

Antibacterial Potential Test of Cassava Root Extract (*Manihot esculenta*) Applied to White Rats (*Rattus norvegicus*) Infected with *Staphylococcus aureus* Bacteria
Uji Potensi Antibakteri Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*) yang Diaplikasikan pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Andi Massara Qurratu'Aini¹⁾, Chylen Setiyo Rini ^{*,1)}

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email Penulis Korespondensi: chylensetyorini@umsida.ac.id

Abstract. *The skin is the outermost organ that functions as a protective layer of the body. Skin wounds caused by trauma or disease can damage structures from the epidermis to deeper layers. This study aimed to determine the antibacterial potential of cassava tuber extract (*Manihot esculenta*) against *S.aureus* and its effectiveness in accelerating burn healing in white rats (*Rattus norvegicus*). This experimental laboratory study used the Kirby-Bauer disc diffusion method with cassava tuber extract concentrations of 25%, 50%, 75%, and 100%, along with positive and negative controls. The results showed weak antibacterial activity at 25% (6.41 mm), moderate at 50% (15.29 mm), and strong to very strong at 75% and 100% with inhibition zones >21 mm. Statistical analysis showed a significant effect on inhibition zone diameter ($p<0.05$). However, analysis of burn wound diameters showed no significant differences among treatment groups ($p>0.05$).*

Keywords - *Manihot esculenta, antibacterial, Staphylococcus aureus, burns, white mice (*Rattus norvegicus*)*

Abstrak. *Kulit adalah organ terluar yang berfungsi sebagai lapisan pelindung tubuh. Luka kulit yang disebabkan oleh trauma atau penyakit dapat merusak struktur dari epidermis hingga lapisan yang lebih dalam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan potensi antibakteri ekstrak umbi singkong (*Manihot esculenta*) terhadap *S.aureus* dan efektivitasnya dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). Studi laboratorium eksperimental ini menggunakan metode difusi cakram Kirby-Bauer dengan konsentrasi ekstrak umbi singkong 25%, 50%, 75%, dan 100%, beserta kontrol positif dan negatif. Hasil menunjukkan aktivitas antibakteri lemah pada 25% (6,41 mm), sedang pada 50% (15,29 mm), dan kuat hingga sangat kuat pada 75% dan 100% dengan zona inhibisi >21 mm. Analisis statistik menunjukkan efek signifikan pada diameter zona inhibisi ($p<0,05$). Namun, analisis diameter luka bakar menunjukkan tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok perlakuan ($p>0,05$).*

Kata Kunci – *Umbi singkong, antibakteri, Staphylococcus aureus, luka bakar, tikus putih.*

I. PENDAHULUAN

Kulit merupakan organ terluar tubuh yang memiliki peran sebagai pelindung utama bagi manusia. Cedera pada kulit, baik disebabkan oleh trauma fisik maupun kondisi medis, dapat mengakibatkan kerusakan pada struktur kulit dari lapisan terluar (epidermis) hingga ke lapisan yang lebih dalam. Apabila terjadi luka terbuka, kondisi ini menjadi jalan masuk bagi berbagai mikroorganisme patogen penyebab infeksi. Sebagai respons terhadap invasi mikroorganisme tersebut, tubuh akan mengaktifkan sistem imun, baik mekanisme non-spesifik (*innate*) maupun spesifik (adaptif), untuk memerangi infeksi. Tingkat keparahan infeksi bervariasi, mulai dari infeksi yang terbatas, pada area lokal hingga infeksi sistemik yang menyebar dan melibatkan organ-organ tubuh lainnya [1]. Luka bakar merupakan cedera pada jaringan tubuh yang timbul akibat paparan terhadap beragam agen, termasuk panas kering

(seperti api), panas lembap (uap atau cairan bersuhu tinggi), substansi kimia (misalnya bahan korosif), arus listrik, gesekan, atau energi elektromagnetik dan radiasi. Cedera ini secara luas dapat diklasifikasikan menjadi tiga kategori utama, yaitu trauma mekanik, trauma fisik, dan trauma kimiawi [2].

Berdasarkan data Profil Kesehatan Indonesia tahun 2023 yang diterbitkan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, proporsi kasus luka bakar di Indonesia menunjukkan cukup signifikan dalam konteks cedera masyarakat. Luka bakar tercatat sebagai salah satu jenis cedera yang cukup sering ditemukan di fasilitas pelayanan kesehatan, dengan kontribusi sekitar 2,7–3,1% dari total kasus cedera yang dirawat di rumah sakit. Kasus ini lebih banyak ditemukan di wilayah perkotaan padat penduduk, terutama di provinsi Jawa Barat, DKI Jakarta, Jawa Timur, dan Sumatera Utara. Berdasarkan pada kelompok usia, anak-anak berusia 1–4 tahun menjadi kelompok yang paling rentan mengalami luka bakar (sekitar 28% dari total kasus), sebagian besar disebabkan oleh air panas atau cairan mendidih di lingkungan rumah tangga. Sedangkan pada kelompok usia produktif (20–40 tahun), proporsi kasus mencapai 45%, umumnya terkait dengan aktivitas kerja, industri, dan penggunaan sumber energi panas. Secara keseluruhan, data Kemenkes 2023 menegaskan bahwa luka bakar paling sering terjadi di masyarakat domestik dan pekerja urban, menandakan perlunya peningkatan edukasi pencegahan serta penerapan standar keselamatan kerja dan rumah tangga yang lebih ketat [3].

Ketika seorang pasien mengalami luka bakar yang parah dan luas, mekanisme adaptasi alami tubuh menjadi tidak memadai. Akibatnya, timbul beragam komplikasi yang menuntut intervensi dan penatalaksanaan medis yang spesifik [4]. Kedalaman kerusakan jaringan yang diakibatkan oleh luka bakar dikategorikan berdasarkan derajat keparahan, faktor penyebab, dan durasi kontak dengan permukaan tubuh. Secara fundamental, kedalaman luka bakar ditentukan oleh intensitas suhu tinggi dan lamanya paparan terhadap suhu tersebut [5]. Terdapat tiga derajat pada luka bakar. Luka bakar derajat pertama hanya mempengaruhi lapisan luar epidermis, yang ditandai dengan kemerahan, sedikit pembengkakan, dan nyeri, serta dapat sembuh dalam 2-7 hari tanpa terapi. Luka bakar derajat kedua melibatkan epidermis dan sebagian dermis, ditandai dengan pembentukan gelembung, pembengkakan, dan nyeri yang hebat. Luka bakar ini terbagi menjadi dua tipe: dalam dan dangkal, dan dapat sembuh dalam 3-4 minggu tanpa perawatan. Luka bakar derajat ketiga mengenai seluruh lapisan kulit dan dapat mencapai jaringan di bawahnya. Jika disebabkan oleh kontak langsung dengan nyala api, akan muncul lesi kering dengan penampilan koagulasi menyerupai lilin di permukaan kulit [6].

Salah satu jenis bakteri yang ditemukan dalam infeksi luka bakar adalah *S.aureus*, suatu bakteri Gram-positif yang berpotensi memicu infeksi serius, terutama pada luka yang terbuka. Infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini tidak hanya menghambat proses penyembuhan, tetapi juga dapat mengakibatkan komplikasi yang lebih parah apabila tidak mendapatkan penanganan yang baik [7]. Bakteri *S.aureus* dapat menyebabkan spektrum penyakit yang sangat luas. Penyakit-penyakit tersebut berkisar dari infeksi kulit superfisial, seperti jerawat dan bisul, hingga infeksi sistemik yang berpotensi mengancam jiwa, termasuk pneumonia, meningitis, dan sepsis. Selain itu, bakteri ini juga mampu menimbulkan infeksi pada jaringan lunak, tulang, jantung, dan aliran darah [8]. Salah satu contoh obat alami herbal yang dapat menjadi alternatif dalam pengobatan luka bakar adalah singkong [9]. Sejak dahulu kala, masyarakat Indonesia telah memanfaatkan kekayaan alam berupa aneka tumbuhan, seperti daun, akar, buah, kayu, dan umbi-umbian, sebagai bahan utama ramuan tradisional untuk menjaga kesehatan dan mengobati berbagai penyakit. Hal ini menjadikan Indonesia sebagai negara dengan keanekaragaman tanaman obat tradisional terbesar kedua di dunia. Masyarakat Rantau Prapat telah lama memanfaatkan ubi kayu sebagai salah satu bahan alami untuk mengobati luka bakar. Khasiat ubi kayu dalam meredakan peradangan dan mempercepat proses penyembuhan luka bakar telah diakui secara turun temurun [10].

Singkong, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Manihot esculenta*, merupakan tumbuhan serbaguna dengan potensi signifikan di berbagai bidang. Kandungan nutrisinya yang melimpah, khususnya karbohidrat, mineral, dan vitamin, menjadikan singkong sebagai sumber pangan yang esensial. Di samping itu, kemajuan teknologi telah menciptakan peluang baru untuk memanfaatkan singkong sebagai bahan baku utama dalam industri pangan serta sebagai sumber senyawa bioaktif untuk pengembangan produk farmasi [11]. Analisis terhadap kandungan singkong mengungkapkan keberadaan beragam senyawa bioaktif, meliputi alkaloid, flavonoid, tanin, fenolik, dan saponin. Adanya senyawa bioaktif seperti flavonoid dan fenolik dalam singkong menawarkan potensi untuk dikembangkan sebagai pengobatan tradisional, khususnya dalam menangani luka bakar akut. Senyawa-senyawa ini diketahui memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan yang dapat mempercepat proses penyembuhan pada luka bakar tersebut [12].

Pada penelitian sebelumnya [13] telah menunjukkan bahwa ekstrak singkong (*Manihot esculenta*) juga memiliki potensi dalam mempercepat proses penyembuhan pada luka bakar. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak singkong yang diaplikasikan, semakin efektif pula dampaknya dalam mempercepat proses penyembuhan, khususnya pada konsentrasi 10%, 15%, dan 20. Kandungan senyawa aktif pada singkong diketahui memiliki potensi untuk merangsang regenerasi jaringan kulit yang rusak diakibatkan oleh luka bakar. Penggunaan formulasi krim berjenis minyak dalam air dipilih karena dinilai mampu meningkatkan penetrasi zat aktif ke dalam jaringan luka. Mengingat minimnya penelitian ilmiah yang komprehensif mengenai efektivitas ekstrak singkong dalam pengobatan luka bakar, studi ini bertujuan untuk menguji hipotesis bahwa kandungan bioaktif berupa flavonoid, alkaloid, dan saponin dalam ekstrak singkong dapat mempercepat proses penyembuhan luka bakar derajat dua dangkal [10].

Hasil penelitian sebelumnya, [14] juga telah menunjukkan bahwa ekstrak tanaman singkong (*Manihot esculenta*) memiliki aktivitas antibakteri spektrum luas, meliputi bakteri Gram positif seperti *Staphylococcus epidermidis* dan *Propionibacterium acnes*. Fraksinasi ekstrak menunjukkan bahwa fraksi etil asetat merupakan fraksi aktif utama yang bertanggung jawab atas aktivitas antibakteri tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian aktivitas antibakteri senyawa flavonoid dari ekstrak daun singkong memiliki efektivitas yang signifikan dalam pengembangan obat-obatan alami.

Penelitian [4] menunjukkan bahwa ekstrak singkong dengan tingkatan konsentrasi 2%, 4%, dan 8% memiliki potensi sebagai agen terapeutik untuk mempercepat penyembuhan luka bakar terhadap hewan coba kelinci. Kandungan bioaktif dalam singkong mampu merangsang regenerasi sel-sel kulit, sehingga hasil dari potensi ekstrak singkong telah mempercepat proses epitelisasi. Hasil pengamatan menunjukkan penurunan diameter luka secara signifikan, terutama pada kelompok yang menggunakan konsentrasi 4% dan 8%.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, penelitian mengenai potensi ekstrak umbi singkong sebagai senyawa antimikroba dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* yang diujikan pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) menjadi sangat relevan dan perlu dilaksanakan.

II. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental laboratorium dengan teknik *disk diffusion Kirby- Bauer* untuk melihat potensi ekstrak umbi singkong dalam menghambat pertumbuhan bakteri *S.aureus* dengan mengamati terjadinya zona hambat yang terjadi. Populasi yang digunakan adalah Umbi singkong yang berasal dari Pasar Larangan Candi, Sidoarjo. Sampel dalam penelitian ini adalah singkong dengan ciri-ciri singkong memiliki daging buah berwarna putih. Bakteri *S.aureus* ATCC 25923 yang berasal dari Balai Besar Laboratorium Kesehatan Surabaya. Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang berasal dari Peternakan Ndok Pets Taman, Sidoarjo. Adapun kriteria dari tikus putih yang akan digunakan dalam penelitian ini, tikus putih Strain Wistar jantan dengan berat badan 100 gr hingga 150 gr. Tikus putih Strain wistar berumur 2-3 bulan sebelum dimulai proses aklimatisasi. Dalam kondisi fisik yang sehat dan aktif, tanpa ditemukan kelainan anatomi yang terlihat pada pemeriksaan fisik secara makroskopis. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli-September 2025 di Laboratorium Bakteriologi, Laboratorium Farmakologi dan Laboratorium Hewan Coba, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian ini telah lulus uji etik di Komisi Kelayakan Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Airlangga Surabaya dengan nomor sertifikasi: 0557/HRECC.FODM/V/2025.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah maserator, blender, evaporator, oven, cawan petri, neraca analitik, inkubator, tabung reaksi, autoklaf, sendok zat, batang pengaduk, rak tabung, pipet tetes, ose jarum, ose bulat, gelas beaker, labu ukur, gelas ukur, bunsen, kasa, *colony counter*, *hot plate*, thermometer, pencukur bulu, timbangan hewan, lemari pendingin, kandang tikus. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi singkong (*Manihot esculenta*), bakteri *S.aureus*, etanol 96%, tikus putih (*Rattus norvegicus*), tisu, kertas saring, media *Mueller Hinton Agar*, media NaCl 0,9 %, Aquades, bioplacenta, dan *McFarland 0,5*.

Penelitian diawali dengan membuat konsentrasi ekstrak umbi singkong serta kontrol positif dan kontrol negatif. Konsentrasi ekstrak umbi singkong yang digunakan yaitu terdiri dari 25%, 50%, 75%, dan 100%. Kontrol positif dalam pengujian ini menggunakan antibiotik bioplacenta salep dan kontrol negatif aquades steril. Pengulangan sampel dihitung dengan rumus Federer yaitu dengan hasil empat kali pengulangan untuk setiap konsentrasinya. Pembuatan variasi konsentrasi jenis sampel menggunakan metode pengenceran induk dengan aquades steril sebagai pelarut.

Tahapan pembuatan ekstrak maserasi yaitu dengan cara daging singkong yang telah dikumpulkan sebanyak 6 kg akan dibersihkan terlebih dahulu, lalu singkong di kupas kulitnya dan daging singkong diambil dengan cara dikerok dengan pisau pengupas kulit buah. Setelah itu, daging singkong akan dikeringkan untuk mengurangi kadar airnya sebelum dihaluskan atau diblender. Sebanyak 1000 gram umbi singkong yang telah dihaluskan akan dimasukkan ke dalam botol reagen dan ditambahkan 1000 mL etanol 96%. Selanjutnya melakukan proses maserasi selama 72 jam (3 x 24 jam) di tempat dingin dan terlindungi dari cahaya, dengan pengadukan setiap 4 jam sekali. Setelah itu, larutan yang diperoleh dari proses tersebut disaring dengan corong yang dilapisi kertas saring. Filtratnya dipisahkan dan etanolnya dihilangkan melalui proses evaporasi pada *rotary evaporator* dengan suhu tidak lebih dari 50°C, sehingga tersisa ekstrak yang mengandung air.

Setelah tahapan maserasi, dilakukan perhitungan serta pembuatan ekstrak umbi singkong dengan membuat konsentrasi ekstrak 100%, 75%, 50%, dan 25% dan dilakukan pengenceran menggunakan DMSO. Perhitungan pembuatan konsentrasi ekstrak 100% yaitu murni ekstrak umbi singkong tanpa pengencer. Pembuatan konsentrasi ekstrak 75% yaitu 7,5 gram ekstrak umbi singkong lalu ditambahkan dengan 2,5 ml pengencer DMSO. Pembuatan

konsentrasi ekstrak 50% yaitu 5 gram ekstrak singkong dan ditambahkan 5 ml pengencer DMSO, dan apabila konsentrasi ekstrak 25% yaitu 2,5 gram ekstrak umbi singkong lalu ditambahkan dengan 7,5 ml pengencer DMSO [15]. Untuk pembuatan kontrol positif dengan menggunakan bioplacenta yang dituang pada cawan petri steril, serta membuat kontrol negatif dengan aquades steril yang dituang pada cawan petri.

Bakteri *S.aureus* yang akan digunakan sebelumnya diremajakan dahulu pada media NA dan MSA. Setelah bakteri dibiakkan pada media Nutrient Agar (NA) dalam inkubator dengan suhu 37°C selama 24 jam, koloni bakteri yang telah tumbuh kemudian diisolasi secara aseptis. Isolasi ini diikuti dengan proses suspensi dalam larutan pepton water steril untuk membentuk suspensi bakteri uji. Kekekruhan suspensi bakteri uji yang dihasilkan selanjutnya dibandingkan secara visual dengan standar kekekruhan *McFarland 0,5*. Selain itu, pengukuran serapan pada panjang gelombang 625 nm juga dilakukan menggunakan spektrofotometer guna menentukan kepadatan sel bakteri. Berdasarkan standar dari *Clinical and Laboratory Standards Institute* (2009), rentang serapan yang dapat diterima untuk uji dilusi adalah antara 0,08-0,13 yang setara dengan $1-2 \times 10^8$ Colony Forming Unit (CFU) / ml [16]. Uji aktivitas antibakteri menggunakan media MHA sebanyak 15 mL dengan suhu 45-50°C pada masing-masing cawan petri dan dibiarkan hingga memadat. Kapas bertangkai steril (*cotton swab*) dicelupkan ke dalam suspensi bakteri *S.aureus* menggunakan teknik steril. Kelebihan inokulum dihilangkan dengan menekan kapas jenuh ke dinding bagian dalam tabung, kemudian digoreskan ke seluruh permukaan media MHA secara merata hingga tepi cawan untuk memastikan pertumbuhan yang padat dan merata kemudian dibiarkan mengering selama 15- 30 menit. Satu per satu cakram yang telah dicelupkan ke dalam masing-masing konsentrasi ekstrak umbi singkong selama 30 menit lalu cakram disk diletakkan pada permukaan MHA. Untuk memastikan cakram melekat di permukaan media MHA secara perlahan tekan setiap cakram dengan pinset. Cawan diinkubasi dengan posisi terbalik pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diinkubasi, zona hambat yang ditandai dengan daerah bening disekitar cakram diukur diameternya menggunakan jangka sorong digital dalam satuan millimeter (mm) hingga diperoleh nilai *Zone of Inhibition* (ZOI) atau nilai zona hambat. Interpretasi zona hambat dilakukan berdasarkan acuan *Clinical and Laboratory Standards Institute* (CLSI) 2022 yaitu zona hambat dikategorikan resisten dengan diameter ≤ 14 mm, intermediat dengan diameter zona hambat 15-19 mm dan sensitif ≥ 20 mm [17]. Pengamatan terhadap media dilakukan setelah 24 jam masa inkubasi. Diameter zona hambat, yaitu area bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram, digunakan sebagai indikator tingkat kepekaan bakteri terhadap bahan antibakteri yang diuji. Besarnya zona hambat dinyatakan dalam satuan milimeter (mm) berdasarkan hasil pengukuran diameter. Pengukuran dilakukan dengan menentukan dua arah, yaitu diameter vertikal dan diameter horizontal dari zona hambat, kemudian hasilnya diukur menggunakan jangka sorong untuk memperoleh data yang lebih akurat. Diameter zona hambat diukur dengan rumus [18]:

$$\frac{(Dv - Dc) + (Dh - Dc)}{2}$$

Keterangan:

Dv: Diameter vertikal

Dc: Diameter cakram

Dh: Diameter horizontal

Tahapan terakhir yang akan dilakukan yaitu perlakuan pada hewan uji coba pada tikus putih (*Rattus norvegicus*). Sebelum perlakuan dilakukan tikus putih diadaptasikan selama 7 hari dalam kandang tikus laboratorium hewan coba dengan tujuan tikus dapat menyesuaikan diri, kandang tikus dilakukan dengan pengecekan pada pagi hari dan sore hari. Tikus putih diberi makanan pur ayam 511 dan diberikan minuman air putih. Sehari sebelum induksi luka, bulu pada area punggung tikus dicukur hingga mencapai luas sekitar 3-5 cm.

Setelah itu, kulit pada area tersebut dibersihkan dan disterilkan dengan larutan alkohol. Induksi luka bakar dilakukan pada area punggung tikus dengan cara mengaplikasikan logam berbentuk piringan dengan diameter 1,6 cm yang telah dipanaskan sebelumnya pada suhu 98°C selama 5 menit. Luka kemudian diberi perlakuan dengan menginokulasikan bakteri *S.aureus* secara sebanyak 0,1 ml. Perlakuan pengobatan dilakukan terhadap masing-masing kelompok tikus 5 menit sejak pembuatan luka, dengan cara mengoleskan salep bioplacenta untuk pertama kalinya disekitar tempat luka menggunakan batang pengaduk. Dilakukan pengamatan dan pengolesan salep 1 hari 2 kali pada pagi hari dan sore hari (selama 14 hari) [19] [20]. Setelah dilakukan pengamatan makroskopis terhadap diameter luka bakar bagian punggung tikus selama 14 hari. Pengukuran dilakukan menggunakan jangka sorong dengan skala 0,01 cm. proses penyembuhan luka bakar dinyatakan lengkap ketika seluruh area luka telah tertutup sempurna.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan IBM SPSS *Statistics* 26.0 dengan taraf kepercayaan 95% atau $\alpha=0,05$. Kemudian dilihat normalitas data menggunakan uji *Shapiro-Wilk* kemudian di lanjut dengan uji lanjut post hoc yaitu uji *Tukey*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Penelitian

Umbi singkong (*Manihot esculenta*) dimaserasi menggunakan etanol 96%. Setelah proses maserasi, akan dilakukan perhitungan rendemen yang menghasilkan nilai sebesar 75%. Rendemen sendiri didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah metabolit yang diperoleh pascaekstraksi dengan berat sampel awal yang digunakan. Nilai rendemen dianggap baik apabila melebihi 20% [21]. Rendemen yang baik dalam suatu proses ekstraksi mencerminkan efisiensi tinggi dalam perolehan hasil yang dikehendaki dari bahan baku. Rendemen yang optimal mengindikasikan bahwa proses ekstraksi telah berhasil mengisolasi komponen-komponen yang diinginkan secara maksimal, sehingga memaksimalkan kuantitas ekstrak yang dihasilkan dari bahan baku yang digunakan [22].

Karakteristik rendemen yang baik mencakup beberapa aspek krusial, yaitu efisiensi ekstraksi, kualitas produk akhir, konsistensi proses, dan optimasi kondisi ekstraksi. Efisiensi ekstraksi yang tinggi mengindikasikan bahwa komponen target dapat diisolasi secara efektif; namun demikian, rendemen yang tinggi tidak selalu menjamin kualitas produk akhir yang superior. Kualitas produk akhir menjadi sangat esensial karena ekstrak yang dihasilkan harus memenuhi standar kemurnian yang telah ditetapkan, serta bebas dari komponen-komponen yang tidak diinginkan [23]. Selain itu, konsistensi dalam proses ekstraksi sangatlah esensial untuk memastikan hasil yang diperoleh tidak mengalami fluktuasi signifikan antar batch. Variasi pada pengaturan proses seringkali menjadi penyebab utama ketidakstabilan hasil tersebut [22]. Faktor krusial lainnya adalah optimasi kondisi ekstraksi, yang meliputi pemilihan jenis pelarut, pengaturan suhu, durasi waktu ekstraksi, serta rasio antara bahan baku dan pelarut. Seluruh elemen ini wajib disesuaikan secara presisi guna mencapai rendemen yang optimal, sehingga memastikan proses ekstraksi berlangsung efisien, menghasilkan produk dengan kualitas tinggi, dan dapat direplikasi dengan hasil yang konsisten [23].

Tabel 1. Hasil Proses Ekstrak Maserasi

Sampel	Hasil Maserasi
Bobot Basah	3500 gram
Bobot Kering	2500 gram
Bobot Serbuk	1000 gram
Bobot Serbuk dimaserasi	400 gram
Ekstrak Pekat	300g
Rendemen	75 %

2. Uji Fitokimia

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji fitokimia umbi singkong yaitu terdapat senyawa keberadaan beragam senyawa bioaktif, meliputi alkaloid, saponin, fenolik, flavonoid, triterpenoid, dan glikosida.

Tabel 2. Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*) [24].

Uji Fitokimia	Hasil
Alkaloid	+
Saponin	+
Tanin	-
Fenolik	+
Flavonoid	+
Triterpenoid	+
Glikosida	+

Keterangan : (+) : Mengandung senyawa

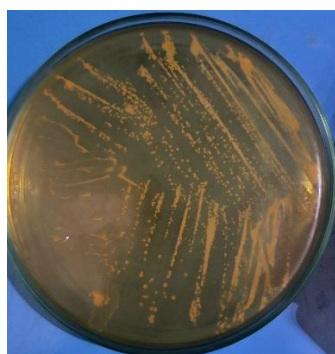
(-) : Tidak mengandung senyawa

Senyawa aktif yang terkandung dalam singkong memiliki potensi untuk merangsang regenerasi jaringan kulit yang rusak akibat luka bakar. Formulasi krim berjenis minyak dalam air dipilih karena dinilai mampu meningkatkan penetrasi zat aktif ke dalam jaringan luka. Mengingat minimnya penelitian ilmiah yang komprehensif mengenai efektivitas ekstrak singkong dalam pengobatan luka bakar, studi ini bertujuan untuk menguji hipotesis bahwa kandungan bioaktif berupa flavonoid, alkaloid, dan saponin dalam ekstrak singkong dapat mempercepat proses penyembuhan luka bakar derajat dua dangkal [4].

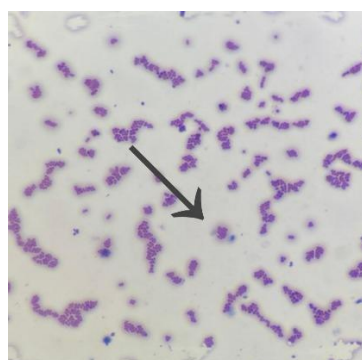
3. Identifikasi *Staphylococcus aureus*

Uji identifikasi yang diterapkan untuk mengetahui morfologi dan klasifikasi jenis bakteri dilakukan melalui pengamatan makroskopik serta mikroskopik, yang terakhir ini memanfaatkan teknik pewarnaan Gram. Pada pengamatan makroskopik dalam media MSA (*Mannitol Salt Agar*) ditemukan koloni berbentuk bulat (*circular*), berwarna putih kekuningan, memiliki tepi yang rata (*entire*), elevasi yang berbentuk cembung (*convex*), bakteri *S.aureus* atau bakteri halofilik (toleran garam) akan menunjukkan perubahan warna media menjadi kuning di sekeliling koloni karena fermentasi mannitol.

Sedangkan pada pengamatan mikroskopik dengan menggunakan pewarnaan Gram didapatkan hasil bakteri gram positif dengan bakteri berbentuk kokkus dan berwarna ungu atau biru. Hasil ini sesuai dengan penelitian [25] yang menyatakan bahwa *S.aureus* merupakan bakteri gram positif berbentuk kokus dengan koloni berbentuk bulat, berwarna putih sedikit buram dan hemolisis yang terbentuk adalah beta hemolisis. Bakteri gram positif mempertahankan pewarna utama gentian violet karena dinding selnya yang tebal dengan kandungan peptidoglikan tinggi.



(a)



(b)

Gambar 1. Hasil Karakteristik Uji (a) Hasil Penanaman bakteri *S.aureus* pada media selektif MSA (b) Hasil pewarnaan gram bakteri *S.aureus* dan pengamatan mikroskop pada perbesaran 100x (Dokumen Pribadi).

Penelitian ini menggunakan metode difusi untuk menguji efektivitas ekstrak umbi singkong (*Manihot esculenta*) terhadap *S.aureus*. Zona bening yang terbentuk di sekitar *paper disc* menunjukkan adanya hambatan pertumbuhan koloni bakteri *S.aureus*. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur dengan jangka sorong dan dinyatakan dalam satuan milimeter (mm). Semakin besar zona hambat yang terbentuk, semakin tinggi pula aktivitas antibakteri dari umbi singkong. Diameter zona hambat yang dihasilkan oleh variasi konsentrasi ekstrak umbi singkong 50%, 75% dan 100% dibandingkan dengan zona hambat di sekitar *paper disc* konsentrasi ekstrak umbi singkong 25% dan aquades sebagai kontrol negatif. Apabila besar zona hambat ≤ 15 mm maka dikategorikan sebagai resisten, pada rentang 16-20 dikategorikan sebagai intermediet, dan apabila ≥ 21 mm dikategorikan sebagai sensitif [17].

Tabel 3. Hasil Diameter Antibakteri Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*)

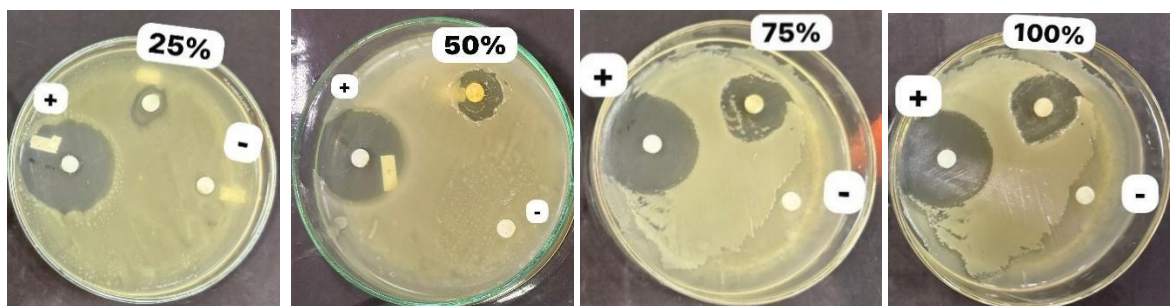
	Zona Hambat				Mean (mm)	Respon Hambatan
	Ekstrak Umbi Singkong (mm)					
	I	II	III	IV		
Kontrol -	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00±0,00	Tidak Ada
Kontrol +	27,8	28,1	28,4	28,0	28,08±0,25	Sensitif
25%	6,20	6,35	6,50	6,60	6,41 ± 0,17	Resisten
50%	15,00	15,20	15,40	15,55	15,29 ± 0,23	Intermediet
75%	21,10	21,25	21,45	21,60	21,35 ± 0,21	Sensitif
100%	23,90	24,10	24,30	24,40	24,18 ± 0,20	Sensitif

Berdasarkan hasil penelitian pada **tabel 3** menunjukkan bahwa ekstrak umbi singkong pada konsentrasi 25% menghasilkan zona hambat minimal (ZHM) dengan interpretasi resisten dengan diameter rata-rata 6,41 mm, pada konsentrasi 50% rata-rata hasil ZHM juga masuk dalam kategori sensitif dengan diameter rata-rata 15,29 mm, pada konsentrasi 75% rata-rata hasil ZHM termasuk dalam kategori sensitif dengan diameter rata-rata 21,35 mm serta pada konsentrasi 100% rata-rata termasuk dalam kategori sensitif dengan diameter 24,18 mm. Pembentukan zona hambat ini dipengaruhi oleh senyawa yang terkandung dalam umbi singkong seperti alkaloid, flavonoid, saponin, fenolik, triterpenoid, dan glikosida. Senyawa-senyawa ini berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri, yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri.

Data diameter zona hambat dari seluruh kelompok konsentrasi (25%, 50%, 75%, 100%) serta kontrol positif (K+) menunjukkan nilai signifikansi (*p-value*) yang berada di atas 0,05 pada uji *Shapiro-Wilk*. Nilai signifikansi terendah terdapat pada konsentrasi 100% sebesar 0,798 dan tertinggi pada konsentrasi 50% sebesar 0,925, sehingga dapat disimpulkan bahwa seluruh data berdistribusi normal. Sejalan dengan hal tersebut, uji homogenitas varians melalui *Levene's Test* menghasilkan nilai signifikansi sebesar 0,088 ($p > 0,05$), yang membuktikan bahwa varians data antar kelompok bersifat homogen atau seragam. Karena kedua asumsi prasyarat telah terpenuhi, maka analisis dapat dilanjutkan menggunakan uji parametrik *ANOVA*.

Hasil uji *ANOVA* menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0,000 ($p < 0,05$), yang mengindikasikan adanya perbedaan pengaruh yang sangat nyata secara statistik antara berbagai kelompok konsentrasi terhadap luas zona hambat yang terbentuk. Untuk mengetahui letak perbedaan spesifik antar kelompok, dilakukan uji *Tukey HSD* yang membagi hasil ke dalam enam subset berbeda, uji *Tukey HSD* dilakukan untuk membandingkan setiap pasangan kelompok (seperti membandingkan konsentrasi 25% dengan 50%, atau 100% dengan kontrol positif).

Berdasarkan **tabel 3** uji *Tukey* membuktikan bahwa setiap kelompok konsentrasi berada pada subset yang berbeda-beda, mulai dari subset 1 hingga subset 6. Hal inilah menunjukkan bahwa setiap perubahan konsentrasi memberikan dampak yang nyata dan berbeda secara signifikan terhadap luas zona hambat, yang tidak dapat terlihat jika hanya mengandalkan hasil uji *ANOVA*.



Gambar 2. Hasil Uji Efektivitas Antibakteri Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*) dan kelompok kontrol. (Dokumen pribadi)

Berdasarkan hasil uji penelitian telah menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak umbi singkong (*Manihot esculenta*) yang digunakan, semakin besar pula diameter zona hambat yang terbentuk, mengindikasikan peningkatan efektivitas antibakteri terhadap *S.aureus*. Konsentrasi ekstrak umbi singkong 50%, 75%, dan 100% menunjukkan hasil yang sensitif, dengan diameter zona hambat rata-rata masing-masing 15,29 mm, 21,35 mm, dan 24,18 mm. Sementara itu, pada konsentrasi 25%, ekstrak masih menunjukkan kategori resisten dengan diameter zona hambat rata-rata 6,41 mm. Senyawa-senyawa yang terkandung dalam singkong (*Manihot esculenta*) memiliki potensi untuk membantu menghambat pertumbuhan bakteri. Flavonoid memiliki peran penting yaitu sebagai antioksidan dan antimikroba, serta mengganggu sintesis asam nukleat dan enzim penting dalam metabolisme bakteri. Sedangkan alkaloid menghambat sintesis DNA dan RNA mikroba. Bersifat toksik terhadap mikroorganisme patogen [26]. Beberapa penelitian eksperimental menunjukkan bahwa *Manihot esculenta* memiliki potensi antibakteri terhadap *S.aureus* yang dapat dijelaskan oleh keberadaan senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, tanin, dan saponin. Penelitian [27] menunjukkan bahwa ekstrak kulit singkong mampu menghambat pertumbuhan *S.aureus* dengan nilai *Minimum Inhibitory Concentration (MIC)* sebesar 6,25% dan *Minimum Bactericidal Concentration (MBC)* sebesar 25%, yang menunjukkan bahwa senyawa bioaktif dalam *Manihot esculenta* memiliki potensi sebagai agen antibakteri secara in vitro. Penelitian tersebut selaras dengan hasil uji efektivitas antibakteri ekstrak umbi singkong yang memperlihatkan adanya hubungan searah antara peningkatan konsentrasi ekstrak dan bertambahnya diameter zona hambat, sehingga menegaskan pola respons dosis terhadap aktivitas antibakteri.

Penelitian sebelumnya [28] efektivitas ekstrak etanol daun singkong menggunakan metode difusi cakram terhadap *S.aureus* dan *Escherichia coli* menunjukkan bahwa ekstrak tersebut mampu membentuk zona hambat yang bermakna pada *S.aureus*. Hasil ini telah menunjukkan bahwa ekstrak daun singkong memiliki kemampuan dalam menekan pertumbuhan bakteri Gram-positif. Penelitian tersebut memperlihatkan adanya kesesuaian hasil antar penelitian bahwa berbagai bagian tanaman *Manihot esculenta* memiliki potensi antibakteri yang berkaitan dengan kandungan senyawa fitokimia di dalamnya. Berdasarkan berbagai hasil penelitian tersebut, telah menunjukkan bahwa ekstrak *Manihot esculenta*, baik yang berasal dari kulit maupun daun, menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S.aureus* melalui peran senyawa metabolit sekundernya dalam menghambat pertumbuhan bakteri. Hal ini sekaligus memperkuat hasil penelitian utama yang menunjukkan adanya keterkaitan antara peningkatan konsentrasi ekstrak dengan bertambahnya diameter zona hambat yang terbentuk [27] .

3. Diameter Luka Bakar Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus*

Secara klinis, fase inflamasi pada luka bakar ditandai dengan manifestasi utama berupa eritema atau kemerahan pada kulit dan edema atau pembengkakan jaringan. Fase ini merupakan respons awal tubuh terhadap cedera, bertujuan membersihkan area luka dari sel mati dan patogen, serta mempersiapkan fondasi untuk proses perbaikan jaringan. Durasi fase inflamasi ini umumnya relatif singkat apabila tidak terjadi komplikasi infeksi. Namun, jika infeksi timbul, fase ini dapat memanjang secara signifikan karena respons imun terus-menerus diaktifkan untuk melawan invasi mikroorganisme, yang pada akhirnya dapat menghambat dan memperlama proses penyembuhan luka bakar secara keseluruhan [29]. Pengamatan diameter luka bakar tikus dilakukan pada hari ke 1, hari ke 3, hari ke 6, hari ke 9, hari ke 11 dan hari ke 14 dengan mengamati secara makroskopik perkembangan penyembuhan luka pada punggung tikus dan pengukuran luas permukaan luka dengan menggunakan jangka sorong [20]. Pengukuran diameter luka bakar diukur dengan metode Morton dengan rumus sebagai berikut [30] :

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

Keterangan :

dx= diameter luka hari ke-x (mm)

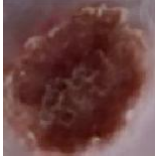

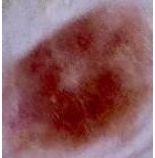
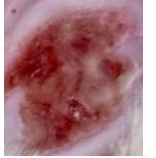
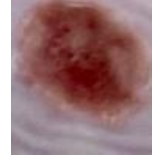

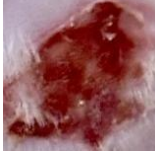
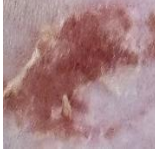

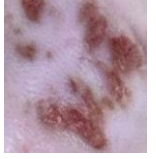








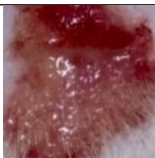





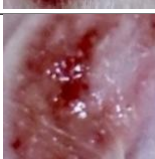

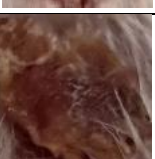


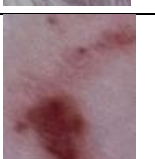

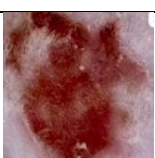
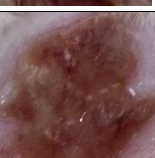



dx(1)= diameter horizontal

dx(2)= diameter vertical

dx(3)= diameter diagonal

dx(4)= diameter diagonal

Tabel 4. Hasil Pengamatan Makroskopis Diameter Luka Bakar Tikus Putih

Konsentrasi Perlakuan	Pengamatan Diameter Luka Bakar Tikus Putih					
	Hari ke 1	Hari ke 3	Hari ke 6	Hari ke 9	Hari ke 11	Hari ke 14
K-						
K+						
100%						
75%						
50%						
25%						

Tabel 5. Hasil Diameter Luka Bakar Tikus Putih

Hari ke-	Konsentrasi (%)	Diameter Luka Bakar Tikus (mm)				Rata-rata ± SD
		Kelompok Ke-				
		I	II	III	IV	
1	K-	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
	K+	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
	100%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
	75%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
	50%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
	25%	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6 ± 0,00
3	K-	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58 ± 0,00
	K+	1,34	1,37	1,31	1,40	1,36 ± 0,04
	100%	1,45	1,40	1,45	1,43	1,43 ± 0,02
	75%	1,49	1,53	1,53	1,51	1,52 ± 0,02
	50%	1,55	1,56	1,56	1,56	1,56 ± 0,01
	25%	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58 ± 0,00
6	K-	1,41	1,49	1,50	1,42	1,46 ± 0,05
	K+	0,93	1,0	1,12	1,06	1,03 ± 0,08
	100%	1,15	1,17	1,12	1,15	1,15 ± 0,02
	75%	1,26	1,21	1,19	1,21	1,22 ± 0,03
	50%	1,37	1,40	1,40	1,43	1,40 ± 0,02
	25%	1,49	1,48	1,50	1,49	1,49 ± 0,01
9	K-	1,32	1,31	1,47	1,39	1,37 ± 0,07
	K+	0,69	0,52	0,73	0,87	0,70 ± 0,14
	100%	0,82	0,78	0,61	0,76	0,74 ± 0,09
	75%	0,88	0,82	0,84	0,90	0,86 ± 0,04
	50%	1,05	1,10	1,07	1,15	1,09 ± 0,04
	25%	1,20	1,22	1,21	1,20	1,21 ± 0,01
11	K-	1,21	1,20	1,22	1,22	1,21 ± 0,01
	K+	0,15	0,13	0,23	0,16	0,17 ± 0,04
	100%	0,31	0,11	0,20	0,32	0,24 ± 0,10
	75%	0,42	0,40	0,39	0,37	0,40 ± 0,02
	50%	0,54	0,62	0,55	0,50	0,55 ± 0,05
	25%	0,66	0,75	0,78	0,75	0,74 ± 0,05
14	K-	1	1	0,96	0,99	0,99 ± 0,02
	K+	0	0	0	0	0,00 ± 0,00
	100%	0	0	0	0	0,00 ± 0,00
	75%	0	0	0	0	0,00 ± 0,00
	50%	0,22	0,14	0,11	0,22	0,17 ± 0,06
	25%	0,50	0,30	0,30	0,31	0,35 ± 0,10

Keterangan:

Kelompok 1: perlakuan pengulangan tikus pertama

Kelompok 2: perlakuan pengulangan tikus kedua

Kelompok 3: perlakuan pengulangan tikus ketiga

Kelompok 4 : perlakuan pengulangan tikus keempat

Berdasarkan hasil pengamatan pada **tabel 5**. Terhadap proses pengamatan diameter luka bakar pada tikus putih selama 14 hari terlihat adanya dinamika perbaikan jaringan yang signifikan dan sistematis pada seluruh kelompok perlakuan. Pada hari pertama, seluruh kelompok perlakuan mengawali pengamatan dengan diameter luka yang seragam sebesar 1,6 mm, yang menandakan kondisi awal luka berada pada fase hemostasis. Pada saat memasuki hari ketiga dan keenam, fase inflamasi dan awal proliferasi mulai terlihat ditandai dengan penurunan diameter luka secara bertahap, di mana konsentrasi kontrol positif (K+) dan konsentrasi 100% menunjukkan laju pengecilan luka yang lebih progresif dibandingkan kelompok lainnya. Memasuki fase proliferasi dan maturasi pada hari kesembilan hingga hari kesebelas, terjadi pembentukan jaringan granulasi dan re-epitelisasi yang sangat masif, terutama pada kelompok dengan konsentrasi tinggi.

Pada hari kesebelas, kelompok K+, konsentrasi 100%, dan konsentrasi 75% telah menunjukkan kontraksi luka yang signifikan dengan sisa diameter masing-masing sebesar 0,17 mm, 0,24 mm, dan 0,40 mm. Puncaknya pada hari ke-14, kelompok K+, 100%, dan 75% berhasil mencapai penutupan luka secara sempurna (0,00 mm), sedangkan kelompok konsentrasi 50% dan 25% masih menyisakan sedikit diameter luka. Sebaliknya, kontrol negatif (K-) menunjukkan proses penyembuhan yang paling lambat dengan sisa luka sebesar 0,99 mm pada akhir pengamatan.

Proses penyembuhan luka bakar melibatkan dua fase utama, yaitu fase inflamasi dan fase proliferasi. Pada fase inflamasi, tubuh berusaha mencegah infeksi, sedangkan pada fase proliferasi terjadi pembentukan jaringan baru untuk menutup luka. Senyawa bioaktif seperti flavonoid, saponin, dan tanin memiliki potensi untuk mempercepat proses penyembuhan dengan cara menghambat pertumbuhan mikroorganisme penyebab infeksi dan merangsang pembentukan kolagen [13]. Pada penelitian sebelumnya [24] yang telah melakukan uji fitokimia pada umbi singkong yang juga telah menunjukkan bahwa senyawa aktif pada umbi singkong mampu bekerja pada sel kulit jaringan yang rusak. Dengan adanya senyawa bioaktif pada singkong, seperti flavonoid dan fenolik, memberikan potensi untuk dikembangkan sebagai pengobatan tradisional, khususnya untuk mengatasi luka bakar akut. Senyawa-senyawa ini memiliki sifat antiinflamasi dan antioksidan yang dapat mempercepat proses penyembuhan luka [12]. Salah satu kandungan utamanya, yaitu flavonoid, berperan penting sebagai agen antiinflamasi dan antioksidan yang mampu menekan reaksi peradangan pada jaringan kulit yang rusak. Selain meminimalkan inflamasi, flavonoid juga memiliki efek analgesik yang bermanfaat untuk meredakan rasa nyeri yang timbul selama proses penyembuhan berlangsung. Kehadiran senyawa flavonoid ini memberikan dukungan yang signifikan pada fase-fase awal penyembuhan, khususnya fase inflamasi [14].

Pada fase inflamasi, terjadi proses hemostasis atau penghentian perdarahan melalui pembentukan jaringan-jaringan fibrin yang mengikat sel darah merah dan plasma (trombosit) hingga membentuk gumpalan. Gumpalan tersebut nantinya akan mengeras menjadi keropeng (*scab*) yang berfungsi melindungi area luka. Dalam mekanisme ini, senyawa aktif tanin berperan sebagai astringensia yang bekerja dengan cara menyempitkan pori-pori kulit, memperkuat struktur jaringan, serta mempercepat proses penghentian perdarahan [31]. Senyawa saponin bekerja secara sinergis untuk menstimulasi pembentukan sel-sel baru sekaligus mengontrol produksi jaringan ikat agar tidak berlebihan, sehingga mencegah terbentuknya keloid pada bekas luka. Di sisi lain, kandungan alkaloid dalam umbi ini berfungsi sebagai antiseptik alami yang efektif melindungi area luka dari kontaminasi mikroba. Hal ini selaras dengan hasil uji zona hambat yang menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi perlakuan berbanding lurus dengan kemampuan antibakterinya [27]. Hasil yang diperoleh dari uji lanjut ANOVA terhadap seluruh kelompok perlakuan (perlakuan 1-4) yaitu 0,570, 0,531, 0,471 dan 0,556 ($p > 0,05$). Hal ini telah menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan rerata yang signifikan secara statistik antar kelompok perlakuan pada setiap waktu pengamatan.

Berdasarkan data **Tabel 5**. Hasil diameter luka bakar tikus putih berikut seluruh kelompok memulai penelitian dengan diameter luka yang seragam sebesar 1,6 mm pada hari pertama. Memasuki fase awal penyembuhan pada hari ke-3, kelompok Kontrol Positif (K+) menunjukkan inisiasi penyembuhan tercepat dengan diameter mengecil menjadi 1,36 mm, diikuti oleh kelompok ekstrak konsentrasi 100% sebesar 1,43 mm. Memasuki fase proliferasi pada hari ke-9 hingga ke-11, terjadi penurunan diameter yang sangat drastis, terutama pada kelompok K+ dan ekstrak konsentrasi tinggi. Pada hari ke-11, kelompok K+ hampir mencapai kesembuhan total dengan diameter 0,17 mm, sementara

kelompok konsentrasi 100% menyusul dengan diameter 0,24 mm. Pada akhir periode pengamatan (hari ke-14), efektivitas bahan uji terlihat sangat menonjol pada kelompok konsentrasi tinggi. Kelompok Kontrol Positif (K+), ekstrak 100%, dan ekstrak 75% berhasil mencapai penyembuhan sempurna atau penutupan luka total dengan diameter 0,00 mm. Hasil ini berbanding terbalik dengan kelompok Kontrol Negatif (K-) yang masih menyisakan diameter luka sebesar 0,99 mm pada hari yang sama. Data ini secara klinis membuktikan bahwa meskipun secara uji statistik ANOVA tidak menunjukkan perbedaan ekstrem, namun secara akumulatif penggunaan ekstrak dengan konsentrasi 100% dan 75% memiliki efektivitas yang setara dengan kontrol positif dalam mempercepat kontraksi luka bakar hingga sembuh total dalam waktu 14 hari. Hal ini mendukung potensi tanaman herbal tersebut sebagai alternatif pengobatan luka bakar yang efektif dan ekonomis dibandingkan obat-obatan konvensional yang cenderung mahal.

Dalam penelitian sebelumnya [32] menunjukkan bahwa pemberian ekstrak air daun singkong (*Manihot esculenta*) pada dosis terendah 2,5 %, menunjukkan adanya aktivitas dalam penyembuhan luka bakar. Penelitian tersebut memberikan hasil konsentrasi ekstrak 5% dengan nilai diameter 38,341 cm dan persentase kesembuhan sebesar 82,24%, diikuti konsentrasi ekstrak 2,5% dengan nilai diameter 38,947 cm dan persentase kesembuhan sebesar 78,37%. Meskipun terdapat berbagai variabel yang dapat memengaruhi pemulihan jaringan, dalam penelitian ini seluruh faktor eksternal dan internal tersebut telah dikendalikan secara ketat oleh peneliti. Pengontrolan variabel ini bertujuan untuk meminimalisir gangguan selama proses observasi, sehingga memungkinkan percepatan proses penyembuhan luka bakar pada subjek tikus menjadi lebih singkat dan hasil yang diperoleh lebih akurat. Berdasarkan pembahasan di atas, telah menunjukkan bahwa pemulihan infeksi kulit sangat bergantung pada kondisi fisiologis hewan uji. Hal ini dikarenakan kulit berfungsi sebagai pelindung fisik utama yang mampu memberikan respons imun secara cepat dalam melawan agen patogen. Melalui mekanisme pertahanan tersebut, kulit bekerja secara aktif untuk mengeliminasi mikroorganisme berbahaya dari lapisan epidermis maupun dermis.

VII. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian kesimpulan yang diperoleh yaitu hal ini telah menunjukkan bahwa ekstrak umbi singkong memiliki aktivitas antibakteri yang cukup kuat terhadap bakteri *S.aureus* serta menunjukkan potensi dalam mempercepat penyembuhan luka bakar pada hewan uji. Hasil uji antibakteri menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi ekstrak umbi singkong berbanding lurus dengan besarnya zona hambat terhadap *S.aureus*. Konsentrasi 25% menunjukkan aktivitas resisten, 50% sedang, sedangkan 75% dan 100% tergolong sensitif hingga sangat kuat dengan zona hambat >21 mm. Hasil analisis uji lanjut ANOVA telah menunjukkan nilai terhadap seluruh kelompok perlakuan (perlakuan 1-4) yaitu 0,570, 0,531, 0,471 dan 0,556 ($p > 0,05$). Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan antar perlakuan yang tidak signifikan. Terjadinya peningkatan pada penyembuhan diameter luka bakar tikus putih disebabkan oleh konsentrasi ekstrak umbi singkong 100% dan 75%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada petugas laboratorium dan rekan kerja serta sivitas akademik Prodi Teknologi Laboratorium Medis FIKES UMSIDA dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFERENSI

- [1] A. K. Abbas, A. H. Lichtman, dan S. Pillai, *Cellular and Molecular Immunology*, 8th ed. Philadelphia: Elsevier/Saunders, 2014.
- [2] Y. R. S. Dewi, "Burn Injury: General Concepts And Investigation Based on Antemortem and Postmortem Of Clinical Injury." *Jurnal Harian Regional*, vol. 2, no. 7, 2021.
- [3] K. W. D. Nugraha., "Profil Kesehatan Indonesia Kementerian Kesehatan RI" Kemenkes RI, 2023 (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, Jakarta) Buku pedoman.
- [4] I. M. M. Rumayar, P. V. Y. Yamlean, dan H. J. Edy, "Formulasi dan Uji Krim Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*) Terhadap Luka Bakar pada Kelinci (*Oryctolagus cuniculus*)," *Pharmakon: Jurnal Ilmiah Farmasi*, vol. 1, no. 1, pp. 14–20, 2012.

- [5] J. L. Anggowarsito, "Luka Bakar Sudut Pandang Dermatologi," *Jurnal Widya Medika*, vol. 2, no. 2, pp. 115–120, 2014, doi: 10.33508/JWM.V2I2.852.
- [6] U. Hasanah, A. A. Irwan., and R. Malli "Tingkat Pengetahuan Tentang Penanganan Luka Bakar pada Tim Bantuan Medis," *Jurnal Ilmiah Kesehatan*, vol. 2, no. 2, 2023.
- [7] W. Mahdani, S. R. X, and M. A. X, "Evaluasi Kejadian Infeksi pada Pasien Luka Bakar yang Dirawat Inap di RSUD dr. Zainoel Abidin," *J Med Sci*, vol. 3, no. 2, pp. 71–79. 2023, doi: 10.55572/jms.v3i2.69.
- [8] I. Rinella, I. Mustika, and C. Surlanti, "Uji Daya Hambat Perasan Lengkuas Merah (*Alpinia purpurata*) (Vicill.) (K.Sch.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*," *Health and Contemporary Technology Journal*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [9] L. Wibawani, E. S. Wahyuni, dan Y. W. Utami, "Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Melati (*Jasminum sambac* L. Ait) secara Topikal terhadap Peningkatan Kontraksi Luka Bakar Derajat II A pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) Galur Wistar," *Majalah Kesehatan*, vol. 2, no. 4, pp. 123–130, 2015.
- [10] D. A. Delarosa dan S. Wulansari, "Uji Efektivitas Gel Ekstrak Etanol Daun Ubi Kayu (*Manihot utilissima* Crantz) terhadap Luka Bakar Derajat Tiga (3) pada Marmut Jantan (*Cavia cobaya*)," *Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda (JIFI)*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7. 2019.
- [11] E. Salim, *Mengolah Singkong Menjadi Tepung Mocaf : Bisnis Produk Alternatif Pengganti Terigu*. Bangkalan: LilyPublisher, 2011.
- [12] N. Faezah, S. Aishah, and U. Kalsom, "Comparative Evaluation of Organic and Inorganic Fertilizers on Total Phenolic, Total flavonoid, Antioxidant Activity and Cyanogenic Glycosides in Cassava (*Manihot esculenta*)," *Afr J Biotechnol*, vol. 12, no. 18, pp. 2414–2421, 2013, doi: 10.5897/AJB12.1248.
- [13] P. Handiwianta, "Mutu Fisik Gel Ekstrak Umbi Singkong (*Manihot esculenta*) sebagai Sediaan Topikal," Skripsi, Akademi Farmasi Putera Indonesia Malang, 2017.
- [14] A. L. Dela Cruz, N. J. L. Buendia, and R. B. J. Condes, "Antibacterial Activity of *Cassava manihot esculenta* Leaves Extract Against *Escherichia coli*," *American Journal of Environment and Climate*, vol. 1, no. 2, pp. 23–30, Aug. 2022, doi: 10.54536/ajec.v1i2.484.
- [15] A. M. Ningrum, "Uji Efektivitas Ekstrak Daun Putri Malu (*Mimosa Pudica* Linn) Dalam Menghambat Pertumbuhan Bakteri *Neisseria Gonorrhoeae* dengan Metode Kirby Bauer", Skripsi Politeknik Kesehatan Kendari, 2020.
- [16] A. Dwi Aristyawan and N. Erma Sugijanto, "Potensi Antibakteri dari Ekstrak Etanol Spons Agelas cavernosa," *Jurnal Farmasi Dan Ilmu Kefarmasian Indonesia*, vol. 4, no. 1, p. 39, 2017.
- [17] C. and L. S. I. (CLSI), *Performance Standards for Antimicrobial Susceptibility Testing*, vol. 42, no. 2. 2022
- [18] C. S. Rini, J. Rohmah, and L. Y. Widyaningrum, "Efektivitas Kunyit (*Curcuma longa* Linn) terhadap *Escherichia coli* dan *Bacillus subtilis*," *Journal of Medical Laboratory Science/Technology*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2018, doi: 10.21070/medicra.v1i1.1546.
- [19] R. D. Utami, "Efektivitas Gel Ekstrak Daun Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar Pada Tikus Putih Yang Diinfeksi *Staphylococcus aureus*". JIIS (*Jurnal Ilmiah Ibnu Sina*), vol. 10, no 1, 2025.
- [20] P. K Dewi, "Aktivitas Antibakteri Daging Buah Alpukat Dan Ekstrak Etanol Daging Buah Alpukat (*Persea Americana* Mill) Terhadap *Escherichia coli*", JIFS (*Jurnal Ilmiah Farmasi Simplisia*), vol. 2, no 1, 2022.
- [21] P. P Aristyanti, "Rendemen Dan Karakteristik Ekstrak Pewarna Bunga Kenikir (*Tagetes erecta* L.) Pada Perlakuan Jenis Pelarut Lama Esktraksi", *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, vol. 5 no 3, September 2017.
- [22] W. Heri, "Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi dan Sokhletasi Terhadap Rendemen Ekstrak Batang Turi (*Sesbania Grandiflora* L.)", IJPNP (*Jurnal Farmasi dan Produk Alami Indonesia*), vol. 5, no 1, Maret 2022.
- [23] M. Ngajow, "Pengaruh Antibakteri Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*) terhadap Bakteri *Staphylococcus*

aureus secara in vitro”, *Jurnal Fakultas Mipa Unsrat*, vol. 2, no 2, November 2013.

- [24] O. Moses, “Antidiabetic Activity of Methanol Leaf Extract of *Manihot esculenta crantz* (*Cassava leaf*) in Alloxan induced Diabetic mice: A Potential Alternative for Diabetes Mellitus Treatment”, *African Journal Biological Science*, vol. 6, no. 14. 2024.
- [25] S. Widjaja, “Efficacy of Antibacterial Properties of *Manihot esculenta crantz* Peel Extract Against *Staphylococcus aureus*”, *Journal of Widya Medika Junior*, vol. 7, no. 2. 2025.
- [26] S. Sahreni, Isralmida, dan M. R. Sururi, “Uji Aktivitas Antibakteri Etanol Daun Singkong (*Manihot esculenta*) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Sumatera Utara* vol. 19, no. 1. 2020.
- [27] N. Sukma, “Uji Efektivitas Gel Sarang Burung Walet Putih (*Aerodramus fushipagus*) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar yang Terinfeksi Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Mencit Putih Jantan,” *Skripsi*, Program Studi Farmasi, Universitas Islam Sultan Agung Semarang, 2023
- [28] T. Sentat, and R. Permatasari, “Uji Aktvitas Ekstrak Etanol Daun Alpukat (*Persea americana Mill.*) Terhadap Penyembuhan Luka Bakar Pada Punggung Mencit Putih Jantan (*Mus musculus*)”, *Jurnal Ilmiah Manuntung*, vol. 1, no. 2. 2015
- [29] H. Rahman, R. Jannah, Elisma, and F. Sani, “Uji Preklinik: Aktivitas Penyembuhan Luka Bakar Esktrak Air Daun Singkong (*Manihot esculenta*)”, *Jurnal Pharmascience*, Vol. 9, No. 2, Oktober 2022.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.