

Formulasi Sediaan Pembalut Luka Hidrogel Berbasis Pektin Kulit Loka Pere (*Musa spp.*)

Anisa Dwirizky Abdullah^{1*}, Auliah Rahmi Latif², Putri Ramdaniah³, Aulia Wardani⁴, Fitriani⁵, Elsapira⁶

^{1,2,3,4,5,6} Program Studi Farmasi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

Open Access Freely Available Online

Dikirim: 23 Juni 2026

Direvisi: 4 Agustus 2026

Diterima: 27 Agustus 2026

*Penulis Korespondensi:

E-mail:

anisadwirizky.abdullah@unsulbar.ac.id

ABSTRAK

Ulkus diabetik merupakan komplikasi serius diabetes melitus yang ditandai penyembuhan luka lambat dan risiko infeksi tinggi. Pembalut luka berbasis hidrogel dari bahan alam lokal menjadi pendekatan menjanjikan untuk mendukung penyembuhan luka kronik. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi sediaan pembalut luka hidrogel berbasis pektin yang diekstraksi dari kulit Loka Pere (*Musa spp.*) serta menilai sifat fisik dan stabilitasnya sebagai kandidat pembalut luka ulkus diabetik. Pektin diekstraksi dari 1.000 g tepung kulit Loka Pere dengan metode ekstraksi asam dan diformulasikan menjadi hidrogel pada variasi konsentrasi 2,5%; 5%; 7,5%; dan 10% b/b. Evaluasi meliputi uji organoleptis, homogenitas, pH, daya sebar, serta stabilitas fisik selama penyimpanan suhu ruang empat minggu dengan interval tujuh hari. Rendemen pektin sebesar 3% dan seluruh formula berkonsistensi kental semi padat, homogen, beraroma khas bahan. Nilai pH berada pada rentang asam (3,50–3,75) yang berpotensi mendukung penyembuhan luka kronik. Formula F1 memenuhi kriteria daya sebar sediaan semipadat topikal (5–7 cm), sedangkan konsentrasi pektin lebih tinggi menunjukkan daya sebar berlebihan. Selama penyimpanan, hidrogel relatif stabil tanpa perubahan bermakna pada organoleptik dan homogenitas. Berdasarkan hasil tersebut, hidrogel berbasis pektin kulit Loka Pere berpotensi dikembangkan sebagai pembalut luka untuk mendukung penyembuhan ulkus diabetik.

Kata kunci: Hidrogel, Loka Pere, Pektin, Pembalut luka

ABSTRACT

Diabetic ulcers are a serious complication of diabetes mellitus characterized by impaired wound healing and a high risk of infection. Hydrogel-based wound dressings derived from local natural materials offer a promising approach to chronic wound healing. This study aimed to develop and evaluate a pectin-based hydrogel wound dressing extracted from Loka Pere peel (*Musa spp.*) and assess its physical properties and stability as a candidate dressing for diabetic ulcers. Pectin was extracted from 1,000 g of Loka Pere peel powder using acid extraction and formulated into hydrogels at varying pectin concentrations (2.5%, 5%, 7.5%, and 10% w/w). Evaluation included organoleptic, homogeneity, pH, spreadability, and stability tests during four weeks of storage at room temperature at seven-day intervals. The pectin yield was 3%, and all formulations showed a thick semi-solid consistency, homogeneity, and a characteristic odor. The pH values were acidic (3.50–3.75). Formulation F1 met the spreadability criterion for topical semi-solid preparations (5–7 cm), whereas higher pectin concentrations showed excessive spreadability. During storage, the hydrogels remained physically stable without significant changes in organoleptic characteristics or homogeneity. The pectin-based hydrogel from Loka Pere peel shows potential for development as a wound dressing supporting diabetic ulcer healing.

Keywords: Hydrogel, Loka Pere, Pectin

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan salah satu penyebab utama pada keterlambatan penyembuhan luka yang mencakup mekanisme patofisiologi yang cukup kompleks (Amin & Abdel-Raheem, 2014; Cheng dkk., 2018). Waktu penyembuhan luka pada

pasien diabetes dapat berdampak pada kejadian ulkus diabetik. Manajemen penanganan luka bakar pada pasien yang memiliki proses penyembuhan luka yang buruk masih menjadi salah satu masalah terbesar dalam pengobatan terapeutik. Luka bakar pada pasien DM mempunyai faktor risiko yang

lebih tinggi terhadap kejadian infeksi luka sehingga memerlukan penanganan medis yang lebih lama di fasilitas kesehatan dibandingkan dengan pasien non-diabetes melitus. Telah dilakukan penelitian terkait terapi penyembuhan luka kronik menggunakan hidrogel yang memiliki keuntungan dalam hal penyerapan eksudat luka, perbaikan jaringan secara mandiri, dan penutupan luka yang lebih cepat dibandingkan dengan sediaan lainnya.

Untuk mengatasi risiko infeksi yang lebih parah dari ulkus diabetik, dibutuhkan sediaan farmasi wound dressing atau pembalut luka yang tidak hanya berfungsi untuk menutup luka, tetapi juga memiliki efektivitas yang baik untuk mengurangi infeksi dari luka serta mempercepat penyembuhan ulkus diabetik pasien. Salah satu bahan yang dapat diformulasikan menjadi hidrogel yaitu pektin. Pektin merupakan komponen dari dinding sel tanaman yang terdiri dari asam galakturonat dan dapat diformulasikan menjadi hidrogel yang dapat mengontrol pengeluaran eksudat luka. Pemanfaatan sumber daya alam lokal, yaitu Loka Pere yang memiliki kandungan pektin cukup tinggi pada bagian kulit, berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan hidrogel dan perlu dikaji lebih dalam. Loka merupakan bahasa Mandar dari pisang (*Musa spp.*) yang telah digunakan sebagai pangan tradisional oleh masyarakat suku Mandar di provinsi Sulawesi Barat (Nurhafsah dkk., 2022). Hal ini tentu saja perlu menjadi perhatian khusus karena produksi pisang di Provinsi Sulawesi Barat cukup tinggi yaitu sebesar 184.574 ton pada tahun 2023 (Badan Pusat Statistik, 2024).

Produksi loka pere yang tinggi menimbulkan masalah baru terkait limbah kulit yang sebagian besar menjadi sampah dan beberapa dimanfaatkan sebagai bahan pupuk organik (Pathak dkk., 2016). Peningkatan fungsi kulit Loka Pere diperlukan yaitu melalui proses formulasi pektin yang berasal dari kulit Loka Pere untuk dijadikan sebagai bahan dasar hidrogel pembalut luka untuk pasien ulkus diabetik. Pektin sebagai komponen penyusun hidrogel untuk pembalut luka telah dilakukan pada beberapa riset sebelumnya. Pemanfaatan kulit Loka Pere sebagai sumber pektin untuk komponen pembentuk hidrogel pada pasien ulkus diabetik belum pernah dilakukan. Berdasarkan latar belakang, maka rumusan permasalahan dari penelitian ini adalah bagaimana produk bahan alam khususnya loka pere dapat diformulasikan menjadi sediaan pembalut luka hidrogel.

METODE

Preparasi Kulit Loka Pare

Kulit Loka pere dicuci secara menyeluruh untuk menghilangkan benda asing dan kotoran yang masih terdapat pada sampel kemudian dianginanginkan. Selanjutnya kulit Loka Pere dikeringkan menggunakan oven hingga kadar air mencapai 10% dari bobot basah (Wb). Kulit Loka Pere yang telah mengalami bobot penyusutan, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender (Yudiastuti & Anggita, 2023a).

Ekstraksi Pektin

Proses ekstraksi menggunakan metode ekstraksi padat-cair menggunakan pelarut asam. Tepung kulit Loka Pere diekstraksi menggunakan pelarut H₂SO₄ 0,5 N dengan konsentrasi substrat 10% selama 10 menit, dimasukkan di waterbath dengan temperatur 85OC. Penyaringan dilakukan menggunakan kertas saring dan pompa vacum. Filtrat hasil penyaringan dilarutkan dengan etanol 96% dengan rasio 1:1 lalu didiamkan selama 18 jam. Selanjutnya dilakukan proses penyaringan menggunakan kertas saring dan diambil residunya. Residu dikeringkan pada oven dengan suhu 60OC selama 4 jam. Residu kering dihaluskan menggunakan mortar agar dapat dihasilkan bubuk pektin dan dilanjutkan dengan proses pemurnian pektin (Yudiastuti & Anggita, 2023b).

Formulasi Hidrogel

Pembuatan hidrogel dilakukan menggunakan metode solvent evaporation. Pektin (2,5% b/b) dilarutkan pada akuadestilata dengan pengadukan konstan pada 600 rpm dan suhu 60 °C selama 10 menit, yang dilanjutkan dengan pengadukan pada temperatur ruang (25 ± 2 °C) selama 24 jam untuk mendapatkan larutan homogen. Selanjutnya, 0,8% (b/b) glutaraldehyde dan 0,25% (b/b) gliserol ditambahkan pada larutan pektin dan diaduk selama 40 menit pada masing-masing penambahan. Campuran dituangkan pada cawan Petri dan disimpan pada oven dengan suhu 40 ± 0,5 °C selama 24 jam. Film yang terbentuk direndam menggunakan 3 mL etanol pada cawan petri yang memiliki penutup selama 1 jam untuk menghilangkan glutaraldehyde yang tidak bereaksi dan selanjutnya dikeringkan selama 6 jam pada suhu 40 ± 0,5 °C. Seluruh prosedur diulang dengan menjaga kondisi yang sama untuk pembuatan hidrogel dengan kadar pektin 5%, 7,5%, dan 10% (b/b) (Nordin dkk., 2022).

Uji Sifat Fisik Sediaan Hidrogel

Pengujian sifat fisik sediaan meliputi uji organoleptis, uji homogenitas, uji pH, analisis daya

sebar dan daya lekat (Harliantika & Noval, 2021; Latif dkk., 2021; Setiawan dkk., 2018)

Uji Stabilitas Fisik Sediaan Hidrogel

Penyimpanan suhu ruang. Stabilitas formula hidrogel diuji melalui pengamatan terhadap karakteristik organoleptik, homogenitas, pH, viskositas, daya sebar, dan daya lekat selama penyimpanan pada suhu ruang. Perubahan sifat fisik diamati setiap 7 hari selama total 28 hari, yaitu pada hari ke-0, 7, 14, 21, dan 28 (Harliantika & Noval, 2021; Sandala dkk., 2024).

HASIL

Ekstraksi Pektin

Hasil analisis persen rendamen kandungan pektin pada kulit loka pere dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1
Persen Rendamen

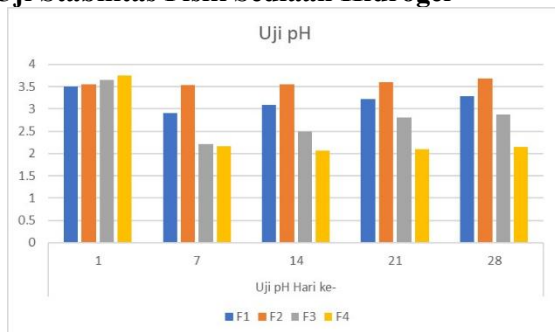
Tepung Kulit Loka Pere	Pektin (g)	Persen Rendamen (%)
1000 g	30 g	3

Uji Organoleptik Hidrogel Pektin Kulit Loka Pere

Tabel 2
Hasil Uji Organoleptik

	Uji Organoleptik		
	Konsistensi	Warna	Aroma
F1	Kental-semi padat	krem	Aroma Pisang
F2	Kental-semi padat	Coklat muda	Aroma Pisang
F3	Kental-semi padat	Coklat muda	Aroma Pisang
F4	Kental-semi padat	Coklat muda	Aroma Pisang

Uji Stabilitas Fisik Sediaan Hidrogel



Gambar 1. Hasil Uji Stabilitas pH

Uji Homogenitas Hidrogel Pektin Kulit Loka Pere

Tabel 3
Hasil Uji Homogenitas

F	Uji Homogenitas	Keterangan (Homogen)
F1	Homogen	Sesuai Standar
F2	Homogen	Sesuai Standar
F3	Homogen	Sesuai Standar
F4	Homogen	Sesuai Standar

Uji pH Hidrogel Pektin Kulit Loka Pere

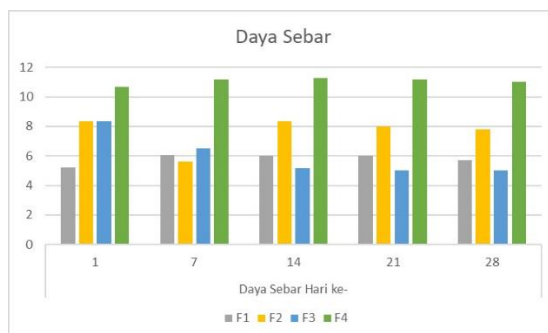
Tabel 4
Hasil Uji pH

Formula	Uji pH
F1	$3.5 \pm 0,21$
F2	$3.56 \pm 0,07$
F3	$3.65 \pm 0,89$
F4	$3.75 \pm 1,00$

Uji Daya Sebar Hidrogel Pektin Kulit Loka Pere

Tabel 5
Hasil Uji Daya Sebar

Formula	Daya sebar rata-rata (cm)	Keterangan (5-7 cm)
F1	$5.20 \pm 0,14$	Sesuai Standar
F2	$8.35 \pm 0,07$	Melebihi Standar
F3	$8.35 \pm 0,07$	Melebihi Standar
F4	$10.75 \pm 0,00$	Melebihi Standar



Gambar 2. Hasil Uji Stabilitas Daya Sebar

PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi menunjukkan rendemen pektin dari 1.000 g tepung kulit Loka Pere sebesar 3%, yang masih berada dalam kisaran wajar untuk

ekstraksi pektin dari limbah kulit pisang/plantain pada skala laboratorium, serta menguatkan potensi biomassa lokal sebagai sumber biopolimer untuk matriks hidrogel. Studi sebelumnya melaporkan

bahwa rendemen pektin dari kulit pisang sangat bervariasi, mulai dari sekitar 2–5% pada kondisi ekstraksi yang belum teroptimasi hingga lebih dari 15–20% pada kondisi asam yang dioptimalkan, tergantung pada varietas bahan dan parameter proses (Indriasari & Kusumma, 2024; Khamsucharit dkk., 2018). Dengan demikian, rendemen sebesar 3% pada penelitian ini tergolong relatif rendah dan konsisten dengan kondisi ekstraksi yang belum dioptimasi.

Faktor-faktor utama yang memengaruhi rendemen meliputi pH ekstraksi, suhu, waktu, rasio cairan terhadap bahan, serta ukuran partikel, di mana kondisi pH asam dan suhu tinggi dapat meningkatkan pelepasan pektin dari dinding sel tanaman, namun juga berpotensi menurunkan kualitas jika tidak dikontrol dengan baik (Owusu dkk., 2023). Selain itu, ko-ekstraksi senyawa fenolik dan pigmen dari kulit buah sering dilaporkan terjadi pada ekstraksi pektin dari kulit pisang dan dapat memengaruhi warna serta pH pektin kasar, yang selanjutnya berdampak pada karakteristik fisik dan penampilan hidrogel yang dihasilkan (Mada dkk., 2022). Oleh karena itu, meskipun rendemen 3% belum mencerminkan kondisi optimum, nilai tersebut dinilai memadai untuk tahap pengembangan formulasi laboratorium, sekaligus memberikan dasar yang rasional untuk dilakukan optimasi proses ekstraksi pada tahap penelitian selanjutnya guna meningkatkan rendemen dan mutu pektin.

Secara organoleptik, seluruh formula hidrogel pektin (F1–F4) menunjukkan konsistensi kental semi padat, homogen, dan mempertahankan aroma khas pisang, yang mengindikasikan kompatibilitas pektin sebagai matriks hidrogel untuk aplikasi topikal. Konsistensi semi padat merupakan karakteristik penting pada balutan luka karena memudahkan pengolesan pada permukaan luka yang tidak rata serta membantu mempertahankan lingkungan lembap yang optimal untuk re-epitelisasi dan pembentukan jaringan granulasi (Boateng & Catanzano, 2015; Dhivya dkk., 2015). Perbedaan warna yang diamati, di mana F1 cenderung berwarna krem sedangkan F2–F4 coklat muda, kemungkinan berkaitan dengan meningkatnya konsentrasi pektin serta ko-ekstraksi pigmen dan senyawa fenolik dari kulit pisang pada kadar pektin yang lebih tinggi, sebagaimana dilaporkan pada studi karakterisasi pektin dari kulit pisang berbagai varietas (Khamsucharit dkk., 2018; Mada dkk., 2022).

Profil pH hidrogel berada pada rentang asam (3,50–3,75), yang memang lebih rendah dibandingkan pH kulit sehat ($\pm 4,5$ –6,5); namun

pada luka kronik dan ulkus diabetik yang cenderung bersifat basa, kondisi pH asam justru memberikan keuntungan terapeutik. Berbagai studi melaporkan bahwa penurunan pH luka ke arah asam dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen, menurunkan aktivitas protease matriks (seperti matrix metalloproteinases), mengurangi bau luka, serta meningkatkan pelepasan oksigen dari hemoglobin melalui efek Bohr, sehingga mendukung proses penyembuhan luka kronik (G. Gethin, 2007). Lingkungan asam juga dilaporkan mempercepat pembentukan jaringan granulasi dan re-epitelisasi dibandingkan luka dengan pH netral hingga basa, khususnya pada luka dengan gangguan vaskular seperti ulkus diabetik (Percival dkk., 2014). Meskipun pH asam pada sediaan ini berpotensi menguntungkan untuk luka terinfeksi atau ulkus diabetik, pengendalian pH melalui penyesuaian komposisi atau penggunaan buffer ringan tetap perlu dipertimbangkan pada tahap pengembangan selanjutnya untuk menyesuaikan kebutuhan klinis tertentu, misalnya menaikkan pH ke kisaran ± 5 –5,5 pada pasien dengan kulit sensitif (G. T. Gethin dkk., 2008).

Uji daya sebar menunjukkan perbedaan yang bermakna secara praktis antarformula, di mana F1 memiliki daya sebar rata-rata $5,20 \pm 0,14$ cm dan memenuhi kriteria mutu sediaan semipadat topikal (5–7 cm), sedangkan F2, F3, dan F4 masing-masing menunjukkan daya sebar yang lebih besar ($8,35 \pm 0,07$ cm hingga $10,75 \pm 0,00$ cm) dan melampaui batas yang direkomendasikan. Daya sebar yang tinggi umumnya berkorelasi dengan viskositas yang lebih rendah atau struktur jaringan gel yang lebih longgar, yang pada hidrogel berbasis polisakarida dapat dipengaruhi oleh konsentrasi polimer, derajat ikatan silang, dan kekuatan interaksi ionik dalam matriks gel. Secara fungsional, daya sebar yang terlalu besar memang meningkatkan kemudahan aplikasi dan kenyamanan pengguna, namun pada balutan luka dapat menyebabkan lapisan hidrogel menjadi terlalu tipis, mempercepat kehilangan kelembapan, serta mengurangi waktu kontak efektif antara sediaan dan permukaan luka, yang penting untuk mempertahankan lingkungan penyembuhan yang optimal (Boateng & Catanzano, 2015). Dengan demikian, formula F1 dinilai paling mendekati spesifikasi aplikasi klinis, sedangkan F2–F4 memerlukan pengetatan sifat reologi, misalnya melalui peningkatan kadar pektin, penguatan ikatan ionik menggunakan kation divalen seperti Ca^{2+} , atau penambahan ko-polimer penebal untuk memperoleh keseimbangan antara daya sebar dan

kenyamanan aplikasi tanpa mengorbankan fungsi protektif hidrogel sebagai balutan luka (Ahmed, 2015).

Hasil uji stabilitas sediaan hidrogel selama penyimpanan pada suhu ruang selama empat minggu dengan lima kali pengujian (hari ke-1, 7, 14, 21, dan 28) menunjukkan bahwa seluruh formula (F1–F4) memiliki stabilitas fisik yang berbeda antarformula, namun masih dalam batas yang dapat diterima untuk sediaan semipadat topikal. Berdasarkan parameter pH, seluruh sediaan mempertahankan pH dalam kondisi asam, meskipun F3 dan F4 menunjukkan penurunan pH yang cukup tajam pada minggu pertama sebelum relatif stabil pada minggu berikutnya, sedangkan F1 dan terutama F2 menunjukkan fluktuasi pH yang lebih kecil. Perubahan pH awal pada hidrogel berbasis polisakarida dilaporkan berkaitan dengan proses penyesuaian struktur jaringan gel (gel maturation), redistribusi ion hidrogen, serta pelepasan gugus karboksilat bebas dari rantai polimer selama penyimpanan awal (Ahmed, 2015). Dari aspek daya sebar, F1 menunjukkan nilai yang relatif konsisten dan berada dalam kisaran ideal sediaan semipadat topikal (5–7 cm) sepanjang periode penyimpanan, sementara F2 dan F3 menunjukkan fluktuasi dengan kecenderungan menurun hingga mendekati kisaran tersebut pada akhir pengujian, dan F4 mempertahankan daya sebar yang sangat tinggi. Stabilitas daya sebar ini mencerminkan bahwa tidak terjadi pemisahan fase, sineresis, atau penurunan viskositas yang signifikan, sehingga struktur jaringan hidrogel tetap terjaga selama penyimpanan, sebagaimana dilaporkan pada hidrogel polisakarida yang stabil secara fisik pada suhu ruang (Boateng & Catanzano, 2015). Secara organoleptis, seluruh formula mempertahankan warna, bau khas bahan, dan bentuk sediaan semi padat tanpa perubahan yang nyata selama masa pengujian, serta menunjukkan homogenitas yang baik pada setiap waktu pengamatan, yang mengindikasikan distribusi komponen formulasi tetap merata dan tidak terjadi agregasi atau kristalisasi bahan. Stabilitas organoleptik dan homogenitas merupakan indikator penting dalam evaluasi stabilitas sediaan hidrogel karena berkaitan langsung dengan penerimaan pengguna dan konsistensi performa terapeutik pada aplikasi luka kronik (Dhivya dkk., 2015). Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa hidrogel berbasis pektin kulit Loka Pere memiliki stabilitas fisik yang memadai selama penyimpanan suhu ruang hingga 4 minggu, dengan formula F1 dan F2

menunjukkan profil stabilitas yang paling seimbang.

SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pektin yang diekstraksi dari kulit Loka Pere berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan dasar hidrogel pembalut luka. Hidrogel yang dihasilkan memiliki karakteristik fisik yang baik, ditunjukkan oleh konsistensi kental semi padat, homogenitas yang stabil, serta tampilan organoleptik yang dapat diterima selama penyimpanan suhu ruang. Nilai pH sediaan berada pada rentang asam yang berpotensi memberikan keuntungan terapeutik dalam pengelolaan luka kronik, khususnya ulkus diabetik. Uji daya sebar menunjukkan bahwa formula dengan konsentrasi pektin terendah (F1) paling sesuai dengan kriteria mutu sediaan semipadat topikal, sedangkan formula dengan konsentrasi pektin lebih tinggi memerlukan optimasi sifat reologi. Secara keseluruhan, hidrogel berbasis pektin kulit Loka Pere memiliki stabilitas fisik yang memadai selama penyimpanan empat minggu dan berpotensi dikembangkan lebih lanjut sebagai pembalut luka berbasis bahan alam lokal untuk mendukung penyembuhan ulkus diabetik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian kepada Masyarakat (DRTPM) Tahun 2025 atas dukungan pendanaan yang diberikan sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik. Dukungan tersebut sangat berperan dalam menunjang pelaksanaan penelitian, mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, hingga penyusunan luaran penelitian

REFERENSI

- Ahmed, E. M. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research*, 105–125.
- Amin, M. A., & Abdel-Raheem, I. T. (2014). Accelerated wound healing and anti-inflammatory effects of physically cross linked polyvinyl alcohol-chitosan hydrogel containing honey bee venom in diabetic rats. *Archives of Pharmacal Research*, 37(8), 1016–1031. <https://doi.org/10.1007/s12272-013-0308-y>
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Produksi Tanaman Buah-buahan, 2021-2023*. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NjIjMg==/produksi-tanaman-buah-buahan.html>

- Boateng, J., & Catanzano, O. (2015). Advanced Therapeutic Dressings for Effective Wound Healing - A Review. Dalam *Journal of Pharmaceutical Sciences* (Vol. 104, Nomor 11, hlm. 3653–3680). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/jps.24610>
- Cheng, K.-Y., Lin, Z.-H., Cheng, Y.-P., Chiu, H.-Y., Yeh, N.-L., Wu, T.-K., & Wu, J.-S. (2018). Wound Healing in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats Using Atmospheric-Pressure Argon Plasma Jet OPEN. *Scientific Reports*, 8, 12214. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30597-1>
- Dhivya, S., Padma, V. V., & Santhini, E. (2015). Wound dressings - A review. Dalam *BioMedicine (Netherlands)* (Vol. 5, Nomor 4, hlm. 24–28). China Medical University. <https://doi.org/10.7603/s40681-015-0022-9>
- Gethin, G. (2007). The significance of surface pH in chronic wounds. *Wound healing Science*, 3.
- Gethin, G. T., Cowman, S., & Conroy, R. M. (2008). The impact of Manuka honey dressings on the surface pH of chronic wounds. *Int Wound J*, 5, 185–194.
- Harliantika, Y., & Noval, N. (2021). Formulasi dan Evaluasi Hidrogel Ekstrak Etanol Daun Gaharu (*Aquilaria malacensis* Lamk.) dengan Kombinasi Basis Karbopol 940 dan HPMC K4M. *Journal Pharmasci*, 6(1), 37–46.
- Indriasari, L., & Kusumma, S. B. (2024). Utilization of Kepok Banana Peel Pectin (*Musa paradisiacca* L) as an Edible Coating to Extend Shelf Life of Red Grapes. *Indonesian Journal of Chemical Science*.
- Khamsucharit, P., Laohaphatanalert, K., Gavinlertvatana, P., Sriroth, K., & Sangseethong, K. (2018). Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties. *Food Science and Biotechnology*, 27(3), 623–629. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0302-0>
- Latif, A. R., Sugihartini, N., & Guntarti, A. (2021). Sifat Fisik Krim Tipe A/M Dengan Variasi Konsentrasi Ekstrak Etanol Daun Kelor (*Moringa Oliefera*) Menggunakan Emulgator Tween 80 Dan Span 80. *Media Farmasi*, 16(1), 9–17.
- Mada, T., Duraisamy, R., & Guesh, F. (2022). Optimization and characterization of pectin extracted from banana and papaya mixed peels using response surface methodology. *Food Science and Nutrition*, 10(4), 1222–1238. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2754>
- Nordin, N. N., Karimah Aziz, N., Naharudin, I., & Khaizan Anuar, N. (2022). Effects of Drug-Free Pectin Hydrogel Films on Thermal Burn Wounds in Streptozotocin-Induced Diabetic Rats. *Polymers*, 14. <https://doi.org/10.3390/polym14142873>
- Nurhafisah, N., Fitriawaty, R., & H, I. A. (2022). Loka Pere: Potensi Lokal di Tanah Pamboang. *Buletin Teknologi & Inovasi Pertanian*, 1(1), 23.
- Owusu, F. W. A., Acquah, P. G. J., Boakye-Gyasi, M. E. L., Johnson, R., Yeboah, G. N., Archer, M. A., Antwi, M. B., & Asare, S. O. (2023). Pharmaceutical Assessment of the Impact of the Method of Extraction on the Suitability of Pectin from Plantain (*Musa paradisiacca*) Peels as a Suspending Agent in Oral Liquid Formulations. *Scientific World Journal*, 2023. <https://doi.org/10.1155/2023/8898045>
- Pathak, P., Mandavgane, S., & Kulkarni, B. (2016). Valorization of banana peel: A Biorefinery approach. *Reviews in Chemical Engineering*, 32. <https://doi.org/10.1515/revce-2015-0063>
- Percival, S. L., McCarty, S., Hunt, J. A., & Woods, E. J. (2014). The effects of pH on wound healing, biofilms, and antimicrobial efficacy. *Wound healing Society*, 22(2), 174–186. <https://doi.org/10.1111/wrr.12125>
- Sandala, E. R. F., Siampa, J. P., & Abdullah, S. S. (2024). FORMULASI SEDIAAN HIDROGEL DAUN MIANA (*COLEUS SCUTELLARIOIDES* (L.) BENTH): Uji STABILITAS FISIK DAN Uji SPF. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 5(3), 6847–6856.
- Setiawan, I., Lindawati, N. Y., & Amalia, B. (2018). Formulasi dan uji antiinflamasi sediaan hidrogel ekstrak jahe merah (*Zingiber officinale*). *Media Farmasi Indonesia*, 13(1).
- Yudiastuti, S. O. N., & Anggita, I. L. (2023a). Pectin Extraction from Kepok Banana Peel (*Musa acuminata* × *balbisiana*); Case Study on Procedure of Pre-Treatment Process. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(2), 162–168.
- Yudiastuti, S. O. N., & Anggita, I. L. (2023b). Pectin Extraction from Kepok Banana Peel (*Musa acuminata* × *balbisiana*); Case Study on Procedure of Pre-Treatment Process. *Agriprima: Journal of Applied Agricultural Sciences*, 7(2), 162–168.