

Original Research Paper

Effectiveness of *Acetobacter xylinum* Bacterial Cellulose Produced from Sugarcane Waste in Accelerating Burn Wound Healing in Animal Test Mice (*Mus musculus*)

Nabila Zaky Aqilah^{1*} & Hasbiyan Rosyadi¹

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Indonesia;

Article History

Received : November 03th, 2024

Revised : November 25th, 2024

Accepted : December 14th, 2024

*Corresponding Author: **Nabila Zaky Aqilah**, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret, Indonesia;
Email:
nabilazaky255@gmail.com

Abstract: Burns are often treated inappropriately, such as the use of inappropriate materials, such as butter or toothpaste, thus slowing healing. This study aims to determine the effectiveness of cellulose of *Acetobacter xylinum* bacteria cultured on sugarcane waste as a wound plaster material for burn wound healing. The research was conducted using a literature study method, analyzing literature related to the cellulose properties of *Acetobacter xylinum* bacteria, the effectiveness of its use in medical applications, and comparing the results of culture on sugarcane waste media with other sources. The results showed that the cellulose-based wound plaster of *Acetobacter xylinum* bacteria produced from sugarcane waste has biocompatibility, permeability, and resistance to bacteria that are ideal for accelerating burn wound healing. It can be concluded that wound plasters with *Acetobacter xylinum* bacterial cellulose from sugarcane waste are an effective alternative for medical applications, especially in burn wound treatment.

Keywords: *Acetobacter xylinum*, burns, cellulose.

Pendahuluan

Luka bakar merupakan jenis luka yang terjadi akibat cedera pada jaringan tubuh akibat paparan panas, seperti air mendidih, api, bahan kimia, sengatan listrik atau radiasi (Saputra, 2023). Cedera ini dapat merusak kulit, dan pada kasus yang lebih serius, kerusakan dapat meluas hingga jaringan di bawahnya, seperti otot, tulang, atau organ internal. Berdasarkan data yang dilaporkan oleh *World Health Organization* (WHO), setiap tahun diperkirakan terdapat sekitar 11 juta orang mengalami luka bakar, 180.000 diantaranya dilaporkan meninggal. Di Indonesia, luka bakar menyebabkan sekitar 195.000 kematian setiap tahunnya. Data Terbaru dari Rumah Sakit Umum Cipto Mangunkusumo yang merupakan pusat rujukan nasional untuk luka bakar di Indonesia menyatakan bahwa mereka menerima lebih dari 130 pasien luka bakar setiap tahunnya dari berbagai daerah di Indonesia.

Data terbaru mengenai laporan pasien luka bakar dari Kementerian Kesehatan (tahun 2014), menyebutkan bahwa di Indonesia luka bakar

menduduki peringkat ke-6 sebagai cedera yang tidak disengaja dengan total penderita sebanyak 0,7% dan mengalami peningkatan pada tahun 2018 dengan prevalensi 9,2%. Sedangkan data analisis mengenai tingkat kematian pasien akibat luka bakar di Rumah Sakit Umum Cipto Mangunkusumo (2009–2010) dan analisis deskriptif di Rumah Sakit Umum Soetomo (2007–2011) menyebutkan bahwa angka kematian akibat luka bakar cukup tinggi, yaitu 34% (pada orang dewasa) dan 14,5%, di masing-masing rumah sakit.

Menurut Verawati (2021) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa angka kematian dan kecacatan yang disebabkan oleh luka bakar sebagian besar diakibatkan oleh penanganan pertolongan pertama yang tidak tepat. Kesalahan dalam prosedur pertolongan awal sering kali memperburuk kondisi pasien, bahkan dapat menyebabkan kematian atau kecacatan permanen. Pertolongan pertama yang tidak sesuai prosedur, seperti menggunakan bahan-bahan yang tidak steril (misalnya, mengoleskan pasta gigi atau minyak pada luka bakar) atau lambat dalam mengambil tindakan

medis, dapat memperparah kerusakan jaringan. Hal ini juga dapat meningkatkan risiko infeksi, yang merupakan salah satu penyebab utama komplikasi pada kasus luka bakar. Selain itu, kurangnya edukasi masyarakat tentang tindakan yang benar dalam menangani luka bakar seperti mendinginkan area luka bakar dengan air mengalir selama 10–20 menit dan menghindari penggunaan zat-zat kimia tertentu, turut berkontribusi pada tingginya angka komplikasi. Oleh karena itu, edukasi publik tentang pertolongan pertama menghadapi luka bakar yang baik dan benar sangat penting untuk mengurangi dampak negatif dari luka bakar.

Perawatan yang benar terhadap luka bakar merupakan faktor utama untuk meningkatkan peluang kelangsungan hidup, mempercepat proses pemulihan, dan memastikan penyembuhan maksimal pada luka bakar, baik yang berskala ringan maupun berat (Saputra, 2023). Hal ini karena luka bakar tidak hanya mempengaruhi lapisan kulit, tetapi juga dapat merusak jaringan di bawahnya, termasuk otot, pembuluh darah, bahkan tulang, tergantung pada tingkat keparahannya. Perawatan luka bakar yang tepat bertujuan untuk meminimalkan kerusakan kulit lebih lanjut dan mencegah komplikasi yang lebih serius. Tanpa penanganan yang cepat dan tepat, luka bakar dapat menyebabkan kerusakan jaringan yang lebih dalam, meskipun sumber penyebabnya sudah dihilangkan. Selain itu, luka bakar yang tidak segera ditangani berisiko memunculkan berbagai komplikasi serius, seperti infeksi, syok, dan gangguan keseimbangan elektrolit tubuh (Akbar dan Agustina, 2023).

Penanganan luka bakar yang tepat adalah dengan menjaga luka tetap lembab dan steril, serta membalutnya dengan kasa steril. Namun kasa steril memiliki beberapa kekurangan, kasa steril bersifat kering sehingga dapat menyebabkan luka melekat pada kasa yang menyebabkan penyembuhan terhambat (Sriwiyati dan Kristanto, 2020). Salah satu bahan yang aman untuk membalut luka adalah selulosa. Diantara jenis selulosa yang aman digunakan adalah selulosa bakteri *Acetobacter xylinum*. Selulosa bakteri dari *Acetobacter xylinum* memiliki struktur mirip kulit dengan kapasitas retensi air tinggi, yang menjaga kelembapan pada luka bakar dan mempercepat regenerasi jaringan. Struktur mikroporinya memungkinkan oksigen mencapai jaringan yang terluka, mendukung penyembuhan, dan mengurangi risiko infeksi (de Amorim *et al.*, 2022). Sifat biokompatibel

selulosa yang dihasilkan oleh bakteri *Acetobacter xylinum* juga meminimalkan respons imun, sehingga aman digunakan sebagai pembalut luka tanpa memicu iritasi atau alergi (Roska *et al.*, 2018).

Media yang cocok untuk perkembangbiakan bakteri *Acetobacter xylinum* adalah media dengan tekstur cair yang mengandung glukosa dan nitrogen (Ningsih *et al.*, 2021). Limbah tetes tebu dipilih karena kaya akan glukosa dan mengandung nitrogen sehingga cocok untuk tempat perkembangbiakan bakteri *Acetobacter xylinum* (Saktiono dan Dina, 2021). Selain itu, limbah tebu dipilih karena meningkatnya jumlah limbah tebu yang tidak dimanfaatkan dengan baik akibat bertambahnya jumlah pabrik gula di Indonesia. Dengan memanfaatkan limbah tebu sebagai media pertumbuhan bakteri *Acetobacter xylinum*, maka dapat dikatakan ini adalah langkah cemerlang dan utama dari segi efisiensi biaya dan solusi terhadap masalah limbah yang memberikan nilai tambah dari sisi ekologi dan ekonomi.

Penelitian serupa tentang plester luka bakar sebelumnya juga telah dilakukan oleh Andrayaki *et al.*, (2024). Dalam penelitian tersebut plester luka dibuat dengan menggunakan ekstrak kunyit dan tambahan NaCl. Akan tetapi kunyit mengandung senyawa kurkumin yang kurang stabil terhadap cahaya, panas, dan pH tertentu, sehingga efektivitasnya dalam plester mungkin berkurang seiring waktu (Tensiska *et al.*, 2012). Selain itu menurut Palaniappan (2022) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa penggunaan kunyit pada kulit dapat menyebabkan timbulnya alergi pada sebagian orang. Oleh karena itu perlu penelitian lebih lanjut mengenai bahan yang tepat untuk pembuatan plester luka yang stabil, aman, dan tidak menyebabkan alergi.

Bahan dan Metode

Metode penyusunan artikel review ini adalah metode studi pustaka. Data diperoleh melalui pencarian artikel menggunakan kata kunci “luka bakar”, “selulosa”, dan “limbah tebu”. Proses pencarian dilakukan secara daring melalui beberapa basis data terpercaya, yaitu Springer, NCBI, dan Google Scholar. Artikel yang diperoleh tidak dibatasi berdasarkan tahun publikasi, namun secara spesifik dipilih dari periode 2007 hingga 2024. Dari total 251 artikel yang diidentifikasi, seleksi lebih lanjut dilakukan

untuk memastikan relevansi terhadap topik kajian. Hasilnya, sebanyak 31 artikel terpilih yang memenuhi kriteria kesesuaian dengan judul dan fokus penelitian digunakan dalam penyusunan review ini.

Hasil dan Pembahasan

Selulosa

Selulosa adalah polisakarida kompleks yang terdiri dari 3000 atau lebih unit β -1,4 glikosida (Christopher *et al.*, 2017). Selulosa masuk ke dalam golongan material polimer yang paling melimpah di alam. Selulosa, dalam bentuknya yang paling umum, adalah berupa material berserat yang kuat dan tidak larut dalam air, serta seringkali ditemukan sebagai komponen utama dinding sel tumbuhan (Chesterman *et al.*, 2020). Struktur serat ini memberikan kekakuan dan kekuatan pada dinding sel, yang memungkinkan tumbuhan mempertahankan bentuknya dan bertahan terhadap tekanan osmotik. Selain ditemukan pada dinding sel tumbuhan, selulosa juga dapat dihasilkan oleh bakteri, yang disebut sebagai *bioselulosa* atau selulosa mikrobial. Karakter umum dari selulosa berupa struktur berbentuk kristal, tidak mudah larut, tidak mudah diuraikan secara fisika maupun kimia, tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak beracun (Bhernama *et al.*, 2023).

Selulosa dari tumbuhan memiliki beberapa karakter fisik dan kimia yang berbeda dengan selulosa bakteri. Diantara karakteristik fisik yang membedakan antara selulosa tumbuhan dengan selulosa bakteri adalah selulosa tumbuhan memiliki struktur yang lebih keras dan kaku daripada selulosa bakteri, lebih tahan terhadap degradasi oleh enzim dibandingkan dengan selulosa bakteri, hal ini dikarenakan selulosa tumbuhan biasanya terikat dengan lignin dan hemiselulosa (Pine dan Base, 2021). Selulosa tumbuhan umumnya memiliki tingkat polimerisasi yang lebih rendah daripada selulosa bakteri. Selain itu, tingkat kristalinitas selulosa bakteri lebih rendah dibandingkan dengan selulosa tumbuhan, yakni sekitar 40-50% (Zhong, 2020). Selulosa tumbuhan umumnya bersifat tidak murni karena mengandung lignin, hemiselulosa, pektin dan sebagainya (Zong, 2020).

Acetobacter xylinum adalah bakteri gram negatif berbentuk batang dengan ukuran sekitar 2 mikron. Bakteri ini memiliki kemampuan unik untuk menghasilkan selulosa jika dibudidayakan dalam media cair yang mengandung gula. Pada

kondisi tersebut, bakteri ini akan memfermentasi gula menjadi asam asetat, sambil membentuk lapisan putih yang mengapung di permukaan media cair. Lapisan putih tersebut merupakan selulosa murni yang dihasilkan oleh bakteri (Cannon, 2000). Selulosa yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* memiliki struktur kimia yang identik dengan selulosa yang ditemukan pada tanaman tingkat tinggi, yaitu tersusun atas rantai panjang glukosa dengan ikatan β -1,4-glikosidik. Namun, proses pembentukannya oleh bakteri memberikan beberapa keunggulan, seperti tingkat kemurnian yang lebih tinggi karena tidak mengandung lignin, hemiselulosa, atau senyawa pengotor lainnya yang biasanya terdapat dalam selulosa tumbuhan (Cannon, 2000).

Saat *Acetobacter xylinum* dibudidayakan dengan memanfaatkan limbah tebu sebagai substrat, selulosa yang dihasilkan menunjukkan karakteristik fisik yang spesifik. Selulosa ini berbentuk serpihan padat (*flakes*), berwarna putih gading, dan tidak berbau. Warna putih gading ini disebabkan oleh kandungan lignin yang masih tersisa dari bahan baku limbah tebu, seperti ampas tebu. Lignin merupakan senyawa kompleks yang memberikan warna gelap pada bahan tanaman, sehingga kehadirannya dapat memengaruhi kecerahan warna selulosa yang dihasilkan. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun selulosa bakteri memiliki tingkat kemurnian yang tinggi, sifat fisiknya tetap dipengaruhi oleh jenis substrat yang digunakan dalam proses budidaya (Anjarwati *et al.*, 2023).

Sifat serpihan padat pada selulosa ini memberikan keunggulan dalam pengolahan dan aplikasinya, khususnya dalam pembuatan biomaterial. Selulosa dari *Acetobacter xylinum* banyak digunakan dalam berbagai industri, mulai dari perban luka yang memiliki kemampuan menyerap cairan hingga pengembangan material biokomposit yang ramah lingkungan. Limbah tebu sebagai bahan baku substrat tidak hanya mengurangi biaya produksi, tetapi juga memanfaatkan limbah pertanian secara lebih efisien, menjadikannya solusi yang berkelanjutan dalam menghasilkan selulosa mikroba berkualitas tinggi.

Keunggulan Limbah Tebu sebagai Media Pertumbuhan Bakteri *Acetobacter*

Keunggulan limbah tebu sebagai media pertumbuhan selulosa *Acetobacter xylinum* dibandingkan bahan lain adalah karena limbah tebu merupakan salah satu jenis biomassa

lignoselulosa yang paling banyak tersedia secara global, dengan volume produksi mencapai ratusan juta metrik ton setiap tahun. Ketersediaannya yang melimpah menjadikannya bahan baku yang ideal dan berkelanjutan untuk pembuatan selulosa (Hiranobe *et al.*, 2024). Limbah tebu memiliki kadar lignin yang lebih rendah dibandingkan limbah biomassa lainnya, seperti jerami padi. Kandungan ini mempermudah proses pemisahan selulosa dan meningkatkan efisiensi dalam pembuatan nanofiber selulosa (Thongsomboon *et al.*, 2023). Proses ekstraksi selulosa dari limbah tebu dapat dilakukan dengan alkali yang ramah lingkungan dan menggunakan bahan kimia yang lebih sedikit sehingga dampak negatif terhadap lingkungan selama proses produksi dapat diminimalisir (Saad *et al.*, 2022). Selulosa yang diperoleh dari limbah tebu dapat diolah menjadi komposit dan film dengan kekuatan mekanik yang tinggi serta ketahanan terhadap suhu yang baik. Material ini menunjukkan performa yang lebih unggul dibandingkan dengan bahan selulosa dari sumber limbah lainnya, menjadikannya pilihan yang lebih efektif untuk berbagai aplikasi (Thongsomboon *et al.*, 2023).

Kriteria Pembalut Luka Bakar

Pembalut luka bakar yang ideal harus mampu menjaga kelembapan area luka untuk menciptakan lingkungan yang mendukung proses penyembuhan serta berfungsi sebagai penghalang efektif terhadap mikroorganisme yang berpotensi menyebabkan infeksi (Liau *et al.*, 2023). Selain itu, pembalut tersebut perlu memiliki elastisitas yang cukup sehingga dapat mengikuti kontur tubuh dan menahan tekanan, terutama di area yang sering bergerak seperti lutut dan siku. Kemudahan dalam pemasangan dan pelepasan juga menjadi aspek penting, karena pembalut harus dapat dilepas tanpa menyebabkan trauma atau kerusakan pada jaringan baru yang sedang tumbuh (Boateng *et al.*, 2008).

Menurut Carville (2012) dalam bukunya *Wound Care Manual*, pembalut luka ideal memiliki sejumlah kriteria yang mencakup kemampuan menyerap dan mengeluarkan eksudat berlebih dari luka, menjaga kelembapan di area luka, serta memungkinkan pertukaran gas yang mendukung keseimbangan oksigen dan kelembapan. Selain itu, pembalut harus mampu memberikan isolasi termal untuk menjaga suhu optimal di sekitar luka, bertindak sebagai penghalang terhadap kuman patogen, serta

efektif dalam mencegah infeksi. Penting juga bagi pembalut untuk tidak meninggalkan residu serat atau bahan toksik yang dapat menghambat penyembuhan, tidak menimbulkan reaksi alergi, dan mampu melindungi luka dari trauma mekanik seperti gesekan, tekanan, atau tarikan. Pembalut juga harus mudah dilepas tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan yang sedang sembuh, mudah diaplikasikan, nyaman digunakan, mampu mengikuti lekukan tubuh, tidak mengganggu fungsi tubuh, dan tersedia dengan biaya yang terjangkau.

Selulosa yang dihasilkan dari limbah tebu menunjukkan sifat-sifat yang sesuai dengan kriteria pembalut luka yang ideal. Selulosa ini memiliki kemampuan menyerap cairan dan mempertahankan kelembapan yang mendukung regenerasi jaringan. Sifatnya yang biokompatibel memastikan bahwa material ini aman digunakan tanpa risiko alergi atau toksisitas. Selain itu, fleksibilitas dan kemampuannya untuk mengikuti lekukan tubuh menjadikannya pilihan yang tepat untuk area luka yang sulit dijangkau, seperti di sekitar persendian. Pemanfaatan limbah tebu sebagai bahan baku juga memberikan keuntungan tambahan dalam hal keberlanjutan dan efisiensi biaya, menjadikannya solusi yang ramah lingkungan sekaligus efektif untuk perawatan luka bakar.

Keunggulan selulosa yang dihasilkan dari aktivitas bakteri *Acetobacter* di limbah tebu dari pada selulosa tumbuhan adalah tingkat kemurnian selulosa bakteri sangat tinggi karena bebas dari komponen simbiosis pada tanaman seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin (Zhong, 2020). Struktur selulosa bakteri berserat dan sangat halus. Selulosa bakteri juga mempunyai kristalinitas tinggi mencapai 90% (Zhong, 2020). Selulosa bakteri memiliki elastisitas yang tinggi, tidak beracun dan biokompatibel dengan garis sel kulit fibroblas manusia (Sriwong *et al.*, 2023). Selain itu selulosa yang dihasilkan dari limbah tebu ini memiliki kapasitas absorpsi tinggi terhadap cairan seperti darah dan larutan buffer, terutama tipe cellulose nanofiber (CNF) yang menyerap hingga 33 kali beratnya sendiri dalam darah (Malone *et al.*, 2024).

Luka Bakar

Luka bakar adalah cedera pada jaringan tubuh yang disebabkan oleh paparan berbagai sumber panas, seperti api, air mendidih, radiasi, bahan kimia, atau listrik (Saputra, 2023). Luka bakar menjadi masalah kesehatan yang serius dan signifikan karena dampaknya yang bisa

mengancam jiwa dan menyebabkan kecacatan permanen. Berdasarkan penyebabnya, luka bakar dikategorikan menjadi beberapa jenis. Salah satu jenis luka bakar yang umum adalah luka bakar akibat cairan panas. Kedalaman luka ini sangat dipengaruhi oleh suhu cairan, durasi paparan, dan tingkat kekentalan cairan tersebut. Luka bakar akibat api merupakan penyebab kedua yang paling sering terjadi, biasanya berkaitan dengan insiden kebakaran rumah, pembakaran sampah atau bahkan api unggun. Selain itu, luka bakar yang disebabkan oleh ledakan, seperti ledakan propana atau bensin, juga cukup sering dijumpai. Jenis lain dari luka bakar adalah luka bakar kontak, yang terjadi ketika kulit bersentuhan langsung dengan benda panas seperti logam, plastik, kayu yang terbakar, atau bara api. Luka bakar ini cenderung lebih dalam meskipun terbatas pada area yang terkena. Di sisi lain, paparan listrik dan bahan kimia juga dapat menyebabkan luka bakar yang sering kali memiliki karakteristik unik dan memerlukan penanganan khusus (Akbar dan Agustina, 2023).

Luka bakar dibagi menjadi tiga kategori berdasarkan luas dan kedalaman luka, yaitu luka bakar superfisial (biasa disebut luka bakar derajat pertama), luka bakar ketebalan parsial (biasa disebut luka bakar derajat kedua), dan luka bakar ketebalan penuh (biasa disebut luka bakar derajat ketiga). Luka bakar superfisial atau derajat pertama adalah luka bakar yang hanya melibatkan lapisan epidermis dan tidak mengganggu fungsi kulit secara signifikan. Gejalanya meliputi rasa hangat, nyeri, kemerahan, dan lunak, tanpa adanya lepuhan, serta kulit yang memucat saat disentuh. Contoh umum dari luka bakar ini adalah kulit terbakar akibat paparan sinar matahari.

Luka bakar derajat kedua, atau ketebalan parsial, adalah luka bakar yang melibatkan lapisan dermis dan dapat mengganggu beberapa fungsi kulit, seperti perlindungan terhadap infeksi, pengaturan suhu, pencegahan kehilangan cairan, dan sensasi. Luka bakar jenis ini sangat nyeri, merah, melepuh, lembap, dan lembut, serta akan memucat saat disentuh. Luka bakar ini sering terjadi akibat kontak dengan permukaan panas, api, atau terkena cairan panas.

Luka bakar derajat ketiga, atau ketebalan penuh, adalah jenis luka bakar yang melibatkan kerusakan pada seluruh lapisan kulit dan menghilangkan fungsi normal kulit. Luka bakar jenis ini sering kali tidak terasa nyeri atau hanya sedikit nyeri karena kerusakan saraf. Kulit yang terbakar biasanya berubah menjadi berwarna

lebih putih, coklat, atau bahkan hangus serta terasa kasar ketika disentuh. Kulit yang terkena luka bakar derajat ketiga tidak akan memucat dan biasanya disebabkan oleh paparan api, minyak panas, atau uap super panas (Schaefer dan Tannan, 2023).

Mekanisme Penyembuhan Luka Bakar oleh Selulosa *Acetobacter xylinum*

Acetobacter xylinum menghasilkan selulosa berupa serat yang panjang dan halus. Serat selulosa ini efektif dalam membentuk matriks penyokong yang berperan sebagai pelindung luka bakar dari lingkungan luar. Saat selulosa *Acetobacter xylinum* yang dihasilkan dari limbah tebu di aplikasikan pada luka bakar, matriks selulosa akan melembabkan, mencegah penguapan cairan dari luka dan melindungi luka sehingga proses regenerasi kulit akan lebih efektif melalui mekanisme peningkatan proliferasi sel. Peningkatan proliferasi sel terjadi melalui interaksi selulosa bakteri dengan faktor pertumbuhan, seperti FGF (Fibroblast Growth Factor) dan TGF- β (Transforming Growth Factor Beta), yang berperan penting dalam pembentukan jaringan baru pada luka bakar. Selulosa memfasilitasi migrasi dan proliferasi fibroblas yang penting untuk pembentukan jaringan granulas. Selanjutnya selulosa akan mengurangi inflamasi dengan menurunkan produksi sitokin pro-inflamasi seperti TNF- α (Tumor Necrosis Factor-alpha) dan IL-1 β (Interleukin-1 beta), yang sering ditemukan berlebihan pada luka bakar. Selanjutnya selulosa akan merangsang angiogenesis atau pembentukan pembuluh darah baru melalui VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) yang penting untuk menyediakan oksigen dan nutrisi yang diperlukan selama tahapan penyembuhan luka. Selanjutnya selulosa ini akan membentuk matriks ekstraseluler yang mendukung pembentukan kolagen. Kolagen merupakan komponen utama jaringan ikat yang berperan dalam penyembuhan luka terutama memperkuat jaringan yang baru terbentuk dan membantu regenerasi kulit yang lebih efektif pada luka bakar (Mamun *et al.*, 2024).

Kesimpulan

Selulosa dari bakteri *Acetobacter xylinum* yang dibiakkan di limbah tebu efektif untuk menangani luka bakar. Hal ini dikarenakan sifat selulosa yang dihasilkan oleh *Acetobacter xylinum* yang elastis, tidak beracun dan

biokompatibel dengan garis sel kulit fibroblas manusia, dan memiliki kapasitas absorpsi tinggi terhadap cairan seperti darah. Adapun mekanisme penyembuhan luka bakar terjadi melalui mekanisme pembentukan matrik ekstraseluler, stimulasi angiogenesis dan proliferasi fibroblas, dan remodeling dan regenerasi jaringan. Sebagai penutup, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah mendukung dalam penyusunan artikel ini. Terutama kepada institusi yang telah menyediakan fasilitas yang diperlukan, dosen yang telah memberikan bimbingan dan arahan yang berharga selama proses penulisan, serta rekan-rekan sejawat yang telah memberikan masukan konstruktif yang sangat membantu dalam meningkatkan kualitas artikel ini. Tanpa dukungan mereka, penyusunan artikel ini tidak akan berjalan dengan lancar.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih peneliti ucapkan kepada semua pihak yang terlibat dalam penelitian ini baik secara moral maupun materil.

Referensi

- Akbar, M.A dan Agustina,F. (2023). Gambaran Perilaku Masyarakat terhadap Penanganan Luka Bakar di Rumah. *Jurnal kesehatan komunitas*, 9(1):21-26. <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol9.Iss1.1153>
- Anjarwati, M. S., Meidinariasty, A., & Yerizam, M. (2023). Sintesis Selulosa Asetat dari Ampas Tebu sebagai Bahan Baku Biodegradable Foam. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(4), 1-8. <https://doi.org/10.32672/jse.v8i4.5893>
- Bhernama, B. G., Saputra, S. A., & Amalia, J. 2023. Karakterisasi Selulosa dan Selulosa Asetat dari Limbah Cangkang Biji Pala (*Myristica fragrans*) Aceh Selatan. *Jurnal Riset Kimia*, 14(1), 81-93. <https://doi.org/10.25077/jrk.v14i1.579>
- Boateng JS, Matthews KH, Stevens HNE, Eccleston GM. (2008). Wound healing dressings and drug delivery dystems: A review. *Journal of Pharmaceutical Sciences* 97(8). 2892-2923. <https://doi.org/10.1002/jps.2121>
- Cannon, R. E. (2000). *Acetobacter xylinum—Biotechnology and Food Technology*. In *Electrotransformation of Bacteria* (pp. 104-107). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-04305-9_12
- Carville, K. (2007). *Wound Care Manual*. 3rd Edition. Western Australia: Silver Chain Foundation.
- Chesterman, J., Zhang, Z., Ortiz, O., Goyal, R., Kohn, J. (2020). Chapter 18 - Biodegradable polymers, Academic Press, Pages 317-342.
- Christopher, K., Arakawa, C.A., and DeForest. (2017). Chapter 19 - Polymer Design and Development, Academic Press, Pages 295-314.
- de Amorim, J. D. P., da Silva Junior, C. J. G., de Medeiros, A. D. L. M., do Nascimento, H. A., Sarubbo, M., de Medeiros, T. P. M., ... & Sarubbo, L. A. (2022). Bacterial cellulose as a versatile biomaterial for wound dressing application. *Molecules*, 27(17), 5580. <https://doi.org/10.3390/molecules27175580>
- Hiranobe, C. T., Gomes, A. S., Paiva, F. F., Tolosa, G. R., Paim, L. L., Dognani, G., ... & Cabrera, F. C. (2024). Sugarcane Bagasse: Challenges and Opportunities for Waste Recycling. *Clean Technologies*, 6(2), 662-699. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol6020035>
- Liau, S. S., Hidayat, M., & Sulisty, H. (2023, July). Potensi Selulosa Bakteri Sebagai Pembalut Luka Ideal dan Penghantar Obat (Drug Delivery). In *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"* (pp. 2-1).
- Malone, S., Yegappan, R., Kijas, A. W., Gemmell, A., Rowan, A. E., Rajah, D., ... & Amiralian, N. (2024). The Potential of Sugarcane Waste-Derived Cellulose Fibres as Haemostatic Agents. *Polymers*, 16(12), 1654. <https://doi.org/10.3390/polym16121654>
- Mamun, A. A., Shao, C., Geng, P., Wang, S., & Xiao, J. (2024). Recent advances in molecular mechanisms of skin wound healing and its treatments. *Frontiers in Immunology*, 15, 1395479. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2024.1395479>
- Ningsih, L., & Zakiah, Z. (2021). Fermentasi Nira Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Dengan Penambahan Ekstrak Kecambah Kacang

- Hijau (*Phaseolus radiate* L.) Pada Pembuatan Nata De Nira. *Bioma: Jurnal Biologi Makassar*, 6(1), 57-65. <https://doi.org/10.20956/bioma.v6i1.12106>
- Palaniappan V, Karthikeyan K. Turmeric: The Yellow Allergen. *Indian Dermatol Online J.* 2022 Oct 21;14(4):459-464. DOI: [10.4103/idoj.idoj_340_22](https://doi.org/10.4103/idoj.idoj_340_22)
- Pine, A. T. D., & Base, N. H. (2021). Produksi dan Karakterisasi Serbuk Selulosa dari Batang Pisang (*Musa paradisiaca* L.). *Jurnal Kesehatan Yamsi Makassar*, 5(2), 115-120. <https://doi.org/10.59060>
- Roska, T. P., Sahati, S., Fitrah, A. D., Juniarti, N., & Djide, N. (2018). Efek sinergitas ekstrak kulit jeruk (*Citrus Sinensis* L) pada patch bioselulosa dalam meningkatkan penyembuhan luka bakar. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy)(e-Journal)*, 4(2), 87-92. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2018.v4.i2.10472>
- Saad, A. A., Ahmed, H. S., Megally, I. A. N., Ahmed, M., Ibraheem, M. T., Farouk, S. M., ... & Khalaf, E. S. A. (2022, September). Optimization and characterization of cellulose extracted from sugarcane bagasse. In *The International Undergraduate Research Conference* (Vol. 6, No. 6, pp. 1-9). The Military Technical College. DOI: [10.21608/iugrc.2022.302662](https://doi.org/10.21608/iugrc.2022.302662)
- Saktiono, S. T. P., & Dina, E. (2021). Pemanfaatan Limbah Cair dan Padat Pabrik Gula Sebagai Penambah Unsur Hara pada Tanah Pasiran di Pembibitan Tebu (*Saccharum officinarum* L.). *Biofarm Jurnal Ilmiah Pertanian*, 17(1), 40-47.
- Saputra, D. (2023). Tinjauan Komprehensif tentang Luka Bakar: Klasifikasi, Komplikasi dan Penanganan. *Scientific Journal*, 2(5), 197-208. <https://doi.org/10.56260/scienva.v2i5.113>
- Schaefer, T. J., & Tannan, S. C. (2023). Thermal burns. In *StatPearls [Internet]*. StatPearls Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45453-0_29
- Sriwiyati, L., & Kristanto, B. (2020). Karakteristik Luka Dan Penggunaan Balutan Luka Modern. *Adi Husada Nursing Journal*, 6(1), 8-18.
- Sriwong, C., Boonrungsiman, S., & Sukyai, P. (2023). Sugarcane bagasse cellulose-based scaffolds incorporated hydroxyapatite for promoting proliferation, adhesion and differentiation of osteoblasts. *Industrial Crops and Products*, 192, 115979. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.115979>
- Sulianai, N. W., & Oktavia, D. (2023). Tingkat Pengetahuan Masyarakat Kebon Kosong Terhadap Penanganan Kedaruratan Luka Bakar. *Jurnal Akademi Keperawatan Husada Karya Jaya*, 9(1), 63-69. DOI: <http://dx.doi.org/10.59374/jakhkj.v9i1.261>
- Tensiska, T., Nurhadi, B., & Isfron, A. F. (2012). Kestabilan warna kurkumin terenkapsulasi dari kunyit (*Curcuma domestica* val.) dalam minuman ringan dan jelly pada berbagai kondisi penyimpanan. *Bionatura*, 14(3), 218238.
- Thongsomboon, W., Baimark, Y., & Srihanam, P. (2023). Valorization of cellulose-based materials from agricultural waste: Comparison between sugarcane bagasse and rice straw. *Polymers*, 15(15), 3190. <https://doi.org/10.3390/polym15153190>
- Zhong, C. (2020). Industrial-scale production and applications of bacterial cellulose. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8, 605374. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.605374>