

Formulation of Antibacterial Gel Preparation from Robusta Coffee Bean Extract (*Coffea Canephora* L.) as a treatment for Diabetes Wounds

Formulasi Sediaan Gel Antibakteri Dari Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.) Sebagai pengobatan luka diabetes

Jesika Nopa Yanti Br.Nainggolan^a, Novitaria Br Sembiring^{b,c*}, Vera Estefania Kaban^{b,c}

^a Bachelor of Clinical Pharmacy, Faculty of Health Sciences, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia.

^b Department of Clinical Pharmacy, Faculty of Health Sciences, Universitas Prima Indonesia, Medan, Indonesia.

^c PUI Phyto Degenerative & Lifestyle Medicine, Universitas Prima Indonesia.

*Corresponding Authors: novitariabrsembiring@unprimdn.ac.id

Abstract

Diabetic wounds are chronic wounds that are susceptible to bacterial infection and therefore require optimal therapy. Robusta coffee beans (*Coffea Canephora* L.) are known to contain various active compounds, including polyphenols, alkaloids, and flavonoids, which have antibacterial potential. This study aimed to develop a gel preparation based on Robusta coffee bean extract and to assess its antibacterial activity against *Staphylococcus epidermidis* and its physical properties. The extract was obtained through a maceration process using 96% ethanol and then formulated into three concentration variations: F1 (30%), F2 (50%), and F3 (75%). The tests included phytochemical screening, organoleptic evaluation, homogeneity, pH, spreadability, and antibacterial activity testing using the disc diffusion method. The screening results indicated the presence of flavonoids, alkaloids, tannins, and terpenoids in the extract. All gel formulations had good physical properties, with a pH ranging from 5.42 to 6.33 and a spreadability of 5.0 to 6.7 cm. Antibacterial activity increased with increasing extract concentration, indicated by the inhibition zone diameters of 11.98 mm (F1), 17.76 mm (F2), and 18.49 mm (F3), respectively. Thus, the Robusta coffee bean extract gel preparation meets the topical physical requirements and has the potential to be used as an alternative therapy for diabetic wounds.

Keywords: Robusta Coffee Beans, Mediklin Gel, Antibacterial, Diabetic Wounds, *Staphylococcus epidermidis*.

Abstrak

Luka diabetes termasuk luka kronis yang mudah terinfeksi bakteri sehingga membutuhkan terapi yang optimal. Biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) diketahui mengandung berbagai senyawa aktif, antara lain polifenol, alkaloid, dan flavonoid yang berpotensi sebagai antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun sediaan gel berbasis ekstrak biji kopi robusta serta menilai aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis* dan mutu fisiknya. Ekstrak diperoleh melalui proses maserasi menggunakan etanol 96%, kemudian diformulasikan menjadi tiga variasi konsentrasi, yaitu F1 (30%), F2 (50%), dan F3 (75%). Pengujian meliputi skrining fitokimia, evaluasi organoleptik, homogenitas, pH, daya sebar, serta uji aktivitas antibakteri dengan metode difusi cakram. Hasil skrining menunjukkan adanya kandungan flavonoid, alkaloid, tanin, dan terpenoid pada ekstrak. Seluruh formula gel memiliki sifat fisik yang baik dengan nilai pH berkisar 5,42–6,33 dan daya sebar 5,0–6,7 cm. Aktivitas antibakteri meningkat seiring kenaikan konsentrasi ekstrak, ditunjukkan oleh diameter zona hambat berturut-turut sebesar 11,98 mm (F1), 17,76 mm (F2), dan 18,49 mm (F3). Dengan demikian, sediaan gel ekstrak biji kopi robusta memenuhi persyaratan fisik topikal dan berpotensi digunakan sebagai alternatif terapi luka diabetes.

Kata Kunci: Biji Kopi Robusta, Gel Mediklin, Antibakteri, Luka Diabetes, *Staphylococcus epidermidis*.



Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** – You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** – You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** – If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the [Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\) License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Article History:
Received: xxxxx, Revised: Accepted: xxxxx, Available Online : xxxxx.
QR access this Article

<https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i1.1409>

Pendahuluan

Permasalahan kesehatan yang mendunia saat ini adalah penyakit diabetes melitus yang merupakan penyebab kenaikan angka kematian di dunia. World Health Organization (WHO) menyebutkan bahwa Indonesia menempati peringkat ke-7 negara penyandang penderita diabetes melitus, dan diperkirakan pada tahun 2030 mendatang diperkirakan akan terjadi peningkatan penderita mencapai 21,3 juta penderita (Kemenkes, 2020)[1]. Penderita ulkus kaki diabetes di Indonesia sekitar 15% dengan angka amputasi mencapai 30% dan angka kematian 32%. Permasalahan ini dapat mempengaruhi kualitas hidup serta kondisi ekonomi bagi penderita[2].

Luka diabetes merupakan luka yang sering terjadi pada penderita diabetes dengan gejala umum hiperglikemi yang kronis sehingga menimbulkan kerusakan pada organ. Luka diabetes yang tidak mendapatkan pengobatan dan perawatan akan mudah terinfeksi bakteri secara cepat, meluas dan dalam keadaan lebih lanjut menyebabkan gangrene diabetik[3]. Kadar glukosa darah yang tinggi di dalam darah menyebabkan penderita diabetes melitus mengalami penyembuhan luka yang lebih lama dibandingkan dengan keadaan normal[4].

Beberapa dampak dan efek dari luka diabetes yang dapat terjadi yaitu, hilangnya sebagian atau bahkan seluruh fungsi jaringan dan organ yang mengalami luka, perdarahan, gangguan hematologi, timbulnya beberapa respon saraf simpatis, serta kemungkinan terjadinya kontaminasi lebih kronis yang dapat mengakibatkan kematian dari beberapa sel-sel penting. Penderita DM mengalami penyembuhan luka yang lebih lama dibanding dengan manusia normal. Hal ini karena luka pada kondisi DM termasuk dalam luka kronis akibat perpanjangan fase penyembuhan luka yaitu haemostasis, inflamasi, proliferasi, dan remodelling[5].

Penyembuhan luka pada penderita diabetes juga dapat terhambat karena kadar glukosa yang tinggi dalam darah, yang memperlambat proses regenerasi jaringan dan meningkatkan kerentanannya terhadap infeksi bakteri. Infeksi pada luka diabetes seringkali disebabkan oleh bakteri patogen yang resisten terhadap antibiotik, sehingga penggunaan antibiotik konvensional kadang tidak efektif dalam menangani infeksi tersebut. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif pengobatan yang lebih efektif, aman, dan ramah lingkungan untuk membantu mempercepat penyembuhan luka pada penderita diabetes. Oleh karena itu diperlukan penanganan dalam penyembuhan luka secara mendalam. Penyembuhan luka adalah suatu proses yang kompleks yang melalui beberapa tahapan, yaitu koagulasi, inflamasi, proliferasi, dan remodelling. Penyembuhan luka dipengaruhi oleh beberapa faktor, termasuk jenis obat-obatan yang digunakan. Penyembuhan luka dapat dilakukan secara tradisional maupun modern[6].

Salah satu pengobatan modern yang menjanjikan dalam penyembuhan luka adalah pemanfaatan bahan alami dengan sifat antibakteri. Metabolit sekunder seperti tanin, terpenoid, alkaloid, dan flavonoid yang dihasilkan oleh tumbuhan tingkat tinggi merupakan sumber senyawa aktif biologis yang melimpah yang dapat menjadi dasar pengembangan bahan kimia baru untuk farmasi. Salah satu pendekatan yang menarik adalah penggunaan bahan alami dengan sifat antibakteri. Salah satu bahan alami yang memiliki potensi sebagai antibakteri adalah ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.). Kopi robusta, yang lebih dikenal sebagai bahan baku minuman kopi, ternyata mengandung senyawa bioaktif yang memiliki berbagai manfaat kesehatan. Ekstrak biji kopi robusta kaya akan senyawa polifenol, alkaloid, dan flavonoid yang memiliki aktivitas antibakteri, antiinflamasi, dan antioksidan. Senyawa-senyawa ini dapat membantu mengatasi infeksi pada luka, mengurangi peradangan, serta meningkatkan proses penyembuhan luka.

Pemanfaatan ekstrak biji kopi robusta dalam penanganan luka diabetes sangat krusial mengingat kemampuan sinergis senyawa bioaktifnya dalam mengintervensi hambatan penyembuhan akibat diabetes melitus. Aktivitas alkaloid dan tanin secara efektif memitigasi risiko infeksi serta pembentukan biofilm di area luka yang terpapar kondisi hiperglikemia. Secara simultan, komponen flavonoid menekan respon peradangan berkepanjangan, yang memungkinkan transisi luka menuju tahapan perbaikan jaringan. Didukung oleh polifenol, terutama asam klorogenat, stres oksidatif pada sel fibroblas dapat diminimalisir sehingga produksi kolagen meningkat. Validasi empiris dari peneliti terdahulu mengonfirmasi bahwa integrasi zat-zat ini secara signifikan memacu pemulihan luka kronis yang umumnya resisten terhadap pengobatan standar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan formulasi sediaan gel antibakteri dari ekstrak biji kopi robusta yang dapat digunakan untuk pengobatan luka pada penderita diabetes. Fokus utama penelitian ini mencakup evaluasi mendalam terhadap efektivitas biologis dan aspek keamanan sediaan dalam memacu percepatan regenerasi jaringan serta memitigasi risiko infeksi bakteri yang umum terjadi pada luka kronis. Melalui eksplorasi potensi fitokimia ekstrak kopi robusta, penelitian ini berupaya menyediakan alternatif agen terapeutik yang aplikatif dan stabil untuk mengatasi kompleksitas penyembuhan luka diabetik. Secara spesifik, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi sifat fisik serta aktivitas antibakteri sediaan gel ekstrak biji kopi robusta sebagai terapi potensial untuk luka diabetes.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium dengan uji aktivitas antibakteri dari sediaan gel yang diformulasikan menggunakan ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora L.*) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode difusi cakram (disk diffusion).

Bahan Dan Peralatan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya adalah bakteri *Staphylococcus epidermidis*, Media NA (Natrium Agar), Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora L.*), Aquadest, Etanol 96%, Gliserin, Karbopol 940, Propilen Glikol, Trietonamin (TEA), dan untuk kontrol positif digunakan gel antibiotik yaitu Clindamycin gel 1,2%.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Timbangan analitik, Hot plate, Penggiling/Blender, Rotary evaporator, Batang pengaduk, Pipet ukur, Beaker glass, Kertas saring, Penangas air, Oven, pH meter, Autoclave, Cakram uji antibiotic, Alat ukur zona hambat, Cawan petri, Jangka sorong, Jarum oce, Lampu spiritus, Pinset, Tabung reaksi.

Persiapan Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora L.*)

Biji kopi yang telah dipilih dengan baik dicuci terlebih dahulu dengan cara merendam biji kopi agar kotoran-kotoran yang menempel hilang. Kemudian dikeringkan dan dihaluskan menggunakan blender agar mempermudah proses ekstraksi. Setelah kering, kopi diayak dengan ayakan mesh 80 dan ditimbang dengan bobot tertentu untuk siap dilakukan proses ekstraksi. Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96%. Biji kopi robusta yang sudah halus ditimbang sebanyak 650 gram, kemudian di rendam dengan pelarut etanol 96%, (1:10) selama 3x24 jam sambil dilakukan sesekali pengadukan (diaduk 3 kali sehari) di simpan dalam keadaan tertutup rapat dan terlindung dari cahaya matahari. Setelah itu disaring menggunakan corong yang dilapisi kertas saring untuk memisahkan filtrat dan ampasnya, filtrat yang diperoleh dikumpulkan lalu diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu 60-70°C dan tekanan sekitar 400-500 mmHg. Setelah di peroleh ekstrak kental, kemudian ditimbang untuk menghitung rendamen yang diperoleh yaitu persentase bobot (b/b) antara rendamen dengan bobot serbuk simplisia yang digunakan[9].

Pengenceran Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora L.*)

Proses penyiapan variasi konsentrasi uji dilakukan melalui teknik pengenceran bertingkat terhadap ekstrak kental biji kopi robusta hasil maserasi. Ekstrak kental murni diencerkan menggunakan pelarut akuades steril hingga diperoleh seri konsentrasi sebesar 30%, 50%, dan 75% (b/v). Perhitungan volume pelarut yang ditambahkan didasarkan pada rumus pengenceran untuk memastikan akurasi kadar senyawa bioaktif

dalam setiap kelompok perlakuan. Pada konsentrasi 30% dalam 10 ml di timbang sebanyak 0,8 gram ekstrak kental biji kopi robusta dalam cawan diatas timbangan digital, kemudian ditambahkan aquadest sedikit-demi sedikit sambil diaduk hingga ekstrak larut sempurna. Lalu di ad kan dengan aquadest hingga volumenya 10 ml. Pada konsentrasi 50% dalam 10 ml ditimbang sebanyak 1 gram ekstrak kental biji kopi robusta dalam cawan diatas timbang digital, kemudian ditambahkan aquadest sedikit-demi sedikit sambil diaduk hingga ekstrak larut sempurna. Lalu di ad kan aquadest hingga volumenya 10 ml. Pada konsentrasi 75% dalam 5 ml ditimbang sebanyak 1,5 gram ekstrak kental biji kopi robusta dalam cawan diatas timbang digital, kemudian ditambahkan aquadest sedikit-demi sedikit sambil diaduk hingga ekstrak larut sempurna. Lalu di ad kan dengan aquadest hingga volumenya 10 ml[10].

Skrining Fitokimia

Alkaloid

Sejumlah sampel sebanyak ± 2 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi ditetesi dengan 1 ml HCl 2 N dipanaskan kemudian didinginkan. Tambahkan dengan pereaksi Mayer. Identifikasi positif mengandung alkaloid jika membentuk endapan putih.

Flanonoid

Sejumlah sampel sebanyak ± 2 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi. Ditambahkan pada sampel berupa serbuk Magnesium 2 mg dan di berikan 3 tetes HCl pekat. Sampel dikocok dan diamati perubahan yang terjadi, terbentuknya warna merah, kuning atau jingga pada larutan menunjukkan adanya flavonoid.

Saponin

ejumlah sampel sebanyak ± 2 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu tambahkan 1 tetes HCl 2N dan kocok hingga kuat selama 10 detik. Uji positif ditunjukkan dengan terbentuknya buih yang stabil setinggi 1-10 cm selama tidak kurang dari 10 menit.

Tanin

Sejumlah sampel sebanyak ± 2 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi, tambahkan aquadest hingga warna pudar, tambahkan 2-3 tetes larutan $FeCl_3$. Jika terjadi warna biru tua atau hitam kehijauan menunjukkan adanya tanin.

Terpenoid dan Steroid

Sejumlah sampel sebanyak ± 2 ml dimasukkan kedalam tabung reaksi, lalu ditambahkan CH_3COOH glasial sebanyak 2 tetes dan H_2SO_4 pekat sebanyak 2 tetes. Kocok perlahan dan diamkan beberapa menit. Adanya steroid ditunjukan oleh warna biru atau hijau, sedangkan terpenoid memberikan warna merah atau ungu.

Tabel 1. Formulasi Sediaan Gel Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.)

Bahan	Fungsi	Konsentrasi (%)		
		F1 (30%)	F2 (50%)	F3 (75%)
Ekstrak Biji Kopi Robusta	Zat Aktif	30%	50%	75%
Karbopol 940	Basis Gel	1%	1%	1%
Trietonalamin	Alkalizing Agent	1%	1%	1%
Propilen Glikol	Humektan	6%	6%	6%
Gliserin	Emolient	5%	5%	5%
Metil Paraben	Pengawet	0,1%	0,1%	0,1%
Aquadest ad	Pelarut	Ad 100	Ad 100	Ad 100

Untuk pembuatan Gel, Karbopol 940 dilarutkan dengan menggunakan air panas lalu digerus hingga homogen, ditambahkan TEA lalu digerus hingga homogen. Selanjutnya ditambahkan propilen glikol dan gliserin sambil diaduk hingga homogen. Kemudian ekstrak yang sudah ditimbang dilarutkan dengan aquadest, lalu dimasukkan sedikit demi sedikit kedalam lumpang yang berisi karbopol, TEA, Propilen glikol, dan gliserin sambil diaduk hingga homogen. Tambahkan aquadest ad 10 ml, lalu masukkan kedalam wadah yang telah disiapkan[11]. Pemilihan konsentrasi 30%, 50% dan 75% didasarkan pada hasil uji pra-formulasi. Data menunjukkan bahwa metabolit sekunder biji kopi robusta khususnya golongan fenolik dan flavonoid menuntut konsentrasi tinggi agar aktivitas antibakterinya tetap bekerja maksimal meski telah terdispersi kedalam sediaan gel. Pada teknik inkorporasi dilakukan dengan cara mengencerkan ekstrak kental menggunakan peningkatan kelarutan sebelum dicampur kedalam basis gel secara perlahan. Prosedur ini

krusial untuk memastikan kestabilan sistem dan mencegah terjadinya pengendapan atau pemisahan komponen. Pemilihan konsentarsi yang tinggi ini tetap menunjukkan formula terbukti secara empiris memenuhi kriteria mutu fisik sediaan topikal (organoleptis, viskositas, dan daya sebar), sehingga basis gel dinyatakan mampu menginkorporasi ekstrak secara stabil.

Uji Formulasi Sediaan Gel

Uji Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan pengamatan secara visual dengan mengoleskan 0,5 gram gel pada object glass, diamati perubahan bau, bentuk, dan warna dari sediaan gel yang dihasilkan. Gel umumnya memiliki bentuk setengah padat[11].

Uji Homogenitas

Pengujian homogenitas dilakukan secara visual dengan mengoleskan gel ke object glass, lalu mengamati di bawah pencahayaan untuk mengecek apakah warnanya tercampur dengan baik atau tidak. Homogenitas dinilai dari ketiadaan partikel kasar dalam sediaan.

Uji Daya Sebar

Pengujian ini menggunakan peralatan seperti dua cawan petri, timbangan gram, dan jam pengukur (stopwatch). Langkah pertama adalah menimbang 1 gram gel, lalu diletakkan di atas salah satu cawan petri, sementara cawan lainnya diletakkan di atas gel selama 1 menit. Setelah itu, diameter gel yang telah menyebar diukur dan dicatat. Selanjutnya, diberikan tambahan beban bertahap sebesar 50 gram, 100 gram, dan 150 gram. Setiap kali beban ditambahkan, gel dibiarkan selama 1 menit sebelum diameter penyebarannya diukur kembali seperti sebelumnya. Pengujian ini dilakukan pada hari yang sama dengan waktu pembuatan gel[12].

Uji pH

Pengujian pH sediaan gel dilakukan menggunakan alat pH meter, dengan cara mencelupkan elektroda pH meter ke dalam formula gel. Setelah itu, perangkat diaktifkan hingga angka pH muncul di layar. Nilai pH yang tertera kemudian dicatat sesuai hasil yang ditunjukkan oleh pH meter[12].

Uji Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri pada penelitian ini dilakukan terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*, yang diketahui berperan sebagai salah satu mikroorganisme penyebab infeksi pada luka diabetes. Pengujian dilakukan menggunakan metode difusi cakram (Kirby–Bauer) dengan tujuan menilai kemampuan antibakteri sediaan gel berdasarkan terbentuknya zona hambat di sekitar cakram uji.

Seluruh peralatan gelas disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit, sedangkan peralatan logam seperti pinset dan ose disterilkan melalui pemijaran menggunakan api bunsen untuk menjaga kondisi kerja tetap steril. Media Nutrient Agar (NA) disiapkan dengan melarutkan 10,08 g serbuk NA ke dalam 360 mL akuades hingga homogen, kemudian disterilkan dalam autoklaf. Media yang telah steril dituangkan secara aseptik ke dalam cawan petri masing-masing sebanyak 45 mL dan dibiarkan hingga memadat. Standarisasi kekeruhan suspensi bakteri dilakukan menggunakan larutan McFarland 0,5 yang dibuat dari pencampuran 9,95 mL H₂SO₄ 1% dengan 0,05 mL BaCl₂·2H₂O 1,75%. Suspensi bakteri diperoleh dengan memasukkan satu ose koloni *Staphylococcus epidermidis* ke dalam 10 mL larutan NaCl 0,9% sampai diperoleh kekeruhan yang setara dengan standar McFarland tersebut. Suspensi ini kemudian diinokulasikan secara merata ke seluruh permukaan media NA[13].

Kertas cakram steril berdiameter 6 mm direndam dalam 20 µL fraksi etil asetat dengan variasi konsentrasi. Sebagai pembanding, digunakan mediklin sebagai kontrol positif dan basis gel tanpa ekstrak sebagai kontrol negatif. Seluruh cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24–48 jam.

Setelah inkubasi, zona bening yang terbentuk di sekitar cakram diamati dan diukur menggunakan jangka sorong. Pengukuran dilakukan pada diameter horizontal dan vertikal, kemudian dirata-ratakan dan dikurangi dengan diameter cakram. Nilai diameter zona hambat yang diperoleh menggambarkan tingkat sensitivitas bakteri terhadap sediaan uji dan selanjutnya dikategorikan berdasarkan kriteria aktivitas antibakteri[14].

Hasil Dan Pembahasan

Hasil Determinasi

Berdasarkan hasil determinasi yang dilakukan di Herbarium Medanense (MEDA) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara, yang menunjukkan bahwa bagian tanaman yang digunakan adalah Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora*). Berdasarkan hasil uji yang telah dilakukan dinyatakan bahwa Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.) dengan hasil sebagai berikut: Kingdom: Plantae, Divisi: Magnoliophyta, Kelas: Magnoliopsida, Ordo: Gentianales, Famili: Rubiaceae, Genus: *Coffea*, Spesies: *Coffea Canephora* L. (sering disebut juga *Coffea Robusta*)

Hasil Ekstraksi

Berdasarkan data penelitian, proses maserasi terhadap 650 g simplisia biji kopi robusta menggunakan pelarut etanol 96% menghasilkan ekstrak kental sebanyak 73 g dengan persentase rendemen sebesar 11,23%. Pemilihan etanol 96% dinilai sesuai karena memiliki karakteristik kelarutan yang luas, yakni bersifat polar tetapi juga memiliki gugus non-polar, sehingga mampu mengekstraksi beragam metabolit sekunder yang terkandung dalam biji kopi. Mengacu pada Farmakope Herbal Indonesia, pelarut ini efektif melarutkan senyawa flavonoid, alkaloid seperti kafein, senyawa polifenol termasuk asam klorogenat, serta tanin yang merupakan komponen utama biji kopi robusta[15].

Nilai rendemen sebesar 11,23% menunjukkan bahwa fraksi senyawa yang dapat larut dalam etanol menyumbang sekitar sepersepuluh dari bobot bahan awal. Besarnya rendemen dipengaruhi oleh ukuran partikel simplisia, di mana semakin kecil ukuran serbuk maka semakin besar luas permukaan kontak dengan pelarut sehingga proses difusi senyawa dari matriks sel ke dalam pelarut berlangsung lebih optimal. Selain itu, hasil tersebut juga mencerminkan bahwa proses pengeringan simplisia telah dilakukan secara memadai. Kandungan air yang tinggi pada bahan dapat menyebabkan penurunan efektivitas etanol akibat terjadinya pengenceran sehingga kemampuan pelarut dalam menarik senyawa aktif menjadi berkurang.

Rendemen yang diperoleh merupakan akumulasi dari seluruh komponen terlarut yang bersifat bioaktif. Dengan rendemen yang relatif tinggi dan diperoleh melalui prosedur yang tepat, maka potensi kandungan senyawa antibakteri seperti polifenol dan kafein dalam formulasi gel yang dihasilkan diharapkan semakin besar.

Tabel 2. Hasil Uji Skrining Fitokimia Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.)

No	Senyawa	Pereaksi	Hasil
1	Flavonoid	NaOH 1%	+
2	Alkaloid	Mayer, Bouchardat, Dragendorff	+
3	Saponin	Etanol, Aquadest	-
4	Tanin	Etanol, FeCl ₃	+
5	Terpenoid	Asetat Anhidrat H ₂ SO ₄	+

Keterangan:

+ = Mengandung Senyawa

_ = Tidak Mengandung Senyawa

Hasil uji skrining fitokimia pada ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) menunjukkan adanya kandungan senyawa flavonoid, alkaloid, tanin, dan terpenoid, yang ditandai dengan hasil positif (+), sedangkan Hasil senyawa saponin menunjukkan hasil negatif (-). Keberadaan senyawa-senyawa bioaktif tersebut menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta memiliki potensi farmakologis, khususnya sebagai agen antibakteri. Uji flavonoid menggunakan pereaksi NaOH 1% menunjukkan hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna, menandakan adanya senyawa flavonoid dalam ekstrak. Beberapa penelitian melaporkan bahwa kandungan flavonoid dalam biji kopi berperan penting dalam aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif, termasuk *Staphylococcus epidermidis*[16]. Hasil positif pada uji alkaloid dengan pereaksi Mayer, Bouchardat, dan Dragendorff menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta mengandung alkaloid. Keberadaan alkaloid ini memperkuat potensi ekstrak sebagai antibakteri alami. Pada uji Saponin di dapatkan hasil negatif, yang mana pada saat pengocokan sampel tidak menghasilkan busa. Adapun alasan nya dikarenakan jika kadar saponin berada dibawah batas deteksi metode, maka busa tidak terbentuk dengan stabil dan dinyatakan negative, meskipun sebenarnya terdapat namun dalam jumlah yang kecil. Uji tanin menggunakan pereaksi FeCl₃ memberikan hasil positif yang ditandai dengan perubahan warna gelap. Kandungan tanin dalam biji kopi robusta dilaporkan berkontribusi terhadap efek antibakteri dan antioksidan.

Uji terpenoid dengan pereaksi asetat anhidrat dan asam sulfat pekat juga menunjukkan hasil positif. Kehadiran terpenoid dalam ekstrak biji kopi robusta semakin mendukung potensi ekstrak sebagai bahan aktif antibakteri.

Tabel 3. Hasil Uji Ekstrak Antibakteri Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*

Konsentrasi Ekstrak %	Zona Hambat (mm)
30%	20,61 mm
50%	21,13 mm
75%	24,80 mm

Berdasarkan hasil uji aktivitas antibakteri ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*, diperoleh aktivitas zona hambat yang meningkat pada kenaikan konsentrasi ekstrak. Pada konsentrasi 30% dihasilkan zona hambat sebesar 20,61 mm, konsentrasi 50% sebesar 21,13 mm, dan konsentrasi 75% sebesar 24,80 mm. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta memiliki efektivitas antibakteri yang nyata terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Berdasarkan diameter zona hambat yang dihasilkan ekstrak biji kopi robusta menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat, terutama pada konsentrasi 75%. Berdasarkan hasil peneliti terdahulu dinyatakan bahwa perbedaan diameter zona hambat pada masing-masing konsentrasi disetiap perlakuan disebabkan oleh beberapa faktor yang terdiri dari media kultur, kepekaan bakteri Ph dan waktu dan terutama pada konsentrasi ekstrak[17].

Tabel 4. Hasil Uji Gel Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L.) Terhadap Bakteri *Staphylococcus epidermidis*.

Perlakuan	Diameter Zona Hambat (mm)				
	Reflikasi				Rata-rata (mm)
	I (mm)	II (mm)	III (mm)	Total (mm)	
Ekstrak 30%	11,67 mm	11,705 mm	12,585 mm	35,96 mm	11,98
Ekstrak 50%	15,685 mm	18,43 mm	19,18 mm	53,295 mm	17,76
Ekstrak 75%	16,73 mm	20,87 mm	17,87 mm	55,47 mm	18,49
Kontrol (+)	38,66 mm	38,66 mm	38,66 mm	115,98 mm	38,66
Kontrol (-)	0	0	0	0	0

Keterangan:

Kontrol Positif : Clindamycin Gel 1,2%

Kontrol Negatif : Basis Gel

Berdasarkan hasil uji gel antibakteri ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus Epidermidis* didapatkan hasil pada konsentrasi 30% diperoleh rata-rata zona hambat sebesar 11,98 mm, konsentrasi 50% diperoleh rata-rata sebesar 17,76 mm dan konsentrasi 75% diperoleh rata-rata sebesar 18,49 mm. Berdasarkan hasil ketiga konsentrasi terjadi peningkatan diameter zona hambat dengan peningkatan konsentrasi ekstrak dengan formulasi gel. Zona hambat terendah ditunjukkan pada konsentrasi 30% (11,98 mm) dan tertinggi ditunjukkan pada konsentrasi 75% (18,49 mm). Hal ini disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin kuat daya hambatnya terhadap pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*. Peningkatan daya hambat disebabkan karena semakin banyak senyawa aktif (fenol, flavonoid, atau kafein) yang terkontak dengan pertumbuhan bakteri. Dalam pengujian ini digunakan kontrol positif antibiotik Medikin yang bertujuan sebagai tolak ukur atas terbentuknya zona hambaat. Dipilih Medikin karena antibiotik ini telah terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*[18].

Tabel 5. Hasil Uji Stabilitas Gel Uji Organoleptik

Formulasi	Organoleptik		
	Warna	Aroma	Bentuk
F1 (30%)	Hijau Muda	Aroma Khas Kopi	Semi Kental
F2 (50%)	Hijau Muda	Aroma Khas Kopi	Semi Kental
F3 (75%)	Hijau Tua	Aroma Khas Kopi	Kental

Berdasarkan hasil uji organoleptik sediaan gel didapatkan hasil pada F1 (30%) warna hijau muda, aroma khas kopi dan bentuk semi kental. Pada F2 (50%) warna hijau muda, aroma khas kopi dan bentuk semi kental. Pada F3 (75%) warna hijau tua, aroma khas kopi dan bentuk kental. Pada hasil F1 dan F2 menunjukkan adanya perbedaan dengan F3 yang mana terdapat perbedaan warna dan bentuk. Perbedaan ini dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi ekstrak dalam sediaan formula. Hal ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi bahan aktif atau ekstrak gel cenderung meningkat intensitas warna sediaan karena akumulasi pigmen dan senyawa fenolik yang larut dalam gel. Konsentrasi gel atau ekstrak juga mempengaruhi kekentalan atau tekstur sediaan, dimana konsentrasi ekstrak yang bervariasi lebih tinggi menunjukkan bentuk yang lebih kental[19].

Tabel 6. Hasil Uji Homogenitas, Daya Sebar dan PH

Konsentrasi Formulasi	pH	Daya Sebar (cm)	Homogenitas
F1 30%	5,42	5,0	Homogen
F2 50%	5,53	5,5	Homogen
F3 75%	6,33	5,7	Homogen

Berdasarkan hasil uji homogenitas menunjukkan semua sediaan gel untuk setiap formula mendapatkan hasil homogen dan semua bahan tercampur secara merata dan tidak ada partikel yang menggumpal. Hasil ini menandakan bahwa ekstrak tercampur merata dalam basis gel dan sistem formulasi stabil secara fisik. Berdasarkan penelitian terdahulu hasil ini sesuai dengan syarat uji homogenitas SNI No. 06-2588 adalah harus menunjukkan susunan yang homogen dan tidak menunjukkan adanya partikel padat yang menggumpal, sehingga gel lebih mudah merata dan mudah meresap pada kulit[20].

Berdasarkan hasil yang didapat nilai pH meningkat seiring kenaikan konsentrasi formulasi, yaitu pada konsentrasi (30%) didapatkan hasil 5, pada konsentrasi (50%) didapatkan hasil 5,53, dan konsentrasi (75%) didapatkan hasil 6,33. Rentang pH tersebut masih sesuai untuk sediaan topikal dan mendekati pH fisiologis kulit. Peningkatan pH diduga dipengaruhi oleh kandungan senyawa bioaktif biji kopi robusta, terutama senyawa fenolik dan alkaloid, yang memengaruhi keseimbangan ion dalam sistem gel. Daya sebar juga meningkat seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak, dari formulasi 30% didapatkan hasil 5,0 cm, pada formulasi 50% didapatkan hasil 5,5 cm, pada formulasi 75% didapatkan 6,7 cm. Hasil ini menyatakan bahwa perubahan karakteristik fisik gel yang mendukung kemudahan aplikasi dan pemerataan sediaan pada permukaan kulit. Secara keseluruhan, seluruh formulasi gel ekstrak biji kopi robusta memenuhi persyaratan fisik sediaan topikal. Formulasi dengan konsentrasi 75% menunjukkan karakteristik fisik paling optimal, namun semua konsentrasi layak untuk pengembangan lebih lanjut.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian membuktikan bahwa pengembangan formulasi sediaan gel dari ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) menunjukkan hasil yang komprehensif baik dari aspek farmasetika maupun efektivitas biologisnya sebagai terapi luka diabetes. Ekstraksi melalui metode maserasi dengan pelarut etanol 96% berhasil memperoleh rendemen sebesar 11,23% , yang secara fitokimia terbukti mengandung senyawa aktif esensial meliputi flavonoid, alkaloid, tanin, dan terpenoid. Keberadaan senyawa-senyawa bioaktif ini menjadi fondasi utama aktivitas antibakteri, di mana pengujian terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi ekstrak berbanding lurus dengan luas zona hambat yang terbentuk, mencapai puncaknya pada konsentrasi 75% dengan diameter 24,80 mm. Ketika diinkorporasikan ke dalam basis gel, sediaan tetap mempertahankan mutu fisik yang optimal dengan homogenitas yang baik, daya sebar yang memenuhi kriteria topikal (5,0–6,7 cm), serta rentang pH (5,42–6,33) yang mendekati pH fisiologis kulit sehingga aman untuk diaplikasikan tanpa risiko iritasi. Meskipun terdapat perbedaan konsentrasi, seluruh formulasi (F1, F2, F3) tetap stabil secara organoleptik dengan aroma khas kopi dan tekstur yang mendukung proses regenerasi jaringan melalui efek hidrasi. Efektivitas antibakteri sediaan gel ini, khususnya pada formulasi konsentrasi 75% yang menghasilkan rata-rata zona hambat 18,49 mm. Keberhasilan formulasi gel berbasis ekstrak kopi robusta dalam memulihkan luka diabetes ditentukan oleh integrasi antara profil biokimia dan mutu fisik sediaan yang konsisten. Aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus epidermidis* dimungkinkan oleh kerja flavonoid dalam mendestabilisasi membran sel, tanin yang mengikat protein enzimatis bakteri, serta alkaloid yang menghambat sintesis materi genetik patogen. Adanya reduksi zona hambat pada bentuk gel dibandingkan ekstrak cair merupakan indikasi dari mekanisme controlled release di mana viskositas basis dan jaringan gelling agent berfungsi menjaga durasi kontak zat

aktif pada area luka. Secara fisikokimia, penambahan konsentrasi ekstrak secara linear meningkatkan keasaman akibat kandungan asam klorogenat dan memperkental konsistensi sediaan, sehingga daya sebar berkurang. Namun, karakteristik ini justru menguntungkan secara klinis karena menjaga kelembapan jaringan dan memastikan pH tetap selaras dengan kondisi fisiologis kulit, yang sangat penting bagi percepatan regenerasi sel pada pasien diabetes.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa ekstrak biji kopi robusta (*Coffea Canephora* L.) mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder, yaitu flavonoid, alkaloid, tanin, dan terpenoid berdasarkan uji skrining fitokimia. Senyawa-senyawa tersebut berperan penting dalam mendukung aktivitas antibakteri dari ekstrak. Uji aktivitas antibakteri menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus epidermidis*, yang ditandai dengan meningkatnya diameter zona hambat seiring dengan bertambahnya konsentrasi ekstrak. Daya hambat terbesar diperoleh pada konsentrasi 75% dengan diameter zona hambat mencapai 24,80 mm. Pada pengujian sediaan gel yang mengandung ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 30%, 50%, dan 75% juga diperoleh hasil bahwa seluruh formulasi memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Staphylococcus epidermidis*. Peningkatan konsentrasi ekstrak dalam formulasi gel memberikan efek antibakteri yang lebih kuat, di mana rata-rata diameter zona hambat tertinggi dicapai oleh formulasi dengan konsentrasi 75% sebesar 18,49 mm. Selain itu, hasil evaluasi karakteristik fisik menunjukkan bahwa seluruh sediaan gel memenuhi kriteria mutu fisik yang dipersyaratkan untuk sediaan topikal. Dengan demikian, hasil evaluasi fisik dan uji in vitro mengindikasikan bahwa gel ekstrak biji kopi robusta berpotensi untuk dikembangkan sebagai antibakteri topikal. Namun, untuk peneliti selanjutnya disarankan perlu pengembangan yang didukung dengan data tambahan dari uji stabilitas, uji iritasi kulit, dan studi in vivo pada hewan coba untuk menjaga keamanan sediaan sebelum diujikan kepada manusia.

Conflict of Interest

Seluruh proses penelitian ini dikerjakan secara independen dan transparan tanpa melibatkan konflik kepentingan apa pun. Dasar dari setiap temuan adalah hasil eksperimen yang faktual dan metodologi yang valid. Dalam mengolah data hingga analisis akhir, penulis berkomitmen penuh pada standar etika penelitian demi menjaga integritas dan kualitas karya ilmiah ini.

Acknowledgment

Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang berkontribusi atas penelitian ini. Terkhusus kepada kedua orangtua penulis karena telah mendukung finansial penelitian ini, kepada Universitas Prima Indonesia yang sudah menyediakan fasilitas laboratorium dan bimbingan akademik yang sudah diberikan selama penelitian ini dilakukan dan kepada dosen pembimbing yang sudah memberikan arahan selama penelitian.

Referensi

- [1] a. Idea, h. Journal, r. Musyaropah, and a. Supriyatna, "penyembuhan berbagai luka the effectiveness of binahong leaves (*anredera scandens* (L .) Moq) as a medicine for healing various wounds," vol. 3, no. 02, pp. 0–5, 2023.
- [2] u. Diabetikum, p. Penderita, and d. Melitus, "indonesian journal of nursing and health sciences," vol. 4, pp. 85–94, 2023.
- [3] y. Trihandayani, u. F. Rohmah, d. P. Listiani, s. M. Wijaya, a. Budiman, and c. Puspanegara, "senam kaki untuk penurunan kadar glukosa darah pada pasien diabetes melitus (literatur review)," vol. 3, no. 1, pp. 134–144, 2024.
- [4] j. Ilmiah, k. Imelda, s. Siregar, u. I. Medan, and w. Healing, "hubungan kadar gula darah sewaktu dengan proses penyembuhan luka pada pasien," vol. 6, no. 1, pp. 22–26, 2020.
- [5] c. Laras, d. Hendia, and l. Suryani, "the optimization of temperature to bacteriocin by lactobacillus acidophilus against methicillin-resistant staphylococcus aureus", doi: 10.18196/umygrace.v4i1.664.
- [6] j. Bina *et al.*, "profil nilai tekanan darah penderita diabetes melitus dengan kadar glukosa darah yang tidak

terkontrol," vol. 21, no. 2, pp. 106–115, 2025.

- [7] a. B. Wicaksana and e. Marlina, "formulasi dan uji stabilitas fisik gel ekstrak biji hijau kopi arabika (*coffea arabica* l .) Gayo berbasis carboxymethyl cellulose sodium," vol. 3, no. September, pp. 24–34, 2023.
- [8] h. Dharmawan, s. Nasri, and v. E. Kaban, "pengujian potensi aktivitas antibakteri dari daun cep-cepan (*saurauia cauliflora* dc .) Dalam formulasi sediaan gel terhadap *propionibacterium acnes*," vol. 5, 2022.
- [9] m. A. Setiawan, b. Staphylococcus, m. A. Setiawan, and s. A. Tee, "uji daya hambat ekstrak biji kopi robusta (*coffea*," vol. 6, no. 1, pp. 12–18, 2017.
- [10] e. Daun, k. Sauropus, and l. Merr, "pengaruh jumlah pelarut terhadap rendemen ekstrak daun katuk (*sauropus androgynus* l. Merr)," pp. 125–135.
- [11] s. Wahidah, g. Ayu, and r. Saputri, "formulasi dan uji stabilitas sediaan gel ekstrak etanol daun asam jawa (*tamarindus indica* l .) Dengan variasi gelling agent," vol. 10, no. 2, pp. 508–518, 2024.
- [12] d. P. Astuti, p. Husni, and k. Hartono, "farmaka formulasi dan uji stabilitas fisik sediaan gel antiseptik tangan minyak atsiri bunga lavender (*lavandula angustifolia* miller) farmaka," vol. 15, pp. 176–184.
- [13] i. M. Rahayu, g. Permata, z. Firdausi, and r. P. Rahmawati, "antibacterial effects of cayenne pepper leaves extract (*capsicum frutescens* l .) Against the responsibility of *staphylococcus epidermidis* efek antibakteri ekstrak daun cabai rawit (*capsicum frutescens* l .) Terhadap daya hambat bakteri *staphylococcus epidermidis*," pp. 14–23, 2021.
- [14] j. Kesehatan and m. Vol, "aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji kopi arabika dan robusta terhadap bakteri," vol. 6, no. 1, pp. 25–36, 2025.
- [15] v. N. Mei, "pharmacon – program studi farmasi , fmipa , universitas sam ratulangi , volume 11 nomor 2 mei 2022 the effect inclusion on caffeine levels in coffee beans of surakarta by uv-vis spectrophotometry pengaruh perendaman terhadap kadar kafein pada biji kopi pharmacon – program studi farmasi , fmipa , universitas sam ratulangi ," vol. 11, pp. 1512–1516, 2022.
- [16] n. B. Sembiring, a. A. Lubis, r. Malem, b. Karo, and a. Hidayat, "skrinning fitokimia komponen bioaktif parem karo," vol. 2, no. 2, pp. 32–38, 2023, doi: 10.34012/bkkp.v2i2.4798.
- [17] m. Prihannensia, s. Winarsih, and a. Achmad, "uji aktivitas sediaan gel dan ekstrak lengkuas (*alpinia galanga*) terhadap bakteri *staphylococcus epidermidis* secara in vitro antibacterial in vitro test of *staphylococcus epidermidis*," vol. 4, no. 1, pp. 23–28, 2018.
- [18] p. Hari and b. Sedunia, "doi: <http://dx.doi.org/10.33846/sf13nk206> daya hambat ekstrak biji kopi robusta," vol. 13, pp. 38–45, 2022.
- [19] p. E. Etanol, b. Kopi, and k. M. Tengah, "formulasi dan uji stabilitas sediaan masker gel," vol. 2, no. 3, pp. 2–6.
- [20] m. K. Putri, b. Ria, e. Marita, e. K. Sari, and p. S. Farmasi, "Uji Stabilitas Sifat Fisik Gel Ekstrak Kulit Buah Kopi," vol. 25, pp. 6–18, 2025.