

PERAN JUS JAMBU BIJI SEBAGAI TERAPI NUTRISI PENDUKUNG PADA PENANGANAN LUKA AKIBAT BENCANA ALAM

Agustika Antoni^{*1}, Nicen Suherlin¹, Sri Oktarina², Nova Arikhman², Putri Diana³,
Robil Kurnia Illahi³

¹Baiturrahmah Nursing Program, Jln. Bypass Km 15 Aie Pacah, 25176, Padang, Indonesia

²Public Health Study Program, Baiturrahmah University, Jln. Bypass Km 15 Aie Pacah, 25176, Padang

³Baiturrahmah Nursing Program, Jln. Bypass Km 15 Aie Pacah, 25176, Padang, Indonesia

*Corresponding Author: agustikaantoni2@gmail.com,

ABSTRAK

Latar Belakang: Luka jaringan merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling sering terjadi pada korban bencana alam dan memerlukan penanganan yang efektif untuk mempercepat proses penyembuhan. Jambu biji (*Psidium guajava*) mengandung vitamin C, flavonoid, likopen, serta berbagai antioksidan yang berpotensi meningkatkan respons imun dan regenerasi jaringan. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi jus jambu biji sebagai terapi nutrisi pendukung dalam mempercepat penyembuhan luka pada model mencit. Metode: Penelitian menggunakan desain eksperimen murni dengan pendekatan *posttest-only*. Sebanyak 30 ekor mencit dibagi secara acak ke dalam lima kelompok perlakuan. Seluruh mencit dibuat luka sayat sepanjang ± 1 cm, kemudian diberikan jus jambu biji secara oral dengan dosis 1, 2, 3, 4, dan 5 mL per hari. Pada hari ke-5 dilakukan pengambilan jaringan luka untuk pemeriksaan histopatologi meliputi diferensiasi monosit menjadi makrofag, proliferasi fibroblas, dan pembentukan serabut kolagen. Hasil: Hasil histopatologi menunjukkan adanya peningkatan penyembuhan luka seiring meningkatnya dosis jus jambu biji. Kelompok dosis 4–5 mL/hari memperlihatkan jumlah makrofag, fibroblas, dan serabut kolagen yang lebih tinggi dibandingkan kelompok dosis rendah. Kelompok dosis 5 mL/hari menunjukkan transisi tercepat dari fase inflamasi menuju fase proliferasi sehingga menghasilkan gambaran regenerasi jaringan terbaik. Kesimpulan: Jus jambu biji berpotensi menjadi terapi nutrisi pendukung yang aman, mudah diperoleh, dan berbiaya rendah dalam mempercepat penyembuhan luka melalui peningkatan diferensiasi makrofag serta pembentukan kolagen. Temuan ini mendukung pemanfaatannya sebagai intervensi nutrisi pada penanganan luka, khususnya dalam situasi kegawatdaruratan bencana.

Kata kunci: *Psidium guajava*, penyembuhan luka, makrofag, kolagen, kegawatdaruratan bencana, terapi nutrisi.

ABSTRACT

Background: Tissue injuries are among the most common health problems following natural disasters and require effective interventions to accelerate wound healing. Guava (Psidium guajava) is rich in vitamin C, flavonoids, lycopene, and other antioxidants that may enhance inflammatory regulation and tissue regeneration. This study aimed to evaluate the potential of guava juice as a nutritional adjunct therapy for wound healing using a murine incision wound model. Methods: A true experimental posttest-only design was conducted using 30 mice randomly assigned into five treatment groups. Each group received a standardized 1-cm incision wound and daily oral administration of guava juice at doses of 1, 2, 3, 4, or 5 mL. Wound tissues were collected on day 5 for histopathological examination to evaluate monocyte differentiation, macrophage infiltration, fibroblast proliferation, and collagen deposition. Results: Histopathological findings demonstrated a dose-dependent improvement in wound

healing. Higher doses (4–5 mL/day) were associated with increased macrophage infiltration, enhanced fibroblast proliferation, and greater collagen fiber formation compared with lower-dose groups. The 5 mL/day group exhibited the most advanced transition from the inflammatory phase to the proliferative phase, indicating accelerated tissue regeneration. Conclusion: Guava juice has promising potential as a safe, affordable, and locally available nutritional adjunct therapy to enhance wound healing by promoting macrophage differentiation and collagen formation. These findings support its application as a supportive nutritional intervention for tissue injury management, particularly in disaster emergency settings where access to conventional therapies may be limited.

Keywords: *Psidium guajava*, wound healing, macrophages, collagen, disaster emergency, nutritional therapy.

PENDAHULUAN

Jambu biji (varietas apel) merupakan tanaman yang umum dijumpai di pekarangan rumah di Indonesia. Buah ini mengandung asam askorbat; setiap 100 gram jambu biji mengandung 12,20 gram vitamin C (asam askorbat) yang sangat bermanfaat sebagai antioksidan (Melinda et al., 2024). Jambu biji yang tumbuh di Indonesia terdiri dari beberapa varietas, yaitu: jambu Sukun, jambu Bangkok, jambu Susu, jambu Merah, jambu Pasar Minggu, jambu Sari, jambu apel, jambu Palembang, dan jambu merah Getas (Minh Tuan Pham^{1*}, Anh Tuan Hoang², Anh Tuan Le¹, Abdel Rahman M.Said Al-Tawaha³, Van Huong Dong², 2024). Tanaman jambu biji merupakan tanaman buah jenis perdu dengan batang yang memiliki kulit kayu bersisik berwarna hijau kecokelatan serta bunga berwarna putih yang harum; daunnya tumbuh bersilangan dengan tangkai pendek dan panjang daun mencapai 15 cm. Buah jambu biji berbentuk bulat atau lonjong. Tanaman ini dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 9 meter (Prahudaya & Harjoko, 2017). Dalam perawatan luka, diperlukan zat yang bersifat anti-inflamasi untuk mempercepat pembentukan antibodi dan sel-sel kulit. Zat anti-inflamasi dapat mengurangi kerusakan jaringan di sekitar luka sehingga pembentukan jaringan berlangsung lebih cepat; contohnya adalah vitamin C yang berperan sebagai antioksidan (Antoni,

2015). Berbagai antioksidan yang terkandung dalam jambu biji memiliki sifat antiinflamasi yang bermanfaat bagi pertumbuhan sel, mempercepat penyembuhan luka, serta berfungsi sebagai pelindung kulit (Khairunnisa, 2018). Penggunaan steroid dan obat antiinflamasi nonsteroid (OAINS) memang efektif meredakan peradangan atau respons inflamasi, namun penggunaannya dalam jangka panjang dapat menimbulkan dampak tertentu. Penggunaan obat golongan steroid secara sistemik sebagai antiinflamasi dalam jangka waktu lama dapat menyebabkan efek samping berupa penurunan sintesis glukokortikoid endogen, yang mengakibatkan melemahnya respons kekebalan tubuh terhadap infeksi, serta memicu osteoporosis, moon face (wajah membengkak), dan hipertensi (Pofi et al., 2023). Berdasarkan (Comino-Sanz et al., 2021), sistem imun tubuh dapat memengaruhi proses penyembuhan luka sunat pada anak. Dalam meningkatkan sistem imun tubuh, antioksidan sebagai pro-antiinflamasi sangat penting. Dalam pelayanan kesehatan, banyak terjadi perpanjangan waktu penyembuhan luka. Kegagalan penyembuhan luka dapat disebabkan oleh lamanya fase inflamasi, yang dipengaruhi oleh proses penyembuhan luka yang melibatkan berbagai faktor. Penyembuhan luka merupakan proses dinamis dan interaktif yang melibatkan berbagai mediator yang

larut dalam darah, jaringan granulasi, sel epitel, pembuluh darah baru, respons imun, matriks ekstraseluler, dan sel parenkim. Angka kejadian infeksi pascaoperasi di negara berkembang masih tergolong tinggi. Sebagai negara berkembang, kondisi ini di Indonesia dipengaruhi oleh tingkat kontaminasi (nosokomial), virulensi mikroorganisme, status gizi, daya tahan tubuh, serta sterilitas tindakan operasi (asepsis dan antisepsis) (Bucataru et al., 2024). Jambu biji mengandung berbagai

komponen kimia lain—seperti mineral, vitamin, lemak, dan asam amino—yang dibutuhkan tubuh sebagai sumber energi. Jambu biji juga kaya akan vitamin, termasuk vitamin A, B1, B2, B3, B6, B12, C, E, dan K, yang berfungsi sebagai antioksidan. Selain itu, jambu biji mengandung likopen yang berperan sebagai antioksidan yang dapat mengurangi proses peradangan serta mempercepat pembentukan antibodi pada luka (Khan et al., 2025; Prahudaya & Harjoko, 2017).

METODOLOGI

2.1 Design Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan secara murni eksperimental dengan pendekatan desain posttest-only.

2.2 Tahapan Penelitian.

Siapkan peralatan dan kandang untuk 30 ekor mencit. Seluruh kandang disterilkan menggunakan disinfektan. Mencit ditempatkan di kandang masing-masing dengan kepadatan satu ekor per kandang. Mencit dipelihara selama 2 hari untuk diamati kondisi kesehatannya dan tingkat stresnya. Setelah 2 hari, dipilih 30 ekor mencit yang kemudian dibagi menjadi 5 kelompok sampel. Setiap kelompok perlakuan mendapatkan penanganan luka

sayat dengan diameter ± 1 cm. Luka tersebut dibersihkan (diirigasi) menggunakan larutan Natrium Klorida 0,9% sebanyak dua kali sehari.

Satu hari setelah mengalami cedera, seluruh kelompok sampel (A hingga E) diberikan jus jambu biji dengan dosis sebagai berikut: Kelompok A diberikan 1 ml jus jambu biji per hari; Kelompok B diberikan 2 ml jus jambu biji per hari; Kelompok C diberikan 3 ml jus jambu biji per hari; Kelompok D diberikan 4 ml jus jambu biji per hari; dan Kelompok E diberikan 5 ml jus jambu biji per hari. Pada hari ke-5, satu sampel diambil dari setiap kelompok melalui pengambilan sampel secara acak dengan mengambil jaringan di sekitar luka untuk memeriksa makrofag pada masing-masing kelompok secara histopatologis.

2.3. Jenis-jenis jambu biji yang digunakan dalam pengobatan

Jenis jambu yang digunakan dalam pengobatan pada penelitian ini adalah:



Gambar. 1. Jenis Guava

Jambu biji yang banyak dijual oleh pedagang di pasar-pasar tradisional Sumatra Barat ini memiliki kulit berwarna oranye dan daging buah berwarna merah dengan sedikit biji, serta berdiameter

2.4. Cara membuat luka pada subjek penelitian

Sebelum otot punggung mencit dilukai sepanjang 1 cm dengan kedalaman sekitar 1 mm, bulu di area luka (sekitar 2 x 3 cm) dibersihkan terlebih dahulu..

2.5. Cara merawat tikus

Sehari setelah mengalami cedera, tikus-tikus tersebut diberi perlakuan selama 3 hari sesuai kelompoknya—dengan dosis mulai dari 1 ml hingga 5 ml per hari—menggunakan jus jambu biji yang diberikan melalui probe. Selama masa

sekitar 5 cm hingga 10 cm. Dalam penelitian ini, jambu biji tersebut diolah menjadi jus tanpa penambahan bahan lain ataupun air sebagai bahan perlakuan.

perlakuan, mencit ditempatkan di kandang yang terpisah—satu ekor per kandang—untuk mencegah kontaminasi luka akibat interaksi dengan mencit lain serta menjaga kebersihan luka selama penelitian berlangsung.

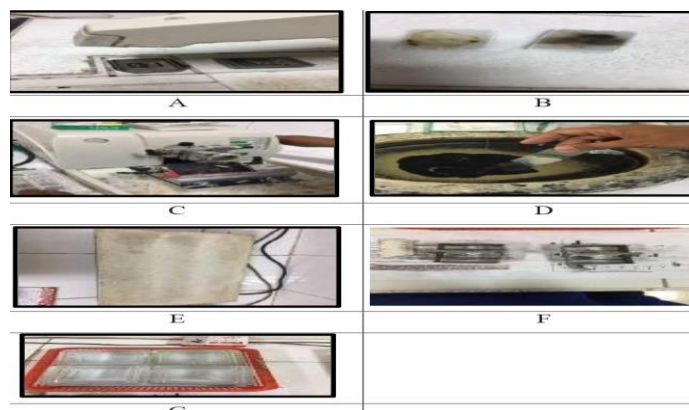
2.6. Cara mengambil jaringan luka pada mencit

Pada hari ke-5, mencit dimatikan dengan cara dibius terlebih dahulu, kemudian lehernya disayat; jaringan dari luka tersebut diambil dan dimasukkan ke dalam wadah plastik berisi larutan formalin buffer 10%..



Gambar, 2. Jaringan Luka dalam Formalin 10%

2.7. Teknik pembuatan sediaan histopatologis



Gambar, 3. Teknik pembuatan sediaan histopatologis

Pencetakan sampel dengan menuangkan parafin cair ke dalam wadah kaset. B. Sampel setelah parafin mengeras. C.

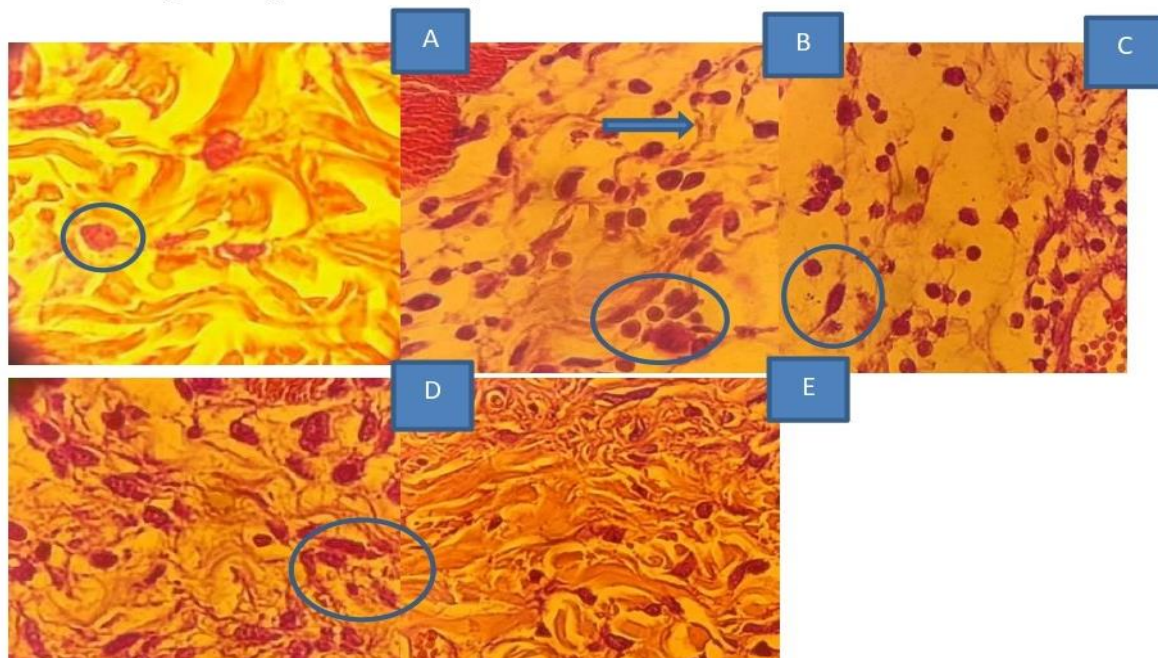
Pemotongan sampel menggunakan mikrotom. D. Hasil potongan sampel dimasukkan ke dalam water bath. E.

Preparat dipanaskan di atas hot plate. F.
Preparat direndam dalam xilol. G.

Perendaman preparat dalam xilol untuk
menghilangkan parafin.

3. Hasil Penelitian

3.1. Interpretasi Mikroskopis Penyembuhan Luka



Gambar, 4. Hasil Histopatologi Jaringan

Pada kelompok A yang diberi perlakuan 1 ml jus jambu biji, jumlah makrofag sangat sedikit, dan jumlah monosit—sebagai sel bakal yang akan berproliferasi menjadi makrofag—juga ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit. Pada kelompok B dengan perlakuan 2 ml jus jambu biji, jumlah monosit yang diperkirakan akan berkembang menjadi makrofag tampak sangat padat dan jelas, namun jumlah makrofag yang terbentuk masih sedikit. Pada kelompok C, jumlah monosit masih

padat dan jelas sebagai bakal sel yang akan berdiferensiasi menjadi makrofag, dan proses perubahan dari monosit menjadi makrofag mulai terlihat. Pada kelompok D, jumlah monosit mulai berkurang, namun makrofag mulai banyak ditemukan di area luka; pada kelompok ini, fibroblas dan serabut kolagen mulai bertambah banyak dan terlihat jelas di lokasi luka. Pada kelompok E, monosit tidak lagi ditemukan dan telah digantikan oleh fibroblas serta serabut kolagen..

PEMBAHASAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian jus jambu biji (*Psidium guajava*) memberikan pengaruh terhadap proses penyembuhan luka yang ditandai dengan peningkatan diferensiasi monosit menjadi

makrofag, diikuti proliferasi fibroblas serta pembentukan serabut kolagen pada jaringan luka. Hasil histopatologi memperlihatkan bahwa kelompok yang memperoleh dosis jus jambu biji lebih tinggi (4–5 ml/hari) memiliki jumlah

makrofag yang lebih banyak dibandingkan kelompok dosis rendah. Selain itu, pada kelompok dosis 5 ml/hari, monosit hampir tidak lagi ditemukan karena telah berdiferensiasi menjadi makrofag dan fase inflamasi mulai beralih menuju fase proliferasi yang ditandai oleh munculnya fibroblas dan deposisi kolagen.

Temuan tersebut sesuai dengan konsep fisiologi penyembuhan luka yang menyatakan bahwa makrofag merupakan regulator utama transisi dari fase inflamasi menuju fase proliferasi. Setelah cedera jaringan, monosit bermigrasi dari sirkulasi menuju lokasi luka dan mengalami diferensiasi menjadi makrofag. Selanjutnya makrofag melakukan fagositosis terhadap jaringan nekrotik, mikroorganisme, serta debris seluler sekaligus menghasilkan berbagai sitokin dan growth factor seperti transforming growth factor-beta (TGF- β), vascular endothelial growth factor (VEGF), platelet-derived growth factor (PDGF), dan fibroblast growth factor (FGF) yang berperan dalam merangsang angiogenesis, proliferasi fibroblas, sintesis kolagen, dan re-epitelisasi jaringan (Paula et al., 2025; Wilkinson et al., 2020).

Peningkatan jumlah makrofag pada kelompok dosis tinggi kemungkinan berkaitan dengan kandungan bioaktif jus jambu biji. Buah jambu biji diketahui kaya akan vitamin C, likopen, quercetin, karotenoid, flavonoid, fenolik, dan berbagai antioksidan alami yang memiliki aktivitas imunomodulator dan antiinflamasi. Vitamin C berperan sebagai kofaktor hidroksilasi prolin dan lisin selama sintesis kolagen sehingga mempercepat pembentukan matriks ekstraseluler. Selain itu, vitamin C mampu meningkatkan fungsi neutrofil dan makrofag, mempercepat fagositosis, serta mengurangi kerusakan jaringan akibat stres oksidatif. Sementara itu, flavonoid dan likopen mampu menghambat pembentukan reactive oxygen species (ROS) yang

berlebihan sehingga inflamasi dapat berlangsung secara terkontrol (Carr & Maggini, 2017; Li et al., 2021).

Stres oksidatif merupakan salah satu faktor utama yang memperlambat penyembuhan luka. Pada luka yang mengalami inflamasi berkepanjangan, produksi ROS yang berlebihan dapat menyebabkan kerusakan membran sel, protein, DNA, serta menghambat aktivitas fibroblas. Antioksidan yang terkandung dalam jus jambu biji diduga mampu menekan pembentukan ROS sehingga menjaga keseimbangan antara proses inflamasi dan regenerasi jaringan. Penurunan stres oksidatif tersebut memungkinkan makrofag beralih dari fenotipe proinflamasi (M1) menuju fenotipe antiinflamasi (M2), yang berperan dalam mempercepat penyembuhan luka melalui sekresi IL-10, TGF- β , dan VEGF (Li et al., 2021).

Perubahan histopatologi yang memperlihatkan peningkatan fibroblas dan serabut kolagen pada kelompok dosis 4–5 ml/hari menunjukkan bahwa fase proliferasi berlangsung lebih cepat dibandingkan kelompok dosis rendah. Fibroblas merupakan sel utama yang bertanggung jawab terhadap sintesis kolagen tipe I dan III sebagai penyusun utama matriks ekstraseluler. Aktivasi fibroblas sangat dipengaruhi oleh growth factor yang disekresikan makrofag. Oleh karena itu, peningkatan jumlah makrofag yang ditemukan pada penelitian ini berpotensi mempercepat pembentukan jaringan granulasi sehingga luka mengalami penyembuhan lebih cepat (Wilkinson et al., 2020).

Hasil penelitian ini juga mendukung berbagai penelitian sebelumnya mengenai manfaat *Psidium guajava* dalam penyembuhan luka. Berbagai studi eksperimental menunjukkan bahwa ekstrak daun maupun buah jambu biji memiliki aktivitas antiinflamasi, antibakteri,

antioksidan, dan mampu mempercepat kontraksi luka serta pembentukan kolagen melalui kandungan flavonoid, tanin, dan vitamin C. Beberapa penelitian juga melaporkan peningkatan ekspresi TGF- β , VEGF, serta penurunan sitokin proinflamasi setelah pemberian ekstrak *Psidium guajava*, yang berkontribusi terhadap percepatan regenerasi (Valdivia-Padilla et al., 2025; Yousef et al., 2026).

Dalam konteks kegawatdaruratan bencana, hasil penelitian ini memiliki implikasi yang penting. Cedera jaringan merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling sering dijumpai pada korban gempa bumi, tsunami, banjir, maupun tanah longsor. Pada kondisi bencana, keterbatasan akses terhadap pelayanan kesehatan, obat-obatan, dan nutrisi sering menyebabkan keterlambatan penyembuhan luka serta meningkatkan risiko infeksi. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan pangan lokal yang mudah diperoleh, seperti jambu biji, dapat menjadi terapi nutrisi pendukung yang membantu meningkatkan respons imun dan mempercepat penyembuhan luka pada fase awal pascabencana. Pendekatan ini sejalan dengan konsep ketahanan kesehatan masyarakat (community resilience) yang menekankan pemanfaatan sumber daya lokal sebagai bagian dari kesiapsiagaan dan respons bencana (Sphere, 2018; WHO, 2023; World Health Organization, 2019).

Selain sebagai sumber antioksidan, kandungan vitamin C dalam jambu biji juga berperan dalam mempertahankan fungsi sistem imun selama kondisi stres akibat trauma. Setelah cedera, kebutuhan vitamin C meningkat karena digunakan dalam proses fagositosis, sintesis kolagen, dan regenerasi jaringan. Kekurangan vitamin C diketahui dapat memperpanjang fase inflamasi, menghambat pembentukan kolagen, serta meningkatkan risiko dehisensi luka. Oleh sebab itu, pemberian jus jambu biji pada penelitian ini

kemungkinan tidak hanya meningkatkan aktivitas makrofag tetapi juga memperbaiki status antioksidan sehingga penyembuhan luka berlangsung lebih efektif (Carr & Maggini, 2017).

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, evaluasi histopatologi dilakukan hanya pada hari ke-5 sehingga belum dapat menggambarkan seluruh dinamika proses penyembuhan luka hingga fase remodeling. Kedua, jumlah sampel histopatologi yang diamati pada masing-masing kelompok relatif terbatas sehingga variasi biologis antar individu belum sepenuhnya dapat dijelaskan. Ketiga, penelitian ini belum mengevaluasi biomarker molekuler seperti IL-1 β , TNF- α , IL-6, IL-10, TGF- β , VEGF maupun penanda stres oksidatif seperti MDA dan SOD yang dapat menjelaskan mekanisme biologis secara lebih komprehensif. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengombinasikan analisis histopatologi dengan pemeriksaan imunohistokimia atau ELISA sehingga mekanisme imunomodulator jus jambu biji terhadap penyembuhan luka dapat dipahami secara lebih mendalam.

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa jus jambu biji memiliki potensi sebagai terapi nutrisi pendukung yang mampu mempercepat diferensiasi monosit menjadi makrofag, mengoptimalkan transisi fase inflamasi menuju fase proliferasi, serta meningkatkan pembentukan fibroblas dan kolagen pada proses penyembuhan luka. Efek terbaik diperoleh pada dosis 5 ml/hari yang menunjukkan gambaran histopatologi paling baik. Temuan ini mendukung pemanfaatan jus jambu biji sebagai salah satu intervensi nutrisi berbasis bahan alam yang berpotensi diaplikasikan dalam penatalaksanaan luka, khususnya pada kondisi kegawatdaruratan bencana yang membutuhkan terapi sederhana, mudah diperoleh, aman, dan berbiaya rendah.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian jus jambu biji (*Psidium guajava*) berpotensi mempercepat proses penyembuhan luka melalui peningkatan diferensiasi monosit menjadi makrofag, yang selanjutnya mendukung transisi fase inflamasi menuju fase proliferasi. Peningkatan jumlah fibroblas dan pembentukan serabut kolagen pada kelompok dosis tinggi mengindikasikan percepatan regenerasi jaringan. Dosis 5 ml/hari memberikan gambaran histopatologi terbaik dibandingkan dosis lainnya, sehingga dinilai sebagai dosis yang paling efektif pada model mencit. Temuan ini mendukung pemanfaatan jus jambu biji sebagai terapi nutrisi pendukung berbasis bahan alami yang mudah diperoleh, aman, dan berpotensi diaplikasikan dalam penatalaksanaan luka, terutama pada situasi kegawatdaruratan bencana.

DAFTAR PUSTAKA

- Antoni, A. (2015). *Efek Jus Jambu Biji (Apple Guava) Terhadap Pembentukan Kolagen Pada Luka Tikus*. 1–53.
- Bucataru, A., Balasoiu, M., Ghenea, A. E., Zlatian, O. M., Vulcanescu, D. D., Horhat, F. G., Bagiu, I. C., Sorop, V. B., Sorop, M. I., Oprisoni, A., Boeriu, E., & Mogoanta, S. S. (2024). Factors Contributing to Surgical Site Infections: A Comprehensive Systematic Review of Etiology and Risk Factors. *Clinics and Practice*, 14(1), 52–68. <https://doi.org/10.3390/clinpract14010006>
- Carr, A. C., & Maggini, S. (2017). Vitamin C and immune function. *Nutrients*, 9(11), 1–25. <https://doi.org/10.3390/nu9111211>
- Comino-Sanz, I. M., López-Franco, M. D., Castro, B., & Pancorbo-Hidalgo, P. L. (2021). The role of antioxidants on wound healing: A review of the current evidence. *Journal of Clinical Medicine*, 10(16). <https://doi.org/10.3390/jcm10163558>
- Khairunnisa, N. (2018). *Formulasi Sediaan Masker Gel Ekstrak Etanol Biji Jagung (Zea Mays L.)*. INSTITUT KESEHATAN HELVETIA.
- Khan, F. I., Akhtar, S., Qamar, M., Ismail, T., Saeed, W., Esatbeyoglu, T., & Jafari, S. M. (2025). A comprehensive review on guava: Nutritional profile, bioactive potential, and health-promoting properties of its pulp, peel, seeds, pomace and leaves. *Trends in Food Science & Technology*, 156, 104822. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2024.104822>
- Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wu, C., Rao, Z., Du, L., Zhao, R., Yi, M., Wan, Q., & Zhou, Y. (2021). Tomato and lycopene and multiple health outcomes: Umbrella review. *Food Chemistry*, 343. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128396>
- Melinda, R., Sartika Daulay, A., Ridwanto, R., & Amin Nasution, M. (2024). Penetapan Kadar Vitamin C dan Aktivitas Antioksidan Hasil Perasan Buah Jambu Biji Kristal. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, 4(3), 438–449. <https://doi.org/10.37311/ijpe.v4i3.28891>
- Minh Tuan Pham^{1*}, Anh Tuan Hoang², Anh Tuan Le¹, Abdel Rahman M.Said Al-Tawaha³, Van Huong Dong², V. V. L. (2024). *Petunjuk Teknis Teknologi Pembibitan Jambu Biji*. 2, 306–312.
- Paula, A., Boleti, D. A., Jacobowski, A. C., Emanuel, B., Frihling, F., Cruz, M. V., Fanti, K., Pino, D., Migliolo, L., Rannier, L., Andrade, M. De, Ligia,



- M., & Macedo, R. (2025). *Wound Healing: Molecular Mechanisms , Antimicrobial Peptides , and Emerging Technologies in Regenerative Medicine*. 1–42.
- Pofi, R., Caratti, G., Ray, D. W., & Tomlinson, J. W. (2023). Treating the Side Effects of Exogenous Glucocorticoids; Can We Separate the Good From the Bad? *Endocrine Reviews*, 44(6), 975–1011. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnad016>
- Prahudaya, T. Y., & Harjoko, A. (2017). Metode Klasifikasi Mutu Jambu Biji Menggunakan Knn Berdasarkan Fitur Warna Dan Tekstur. *Jurnal Teknosains*, 6(2), 113. <https://doi.org/10.22146/teknosains.26972>
- Sphere. (2018). The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response. In *The Sphere Handbook Arabic*.
- Valdivia-Padilla, A. V., Sharma, A., Zegbe, J. A., & Morales-Domínguez, J. F. (2025). Metabolomic Characterization and Bioinformatic Studies of Bioactive Compounds in Two Varieties of Psidium guajava L. Leaf by GC–MS Analysis. *International Journal of Molecular Sciences*, 26(6), 1–16. <https://doi.org/10.3390/ijms26062530>
- WHO. (2023). Strengthening health emergency prevention, preparedness, response and resilience. *World Health Organization: Health Emergency Preparedness, Response and Resilience*. https://cdn.who.int/media/docs/default-source/emergency-preparedness/who_hepr_wha2023-21051248b.pdf?sfvrsn=a82abdf4_3&download=true
- Wilkinson, H. N., Hardman, M. J., & Wilkinson, H. N. (2020). *Wilkinson Et Al 2005. September*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1098/rsob.200223>
- World Health Organization. (2019). Health Emergency and Disaster Risk Management Framework. Geneva: World Health Organization; 2019. In *World Health Organization*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516181>
- Yousef, D., Al-Samydai, A., Al Daghistani, H., Menghini, L., Gabriele, M., & Di Simone, S. C. (2026). Preparation, characterization, and biological activity of nanoliposomes Co-loaded with capsaicin and gallic acid against *Helicobacter pylori*. *Food Bioscience*, 80, 109001. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fbio.2026.109001>