

FORMULASI SEDIAAN EMULGEL ANTIBAKTERI EKSTRAK BIJI KOPI ROBUSTA (*Coffea canephora* L.) SEBAGAI PENYEMBUHAN LUKA DIABETES

Ely Rosaulina Br Purba¹, Novitaria Br Sembiring^{2,3*}, Nerly Juli Pranita Simanjuntak^{2,3*}

¹ Sarjana Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia

² Departemen Farmasi Klinis, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Prima Indonesia

³ PUI Kedokteran Fito Degeneratif & Gaya Hidup, Universitas Prima Indonesia

Penulis Korespondensi: novitariabrsembiring@unprimdn.ac.id.e-mail

Abstrak

Luka diabetik merupakan salah satu komplikasi diabetes melitus yang sering disertai infeksi bakteri sehingga dapat memperlambat proses penyembuhan. Pemanfaatan bahan alam sebagai antibakteri topikal menjadi salah satu alternatif yang potensial. Biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.) diketahui mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi memiliki aktivitas antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk memformulasikan ekstrak biji kopi robusta ke dalam sediaan emulgel serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium. Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol 70%. Emulgel diformulasikan dalam tiga variasi konsentrasi ekstrak, yaitu 20%, 30%, dan 50%, kemudian diuji aktivitas antibakterinya menggunakan metode difusi sumuran dengan gel klindamisin sebagai kontrol positif dan basis emulgel sebagai kontrol negatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta mengandung flavonoid, alkaloid, dan tanin. Uji aktivitas antibakteri ekstrak menunjukkan diameter zona hambat berkisar antara 15,09–18,21 mm, sedangkan sediaan emulgel menghasilkan diameter zona hambat rata-rata sebesar $8,03 \pm 0,73$ mm pada konsentrasi 20%, $10,08 \pm 0,34$ mm pada konsentrasi 30%, dan $13,08 \pm 0,11$ mm pada konsentrasi 50%. Formula emulgel konsentrasi 50% menunjukkan aktivitas antibakteri terbaik, meskipun masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif. Berdasarkan hasil tersebut, ekstrak biji kopi robusta berpotensi dikembangkan sebagai bahan aktif alami dalam sediaan emulgel antibakteri topikal.

Kata kunci: antibakteri, biji kopi robusta, emulgel, *Staphylococcus epidermidis*, difusi sumuran

Abstract

Diabetic wounds are one of the complications of diabetes mellitus and are often accompanied by bacterial infection, which may delay the healing process. The use of natural ingredients as topical antibacterial agents is considered a potential alternative. Robusta coffee beans (*Coffea canephora* L.) are known to contain bioactive compounds with potential antibacterial activity. This study aimed to formulate Robusta coffee bean extract into an emulgel dosage form and evaluate its antibacterial activity against *Staphylococcus epidermidis*. This research was an experimental laboratory study. Extraction was carried out using the maceration method with 70% ethanol as the solvent. The emulgel was formulated in three extract concentrations, namely 20%, 30%, and 50%, and its antibacterial activity was evaluated using the well diffusion method, with clindamycin gel as the positive control and emulgel base as the negative control. The results showed that Robusta coffee bean extract contained flavonoids, alkaloids, and tannins. The antibacterial activity test of the extract showed inhibition zone diameters ranging from 15.09 to 18.21 mm, while the emulgel preparation produced mean inhibition zone diameters of 8.03 ± 0.73 mm at 20%, 10.08 ± 0.34 mm at 30%, and 13.08 ± 0.11 mm at 50%. The 50% emulgel formula showed the best antibacterial activity, although it was still lower than the positive control. Based on these findings, Robusta coffee bean extract has the potential to be developed as a natural active ingredient in topical antibacterial emulgel preparations.

Keywords: antibacterial, emulgel, Robusta coffee beans, *Staphylococcus epidermidis*, well diffusion

PENDAHULUAN

Diabetes melitus merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan peningkatan kadar glukosa darah dan dapat menimbulkan berbagai komplikasi, salah satunya adalah luka diabetik atau ulkus diabetik. Luka diabetik merupakan komplikasi yang sering terjadi pada penderita diabetes dan menjadi masalah kesehatan yang serius karena proses penyembuhannya berlangsung lambat, mudah mengalami infeksi, serta berisiko tinggi menyebabkan amputasi. Kondisi ini umumnya dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti neuropati perifer, gangguan vaskular, hiperglikemia yang berkepanjangan, dan penurunan respons imun yang menyebabkan luka lebih rentan terhadap kolonisasi dan infeksi bakteri.

Infeksi bakteri pada luka diabetik menjadi salah satu faktor utama yang memperburuk kondisi luka dan menghambat proses penyembuhan. Luka yang terinfeksi dapat berkembang menjadi infeksi jaringan yang lebih berat, memperpanjang waktu perawatan, meningkatkan biaya pengobatan, serta menurunkan kualitas hidup penderita. Penatalaksanaan luka diabetik umumnya dilakukan dengan pemberian antibiotik topikal maupun sistemik. Namun, penggunaan antibiotik dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan berbagai permasalahan, seperti efek samping, iritasi, serta meningkatnya risiko resistensi bakteri. Oleh karena itu, diperlukan alternatif pengobatan berbasis bahan alam yang lebih aman, efektif, dan terjangkau untuk membantu penanganan infeksi pada luka diabetik.

Salah satu bahan alam yang berpotensi dikembangkan sebagai agen antibakteri adalah biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.). Biji kopi robusta diketahui mengandung berbagai senyawa

metabolit sekunder, seperti flavonoid, alkaloid, tanin, saponin, kafein, dan asam klorogenat yang memiliki aktivitas antibakteri, antioksidan, dan antiinflamasi. Kandungan senyawa tersebut berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri penyebab infeksi luka serta mendukung proses penyembuhan jaringan. Aktivitas biologis yang dimiliki kopi robusta menjadikannya menarik untuk dikembangkan sebagai sediaan topikal dalam pengobatan luka diabetik.

Beberapa penelitian sebelumnya telah melaporkan bahwa ekstrak kopi memiliki aktivitas antibakteri terhadap berbagai bakteri patogen. Namun, pemanfaatan ekstrak biji kopi robusta sebagai bahan aktif dalam bentuk sediaan topikal, khususnya emulgel, masih terbatas. Padahal, emulgel merupakan salah satu bentuk sediaan topikal yang memiliki keunggulan karena mampu menggabungkan karakteristik emulsi dan gel, sehingga dapat meningkatkan stabilitas sediaan, kenyamanan penggunaan, daya sebar, serta penetrasi bahan aktif ke area luka. Dengan demikian, formulasi ekstrak biji kopi robusta dalam bentuk emulgel berpotensi menjadi alternatif sediaan topikal yang efektif untuk membantu mengatasi infeksi pada luka diabetik.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memformulasikan ekstrak biji kopi robusta (*C. canephora* L.) ke dalam bentuk sediaan emulgel serta mengevaluasi aktivitas antibakterinya terhadap bakteri penyebab infeksi luka diabetik. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai potensi ekstrak biji kopi robusta sebagai bahan aktif alami dalam pengembangan sediaan topikal antibakteri untuk luka diabetik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi blender, batang pengaduk, jarum ose bulat, oven, rotary evaporator, cawan petri, cawan porselen, timbangan analitik, kertas perkamen, penangas air, corong kaca, pinset, tabung reaksi, gelas ukur, beaker glass, Erlenmeyer, pipet tetes, autoklaf, inkubator, jangka sorong, kertas saring, dan alat-alat gelas laboratorium lainnya.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.), etanol 70%, aquadest, aluminium foil, Hydroxy Propyl Methyl Cellulose (HPMC), propilen glikol, parafin cair, Span 80, Tween 80, metil paraben, Nutrient Agar (NA), kultur bakteri *Staphylococcus epidermidis*, ekstrak biji kopi robusta, serta klindamisin gel 1% sebagai kontrol positif.

Prosedur Penelitian

a. Pembuatan Simplisia Biji Kopi Robusta

Biji kopi robusta (*C. canephora* L.) diperoleh dari Kecamatan Pangururan, Kabupaten Samosir. Biji kopi yang digunakan dipilih dalam kondisi baik, kemudian dibersihkan dari kotoran dan bahan asing lainnya. Selanjutnya, biji kopi dicuci menggunakan air mengalir, ditiriskan, lalu dikeringkan dengan cara diangin-anginkan atau menggunakan oven pada suhu rendah hingga kadar air berkurang. Setelah kering, biji kopi dihaluskan menggunakan blender hingga diperoleh serbuk simplisia, kemudian diayak dan disimpan dalam wadah tertutup rapat untuk digunakan pada proses ekstraksi.

b. Pembuatan Ekstrak Biji Kopi Robusta

Serbuk simplisia biji kopi robusta sebanyak 650 gram diekstraksi menggunakan metode

maserasi dengan pelarut etanol 70%. Serbuk simplisia direndam dalam 3 liter etanol 70% dengan perbandingan simplisia dan pelarut sekitar 1:4,6 (b/v) selama 3×24 jam pada suhu ruang, sambil sesekali diaduk dan terlindung dari cahaya. Setelah proses maserasi selesai, larutan disaring menggunakan kertas saring untuk memisahkan filtrat dan ampas.

Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan rotary evaporator pada suhu terkontrol hingga diperoleh ekstrak kental biji kopi robusta. Ekstrak yang dihasilkan selanjutnya disimpan dalam wadah tertutup rapat dan diletakkan pada suhu dingin sampai digunakan untuk pengujian lebih lanjut.

c. Uji Fitokimia Ekstrak Biji Kopi Robusta

1) Uji Flavonoid

Sebanyak 3 tetes ekstrak biji kopi robusta dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 2–3 tetes metanol 96% dan dipanaskan pada suhu 50°C. Setelah larutan dingin, ditambahkan logam magnesium (Mg) dan 4–5 tetes HCl pekat. Hasil positif flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna merah atau jingga pada larutan.

2) Uji Alkaloid

Sebanyak 2–3 tetes ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 5 tetes NH_3 pekat. Selanjutnya ditambahkan etil asetat dan dikocok hingga terbentuk dua lapisan. Larutan kemudian dibagi ke dalam dua tabung reaksi. Pada tabung pertama ditambahkan 3 tetes pereaksi Mayer, sedangkan pada tabung kedua ditambahkan 3 tetes pereaksi Dragendorff. Hasil positif alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan putih hingga kuning pada uji Mayer, serta endapan jingga hingga cokelat pada uji Dragendorff.

3) Uji Saponin

Sebanyak 1 gram ekstrak dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambahkan 2 mL aquadest dan dikocok kuat hingga tercampur homogen. Hasil positif saponin ditunjukkan dengan terbentuknya busa stabil setinggi 1–2 cm yang bertahan selama ± 30 menit.

4) Uji Tanin

Ekstrak biji kopi robusta ditetaskan dengan larutan FeCl_3 . Hasil positif tanin ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau kehitaman.

d. Sterilisasi Alat

Semua alat yang digunakan dalam pengujian mikrobiologi disterilkan terlebih dahulu. Alat-alat gelas seperti cawan petri, tabung reaksi, dan Erlenmeyer disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Sedangkan alat logam seperti jarum ose dan pinset disterilkan dengan cara dipijarkan langsung di atas api sebelum digunakan.

e. Pembuatan Media

Media Nutrient Agar (NA) dibuat dengan menimbang 2,8 gram serbuk NA, kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquadest steril di dalam Erlenmeyer. Campuran dipanaskan sambil diaduk hingga homogen, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Media yang telah steril kemudian digunakan untuk peremajaan bakteri dan pengujian aktivitas antibakteri.

f. Peremajaan Bakteri

Kultur bakteri *Staphylococcus epidermidis* diambil menggunakan jarum ose steril, kemudian diinokulasikan ke media Nutrient Agar miring dengan cara digoreskan pada permukaan media. Selanjutnya, media diinkubasi pada suhu 37°C

selama 24 jam untuk memperoleh kultur bakteri yang aktif.

g. Pembuatan Suspensi Bakteri

Koloni bakteri hasil peremajaan diambil menggunakan jarum ose steril, kemudian disuspensikan ke dalam larutan NaCl fisiologis steril hingga diperoleh kekeruhan yang setara dengan standar McFarland 0,5. Suspensi ini digunakan sebagai inokulum pada pengujian aktivitas antibakteri.

Formulasi Emulgel Ekstrak Biji Kopi Robusta

Pembuatan Sediaan Emulgel

Basis gel dibuat dengan mendispersikan HPMC ke dalam aquadest panas ($80\text{--}90^\circ\text{C}$) sambil diaduk hingga mengembang dan membentuk gel. Selanjutnya, propilen glikol dan metil paraben ditambahkan ke dalam basis gel dan diaduk hingga homogen.

Fase minyak dibuat dengan mencampurkan parafin cair dan Span 80, kemudian dipanaskan pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$ hingga homogen. Fase air dibuat dengan melarutkan Tween 80 ke dalam aquadest pada suhu $\pm 70^\circ\text{C}$, kemudian ditambahkan ekstrak biji kopi robusta sesuai konsentrasi formula. Setelah itu, fase minyak dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam fase air sambil diaduk hingga terbentuk emulsi yang homogen.

Emulsi yang telah terbentuk kemudian dicampurkan ke dalam basis gel sedikit demi sedikit sambil diaduk hingga diperoleh sediaan emulgel yang homogen. Emulgel dibuat dalam beberapa variasi konsentrasi ekstrak, yaitu 20%, 30%, dan 50%.

Evaluasi Fisik Emulgel

Uji Organoleptik

Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati bentuk, warna, bau, dan konsistensi dari masing-masing formula emulgel secara visual.

Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan cara mengoleskan sejumlah kecil emulgel pada kaca objek, kemudian diamati ada atau tidaknya butiran kasar atau pemisahan fase.

Uji pH

Uji pH dilakukan menggunakan pH meter atau kertas pH universal dengan cara mengukur pH dari masing-masing formula emulgel untuk mengetahui kesesuaian pH sediaan dengan pH kulit.

Uji Daya Sebar

Uji daya sebar dilakukan dengan menempatkan sejumlah emulgel di antara dua kaca objek, kemudian diberi beban tertentu dan diukur diameter penyebarannya.

Uji Viskositas

Uji viskositas dilakukan untuk mengetahui kekentalan sediaan emulgel menggunakan alat viskometer sesuai prosedur laboratorium yang digunakan.

Uji Aktivitas Antibakteri

Metode Uji Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri dilakukan menggunakan metode difusi sumuran terhadap bakteri *S. epidermidis*. Media Nutrient Agar steril yang telah dicairkan dituangkan ke dalam cawan petri steril dan dibiarkan memadat. Setelah itu, suspensi bakteri yang telah disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 diinokulasikan secara merata pada permukaan media menggunakan kapas lidi steril atau spreader.

Pada media yang telah diinokulasi, dibuat sumuran menggunakan alat pelubang steril. Ke dalam masing-masing sumuran dimasukkan sediaan emulgel ekstrak biji kopi robusta dengan konsentrasi 20%, 30%, dan 50%. Sebagai kontrol positif digunakan klindamisin gel 1%, sedangkan basis emulgel tanpa ekstrak digunakan sebagai kontrol negatif.

Semua cawan petri kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah masa inkubasi selesai, aktivitas antibakteri diamati berdasarkan terbentuknya zona hambat di sekitar sumuran. Diameter zona hambat diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm). Setiap perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan.

Analisis Data

Analisis Data

Data hasil evaluasi fisik emulgel dan uji aktivitas antibakteri dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel maupun narasi. Data diameter zona hambat selanjutnya dapat dianalisis secara statistik menggunakan uji One Way ANOVA untuk mengetahui adanya perbedaan aktivitas antibakteri antarformula, dengan tingkat kepercayaan 95% ($p < 0,05$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Biji Kopi Robusta

Tabel 1. Hasil uji skrining fitokimia ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora* L).

Kelompok Senyawa	Hasil
Flavonoid	(+)
Alkaloid	(+)
Saponin	(-)
Tanin	(+)

Keterangan:

(+) = menunjukkan hasil positif
(-) = menunjukkan hasil negatif

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada Tabel 1, ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.) diketahui mengandung beberapa golongan metabolit sekunder, yaitu flavonoid, alkaloid, dan tanin, sedangkan saponin menunjukkan hasil negatif. Hasil positif flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna merah atau jingga, alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan coklat hingga jingga, dan tanin ditandai dengan perubahan warna menjadi hijau kehitaman setelah penambahan pereaksi. Adanya senyawa-senyawa metabolit sekunder tersebut menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta memiliki potensi aktivitas biologis, khususnya sebagai antibakteri.

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta terhadap *Staphylococcus epidermidis*

Tabel 2. Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Biji Kopi Robusta (*Coffea Canephora* L) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus Epidermidis*

Pelarut	Konsentrasi (%)	Diameter Zona Hambat (mm)	Kriteria Kekuatan
Aquadest	20%	17,81	Kuat
Aquadest	30%	15,09	Kuat
Aquadest	50%	18,21	Kuat
DMSO	20%	17,27	Kuat
DMSO	30%	15,69	Kuat
DMSO	50%	15,95	Kuat

Berdasarkan Tabel 2, ekstrak biji kopi robusta menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis* pada seluruh variasi konsentrasi dan pelarut yang digunakan. Diameter zona hambat yang terbentuk berkisar antara 15,09 mm hingga 18,21 mm, yang seluruhnya termasuk dalam kategori kuat. Pada pelarut aquadest, diameter zona hambat tertinggi diperoleh pada konsentrasi 50%, yaitu sebesar 18,21 mm, sedangkan diameter terendah diperoleh pada

konsentrasi 30%, yaitu 15,09 mm. Sementara itu, pada pelarut DMSO, diameter zona hambat tertinggi diperoleh pada konsentrasi 20%, yaitu 17,27 mm, dan yang terendah pada konsentrasi 30%, yaitu 15,69 mm.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *S. epidermidis*. Namun demikian, pola peningkatan daya hambat tidak menunjukkan kecenderungan yang sepenuhnya linier terhadap peningkatan konsentrasi, baik pada pelarut aquadest maupun DMSO. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas antibakteri ekstrak tidak hanya dipengaruhi oleh konsentrasi, tetapi juga oleh jenis pelarut serta kemampuan senyawa aktif untuk berdifusi ke dalam media.

Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Emulgel Ekstrak Biji Kopi Robusta terhadap *Staphylococcus epidermidis*

Tabel 3. Hasil uji aktivitas antibakteri formulasi emulgel ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.).

Perlakuan	Replikasi 1 (mm)	Replikasi 2 (mm)	Replikasi 3 (mm)	Rata-rata ± SD (mm)	Kriteria Kekuatan
Emulgel 1 20%	8,21	7,22	8,65	8,03 ± 0,73	Sedang
Emulgel 1 30%	10,15	10,39	9,71	10,08 ± 0,34	Kuat
Emulgel 1 50%	12,95	13,12	13,16	13,08 ± 0,11	Kuat
Kontrol positif	37,94	-	-	37,94 ±	Sangat kuat

				0,0 0	
Kontrol negatif	0	-	-	0 ± 0,0 0	Tidak aktif

Keterangan:

Kontrol positif = gel klindamisin
Kontrol negatif = basis emulgel tanpa ekstrak

Berdasarkan Tabel 3, formulasi emulgel ekstrak biji kopi robusta menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap *S. epidermidis* pada seluruh konsentrasi yang diuji. Emulgel konsentrasi 20% menghasilkan rata-rata diameter zona hambat sebesar $8,03 \pm 0,73$ mm dengan kategori sedang, emulgel 30% sebesar $10,08 \pm 0,34$ mm dengan kategori kuat, dan emulgel 50% sebesar $13,08 \pm 0,11$ mm dengan kategori kuat.

Hasil tersebut menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan diameter zona hambat seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak dalam sediaan emulgel. Semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang digunakan, maka semakin besar pula daya hambat yang dihasilkan terhadap pertumbuhan bakteri *S. epidermidis*. Kontrol negatif berupa basis emulgel tidak menunjukkan adanya zona hambat, sehingga dapat disimpulkan bahwa basis emulgel tidak memiliki aktivitas antibakteri. Sementara itu, kontrol positif berupa gel klindamisin menghasilkan zona hambat sebesar 37,94 mm, yang menunjukkan aktivitas antibakteri sangat kuat.

PEMBAHASAN

Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta (*C. canephora* L.) mengandung flavonoid, alkaloid, dan tanin. Keberadaan senyawa-senyawa tersebut diduga berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri ekstrak. Flavonoid diketahui mampu menghambat

pertumbuhan bakteri melalui mekanisme kerusakan membran sel, gangguan terhadap permeabilitas dinding sel, serta penghambatan sintesis asam nukleat. Alkaloid juga berpotensi menghambat pertumbuhan bakteri melalui interaksi dengan komponen penyusun dinding sel dan DNA bakteri, sedangkan tanin dapat menyebabkan denaturasi protein serta mengganggu aktivitas enzim mikroba. Dengan demikian, kombinasi senyawa metabolit sekunder dalam ekstrak biji kopi robusta berperan penting dalam menghasilkan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*.

Pada pengujian aktivitas antibakteri ekstrak, seluruh perlakuan menunjukkan daya hambat yang tergolong kuat. Zona hambat ekstrak pada pelarut aquadest dan DMSO berkisar antara 15,09–18,21 mm. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta dalam bentuk ekstrak murni memiliki kemampuan difusi yang cukup baik ke dalam media, sehingga senyawa aktifnya dapat langsung berinteraksi dengan bakteri uji. Namun, pola daya hambat yang dihasilkan tidak sepenuhnya meningkat seiring kenaikan konsentrasi. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti homogenitas ekstrak, kelarutan senyawa aktif, stabilitas senyawa dalam pelarut, serta kemampuan difusi senyawa ke dalam media agar.

Jika dibandingkan dengan ekstraknya secara langsung, aktivitas antibakteri sediaan emulgel menunjukkan diameter zona hambat yang lebih rendah, yaitu berkisar antara 8,03–13,08 mm. Meskipun demikian, emulgel tetap menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap *S. epidermidis*, khususnya pada konsentrasi 30% dan 50% yang masuk dalam kategori kuat. Penurunan diameter zona hambat pada sediaan emulgel dibandingkan ekstrak murni diduga disebabkan

oleh adanya matriks basis emulgel yang dapat mempengaruhi proses pelepasan senyawa aktif ke media. Basis emulgel yang mengandung HPMC memiliki sifat viskositas tertentu yang dapat memperlambat difusi zat aktif dari sediaan ke permukaan media agar.

Selain itu, karakteristik fisik emulgel seperti viskositas, homogenitas, dan daya sebar juga dapat memengaruhi pelepasan senyawa aktif. Semakin tinggi viskositas sediaan, maka laju difusi senyawa aktif cenderung semakin lambat, sehingga diameter zona hambat yang terbentuk dapat menjadi lebih kecil. Meskipun demikian, peningkatan konsentrasi ekstrak dalam formulasi emulgel tetap menunjukkan peningkatan aktivitas antibakteri. Hal ini terlihat dari bertambahnya rata-rata diameter zona hambat dari 8,03 mm pada konsentrasi 20% menjadi 13,08 mm pada konsentrasi 50%.

Kontrol negatif berupa basis emulgel tidak menunjukkan adanya zona hambat, sehingga dapat dipastikan bahwa aktivitas antibakteri yang terbentuk berasal dari ekstrak biji kopi robusta, bukan dari bahan dasar sediaan. Sementara itu, kontrol positif berupa gel klindamisin menunjukkan diameter zona hambat yang jauh lebih besar dibandingkan seluruh formula emulgel ekstrak. Hasil ini menunjukkan bahwa efektivitas emulgel ekstrak biji kopi robusta masih lebih rendah dibandingkan antibiotik standar. Namun demikian, ekstrak biji kopi robusta tetap memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bahan aktif alami dalam sediaan topikal antibakteri.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak biji kopi robusta memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*, baik dalam bentuk ekstrak maupun setelah diformulasikan ke dalam

bentuk emulgel. Formulasi emulgel dengan konsentrasi 50% menunjukkan aktivitas antibakteri paling baik dibandingkan formula lainnya. Temuan ini mengindikasikan bahwa biji kopi robusta berpotensi dikembangkan sebagai sediaan topikal antibakteri berbasis bahan alam yang dapat digunakan untuk membantu penanganan infeksi bakteri pada luka.

Namun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan. Pengujian yang dilakukan hanya terbatas pada uji aktivitas antibakteri secara in vitro terhadap satu jenis bakteri, yaitu *S. epidermidis*. Penelitian ini juga belum mencakup pengujian konsentrasi hambat minimum (MIC), konsentrasi bunuh minimum (MBC), uji biofilm, maupun uji in vivo pada model luka diabetik. Oleh karena itu, penelitian lanjutan masih diperlukan untuk mengevaluasi efektivitas ekstrak biji kopi robusta secara lebih mendalam, baik sebagai antibakteri maupun sebagai kandidat sediaan topikal untuk aplikasi yang lebih luas.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa ekstrak biji kopi robusta (*Coffea canephora* L.) mengandung senyawa metabolit sekunder berupa flavonoid, alkaloid, dan tanin, sedangkan saponin tidak terdeteksi, yang diduga berperan dalam memberikan aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus epidermidis*. Ekstrak biji kopi robusta menunjukkan aktivitas antibakteri yang tergolong kuat dengan diameter zona hambat berkisar antara 15,09 mm hingga 18,21 mm, sedangkan formulasi emulgel ekstrak biji kopi robusta juga menunjukkan aktivitas antibakteri dengan rata-rata diameter zona hambat sebesar $8,03 \pm 0,73$ mm pada konsentrasi 20%,

10,08 ± 0,34 mm pada konsentrasi 30%, dan 13,08 ± 0,11 mm pada konsentrasi 50%, di mana formula 50% menunjukkan aktivitas terbaik meskipun masih lebih rendah dibandingkan kontrol positif berupa gel klindamisin. Dengan demikian, ekstrak biji kopi robusta berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan aktif alami dalam sediaan topikal antibakteri, namun penelitian ini masih terbatas pada pengujian aktivitas antibakteri secara *in vitro* terhadap satu jenis bakteri, sehingga belum dapat digunakan untuk menyimpulkan efektivitasnya dalam penyembuhan luka diabetik secara langsung. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan yang mencakup uji konsentrasi hambat minimum (MIC), konsentrasi bunuh minimum (MBC), uji biofilm, evaluasi stabilitas sediaan, uji pelepasan zat aktif, serta uji *in vivo* untuk menilai efektivitas dan keamanan sediaan secara lebih komprehensif.

DAFTAR PUSTAKA

- Hidayatullah Jakarta, Jakarta, 2021
- Hajimohammadi, K., Makhdoomi, K., Zabihi, R. E., & Parizad, N. (2019). NPWT: A gateway to hope for patients with diabetic foot ulcer. *British Journal of Nursing*, 28(12), S6–S9.
- Ikhtiyarini, T. A., & Sari, A. K. (2022). Efektivitas penggunaan basis gel pada sediaan emulgel. *[Nama jurnal belum lengkap]*, 1(1), 19–25.
- M. Yaser, M., Nurdin, M. I., Amri, Bangngalino, H., Angraini, N., & Said, R. U. (2022). Skrining fitokimia senyawa flavonoid, alkaloid, saponin, steroid, dan terpenoid dari daun *Chromolaena odorata* L. *[Nama jurnal belum lengkap]*.
- Sembiring, N. B., Lubis, A. A., Karo, R. M. B., & Hidayat, A. (2023). Skrining fitokimia komponen bioaktif parem Karo. *Buletin Kedokteran & Kesehatan Prima*, 2(2), 32–38.
- Sulistyarini, L., Sar, D. A., & Wicaksono, T. A. (2020). Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder biji kopi robusta. *Jurnal Ilmiah Cendekia Eksakta*, 2(2), 56–62.
- Sipayung, S. A., Natalia, A., Meutia, R., & Simanjuntak, N. J. P. (2025). Uji aktivitas antibakteri sediaan gel semprot ekstrak etanol daun sintrong (*Crassocephalum crepidioides*) terhadap *Staphylococcus aureus* pada luka infeksi *diabetes mellitus*. *Jurnal Farmasi dan Sains*, 1273–1285.
- Wang, X., Yuan, C. X., Xu, B., & Yu, Z. (2022). Diabetic foot ulcers: Classification, risk factors and management. *World Journal of Diabetes*, 13(12), 1049–1065.
- Zanzabil, K. Z., & Hossain, S. (2023). Management of diabetes mellitus: A comprehensive review on 37 medicinal plants. *[Nama jurnal / penerbit belum lengkap]*, 186–234.