 2022(2), 44–54.
- Shenoy, M., Abdul, N. S., Qamar, Z., Bahri, B. M. Al, Al Ghalayini, K. Z. K., & Kakti, A. (2022). Collagen Structure, Synthesis, and Its Applications: A Systematic Review. *Cureus*, 14(5), e24856. <https://doi.org/10.7759/cureus.24856>
- Tavares Pereira, D. D. S., Lima-Ribeiro, M. H. M., De Pontes-Filho, N. T., Carneiro-Leão, A. M. D. A., & Correia, M. T. D. S. (2012). Development of animal model for studying deep second-degree thermal burns. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/460841>
- Truong, T. M. T., Nguyen, V. M., Tran, T. T., & Le, T. M. T. (2021). Characterization of acid-soluble collagen from food processing by-products of snakehead fish (*Channa striata*). *Processes*, 9(7). <https://doi.org/10.3390/pr9071188>