STUDI *MOLECULAR DOCKING* DAN UJI AKTIVITAS KOMBINASI EKSTRAK KULIT BIJI METE DAN PACAR AIR TERHADAP BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM BETA-LACTAMASE* (ESBL)

SKRIPSI

Oleh:

YOSEFA WILLY

NIM. I1021221087

PROGRAM STUDI FARMASI

FAKULTAS KEDOKTERAN

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2026

STUDI *MOLECULAR DOCKING* DAN UJI AKTIVITAS KOMBINASI EKSTRAK KULIT BIJI METE DAN PACAR AIR TERHADAP BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM BETA-LACTAMASE* (ESBL)

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Farmasi (S. Farm) pada Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura Pontianak

Oleh:

YOSEFA WILLY

NIM. I1021221087

PROGRAM STUDI FARMASI
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2026

SKRIPSI

STUDI *MOLECULAR DOCKING* DAN UJI AKTIVITAS KOMBINASI EKSTRAK KULIT BIJI METE DAN PACAR AIR TERHADAP BAKTERI PENGHASIL *EXTENDED SPECTRUM BETA-LACTAMASE* (ESBL)

Oleh:
YOSEFA WILLY
NIM. I1021221087

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Penguji Skripsi
Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura
Tanggal: 9 April 2026

Disetujui,

Pembimbing Utama,	**Pembimbing Pendamping,**
Hadi Kurniawan, S.Farm., M.Sc., Apt.	**Dr. Inarah Fajriaty, M.Si., Apt.**
NIP. 198904192019031010	**NIP. 198004072009122002**
Penguji Utama,	**Penguji Pendamping,**
Fajar Nugraha, M.Sc., Apt.	**Dr. Hariyanto IH, M.Si., Apt.**
NIP. 198907012020121010	**NIP. 198501062009121009**

Mengetahui
Dekan Fakultas Kedokteran
Universitas Tanjungpura

dr. Ita Armyanti, M.Pd.Ked.
NIP. 198110042008011201l

Lulus Tanggal : **9 April 2026**
No. SK Dekan FK : **2913/DST/UN22.9/DT.00.10/2026**
Tanggal SK : **8 Juni 2026**

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yosefa Willy

NIM : I1021221087

Jurusan/Prodi : Farmasi

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut

Pontianak, 9 April 2026

Yang Membuat Pernyataan

Yosefa Willy

NIM. I1021221087

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan karunia-Nya penulis bisa menyelesaikan skripsi yang berjudul ”Studi *Molecular Docking* dan Uji Aktivitas Kombinasi Ekstrak Kulit Biji Mete dan Pacar Air Terhadap Bakteri Penghasil *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL)” dengan baik.

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan, arahan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. dr. Ita Armyanti, M.Pd.Ked., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Bambang Wijianto, M.Sc., Apt., selaku Ketua Bagian Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
3. Nera Umilia Purwanti, M.Sc., Apt., selaku Koordinator Program Studi Farmasi Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura.
4. Hadi Kurniawan, S.Farm., M.Sc., Apt., selaku Pembimbing Utama yang telah membimbing, mengarahkan, mengajarkan, dan memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.
5. Dr. Inarah Fajriaty, M.Si., Apt., selaku Pembimbing Pendamping yang telah membimbing, mengarahkan, mengajarkan, dan memberikan dorongan dalam penulisan skripsi ini.

6. Fajar Nugraha, M.Sc., Apt., selaku Penguji Utama dan Dr. Hariyanto IH, M.Si., Apt., selaku Penguji Pendamping, yang telah memberikan saran, penilaian, dan masukan dalam penulisan skripsi ini.
7. Iswahyudi, S.Si., Sp.FRS., Ph.D selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah berkenan membimbing selama masa studi penulis.
8. Dosen dan sivitas akademika di Fakultas Kedokteran Universitas Tanjungpura yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang bermanfaat selama masa studi penulis.
9. Keluarga penulis, terutama kedua orang tua yang telah memberikan doa, dukungan, kasih sayang, serta pengorbanan yang tiada henti kepada penulis.
10. *BIOREKAT Research Centre*, teman-teman SERDEFA dan ”Jual Ikan Cupang Pontianak” yang telah menjadi tempat belajar, bertumbuh, dan berbagi pengalaman selama penulisan skripsi.
11. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan doa, dukungan dan bantuan selama penyusunan skripsi ini sehingga bisa terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk perbaikan di masa mendatang.

Pontianak, 9 April 2026

Yosefa Willy

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL..... i

HALAMAN PENGESAHAN:..... ii

PERNYATAAN KEASLIAN..... iii

KATA PENGANTAR..... iv

DAFTAR ISI..... vi

DAFTAR TABEL..... x

DAFTAR GAMBAR..... xi

DAFTAR SINGKATAN..... xiii

DAFTAR LAMPIRAN..... xiv

ABSTRAK..... xv

BAB I PENDAHULUAN..... 1

I.1 Latar Belakang..... 1

I.2 Rumusan Masalah..... 2

I.3 Tujuan Penelitian..... 3

I.4 Manfaat Penelitian..... 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... 4

II.1 Jambu Mete (*Anacardium occidentale* L.)..... 4

II.1.1 Klasifikasi Tanaman..... 4

II.1.2 Kandungan Senyawa..... 4

II.2 Pacar Air (*Impatiens balsamina* Linn.)..... 6

II.2.1 Klasifikasi Tanaman..... 6

II.2.2 Kandungan Senyawa..... 6

II.3 Bakteri..... 7
II.3.1 *Klebsiella pneumoniae*..... 8
II.4 Resistensi Antibiotik..... 8
II.4.1 Inhibisi Enzim/Inaktivasi Agen Antibakteri..... 8
II.4.2 Modifikasi PBP..... 9
II.4.3 Modifikasi Porin..... 9
II.4.4 Pompa Efluks..... 9
II.5 Bakteri Penghasil *Extended Spectrum Beta-Lactamase*.....10
II.6 Antibakteri.....10
II.6.2 Meropenem.....12
II.6.3 Antibakteri dari Bahan Alam 12
II.7 *Molecular Docking*.....14
II.8 Pengujian Aktivitas Antibakteri 16
II.8.1 Difusi Sumuran.....16
II.8.2 Mikrodilusi 17
II.8.3 *Checkerboard Assay*.....17
II.10 Landasan Teori 18
II.11 Kerangka Konsep 20
II.12 Hipotesis.....21
BAB III METODOLOGI.....23
III.1 Alat dan Bahan.....24
III.1.1 Alat.....24
III.1.2 Bahan.....24

III.2 Bakteri 24
III.3 Prosedur Penelitian 25
III.3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 25
III.3.2 Pengajuan Kaji Etik 25
III.3.3 Variabel Penelitian 26
III.4 Jalannya Penelitian 26
III.4.1 Uji *In Silico* 26
III.4.2 Preparasi Sampel 28
III.4.3 Uji *In Vitro* 29
III.5 Analisis Data 35
III.5.1 Data *In Silico Molecular Docking* 35
III.5.2 Data *In Vitro* 35
III.6 Alur Penelitian 38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 39
IV.1 Kaji Etik 40
IV.2 Ekstraksi 41
IV.3 Uji *In Silico* 43
IV.3.1. Preparasi Struktur Ligan 43
IV.3.2 Preparasi Protein 46
IV.3.3 *Molecular Docking* 49
IV.4 Pengujian Aktivitas Antibakteri Secara *In Vitro* 64
IV.4.1 Metode Difusi Sumuran 64
IV.4.2 Metode Mikrodilusi 72

IV.4.3 Metode *Checkerboard* 76
IV.5 Keterkaitan Antar Parameter Penelitian 80
BAB V PENUTUP 86
V.1 Kesimpulan 86
V.2 Saran 86
DAFTAR PUSTAKA 88
LAMPIRAN 107

DAFTAR TABEL

Tabel **Halaman**

Tabel 4.1 Rendemen Ekstrak Kulit Biji Mete dan Pacar Air 42

Tabel 4.2 Ligan Uji 44

Tabel 4.3 Karakteristik Fisikokimia Ligan berdasarkan Kaidah Lipinski 45

Tabel 4.4 Hasil Validasi Metode *Docking* terhadap Reseptor Target.....47

Tabel 4.5 Hasil *Molecular Docking* Senyawa Uji terhadap Reseptor *β-lactamase* 50

Tabel 4.6 Hasil *Molecular Docking* Senyawa Uji terhadap Reseptor PBP3.....57

Tabel 4.7 Diameter Zona Hambat Ekstrak Kulit Biji Mete dan Pacar Air terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL..... 66

Tabel 4.8 Kriteria Interpretasi Koefisien Korelasi *Pearson*.....80

DAFTAR GAMBAR

Gambar **Halaman**

Gambar 2.1 Morfologi kacang mete buah matang (A); Biji kacang mete (B) dan Struktur anatomis buah mete gelondong (C)..... 5

Gambar 2.2 Tanaman pacar air (Dokumentasi pribadi)..... 6

Gambar 2.3 Bentuk Sel Bakteri..... 8

Gambar 2.4 Hidrolisis cincin β-laktam pada penisilin oleh enzim *β-laktamase*.. 10

Gambar 2.5 Bagan alur *docking* molekuler..... 15

Gambar 2.6 Kerangka konsep penelitian..... 21

Gambar 3.1 Representasi Skematis Metode Difusi Sumuran..... 31

Gambar 3.2 Representasi Skematis Metode Mikrodilusi..... 32

Gambar 3.3 Representasi Skematis Metode *Checkerboard*..... 34

Gambar 3.4 Diameter Zona Hambat..... 36

Gambar 4.1 Struktur 3D Reseptor..... 46

Gambar 4.2 Visualisasi Situs Pengikatan (*Binding Site*) Senyawa Uji dan Kontrol Positif pada Reseptor SHV-1 *β-lactamase*..... 54

Gambar 4.3 Visualisasi Situs Pengikatan (*Binding Site*) Senyawa Uji dan Kontrol Positif pada Reseptor PBP3.....61

Gambar 4.4 Perbandingan diameter zona hambat ekstrak kulit biji mete terhadap **(a)** *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan **(b)** *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL.....65

Gambar 4.5 Perbandingan diameter zona hambat ekstrak pacar air terhadap **(a)** *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan **(b)** *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL 65

Gambar 4.6 Zona hambat meropenem (kontrol positif) dan DMSO (kontrol negatif) terhadap **(a)** *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan **(b)** *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL 69

Gambar 4.7 Uji mikrodilusi ekstrak kulit biji mete dan ekstrak pacar air terhadap **(a)** *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan **(b)** *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL 73

Gambar 4.8 Hasil uji *checkerboard* ekstrak kulit biji mete dan pacar air terhadap **(a)** *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan **(b)** *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL 77

Gambar 4.9 Analisis Korelasi *Pearson* 81

Gambar 4.10 Mekanisme Penelitian.....84

DAFTAR SINGKATAN

ATCC = *American Type Culture Collection*

BPPL = *Bacterial Priority Pathogens List*

CFU = *Colony Forming Unit*

CLSI = *Clinical and Laboratory Standards Institute*

DHFR = *Dihydrofolate Reductase*

DNA = *Deoxyribonucleic Acid*

DMSO = *Dimethyl Sulfoxide*

ESBL = *Extended Spectrum Beta-Lactamase*

FICI = *Fractional Inhibitory Concentration Index*

KHM = Konsentrasi Hambat Minimum

LPS = Lipopolisakarida

MDR = *Multidrug Resistance*

MHA = *Mueller Hinton Agar*

MHB = *Mueller Hinton Broth*

MIC = *Minimum Inhibitory Concentration*

NaCl = Natrium Klorida

PABA = *Para-Aminobenzoic Acid*

PBP = *Penicillin-Binding Protein*

PDB = *Protein Data Bank*

RMSD = *Root Mean Square Deviation*

UV = *Ultraviolet*

WHO = *World Health Organization*

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran **Halaman**

Lampiran 1. *Certificate of Analysis* (COA) *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 (Thermo Fisher Scientific) 107

Lampiran 2. Determinasi Jambu Mete 108

Lampiran 3. Determinasi Pacar Air 109

Lampiran 4. Perhitungan 110

Lampiran 5. Surat Lolos Kaji Etik Penelitian 112

Lampiran 6. Perhitungan Nilai Rendemen 113

Lampiran 7. Perhitungan Nilai FICI 114

ABSTRAK

Resistensi antibiotik pada bakteri penghasil *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL), seperti *Klebsiella pneumoniae* menjadi tantangan serius dalam terapi infeksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi potensi antibakteri serta interaksi kombinasi ekstrak kulit biji mete (*Anacardium occidentale* L.) dan ekstrak pacar air (*Impatiens balsamina* Linn.) terhadap *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883 dan *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL. Metode penelitian menggunakan pendekatan *molecular docking* pada senyawa asam anakardat monoene, asam anakardat diene, asam anakardat triene, kaempferol, kuersetin, dan lawson terhadap reseptor SHV-1 *β-Lactamase* dan PBP3. Secara *in vitro*, metode penelitian menggunakan uji difusi silinder untuk menentukan diameter zona hambat, uji mikrodilusi untuk menentukan *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC), serta uji *checkerboard* untuk mengevaluasi interaksi kombinasi berdasarkan *Fractional Inhibitory Concentration Index* (FICI) dengan kelompok uji meliputi kontrol positif, kontrol negatif, ekstrak kulit biji mete, ekstrak pacar air, dan kombinasi kedua ekstrak. Nilai energi ikatan hasil *molecular docking* terhadap reseptor SHV-1 *β-Lactamase* secara berturut-turut sebesar -7,51; -8,10; -8,18; -7,85; -8,24; -7,14; -5,63 kcal/mol dan terhadap reseptor PBP3 secara berturut-turut sebesar -9,56;-7,73; -7,87; -7,99; -7,32; -7,32; -6,62 kcal/mol. Ekstrak kulit biji mete konsentrasi 25% menghasilkan zona hambat 6,42 mm (strain referensi) dan 6,36 mm (strain ESBL). Ekstrak pacar air pada konsentrasi 25%, 50%, dan 100% menghasilkan zona hambat 6,50; 10,13; 12,37 mm dan 6,48; 8,73; 11,50 mm. Kombinasi ekstrak menghasilkan nilai FICI 0,531 (aditif) pada strain referensi dan 1 (indiferen) pada strain ESBL, serta mampu menurunkan nilai MIC hingga 32 kali lipat. Kesimpulan penelitian ini adalah kombinasi ekstrak kulit biji mete dan pacar air memiliki potensi sebagai agen antibakteri alternatif.

Kata kunci: Antibakteri, ESBL, Kulit Biji Mete, *Molecular Docking*, Pacar Air

ABSTRACT

Antibiotic resistance in Extended Spectrum Beta-Lactamase (ESBL)-producing bacteria, such as Klebsiella pneumoniae, represents a significant challenge in infection therapy. This study aimed to evaluate the antibacterial potential and combinational interaction of cashew nut shell extract (Anacardium occidentale L.) and balsam extract (Impatiens balsamina Linn.) against Klebsiella pneumoniae ATCC 13883 and ESBL-producing Klebsiella pneumoniae. The research employed a molecular docking approach involving anacardic acid monoene, anacardic acid diene, anacardic acid triene, kaempferol, quercetin, and lawsone against SHV-1 β-lactamase and PBP3 receptors. In vitro assays included the cylinder diffusion method to determine inhibition zone diameters, the microdilution method to determine the Minimum Inhibitory Concentration (MIC), and the checkerboard assay to evaluate combinational interactions based on the Fractional Inhibitory Concentration Index (FICI). The experimental groups consisted of positive control, negative control, cashew nut shell extract, balsam extract, and their combination. The binding energy values from molecular docking against the SHV-1 β-lactamase receptor were −7.51, −8.10, −8.18, −7.85, −8.24, −7.14, and −5.63 kcal/mol, respectively, while against the PBP3 receptor they were −9.56, −7.73, −7.87, −7.99, −7.32, −7.32, and −6.62 kcal/mol. The cashew nut shell extract at 25% concentration produced inhibition zones of 6.42 mm (reference strain) and 6.36 mm (ESBL strain). The balsam extract at concentrations of 25%, 50%, and 100% produced inhibition zones of 6.50, 10.13, and 12.37 mm for the reference strain, and 6.48, 8.73, and 11.50 mm for the ESBL strain, respectively. The combination of extracts yielded FICI values of 0.531 (additive) in the reference strain and 1 (indifferent) in the ESBL strain, while also reducing MIC values by up to 32-fold. In conclusion, the combination of cashew nut shell extract and balsam extract demonstrates potential as an alternative antibacterial agent, although its interaction effect remains additive to indifferent depending on the bacterial strain.

Keywords: *Antibacterial, Cashew nut shell, ESBL, Garden balsam, Molecular docking*

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Resistensi antibiotik menimbulkan kompleksitas dalam upaya pengendalian maupun penatalaksanaan terapi.[1] Menurut WHO dalam *Bacterial Priority Pathogens List* (BPPL) 2024, bakteri penghasil *Extended Spectrum Beta-Lactamase* (ESBL) dari kelompok Enterobacteriaceae dikategorikan sebagai patogen prioritas kritis karena tingkat penularan tinggi, sulit dicegah dan resisten terhadap antibiotik β-laktam spektrum luas, sehingga mengurangi efektivitas dan mempersempit pilihan terapi.[2,3] Prevalensi bakteri penghasil ESBL bervariasi secara global dan di Indonesia mencapai 65%.[4] Karbapenem merupakan antibiotik yang poten untuk infeksi berat, termasuk pada bakteri penghasil ESBL. Namun, penelitian Primasari, dkk. (2020) melaporkan bahwa adanya peningkatan prevalensi bakteri resisten karbapenem, terutama *Acinetobacter baumannii* (46,43–70%), *Pseudomonas aeruginosa* (12,82–23,33%), dan *Enterobacterales* (0,73–8,24%).[5] Kondisi tersebut mendorong diperlukannya terapi alternatif.

Pendekatan alternatif terhadap bakteri resisten dapat dilakukan melalui pemanfaatan bahan alam sebagai agen antibakteri. Ashong dkk. (2025) melaporkan bahwa ekstrak kulit biji mete mengandung fenol, tanin, terpenoid, dan flavonoid dengan senyawa utama asam anakardat, kardol, dan kardanol yang bersifat antibakteri.[6] Penelitian Febriandi (2025) menunjukkan nilai MIC ekstrak etanol 96% kulit biji mete terhadap *Klebsiella pneumoniae* penghasil ESBL sebesar 2,4 µg/mL, termasuk kategori aktivitas kuat (<100 µg/mL).[7] Pacar air juga diketahui

memiliki aktivitas antibakteri karena kandungan terpenoid, polifenol, kaempferol, kuersetin, naftakuinon, dan antrakuinon.[8] Fridayanthi dkk. (2025) melaporkan bahwa ekstrak daun pacar air efektif terhadap bakteri Gram-positif (*Streptococcus mutans* 15,10 ± 0,18 mm; *Staphylococcus aureus* 9,40 ± 0,30 mm) maupun Gram-negatif (*Escherichia coli* 14,75 ± 1,28 mm; *Klebsiella pneumoniae* 8,67 ± 0,50 mm), dengan peningkatan daya hambat seiring kenaikan konsentrasi ekstrak.[9] Kedua ekstrak terbukti aktif secara tunggal, namun uji kombinasi belum dilakukan. Aktivitas sinergisnya dapat dievaluasi melalui metode *checkerboard* untuk menentukan nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) dan *Fractional Inhibitory Concentration Index* (FICI) secara simultan.[10]

Evaluasi awal potensi kedua tanaman dilakukan melalui molecular docking pada reseptor bakteri ESBL untuk menilai afinitas asam anakardat, kardol, dan kardanol dari kulit biji mete serta lawson, kuersetin, dan kaempferol dari pacar air.[11,12] Namun, efektivitas aktual seperti zona hambat, nilai MIC, dan interaksi kombinasi ekstrak memerlukan studi *in vitro*. Perubahan morfologi sel bakteri akibat perlakuan diamati dengan mikroskop elektron (*Transmission Electron Microscopy* dan *Scanning Electron Microscopy*). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk menganalisis aktivitas antibakteri ekstrak tunggal maupun kombinasi serta mekanisme kerjanya terhadap morfologi sel bakteri.

I.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini memiliki rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil afinitas farmakologi, jenis ikatan, dan residu asam amino dari senyawa asam anakardat monoene, asam anakardat diene, serta asam

anakardat triene dalam kulit biji mete dan senyawa kaempferol, kuersetin, dan lawson dalam pacar air terhadap protein target bakteri penghasil ESBL secara *in silico*?

2. Bagaimana efektivitas antibakteri berdasarkan diameter zona hambat, konsentrasi hambat minimum dan nilai FICI secara *in vitro*?

I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk:

1. Mengkaji afinitas farmakologi, jenis ikatan, dan residu asam amino dari senyawa asam anakardat monoene, asam anakardat diene, serta asam anakardat triene dalam kulit biji mete dan senyawa kaempferol, kuersetin, dan lawson dalam pacar air terhadap protein target bakteri penghasil ESBL secara *in silico.*
2. Menganalisis efektivitas antibakteri berdasarkan diameter zona hambat, konsentrasi hambat minimum dan nilai FICI secara *in vitro*.

I.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi peneliti terkait kombinasi ekstrak kulit biji mete dan pacar air terhadap bakteri penghasil ESBL, memberikan informasi ilmiah bagi masyarakat mengenai potensinya sebagai alternatif antibiotik alami, serta memperluas pengetahuan dan mendorong inovasi di bidang farmasi dan kesehatan.