



**Analisis Aktivitas Antibakteri Cirit Asai “Feses Rayap” Sebagai Pengobatan  
Alternative Malaleh “Ruam Lipatan Kulit”**

**Zaky Maulana**

**Medikca Tanjung S.Pd.,M.Si**

*Madrasah Aliyah Negeri 2 Kota Padang Panjang*

*Jl. Pendidikan No.1, Koto Baru, Kec. Sepuluh Koto, Kota Padang Panjang,*

*Prov.Sumatera Barat*

[zakymaulana0305@gmail.com](mailto:zakymaulana0305@gmail.com)

**Abstrak**

Malaleh “ruam lipatan kulit” merupakan masalah kesehatan yang sering dihadapi masyarakat di berbagai belahan dunia. Penyakit ini seringkali disebabkan oleh infeksi bakteri dan jamur yang dapat merusak jaringan kulit dan mempengaruhi kualitas hidup penderita. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi cirit asai “feses rayap” sebagai pengobatan alternatif penyakit malaleh “ruam lipatan kulit” melalui analisis aktivitas antibakteri. Metode penelitian ini melibatkan ekstraksi senyawa aktif dari cirit asai “feses rayap” menggunakan metode ekstraksi yang sesuai. Senyawa yang diekstraksi kemudian diuji aktivitas antibakteri dan terhadap beberapa patogen yang umumnya terkait dengan malaleh “ruam lipatan kulit”. Uji aktivitas antibakteri dan dilakukan dengan metode uji pelat atau metode pengenceran inhibisi minimum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak Asai mengandung senyawa aktif dengan aktivitas antibakteri dan yang signifikan terhadap berbagai patogen yang umumnya terkait dengan infeksi malaleh “ruam lipatan kulit”. Aktivitas ini mungkin terkait dengan senyawa seperti alkaloid, flavonoid atau senyawa fenolik lainnya yang terdapat dalam asai sitrat. Penelitian ini memberikan bukti awal yang menjanjikan mengenai potensi Cirit asai “feses rayap” sebagai pengobatan alternatif yang efektif untuk penyakit Malaleh “ruam lipatan kulit”. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi senyawa aktif secara lebih rinci, mengevaluasi mekanisme kerjanya, dan melakukan uji klinis pada manusia untuk memastikan efektivitas dan keamanan penggunaan Cirit asai “feses rayap” untuk pengobatan penyakit malaleh “ruam lipatan kulit”. Namun hasil awal tersebut menunjukkan bahwa Cirit asai “feses rayap” berpotensi menjadi sumber bahan aktif dalam pengembangan pengobatan alternatif yang dapat membantu mengatasi permasalahan penyakit malaleh “ruam lipatan kulit” yang seringkali mengganggu kualitas hidup pasien.

**Kata kunci:** *cirit asai “feses rayap”, malaleh “ruam lipatan kulit”, aktivitas antibakteri*

**Pendahuluan**

Malaleh “ruam lipatan kulit”, *Dermatitis intertriginosa*, adalah penyakit kulit yang ditandai dengan ruam, dan bintik kecil merah yang disertai dengan rasa gatal dan sensasi terbakar pada kulit (Anca C et al. 2017). Malaleh “ruam lipatan kulit” terjadi di bagian lipatan leher, selangkangan, ketiak dan dagu yang umumnya ditemui pada bayi.

Malaleh“ruam lipatan kulit” juga disebabkan oleh infeksi bakteri dan cendawan dengan bentuk gejala yang relatif sama (Metin A et al. 2018). Malaleh“ruam lipatan kulit” terjadi karena adanya peradangan yang terjadi di kulit terutama pada bagian lipatan yang disebabkan oleh adanya gesekan. Gesekan menyebabkan kulit menjadi menipis, ditambah kulit yang dalam keadaan lembab menyebabkan jamur,ragi dan bakteri dapat berkembang. Cara untuk mengobati malaleh“ruam lipatan kulit” adalah dengan menghentikan peradangan yang terjadi pada kulit. Obat yang biasa digunakan untuk mengobati malaleh“ruam lipatan kulit” yaitu salep kortikosteroid.

Kortikosteroid merupakan salah satu obat yang digunakan untuk menghentikan inflamasi dan peradangan yang terjadi dalam tubuh. Kortikosteroid yang digunakan masyarakat untuk mengobati malaleh“ruam lipatan kulit” adalah dalam bentuk salep.Salep kortikosteroid cocok untuk malaleh“ruam lipatan kulit” karena memiliki konstentrasi minyak yang tinggi sehingga membuat salep terasa lengket dan membuatnya bertahan lama di kulit.Kortikosteroid dapat menghentikan peradangan yang terjadi pada tubuh serta menurunkan aktifitas dan kerja sistem imun tubuh sehingga, kortikosteroid juga dapat menyembuhkan penyakit auto imun pada sindrom *cushing* yaitu bertumpuknya lemak di area leher dan bahu. Namun kortikosteroid tidak cocok untuk semua kulit terutama kulit sensitif sehingga kortikosteroid tidak direkomendasikan untuk kulit sensitif karena kortikosteroid sensitif terhadap luka, pada kondisi tertentu kortikosteroid juga menimbulkan jerawat pada kulit serta menyebabkan kulit menjadi kemerahan.Kandungan seperti yang telah disebutkan dapat membahayakan kulit.

Masyarakat di Kecamatan 2x11 kayutanam, Kabupaten Padang Pariaman, Sumatra Barat telah menggunakan Cirit asai “feses rayap” sebagai obat malaleh“ruam lipatan kulit”. Cirit asai “feses rayap” adalah kotoran rayap pemakan kayu. Cirit asai “feses rayap” dapat dijumpai di kayu atau perabotan kayu yang sudah tua dan lapuk. Masyarakat setempat meyakini bahwa Cirit asai “feses rayap” dapat mengobati malaleh“ruam lipatan kulit” dengan ampuh karena sudah di pakai sejak dahulu dengan cara menumbuk halus Cirit asai “feses rayap” menjadi bubuk halus dan ditaburkan pada kulit yang terkena malaleh“ruam lipatan kulit” yang telah dicuci bersih dan dikeringkan. Namun belum ada penelitian yang menguji kandungan Cirit asai “feses rayap” secara ilmiah. Oleh sebab itulah peneliti tertarik melakukan penelitian tentang uji kandungan cirit asai “feses rayap” sebagai obat malaleh“ruam lipatan kulit” pada bayi.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis komprehensif terhadap aktivitas antibakteri dan ekstrak Cirit asai. Dengan memanfaatkan kekuatan bahan-bahan alami, kami berharap dapat menemukan pilihan pengobatan baru dan efektif untuk dermatitis intertriginosa yang dapat meringankan gejala dan meningkatkan kualitas hidup individu yang terkena dampaknya.

Dalam penelitian ini, kami akan menggunakan serangkaian teknik mikrobiologi dan analisis untuk mengevaluasi kemanjuran Cirit asai “feses rayap” terhadap spesies mikroba utama yang umumnya terkait dengan dermatitis intertriginosa. Melalui eksperimen ketat dan analisis data, kami bertujuan untuk mengetahui aktivitas antibakteri dan antifungal

Cirit asai “feses rayap” sebagai obat alternatif malaleh “ruam lipatan kulit” serta memberikan wawasan berharga mengenai potensi obat alami ini sebagai agen terapeutik.

Saat kami memulai perjalanan eksplorasi ini, penelitian kami berupaya menjembatani kesenjangan antara pengetahuan tradisional dan pemahaman ilmiah modern, sehingga berpotensi menawarkan solusi berkelanjutan dan ramah lingkungan terhadap tantangan dermatologis yang terus berlanjut.



**Gambar 1.** Cirit asai “feses rayap”



**Gambar 2.** Malaleh ”ruam lipatan kulit”

## **Kajian Teori dan Tinjauan Pustaka**

### **1. Cirit Asai**

Cirit Asai, *Drywood Frass*, adalah serbuk berupa tepung halus atau kayu berlubang rapuh yang dihasilkan oleh aktivitas serangga. Cirit Asai seringkali ditemukan

dibangunan kayu atau perabotan kayu yang sudah tua. Cirit Asai menghasilkan antibiotik alami yang dapat menghilangkan rasa gatal.

Cirit Asai juga mengandung zat magnesium yang dapat digunakan untuk meningkatkan elastisitas kulit (Lucas A Bluff dan Christian Rutz). *Rayap rhinotermitidae dan Kelotermitidae mengonsumsi kayu*, yang diambil adalah unsur selulosanya, sedangkan yang lainnya dicerna dengan bantuan mikroba alami dalam tubuh rayap tersebut. (Subekti 2005).

## 2. Kandungan Serta Manfaat Yang Terdapat Dalam Cirit Asai

Cirit Asai memiliki kandungan kimia berupa 50% karbon, 44% oksigen, 6% hidrogen, dan 0,1% nitrogen. Konfigurasi kimianya mirip seperti  $C_6H_9O_4$  (Kalleshwaraswamy C.M. et al. 2022). Cirit Asai juga mengandung zat magnesium yang dapat digunakan untuk meningkatkan elastisitas kulit sehingga mampu meminimalisir terjadinya Malaleh dan juga zat selulosa yang terkandung didalamnya dapat menyerap air sehingga dapat menghindarkan kulit dari keadaan lembab.

## 3. Malaleh

Malaleh, *Dermatitis intertriginosa*, adalah penyakit kulit yang berupa ruam merah pada lipatan-lipatan kulit seperti ketiak, dagu, leher dan selangkangan yang disebabkan oleh peradangan. Malaleh biasanya berbentuk bintik-bintik yang terasa gatal, kasar dan menimbulkan sensasi terbakar dan nyeri. Malaleh dapat menyerang siapa saja, namun penyakit ini kerap kali menyerang orang yang mempunyai berat badan berlebih, bayi, lansia, orang yang menggunakan bebat, orang yang sering terpapar suhu yang panas, orang yang mengalami kesulitan gerak dan orang yang memiliki imunitas rendah. Malaleh bisa menyerang lipatan kulit manapun yang sering bergesekan dan terasa lembab. Untuk seseorang yang menderita *Dermatitis intertriginosa* biasanya dokter akan memberikan salep yang mengandung bahan kortikosteroid dalam jangka yang pendek dengan tujuan untuk meredakan peradangan pada kulit orang yang menderita penyakit tersebut. *Dermatitis intertriginosa* juga bisa diobati dengan antibiotik untuk menghambat pertumbuhan bakteri dan menghilangkan rasa gatal. Selain itu anti jamur juga diperlukan untuk menghentikan pertumbuhan jamur yang ada pada kulit yang terkena Malaleh. Untuk bayi yang menderita *Dermatitis intertriginosa* biasanya dokter akan memberikan salep yang mengandung bahan kortikosteroid dalam jangka yang pendek dengan tujuan untuk meredakan peradangan.

## Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen menggunakan suatu percobaan yang dirancang secara khusus guna membangkitkan data yang diperlukan untuk menjawab penelitian (Subekti et.al, 2012). Data yang dikumpulkan diperoleh dari hasil pengamatan secara langsung pada objek penelitian serta mencari sumber sumber yang akurat.

### **Waktu dan Tempat Penelitian:**

Penelitian ini akan dilaksanakan selama kurang lebih satu minggu di Laboratorium Penelitian, Laboratorium Kimia Bahan Alam, dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Farmasi Universitas Andalas, Padang.

### **Metode Penelitian:**

#### 1. Alat

Alat yang digunakan adalah satu set alat distilasi air, vial, pisau, pipet mikro (Eppendorf<sup>®</sup>), tip pipet mikro 1000  $\mu$ L (Eppendorf<sup>®</sup>), tip pipet mikro 100  $\mu$ L (Eppendorf<sup>®</sup>), pipet tetes, gelas ukur (Pyrex<sup>®</sup>), alumunium foil (Klinpak<sup>®</sup>), GC-MS(*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) model Shimadzu <sup>®</sup>, spektroskopi ATR-FTIR (*Fourier Transform Infra Red spectroscopy*) model Shimadzu <sup>®</sup>, timbangan analitik (OHAUS<sup>®</sup>), erlenmeyer (Pyrex<sup>®</sup>), cawan petri, batang pengaduk, *magnetic stirrer*, vortex (Etech<sup>®</sup>), refraktometer (ABBE<sup>®</sup>), jarum ose, *laminar air flow cabinet* (ESCO<sup>®</sup>), polarimeter (AMTAST<sup>®</sup>), lampu spiritus, botol semprot, piknometer (Pyrex<sup>®</sup>), inkubator (Mettler<sup>®</sup>), spatel, pinset, *syringe*, tabung reaksi (Pyrex<sup>®</sup>), wellplate 96, karton hitam, kertas koran polos, dan autoklaf (HIRAYAMA<sup>®</sup>).

#### 2. Bahan

Bahan yang digunakan adalah cirit asai” feses rayap” berwarna coklat terang dan berwarna coklat gelap, media *nutrient agar* (NA), *plastic wrap*, kapas, benang jagung, NaCl fisiologis, Mueller-Hinton-broth (MHB), reagen MTT, aquadest, dimetil sulfoxida (DMSO), ciprofloksacin, larutan standar *Mc Farland* 0,5%, etanol 96% p.a, dan alkohol 70%

#### 3. Bakteri Uji

Bakteri uji yang digunakan adalah *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 dan *Eschericia coli* ATCC 25922 diperoleh dari Balai Laboratorium Kesehatan Padang. *Enterococcus faecalis* diperoleh dari BPOM Padang. *Streptococcus mutans* ATCC 25175, dan *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* ATCC 43300, dan *Proteus mirabilis* IS01 diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Universitas Sumatra Utara (USU).

### **Prosedur Penelitian:**

#### 1. Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah 2667,51 g berwarna terang dan 125,17 g berwarna gelap cirit asai”feses rayap” yang diambil kayu rumah yang lapuk di Kec.2x11 Kayu Tanam,Kab.Padang Pariaman,Sumatra Barat.

#### 2. Identifikasi Sampel

Identifikasi sampel dilakukan di Herbarium ANDA, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang.

#### 3. Pengolahan Bahan

Cirit asai”feses rayap” yang digunakan adalah yang berwarna coklat terang dan coklat gelap. Cirit asai”feses rayap”yang digunakan harus kering jika cirit asai”feses rayap” basah atau lembab cirit asai”feses rayap” di oven disuhu 45°C. Hasil cirit asai”feses rayap” yang dikumpulkan sebanyak  $\pm$  392,68 g.

4. Ekstraksi Cirit Asai “Feses Rayap”

Seluruh cirit asai “feses rayap” baik yang terang maupun yang gelap diekstraksi dengan metode sokletasi. Sampel dimasukkan ke dalam selongsong dari kertas saring dan kapas. Cirit asai “feses rayap” kemudian dimasukkan ke dalam tabung kaca. Kemudian ke dalam labu kaca diisi dengan 500 ml metanol yang selanjutnya labu di rangkai dengan tabung kaca, *water bath*, *kondensor*, selang dan keran air. *Water Bath* diisi dengan air. Kemudian dipanaskan di suhu 82,5°C. Sokletasi cirit asai “feses rayap” dilakukan selama 7 jam menggunakan *Soklet*. Sokletasi dilakukan terhadap semua sampel baik berwarna terang maupun gelap. Hasil sokletasi yaitu larutan dari sampel yang dilarutkan oleh metanol.

Hasil dari sokletasi dipasangkan pada alat *rotavapor* yang selanjutnya dilakukan proses *rotary* pada suhu 40°C, 90 rpm (Yin N.S et al. 2013).

5. Analisis liquid chromatography mass spectrometry ( LC-MS ) dari Ekstrak.

Ekstrak kasar sebanyak 2-3 ml diambil menggunakan pipet mikro dan dimasukan ke dalam botol kaca kecil. Sampel kemudian dibawa ke Laboratorium Farmasi Universitas Andalas untuk dianalisis secara metabolomik menggunakan LC-MS.

a. Uji antibakteri Ekstrak Terhadap *Streptococcus aureus*.

Kultur diperoleh dari Laboratorium Patologi Kedokteran Universitas Andalas. Pengujian antibakteri pada kultur mengikuti panduan *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI 2012)*

1) Sterilisasi Alat dan Bahan

Peralatan yang akan digunakan dibersihkan terlebih dahulu. Tabung reaksi, vial, dan erlenmeyer disumbat dengan kapas yang dibalut kain kasa. Alat gelas lainnya dibungkus dengan kertas koran, disterilkan di dalam autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 lbs selama 15-20 menit, sedangkan jarum ose dan pinset disterilkan dengan cara *flambier* pada lampu spiritus selama 20 detik. Lemari aseptik *Laminar Air Flow (LAF)* dibersihkan, lalu disemprot dengan etanol 70%. Setelah itu, disterilkan menggunakan lampu UV yang dinyalakan selama 10-15 menit.

2) Pembuatan Media

a) *Nutrient Agar (NA)*

Sebanyak 20g NA dilarutkan dengan aquadest 1L dalam Erlenmeyer, dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai larutan agar menjadi jernih. Kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 lbs selama 15-20 menit.

b) *Mueller-Hinton Broth (MHB)*

Sebanyak 21g media MHB dilarutkan dengan aquadest 1L dalam Erlenmeyer, dipanaskan di atas *hotplate* sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer* sampai larutan agar menjadi jernih. Mulut erlenmeyer disumbat dengan kapas yang dibalut kain kasa. Kemudian, disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 15 lbs selama 15-20 menit.

3) Peremajaan Bakteri Uji

Bakteri uji dari stok kultur murni diinokulasikan ke dalam media agar steril di cawan petri, selanjutnya diinkubasi pada suhu 37°C selama 18-24 jam.

4) Pembuatan Suspensi Bakteri Uji

Bakteri dari biakan murni diambil dengan ujung kawat ose, lalu disuspensikan ke dalam NaCl fisiologis. Suspensi bakteri dihomogenkan menggunakan *vortex*. Keketuhan suspensi dibandingkan dengan larutan standar Mc Farland 0,5% ( $1,5 \times 10^8$ ) pada latar belakang hitam. Selanjutnya, suspensi bakteri diencerkan dengan perbandingan 1:150 (suspensi: MHB) dalam media cair, sehingga konsentrasi suspensi bakteri yang akan diujikan, yaitu sekitar  $10^6$  CFU/mL (56,60).

5) Pembuatan Larutan Sampel dengan Metode Dilusi

Larutan uji dibuat dalam konsentrasi 50 % (b/v) menggunakan pelarut DMSO (100%). Sebanyak 50  $\mu$ L larutan uji dalam DMSO ditambahkan ke dalam 450  $\mu$ L MHB, sehingga diperoleh konsentrasi larutan 5% (72).

6) Penentuan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum Antibakteri dengan Metode Dilusi

Penentuan KHM dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) dengan metode dilusi cair. Strain bakteri diremajakan pada *Nutrient agar* dengan suhu 37°C. *Plate* mikrotiter 96 sumur (*96-well microtiter plate*) akan diisi media cair dengan volume akhir setelah ditambahkan larutan sampel untuk setiap sumur yaitu 100  $\mu$ L dengan konsentrasi bakteri di dalamnya yaitu  $5 \times 10^5$  CFU/mL pada setiap sumur. Ciprofloxacin digunakan sebagai kontrol positif (58,60).

*Plate* mikrotiter 96 sumur (*96-well microtiter plate*), yang terdiri dari baris A-H masing-masing berjumlah 12 sumur. Media MHB sebanyak 50  $\mu$ L dimasukkan ke dalam baris B-H kolom sumur pertama sampai sumur keempat. Larutan uji sebanyak 50  $\mu$ L, dimasukkan ke dalam baris A dan B pada *96-well microtiter plate*. Pada baris B dipipet sebanyak 50  $\mu$ L dan dimasukkan ke baris C, baris C dipipet sebanyak 50  $\mu$ L dan dipindahkan ke baris D dan hal yang sama dilakukan sampai G. Baris G dipipet sebanyak 50  $\mu$ L lalu dibuang pada *waste-plate*, sehingga diperoleh konsentrasi sampel 2,500 %, 1,250%, 0,625%, 0,313%, 0,157%, 0,079%, dan 0,040%. Setelah itu, inokulum bakteri ( $10^6$  CFU/mL) dipipet sebanyak 50  $\mu$ L/sumur pada setiap baris A sampai G. Hal yang sama juga dilakukan pada kontrol positif Ciprofloxacin (3 mg/mL). Pada sumur H1-H3, diisi MHB 100  $\mu$ L tanpa penambahan suspensi bakteri. Kontrol negatif pada sumur H4-H6 ditambahkan MHB dan suspensi bakteri masing-masing sebanyak 50  $\mu$ L, sedangkan pada sumur H7-H12, ditambahkan 50  $\mu$ L MHB yang mengandung DMSO (5%) dan 50  $\mu$ L suspensi bakteri. Selanjutnya, *plate* diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C (60).

Untuk menentukan nilai KBM, media dari setiap sumur digoreskan di atas *plate* NA menggunakan *cotton bud* steril, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C

(57). Setelah itu, setiap sumur pada 96-wells microtiter plate ditambahkan 40  $\mu$ L MTT (3-(4,5-dimethyl-2-thiazolyl)-2,5-diphenyl-2H-tetrazolium-bromide) (0.5 mg/mL), kemudian diinkubasi selama 10-15 menit pada suhu 37° (73). Konsentrasi hambat minimum (KHM) ditentukan dengan tidak adanya perubahan warna dari jernih menjadi ungu tua. Konsentrasi bunuh minimum (KBM) ditentukan jika tidak terdapat pertumbuhan bakteri pada permukaan agar yang telah diinkubasi (58,60).

7) Penentuan Waktu Bunuh Cirit Asai”Feses Rayap”

a) Metode Uji Waktu Bunuh

Uji waktu bunuh dilakukan di dalam *Laminar Air Flow* (LAF) dengan melihat pengaruh minyak esensial pada kinetika pertumbuhan populasi mikroba yang dievaluasi pada strain yang paling rentan. *Mueller-Hinton Broth* (MHB) dengan konsentrasi yang sesuai untuk setiap mikroorganisme disiapkan dalam 10 mL MHB. Konsentrasi yang dievaluasi adalah: 1/2xKHM, KHM, dan 2xKHM. Tabung berisi 5 mL MHB tanpa ekstraksi sampel disiapkan sebagai kontrol negatif. Suspensi mikroba (5mL) yang mengandung sekitar  $1 \times 10^6$  CFU/mL ditambahkan ke setiap tabung, sehingga konsentrasi bakteri di dalamnya yaitu  $5 \times 10^5$  CFU/mL. Sebanyak 1 mL aliquot diambil setiap selang waktu 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 jam dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL MHB, lalu divortex, sehingga diperoleh pengenceran  $10^1$ . Hal yang sama diulangi untuk menghasilkan pengenceran  $10^2$  dan  $10^3$ . Setelah itu, diambil sebanyak 100  $\mu$ L dari masing-masing tabung dan diletakkan pada cawan petri yang berisi agar kemudian diratakan dan diinkubasi selama 24 jam. Bakteri yang tumbuh di permukaan *plate* agar dihitung. Data yang diambil adalah *plate* agar yang jumlah koloninya antara 30-300. Jumlah CFU (*Colony Forming Unit*) mewakili jumlah yang tumbuh. Kemudian, persentase sel mati dihitung relatif terhadap kontrol pertumbuhan dengan menentukan jumlah sel hidup (CFU/mL). Perlakuan yang sama dilakukan pada kontrol positif Ciprofloxacin. CFU dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (56,60).

$$ALT = \frac{\text{Jumlah koloni} \times \text{Faktor pengenceran}}{\text{Volume yang ditanam}}$$

b) Analisis Statistik

Uji waktu bunuh dievaluasi menggunakan uji non-parametrik (Kruskal Wallis). Perbedaan dianggap signifikan secara statistik pada  $P < 0,05$ .

**Hasil Dan Pembahasan**

Pada penelitian ini digunakan sampel dari bahan alam yaitu cirit asai”feses rayap”. Bagian yang digunakan adalah endapan yang diperoleh dari proses sokletasi dan rotary. Sampel diperoleh dari Kayu Tanam, Sumatra Barat. Cirit asai”feses rayap”dengan kondisi kering yang diperoleh dari kayu yang telah lapuk.

Identifikasi sampel pada penelitian ini dilakukan di Herbarium ANDA Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas Padang.

Hasil identifikasi yang dikeluarkan tersebut menyatakan bahwa sampel yang digunakan untuk penelitian ini, yaitu dihasilkan oleh Family *Kalotermitidae*, spesies *Cryptotermes sp.* Hasil identifikasi sampel terlampir.

Cirit asai”feses rayap” yang diperoleh tersebut di keringkan dengan cara dioven untuk menghilangkan kelembaban pada sampel. Berat kering dari cirit asai” feses rayap” yang telah bersih ditimbang dan didapatkan sebanyak  $\pm 392,68$  g. Selanjutnya, cirit asai” feses rayap” di masukan ke dalam selongsong yang terbuat dari kertas sarung dan kapas dengan tujuan agar bisa dilarutkan oleh metanol nantinya pada proses sokletasi.

Sampel yang telah dimasukan ke dalam selongsong tersebut dimasukkan ke dalam tabung soklet untuk dilakukan proses sokletasi cirit asai” feses rayap”. Proses yang terjadi, ialah sampel dalam *metanol* dipanaskan hingga *metanol* dan senyawa-senyawa volatil dari sampel menguap. Uap yang telah terbentuk nantinya akan melewati kondensor. Kondensor bertujuan sebagai pendingin. Kemudian, akan terjadi perubahan wujud zat dari gas menjadi cmetanol. *Metanol* dan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang menguap akan menuju ke wadah penampung *clevenger apparatus* setelah didinginkan oleh kondensor. *Metanol* dan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” akan tertampung sampai proses sokletasi berakhir, yaitu saat volume hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang diperoleh jumlahnya tetap. Pada penelitian ini, hidrosokletasi berlangsung sekitar tujuh jam sejak tetesan pertama.

*Metanol* dan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” hasil sokletasi akan bercampur dalam wadah penampungan karena tidak terdapat perbedaan kepolaran antara hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dengan *metanol*. Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” bercampur metanol dan tidak terdapat garis pemisah antara hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dan *metanol*. Ini terjadi karena massa jenis hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap”  $\pm$  sama dengan *metanol* (massa jenis *metanol* = 1 g/mL).

Setelah proses sokletasi selesai, diamati volume hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang diperoleh pada skala wadah penampung. Menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Rialita (2015), kadar hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” esensial yang dihasilkan adalah 0,24 % v/b (2). Menurut penelitian lain, kadar hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” sebesar 0,182 % (4). Phat (2020), melakukan isolasi hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” mendapatkan rendemen hasil isolasi sebesar 0,5% v/b (5). Pada buku Farmakope Herbal Indonesia (FHI) tahun 2017 dinyatakan bahwa kadar hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” tidak kurang dari 1,1% v/b (7). Volume total hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang didapatkan pada penelitian ini sebesar 25 mL, dengan rendemennya 0,532% v/b. Rendemen hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang diperoleh ini berbeda dengan beberapa literatur yang diteliti. Jika dibandingkan dengan FHI 2017, rendemen atau persentase hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang diperoleh pada penelitian ini, yaitu di bawah kadar yang diharapkan.

Terdapat beberapa faktor penyebab terjadinya perbedaan rendemen, yaitu asal tanaman, mutu bahan, penanganan bahan sebelum penyulingan, metode penyulingan, serta penanganan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang dihasilkan (37). Selain itu, rendemen yang didapatkan juga dipengaruhi oleh varietas tanaman, umur panen, proses perajangan, kepadatan bahan, dan alat pendingin (kondensor) (38).

Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dan metanol yang terdapat dalam labu penampung selanjutnya dipisahkan. Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dimasukkan ke dalam vial yang dilapisi aluminium foil untuk menghindari kontak berlebih antara hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dengan cahaya. Kemudian, ditambahkan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Natrium Sulfat) anhidrat untuk mengikat molekul metanol yang terbawa bersama hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap”, sehingga diperoleh hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang bebas metanol dan lebih murni. Selanjutnya, dilakukan penentuan organoleptik yang meliputi bobot jenis menggunakan piknometer 5mL, indeks bias menggunakan refraktometer, dan rotasi optik menggunakan polarimeter. Hasil penentuan karakteristik hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang diperoleh sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Penentuan Karakteristik Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap”

Parameter	Hasil Penelitian	SNI 06-1312-1998	FarmakopeHerbal Indonesia 2017	Rialita (2015)
Rendemen (% v/b)	0,532	-	>1,1	0,24
Warna	Kuning Keemasan	-	-	Kuning kecoklatan
Bau	Beraroma khas dan menyengat	-	-	-
Bobot Jenis (g/mL)	0,876	0,8720-0,8890	-	0,883
Indeks Bias	1,4789	1,4853-1,4920	-	1,480
Rotasi Optik (°)	119,49°	(-32) – (-14)	-	-8,45

Cirit asai “feses rayap” menghasilkan antibiotik alami yang dapat menghilangkan rasa gatal. Cirit asai “feses rayap” juga mengandung zat magnesium yang dapat digunakan untuk meningkatkan elastisitas kulit ( Lucas A Bluff dan Christian Rutz ). *Rayap rhinotermitidae dan Kelotermitidae mengonsumsi kayu*, yang diambil adalah unsur

selulosanya, sedangkan yang lainnya dicerna dengan bantuan mikroba alami dalam tubuh rayap tersebut. (Subekti 2005).

Cirit asai “feses rayap” memiliki kandungan kimia berupa 50% karbon, 44% oksigen, 6% hidrogen, dan 0,1% nitrogen. Konfigurasi kimianya mirip seperti  $C_6H_9O_4$  (Kalleshwaraswamy C. M. et al. 2022). Cirit asai “feses rayap” menghasilkan antibiotik alami. Butiran Cirit asai “feses rayap” mengandung senyawa *Streptomycin*, merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Cirit asai “feses rayap” juga mengandung zat magnesium yang dapat digunakan untuk meningkatkan elastisitas kulit sehingga mampu meminimalisir terjadinya Malaleh “ruam lipatan kulit” dan juga zat selulosa yang terkandung didalamnya dapat menyerap air sehingga dapat menghindarkan kulit dari keadaan lembab.

Komponen kimia relatif hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” hasil GC-MS dicocokkan dengan hasil analisis gugus fungsi ATR-FTIR. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat kecocokan antara senyawa-senyawa yang terdeteksi oleh GC-MS dengan gugus fungsi tertentu yang teridentifikasi oleh ATR-FTIR.

Selanjutnya, dilakukan pengujian aktivitas antibakteri dengan metode dilusi cmetanol untuk menentukan konsentrasi hambat minimum (KHM) menggunakan garam tetrazolium: MTT (3-(4,5-Dimethylthiazol-2-yl)-2,5-Difeniltetrazolium Bromida). Prinsip metode ini adalah adanya perubahan warna yang dihasilkan oleh MTT yang bereaksi dengan mitokondria sel hidup. MTT direduksi menjadi kristal formazan ungu yang tidak larut dalam metanol oleh enzim mitokondria: suksinat dehidrogenase karena hanya sel hidup yang dapat meng-katalisis reaksi (79). Metode ini terbilang cukup mudah untuk dilakukan dalam pengujian aktivitas antibakteri.

Konsentrasi hambat minimum diperlukan untuk memberikan informasi onsentration terendah (IC 50%) dari serial konsentrasi sampel uji yang masih dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Di bawah konsentrasi hambat minimum, sampel uji tidak dapat menghambat bakteri yang tumbuh.

Biakan murni bakteri diambil dengan ujung kawat ose, lalu disuspensikan ke dalam NaCl fisiologis. Suspensi bakteri dihomogenkan menggunakan *vortex*. Kekekruhan suspensi dibandingkan dengan larutan standar Mc Farland 0,5% ( $1,5 \times 10^8$ ) pada latar belakang hitam. Selanjutnya, suspensi bakteri diencerkan dengan perbandingan 1:150 (suspensi : MHB) dalam media cmetanol, sehingga konsentrasi suspensi bakteri yang akan diujikan, yaitu sekitar  $10^6$  CFU/mL. Larutan uji dibuat dalam konsentrasi 50 % (b/v) menggunakan pelarut DMSO (100%). Sebanyak 50  $\mu$ L larutan uji dalam DMSO ditambahkan ke dalam 450  $\mu$ L MHB, sehingga diperoleh konsentrasi larutan 5%.

Alasan pemilihan DMSO sebagai pelarut karena kemampuannya melarutkan berbagai senyawa dengan tingkat kepolaran yang berbeda, sehingga mampu untuk melarutkan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” Selain itu, DMSO tidak memiliki

aktivitas antibakteri, sehingga pengujian yang dilakukan akan menunjukkan hasil yang sebenarnya dari potensi antibakteri sampel uji (6).

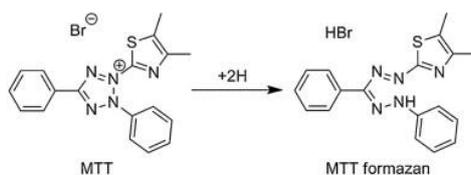
Penentuan konsentrasi hambat minimum (KHM) dilakukan di dalam *Laminar Metanol Flow* (LAF). Strain bakteri diremajakan pada *nutrient agar* dengan suhu 37°C. *Plate* mikrotiter 96 sumur (*96-well microtiter plate*) akan diisi media cmetanol Mueller Hinton Broth (MHB) dengan volume akhir setelah ditambahkan larutan sampel untuk setiap sumur yaitu 100 µL yang mana konsentrasi bakteri di dalamnya adalah  $5 \times 10^5$  CFU/mL pada setiap sumur.

Pada penelitian ini, kontrol positif yang digunakan adalah Ciprofloxacin. Alasan pemilihan Ciprofloxacin karena sifat antibiotiknya berspektrum luas. Mekanisme kerja dari Ciprofloxacin melawan bakteri adalah memengaruhi aktivitas enzim DNA gyrase (topoisomerase II), yaitu enzim yang dibutuhkan dalam sintesis DNA. Ciprofloxacin mengikat enzim girase yang mana enzim tersebut menyebabkan pemutusan untai ganda menjadi DNA yang berperan penting dalam pembelahan sel bakteri (80).

Media MHB sebanyak 50 µL dimasukkan ke dalam *96-wells microtiter plate* pada baris B-H mulai dari kolom sumur pertama sampai sumur keempat. Larutan uji sebanyak 50 µL, dimasukkan ke dalam baris A dan B pada *96-wells microtiter plate*. Pada baris B dipipet sebanyak 50 µL dan dimasukkan ke baris C, baris C dipipet sebanyak 50 µL dan dipindahkan ke baris ke D dan hal yang sama dilakukan sampai G. Baris G dipipet sebanyak 50 µL lalu dibuang pada *waste-plate*. Setelah itu, inokulum bakteri ( $10^6$  CFU/mL) dipipet sebanyak 50 µL/sumur pada setiap baris A sampai G, sehingga diperoleh konsentrasi sampel hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dari baris A-G: 2,500 %, 1,250%, 0,625%, 0,313%, 0,157%, 0,079%, dan 0,040%.

Hal yang sama juga dilakukan pada kontrol positif Ciprofloxacin (3 mg/mL). Pada sumur H1-H3, diisi MHB 100 µL tanpa penambahan suspensi bakteri. Kontrol negatif pada pengujian ini terdapat dua jenis, yaitu kontrol tumbuh (MHB dan DMSO) serta kontrol sterilitas. Kontrol negatif pada sumur H4-H6 ditambahkan MHB dan suspensi bakteri masing-masing sebanyak 50 µL, sedangkan pada sumur H7-H12, ditambahkan 50 µL MHB yang mengandung DMSO (5%) dan 50 µL suspensi bakteri. Selanjutnya, *microplate* diinkubasi selama 18-24 jam pada suhu 37°C.

Setelah itu, setiap sumur pada *96-wells microtiter plate* ditambahkan 40 µL MTT (0.5 mg/mL), kemudian diinkubasi selama 10-15 menit pada suhu 37°. Nilai KHM ditentukan dari sumur dengan konsentrasi terendah yang tidak menunjukkan perubahan warna, yang menandakan tidak adanya pertumbuhan bakteri. Warna ungu pada sumur menandakan bahwa garam tetrazolium yang berwarna kuning tereduksi menjadi kristal ungu formazan oleh enzim suksinat dehidrogenase yang dihasilkan mitokondria sel yang masih aktif.



Gambar 3 Reduksi Bromida MTT Menjadi Kristal Formazan (81)

Untuk menentukan nilai konsentrasi bunuh minimum (KBM), media yang terdapat pada setiap sumur sebelum diberi MTT digoreskan terlebih dahulu di atas *plate* NA menggunakan *cotton bud steril*, lalu diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Konsentrasi bunuh minimum (KBM) ditentukan jika tidak terdapat pertumbuhan bakteri pada permukaan agar yang telah diinkubasi (58,60). Adanya bakteri yang tumbuh menandakan bahwa hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” pada konsentrasi tersebut memiliki sifat bakteristatik, sebaliknya, ketiadaan tumbuhnya bakteri menandakan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” tersebut memiliki sifat bakterisidal pada konsentrasi tertentu.

Bakteri uji yang digunakan adalah beberapa bakteri yang telah dilaporkan dapat menginfeksi luka, yaitu bakteri Gram positif *Staphylococcus aureus* ATCC 6538, *methicillin-resistant Staphylococcus aureus* ATCC 43300, *Streptococcus mutans* ATCC 25175, *Enterococcus faecalis*. Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk bakteri Gram negatif, di antaranya *Eschericia coli* ATCC 25922 dan *Proteus mirabilis* IS01. Pengujian ini diulangi sebanyak empat kali setiap bakteri, untuk meminimalisir kesalahan yang terjadi. Hasil pengujian aktivitas antibakteri dengan metode dilusi cmetanol dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 2 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap

No.	Bakteri	Konsentrasi Hambat Minimum (mg/mL)	Konsentrasi Bunuh Minimum (mg/mL)
1.	<i>Enterococcus faecalis</i>	12,5	25,0
2.	<i>Eschericia coli</i>	12,5	25,0
3.	<i>Methicillin-resistant Staphylococcus aureus</i>	6,3	12,5
4.	<i>Proteus mirabilis</i>	6,3	12,5
5.	<i>Staphylococcus aureus</i>	3,1	3,1
6.	<i>Streptococcus mutans</i>	6,3	12,5
Kontrol Negatif		Pengulangan	
Kontrol Sterilitas		-	-

Tumbuh	+	+	+
--------	---	---	---

Tabel 3 Hasil Uji Aktivitas Antibakteri Ciprofloxacin

No.	Bakteri	Konsentrasi Hambat Minimum (mg/mL)	Konsentrasi Bunuh Minimum (mg/mL)
1.	<i>Enterococcus faecalis</i>	$9,38 \times 10^{-4}$	$1,88 \times 10^{-3}$
2.	<i>Eschericia coli</i>	$4,69 \times 10^{-4}$	$4,69 \times 10^{-4}$
3.	<i>Methicillin-resistant Staphylococcus aureus</i>	$1,47 \times 10^{-4}$	$1,47 \times 10^{-4}$
4.	<i>Proteus mirabilis</i>	$3,75 \times 10^{-2}$	$7,50 \times 10^{-2}$
5.	<i>Staphylococcus aureus</i>	$1,17 \times 10^{-4}$	$2,34 \times 10^{-4}$
6.	<i>Streptococcus mutans</i>	$1,47 \times 10^{-5}$	$1,47 \times 10^{-5}$
Kontrol Negatif		Pengulangan	
Kontrol Sterilitas		-	-
Tumbuh		+	+

Keterangan:

Jernih (-) = Tidak terdapat bakteri yang tumbuh

Warna ungu (+) = Terdapat bakteri yang tumbuh

Berdasarkan hasil yang diperoleh, konsentrasi hambat minimum hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” terhadap bakteri *Enterococcus faecalis* dan *Eschericia coli* bernilai sama, yaitu 12,5 mg/mL dengan konsentrasi bunuh minimumnya 25,0 mg/mL. *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus*, *Proteus mirabilis*, dan *Streptococcus mutans* memiliki nilai yang sama, yaitu pada konsentrasi 6,3 mg/mL dan untuk konsentrasi bunuh minimum pada 12,5 mg/mL. Lain halnya pada *Staphylococcus aureus*, konsentrasi hambat minimum sama dengan konsentrasi bunuh minimum pada 3,1 mg/mL. Ini menunjukkan bahwa hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” memiliki sifat bakteriostatik dan bakterisidal pada konsentrasi tertentu. Peneliti lain melaporkan hasil uji KHM hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” *Zingiber officinale*. Bakteri *Staphylococcus aureus* 23MR memiliki KHM 0,5 mg/mL, *Enterococcus faecalis* ATCC 14506 1,0 mg/mL, dan *Eschericia coli* FES-1 pada 1,0mg/mL(3). Menurut Sivasothy (2011), rimpang memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* ATCC12600 dan *Eschericia coli* ATCC25922 dengan nilaiKHM yang sama, 0,31 mg/mL (78).

Nilai konsentrasi hambat minimum Ciprofloxacin sebagai kontrol positif cukup beragam dan memiliki persentase konsentrasi hambat dan bunuh yang sangat kecil.

Konsentrasi hambat dan bunuh minimum terkecil yang dapat dihambat oleh Ciprofloxacin adalah *Streptococcus mutans* pada  $1,47 \times 10^{-5}$  mg/mL. Sedangkan nilai KHM terbesar yang dihambat kontrol positif yaitu *Proteus mirabilis* pada  $3,75 \times 10^{-2}$  mg/mL dengan KBM  $7,50 \times 10^{-2}$  mg/mL. Pada pengujian kontrol sterilitas terbukti MHB yang digunakan untuk pengujian telah steril dengan tidak adanya perubahan menjadi warna ungu. Sedangkan pada kontrol tumbuh yaitu kontrol media yang hanya diberi bakteri tanpa sampel uji, terbukti bahwa DMSO dan MHB tidak memengaruhi potensi antibakteri dari hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” maupun kontrol positif Ciprofloxacin.

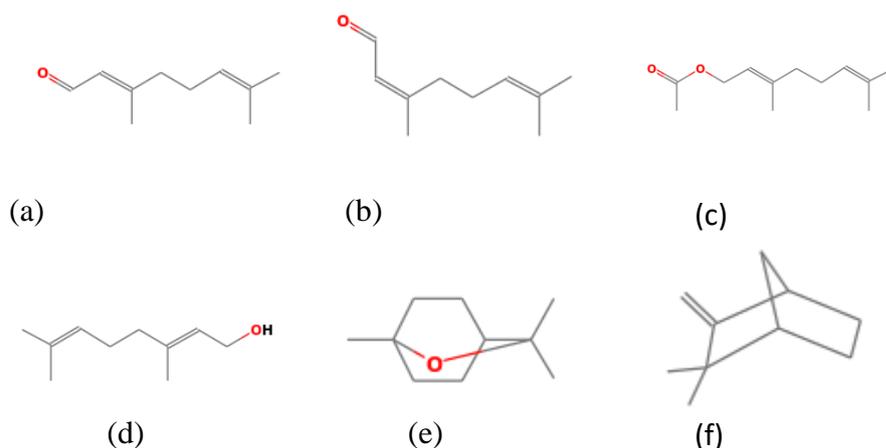
Berdasarkan hasil penelitian, hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” memiliki aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif, negatif, dan resisten. Secara umum, hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” menunjukkan aktivitas antibakteri yang lebih kuat terhadap bakteri Gram positif dibandingkan terhadap bakteri Gram negatif. Hal ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang melaporkan bahwa bakteri Gram negatif lebih resisten terhadap hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dari pada bakteri Gram negatif (2).

Kepekaan bakteri uji terhadap hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dipengaruhi oleh sifat fisikokimia hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dan perbedaan struktur dinding sel bakteri Gram positif dan negatif. Bakteri Gram positif lebih sensitif terhadap produk alami dari pada bakteri Gram negatif (82). Tingkat sensitivitas bakteri uji bervariasi bergantung pada strain yang diuji, jenis konstituen kimia yang ada dalam hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap”, kondisi lingkungan, dan perbedaan struktural dalam komposisi membran sel bakteri Gram-positif dan Gram-negatif (83).

Aktivitas antibakteri hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang paling baik, yaitu pada strain Gram positif, terutama yang paling rentan. Hal ini menunjukkan bahwa salah satu target dari hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” adalah dinding sel, karena bakteri Gram positif memiliki dinding sel yang terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal mengelilingi membran sitoplasma. Namun, mungkin memiliki target lain, seperti membran plasma, yang menjelaskan pengaruh hambatan dari hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” pada bakteri Gram negatif, karena konstituen hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” telah dilaporkan memiliki sifat lipofilik, yang berinteraksi dengan membran dengan mengubah fluiditas dan permeabilitas (3).

Aktivitas antibakteri yang dimiliki oleh hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” disebabkan oleh senyawa-senyawa mayor hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang aktif melawan bakteri. Selain itu, juga dapat disebabkan oleh komponen lain yang terkandung di dalamnya (83). Senyawa mayor yang terdapat dalam penelitian ini dan memiliki aktivitas antibakteri, yaitu Citral (19,01%), Z-Citral (14,82%), Geranyl Acetate (11,90%),

Geraniol (9,56%), 1,8-Cineole (5,84%), dan Camphene (4,92%). Struktur senyawa kimia dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Struktur Senyawa (a) E-Citral, (b) Z-Citral, (c) Geranyl Acetate, (d) Geraniol, (e) 1,8-Cineole, (f) Camphene (84)

Suatu penelitian melaporkan bahwa terpenoid teroksigenasi seperti terpen alkohol dan fenolik memiliki aktivitas antimikroba yang lebih baik dari pada konstituen lainnya. Beberapa laporan tentang aktivitas antimikroba monoterpen telah menunjukkan bahwa jumlah ikatan rangkap dalam suatu struktur dan struktur asiklik, monosiklik dan/atau bisiklik tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aktivitasnya. Aktivitas penghambatan yang lebih tinggi terlihat pada senyawa aromatik tertentu. Namun, terpenoid teroksigenasi menunjukkan karakteristik dan pola aktivitas yang berbeda terhadap mikroorganisme; terpenoid yang mengandung alkohol memiliki aktivitas yang lebih tinggi daripada senyawa karbonil (85).

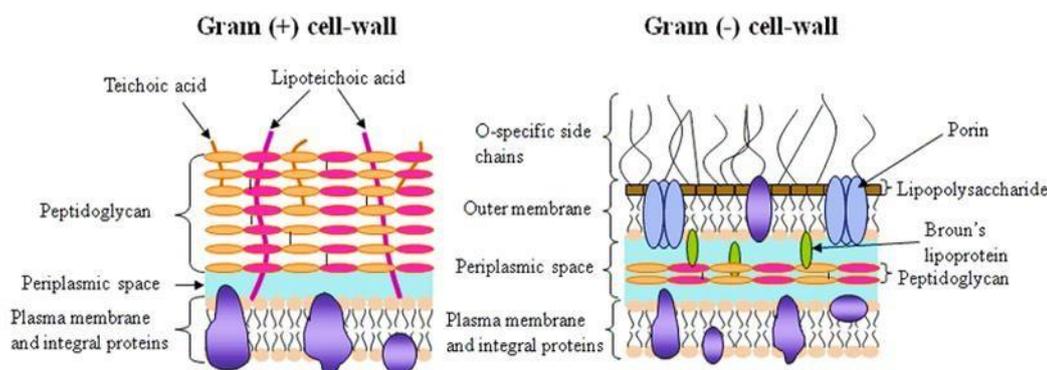
Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa senyawa mayor tertinggi diduduki oleh monoterpen teroksigenasi, yaitu Citral. E-Citral sebagai komponen mayor teratas dan Z-Citral tepat di bawahnya. Citral merupakan kelompok senyawa monoterpen teroksigenasi yang terdiri atas campuran isomer bioaktif geranial dan neral. Menurut suatu penelitian, E-Citral (Entgegen-Citral) atau geranial lebih stabil dibandingkan Z-Citral (Zusammen-Citral) atau neral (86). Senyawa Citral mampumengganggu permeabilitas membran sel serta merusak dan mengacaukan permeabilitas dinding sel mikroba. Hal ini menyebabkan suplai nutrisi, ion, dan metanol mengalami gangguan yang mengakibatkan bakteri tidak mampu melakukan metabolisme secara sempurna dan terjadilah kematian sel bakteri (4). Citral menunjukkan adanya aktivitas antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis*, *Enterococcus faecalis*, *Eschericia coli*, *Propionibacterium acnes*, *Salmonella enterica* dan *Pseudomonas aeruginosa* (3,4). Geranyl Acetate merupakan senyawa monoterpen teroksigenasi yang dilaporkan memiliki aktivitas antimikroba bersama Geraniol (87). Geranyl Acetate mampu membunuh *Eschericia coli* dengan konsentrasi 1g/L (88). Geraniol merupakan senyawa monoterpen dalam bentuk alkohol. Alkohol yang terdapat dalam hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dapat membunuh bakteri. Cara kerja alkohol dalam membunuh mikroorganisme yaitu dengan

mendenaturasi protein sel (4). Geraniol dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri terhadap *Escherichia coli* (88).

Senyawa 1,8-Cineole merupakan senyawa terpenoid golongan monotepen teroksigenasi dengan rumus molekul  $C_{10}H_{18}O$ , sedangkan Camphene adalah monoterpen hidrokarbon dengan rumus molekul  $C_{10}H_{18}$ . Burt (2004) menjelaskan bahwa turunan senyawa terpenoid seperti 1,8-cineole dan camphene di duga terlibat pada berbagai mekanisme kerusakan membran sitoplasma bakteri serta mengkoagulasi komponen sel (2). Senyawa 1,8-Cineole dilaporkan memiliki sifat antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus*, MRSA, *Escherichia coli*, *Klasiella pneumoniae*, dan *Enterococcus faecalis* (87). Pada suatu penelitian, Camphen menunjukkan mampu melawan bakteri *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* (6).

Dalam penelitian Pelczar dan Chan (1986) dinyatakan bahwa sel bakteri Gram negatif memiliki struktur yang kompleks berlapis-lapis dan kandungan lemak yang relatif lebih tinggi (11-12%), sehingga lebih tahan terhadap perubahan lingkungan yang disebabkan oleh bahan kimia. Sedangkan jenis bakteri Gram positif, secara umum memiliki struktur dinding sel yang lebih sederhana, yaitu 90% dinding selnya terdiri atas lapisan peptidoglikan (89). Lapisan lainnya adalah asam teikoat. Hal inilah yang diduga menjadi penyebab dinding sel bakteri Gram positif mudah dirusak oleh senyawa antibakteri dari pada bakteri Gram negatif (90). Gram negatif memiliki tiga lapisan pada *envelope*-nya: membran terluar, dinding sel peptidglikan, dan sitoplasma atau *inner membrane*. Membran terluar bakteri gram negatif adalah *bilayer lipid*: lipopolisakarida (91).

Adanya lapisan lipopolisakarida pada membran sel bakteri Gram negatif akan melindungi senyawa-senyawa polar yang dapat menyebabkan lisis sel agar tidak terjadi penetrasi pada membran, mengakibatkan senyawa-senyawa yang lebih lipofilik mudah berpenetrasi ke dalam dinding sel bakteri. Sedangkan pada bakteri Gram positif tidak memiliki lapisan lipopolisakarida yang melindungi membran. Hal ini mengakibatkan senyawa yang lebih polar akan lebih mudah merusak protein porin, sehingga menyebabkan sel lisis (90).



Gambar 5 Struktur Dinding Sel Bakteri Gram Positif dan Negatif (92)

Selanjutnya, uji waktu bunuh hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” *rubrum* Theilade terhadap beberapa bakteri penginfeksi luka. Penentuan uji waktu bunuh memerlukan data konsentrasi hambat minimum dari setiap bakteri uji. Bakteri yang dipilih adalah bakteri uji dengan konsentrasi hambat minimum terkecil dari kelompok Gram-negatif dan Gram-positif. Pertimbangan pemilihan bakteri berdasarkan konsentrasi hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang memiliki potensi terbaik melawan bakteri. Dari data yang diperoleh, *Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif dengan KHM terendah dan *Proteus mirabilis* dari kelompok Gram negatif.

Metode awal uji waktu bunuh sama dengan pengujian untuk KHM, yang berbeda hanya pada volumenya. Pada uji waktu bunuh beberapa konsentrasi dibuat dalam tabung reaksi dengan volume akhir sampel sebelum diuji 10 mL. Konsentrasi yang dievaluasi adalah: 1/2xKHM, KHM, dan 2xKHM. Tabung berisi 5 mL MHB tanpa hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” esensial disiapkan sebagai kontrol negatif. Suspensi mikroba (5mL) yang mengandung sekitar  $1 \times 10^6$  CFU/mL ditambahkan ke setiap tabung, sehingga konsentrasi bakteri di dalamnya yaitu  $5 \times 10^5$  CFU/mL. Sebanyak 1 mL alikuot diambil setiap selang waktu 0, 2, 4, 6, 8, 10, dan 12 jam dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 mL MHB, lalu divortex, sehingga diperoleh pengenceran  $10^1$ . Hal yang sama diulangi untuk menghasilkan pengenceran  $10^2$  dan  $10^3$ .

Setelah itu, diambil sebanyak 100  $\mu$ L dari masing-masing tabung dan diletakkan pada cawan petri yang berisi agar kemudian diratakan dan diinkubasi selama 18-24 jam. Bakteri yang tumbuh di permukaan *plate* agar dihitung. Jumlah CFU (*Colony Forming Unit*) mewakili jumlah yang tumbuh. Kemudian, persentase sel mati dihitung relatif terhadap kontrol pertumbuhan dengan menentukan jumlah sel hidup (CFU/mL). Perlakuan yang sama dilakukan pada kontrol positif Ciprofloxacin.

Pengujian ini dilakukan untuk menentukan pada waktu berapa hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dapat membunuh bakteri. Selain itu, untuk menganalisis pengaruh lamanya waktu inkubasi dengan beberapa konsentrasi sampel hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” terhadap jumlah koloni bakteri penginfeksi luka. Hasil pengujian yang diperoleh tertera pada tabel di bawah ini.

Tabel 4. Jumlah Bakteri *Staphylococcus aureus* yang Tumbuh Setelah Diberi Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang Diinkubasi Selama 18-24 Jam (CFU/mL)

Waktu (Jam)	Cuplikan	Kontrol	1/2xKHM	KHM	2xKHM
0	1	12900	4300	7500	3300
	2	12300	9100	8900	3700
	3	15900	5600	9400	9200
2	1	15100	3700	2000	2600
	2	14400	3600	4100	2200

	3	16000	4600	4200	4500
4	1	19300	3600	1900	2100
	2	23100	3500	4200	2300
	3	21600	2500	3400	700
6	1	21100	3300	3400	3200
	2	22400	3500	2400	700
	3	22200	3500	2500	1100
8	1	23300	3900	1000	1700
	2	24000	3600	1400	1600
	3	23400	3500	1900	1800
10	1	31400	2000	1500	400
	2	59100	3300	3600	2800
	3	41600	1000	800	3100
12	1	59300	2300	800	900
	2	60200	1900	2100	900
	3	61700	2300	1000	2000

Tabel 5 Jumlah Bakteri *Proteus mirabilis* yang Tumbuh Setelah Diberi Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang Diinkubasi Selama 18-24 Jam (CFU/mL)

Waktu (Jam)	Cuplikan	Kontrol	1/2xKHM	KHM	2xKHM
0	1	31800	26700	7200	3200
	2	30700	28400	8400	3300
	3	30600	27200	8700	1500
2	1	35200	800	0	100
	2	40800	900	0	0
	3	37500	700	0	0
4	1	69300	100	0	0
	2	61600	100	0	0
	3	61900	0	0	0
6	1	80100	0	0	0
	2	82200	400	0	0
	3	83900	0	0	0
8	1	88000	0	0	0
	2	87300	0	0	0
	3	88200	0	0	0
10	1	90100	0	0	0
	2	91100	0	0	0
	3	91300	0	0	0
	1	93300	0	0	0

12	2	95000	0	0	0
	3	96900	0	0	0

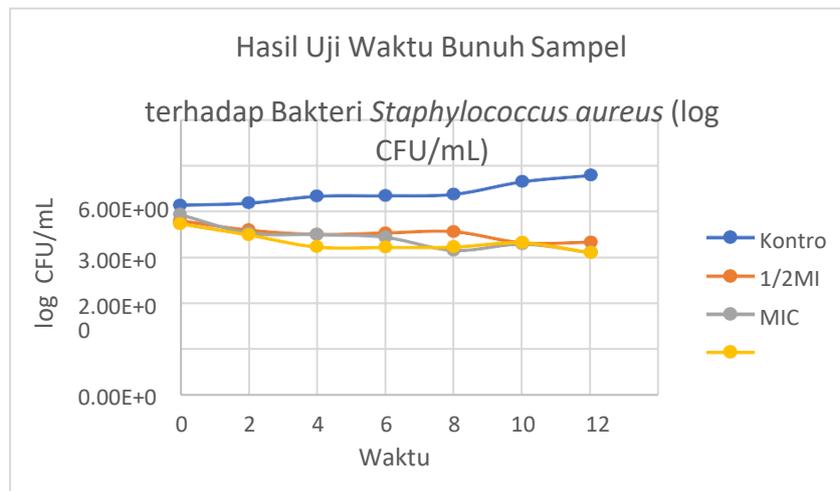
Tabel 6 Jumlah Bakteri *Staphylococcus aureus* yang Tumbuh Setelah Diberi Ciprofloxacin yang Diinkubasi Selama 18-24 Jam (CFU/mL)

Waktu (Jam)	Cuplikan	Kontrol	1/2xKHM	KHM	2xKHM
0	1	1850	2450	4700	1000
	2	2370	3420	6700	5300
	3	1830	2970	4800	3500
2	1	11200	6400	2900	3200
	2	12900	4900	2100	4300
	3	12000	7500	2000	2000
4	1	12600	2100	4800	3300
	2	12200	4800	3300	2600
	3	14200	6900	2800	3300
6	1	17700	4500	5600	5600
	2	13800	4100	4600	4600
	3	17200	7100	5200	5500
8	1	15000	4800	8700	3500
	2	18500	5000	8500	6700
	3	17700	4200	8200	4700
10	1	19600	3700	4100	5900
	2	20500	4500	5200	4800
	3	25500	6800	7700	8800
12	1	14900	7600	11200	2700
	2	26900	10100	3300	5600
	3	29900	10400	5000	2200

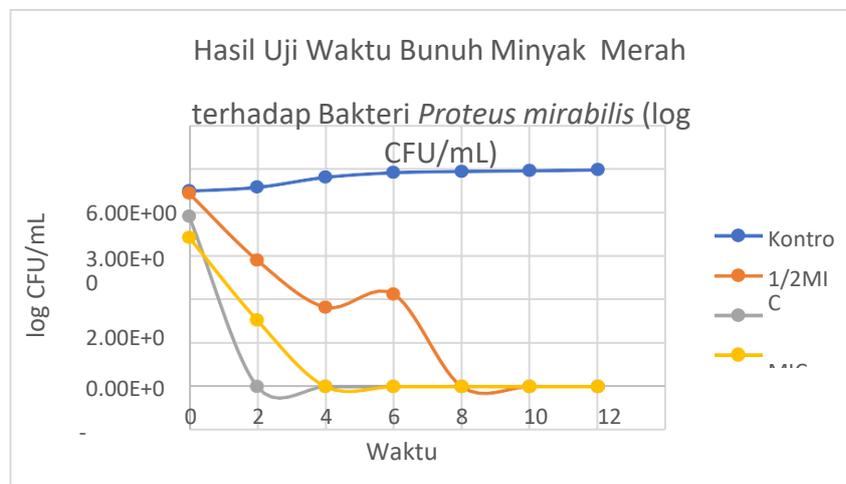
Tabel 7 Jumlah Bakteri *Proteus mirabilis* yang Tumbuh Setelah Diberi Ciprofloxacin yang Diinkubasi Selama 18-24 Jam (CFU/mL)

Waktu (Jam)	Cuplikan	Kontrol	1/2xKHM	KHM	2xKHM
0	1	44300	31000	11700	4500
	2	55900	27700	6800	3800
	3	36800	24900	6100	3900
2	1	43200	28200	19900	5800
	2	57000	26400	11400	9800
	3	53800	25000	10800	5700
4	1	44900	25000	32900	15500
	2	53000	27200	29000	4100
	3	59000	25400	34000	2200
	1	56400	16100	12100	4900

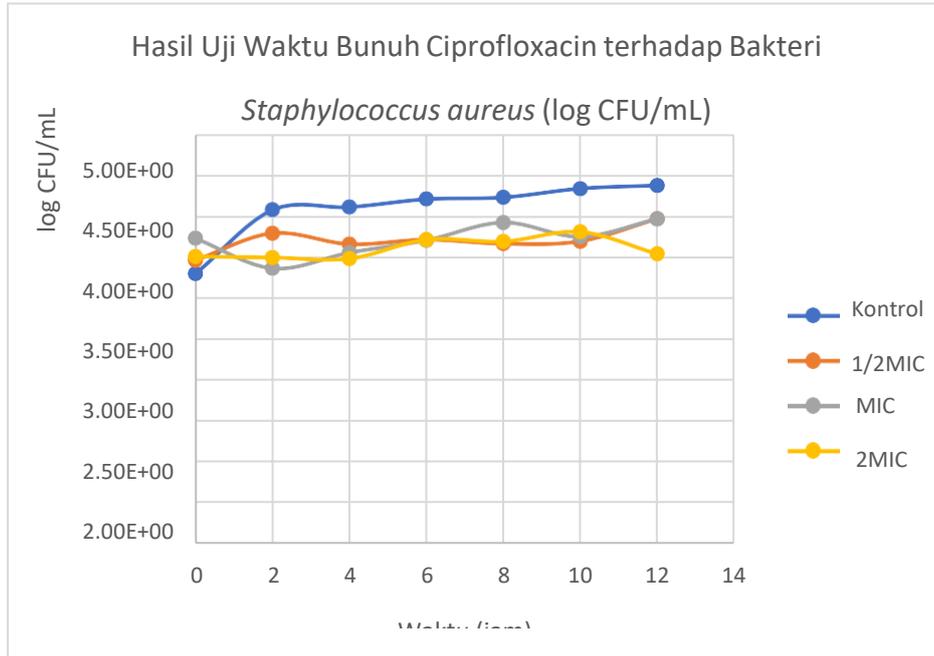
6	2	51100	18200	8800	4200
	3	58100	24600	14700	5200
8	1	71400	13700	18000	11100
	2	73300	11500	6300	10900
	3	81100	4000	19200	14700
10	1	81300	13300	12100	4800
	2	87700	15100	16800	13700
	3	91200	10500	16800	4100
12	1	110200	12400	18700	5100
	2	100300	15300	12400	4500
	3	101900	9600	19700	1400



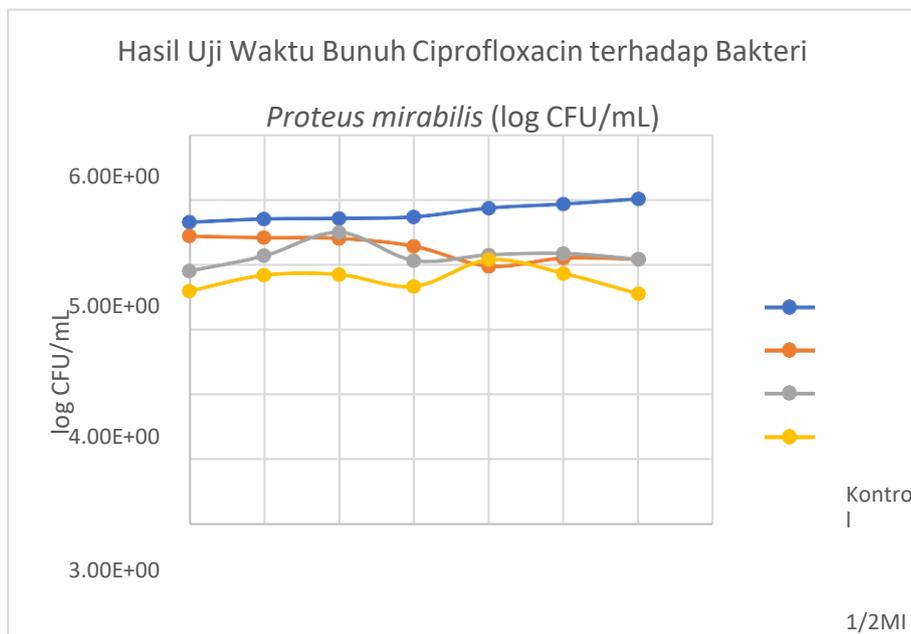
Gambar 6 Grafik Hasil Uji Waktu Bunuh Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* (log CFU/mL)



Gambar 7 Grafik Hasil Uji Waktu Bunuh Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” terhadap Bakteri *Proteus mirabilis* (log CFU/mL)



Gambar 8 Grafik Hasil Uji Waktu Bunuh Ciprofloxacin terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus* (log CFU/mL)



Gambar 9 Grafik Hasil Uji Waktu Bunuh Ciprofloxacin terhadap Bakteri *Proteus mirabilis* (log CFU/mL)

Pada pengujian waktu bunuh digunakan beberapa konsentrasi. Konsentrasi yang digunakan adalah konsentrasi hambat minimum, setengah konsentrasi hambat minimum, dan 2 kali konsentrasi hambat minimum. Bakteri *Staphylococcus aureus* mempunyai

$\frac{1}{2}$ xKHM 0,156%; KHM 0,313%; dan 2xKHM 0,625% dalam hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” serta  $\frac{1}{2}$ xKHM 0.0000059%; KHM 0,0000117%; dan 2xKHM 0,0000234% dalam larutan Ciprofloxacin. Bakteri *Proteus mirabilis* mempunyai  $\frac{1}{2}$ xKHM 0,313%; KHM 0,625%; dan 2xKHM 1,250% serta  $\frac{1}{2}$ xKHM 0,00187%; KHM 0,00375%; dan 2xKHM 0,00750%.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa bakteri *Staphylococcus aureus* yang diberi hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” memiliki rata-rata jumlah bakteri terendah (1.266,67 CFU/mL) pada jam ke-12 dengan konsentrasi hambat minimum dua kalinya (2xKHM). Sedangkan pada bakteri *Proteus mirabilis*, jumlah bakteri yang tidak tumbuh sama sekali untuk  $\frac{1}{2}$ xKHM pada jam ke-8, KHM pada jam ke-2, dan 2xKHM pada jam ke-4. Pada kontrol positif Ciprofloxacin, bakteri *Staphylococcus aureus* memiliki jumlah bakteri terendah (3.500 CFU/mL) pada jam ke-12 dengan konsentrasi hambat minimum dua kalinya (2xKHM). Sama halnya dengan *Staphylococcus aureus*, bakteri *Proteus mirabilis*, jumlah bakteri terendah (3.666,67 CFU/mL) pada jam ke-12 dengan konsentrasi hambat minimum dua kalinya (2xKHM) dalam Ciprofloxacin.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui ketepatan suatu konsentrasi hambat minimum (KHM) yang dihasilkan suatu agen antibakteri, yaitu hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” dan kontrol positif (Ciprofloxacin) dengan kombinasi variasi waktu tertentu yang mematikan bagi suatu koloni bakteri. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan yang signifikan antara sampel variasi konsentrasi dan lamanya waktu inkubasi dengan jumlah bakteri maka dilakukan analisis data menggunakan aplikasi Minitab 19. Uji waktu bunuh dievaluasi menggunakan uji non-parametrik (Kruskal Wallis) karena data tidak terdistribusi normal setelah diuji dengan *normality test*. Perbedaan dianggap signifikan secara statistik apabila *P value* <0,05.

Dari hasil analisis diperoleh untuk *Staphylococcus aureus* hubungan antara sampel dan konsentrasi dengan jumlah bakteri (CFU/mL) memiliki *P-value* 0,000. Sedangkan hubungan antara lamanya waktu inkubasi dengan jumlah bakteri memiliki *P-value* >0,05. Sama halnya dengan *Staphylococcus aureus*, bakteri *Proteus mirabilis* juga memiliki *P-value* 0,000 untuk hubungan antara sampel dan konsentrasi dengan jumlah bakteri (CFU/mL) dan *P-value* >0,05 untuk hubungan lamanya waktu dengan jumlah bakteri.

Menurut analisis data menggunakan Kruskal Wallis, perbedaan sampel dan konsentrasi dipengaruhi oleh Ciprofloxacin yang memberikan pengaruh terbesar terhadap jumlah koloni yang tumbuh dibandingkan dengan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” merah. Data tersebut dapat dilihat dari tingkatan perbedaan median dan rata-rata jumlah koloni. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan sampel (Hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” merah, Ciprofloxacin, dan kontrol positif) serta konsentrasi dapat memengaruhi jumlah bakteri yang tumbuh. Dengan ini maka  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Akan tetapi, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara jumlah bakteri yang tumbuh dengan lamanya waktu inkubasi karena *mean* hasil analisis tidak jauh berbeda maka  $H_0$  untuk lamanya waktu inkubasi diterima. Oleh karena itu, lamanya inkubasi tidak terlalu

memberikan perbedaan yang signifikan kecuali digabungkan dengan hal lain yang dapat memengaruhi jumlah bakteri yang tumbuh seperti perbedaan sampel atau konsentrasi.

Drago dalam penelitiannya (2001), melaporkan hasil kinetika bakterisidal Ciprofloxacin mampu melawan *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis* dengan beragam konsentrasi hingga waktu inkubasi 24 jam. Aktivitas antimikroba keduanya berkurang pada awal pengamatan setelah diberi antibiotik golongan fluoroquinolone (Levofloxacin dan Ciprofloxacin). *Staphylococcus aureus* 211 dan *Proteus mirabilis* 2912 diuji waktu bunuhnya oleh Ciprofloxacin dengan konsentrasi KHM secara berurutan yaitu 0,5 mg/L dan 0,016 mg/L. Sedangkan KBM nya secara berurutan adalah 1 mg/L dan 0,016 mg/L. Perbandingan kinetika bunuh Ciprofloxacin tidak menunjukkan bakterisidal yang signifikan pada strain *Staphylococcus aureus* maupun *Proteus mirabilis*. Bahkan pada konsentrasi 4KHM. Akan tetapi perbedaan jumlah bakteri yang tumbuh terlihat pada grafik dari setiap variasi konsentrasi Ciprofloxacin yang menggambarkan 3log jumlah bakteri menurun setelah 24 jam pada konsentrasi 4xKHM (93).

Kemampuan hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” menghambat dan membunuh bakteri secara langsung dapat menyebabkan kerusakan pada membran sel bakteri. Hal ini disebabkan oleh komponen lipofilik hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” yang menyebabkan gangguan keseimbangan ion dan pH di dalam sel. Sifat bakteristatik dan bakterisidal bakteri juga diduga disebabkan oleh aktivitas monoterpen dan seskuiterpen yang memengaruhi membran sel sehingga terjadi kerusakan. Potensi antibakteri hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” juga dipengaruhi oleh senyawa terpenoid teroksidasi yang cukup potensial, sebagai antibakteri, seperti Citral, Geraniol, dan 1,8-Cineole (85). Selain itu, lamanya paparan konsentrasi sampel uji juga berpengaruh terhadap jumlah koloni bakteri yang tumbuh karena adanya interaksi dengan dinding sel bakteri (55). Faktor lain yang dapat memengaruhi jumlah bakteri meliputi sifat hidrofob, pH intraselular, konsentrasi antibakteri dan hubungan dengan aktivitas dari struktur kimianya (94).

## **Simpulan dan Saran**

### **Kesimpulan**

Cirit asai” feses rayap” memiliki kandungan kimia berupa 50% karbon, 44% oksigen, 6% hidrogen, dan 0,1% nitrogen. Konfigurasi kimianya mirip seperti C<sub>6</sub>H<sub>9</sub>O<sub>4</sub> (Kalleswaraswamy C. M. et al. 2022). Cirit Asai menghasilkan antibiotik alami. Butiran Cirit Asai mengandung senyawa *Streptomycin*, merupakan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan jamur. Cirit Asai juga mengandung zat magnesium yang dapat digunakan untuk meningkatkan elastisitas kulit sehingga mampu meminimalisir terjadinya Malaleh” ruam lipatan kulit” dan juga zat selulosa yang terkandung didalamnya dapat menyerap air sehingga dapat menghindarkan kulit dari keadaan lembab.

Nilai konsentrasi hambat minimum dan konsentrasi bunuh minimum hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” atsiri jahe merah (mg/mL) secara berurutan untuk bakteri *Enterococcus faecalis* 12,5 dan 25,0; *Eschericia coli* 12,5 dan 25,0; *Methicillin-resistant Staphylococcus aureus* 6,3 dan 12,5; *Proteus mirabilis* 6,3 dan 12,5; *Staphylococcus aureus*

3,1 dan 3,1; serta *Streptococcus mutans* 6,3 dan 12,5 dengan konsentrasi hambat dan bunuh minimum terbaik diduduki oleh *Staphylococcus aureus*.

Pengaruh sampel dan konsentrasi terhadap jumlah koloni bakteri *Staphylococcus aureus* dan *Proteus mirabilis* menyebabkan terdapat perbedaan yang signifikan dengan P value <0,05, tetapi pengaruh lamanya waktu inkubasi memberikan P value >0,05. Bakteri *Staphylococcus aureus* dalam hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” atsiri jahe merah mengalami penurunan jumlah koloni pada jam ke-12 dalam 2xKHM. Sedangkan pada bakteri *Proteus mirabilis*, jumlah bakteri yang tidak terdapat pertumbuhan untuk ½xKHM pada jam ke-8, KHM pada jam ke-2, dan 2xKHM pada jam ke 4.

### **Saran**

Untuk penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan penentuan sifat mekanisme kerja antibakteri serta uji waktu bunuh bakteri penginfeksi luka lain dan uji *antibiofilm* dari hasil ekstraksi cirit asai” feses rayap” di daerah Sumatra Barat.

### **Terima Kasih**

Pada kesempatan ini, Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. apt. Fatma Sri Wahyuni, selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
2. Ibu Dr. apt. Meri Susanti M. Farm., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
3. Bapak Prof. apt. Dachriyanus, Ph.D., selaku pembimbing I dan Ibu Dr. apt. Elidahanum Husni, M.Si, selaku pembimbing II yang telah membimbing, mengarahkan, dan memberikan dukungan kepada Penulis dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan laporan akhir.
4. Ibu apt. Suryati, M.Sc, selaku dosen yang telah sabar memberi ilmu baru, membantu, membimbing, dan mendengarkan suka duka Penulis dalam menyelesaikan laporan akhir ini.
5. Ibu apt. Rahmi Yosmar, M.Farm, selaku dosen penasihat akademik yang telah memberi masukan dan nasihat untuk kelancaran studi Penulis.
6. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Farmasi Universitas Andalas yang telah memberikan ilmu dan pengalaman berharga kepada Penulis.
7. Orang tua dan keluarga tercinta atas doa, motivasi, dan dukungannya yang tiada henti, sehingga Penulis dapat menyelesaikan laporan akhir ini.
8. Mahasiswa Fakultas Farmasi, yaitu (Faincornellis.D.Zai,Dhiyaul Wafi, dan Delta Zehanna) yang telah memberikan warna selama proses penelitian, membantu, mau bersabar, memberikan pengalaman baru, semangat, dukungan, dan suka duka dalam melaksanakan penelitian dan penulisan laporan akhir ini.
9. Pihak sekolah MAN 2 Padang Panjang yang Telah Membiayai Penelitian Ini Hingga Berjalan dengan Baik.
10. Ibu Medikca Tanjung S.Pd.,M.Si yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing saya dalam penelitian dan penulisan laporan akhir ini.

11. Dra. Yanti Novera, M.Si yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing saya dalam penelitian dan penulisan laporan akhir ini.
12. Irmu Likna Sari, M.Pd yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing saya dalam penelitian dan penulisan laporan akhir ini.
13. Ade Fauzia Ulfah, S.Pd yang telah bersedia meluangkan waktu dan tenaganya dalam membimbing saya dalam penelitian dan penulisan laporan akhir ini.

### Daftar Pustaka

- Anca Chiria, Alina Murgu, Marius Florin Coroş, Adrian Naznean, Cristian Podoleanu, Simona Stolnicu,( 2017 ) , Dermatitis intertriginosa, Caused by Streptococcus pyogenes, The Journal of Pediatrics, Volume 184, ,Pages 230-231.e1,ISSN 0022-3476, <https://doi.org/10.1016/j.jpeds.2017.01.060>
- CLSI, Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard, 7th ed.,CLSI document M02-A11. Clinical and Laboratory Standards Institute, 950 West Valley Road, Suite 2500, Wayne, Pennsylvania 19087, USA, 2012
- Hoeger PH, Stark S, Jost G.( 2010 ) Efficacy and safety of two different antifungal pastes in  
Infants with diaper dermatitis: a randomized, controlled study. J Eur Acad Dermatol Venereol. Sep;24(9):1094-8.
- Kalleshwaraswamy, C. M., Shanbhag, R. R., & Sundararaj, R. (2022). Wood Degradation by  
Termites: Ecology, Economics and Protection. In *Science of Wood Degradation and its Protection* (pp. 147-170). Springer, Singapore.
- Metin A, Dilek N, Bilgili SG.( 2018 ) Recurrent candidal , Dermatitis intertriginosa, :  
challenges and solutions. Clin Cosmet Investig Dermatol. Apr 17;11:175-185. doi:  
10.2147/CCID.S127841. PMID: 29713190; PMCID: PMC5909782;
- Nurarifin, I., Muhammad, A., & Salbiah ,(tahun ) D. Sebaran dan Kelimpahan Lipas Kayu  
(Panesthia angustipennis angustipennis) di Bawah Tegakan Akasia (Acacia crassicarpa)  
dan Hutan Alam pada Lahan Gambut. *Jurnal Riau Biologia*, 1(1), 57-61.
- Pramono, A. K., Sakamoto, M., Iino, T., Hongoh, Y., & Ohkuma, M. (2015).  
Dysgonomonas  
termiditis sp. nov., isolated from the gut of the subterranean termite Reticulitermes  
speratus. *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology*, 65(Pt\_2), 681-685.

Subekti, N. ( 2005 ). Karakteristik Struktur Sarang Rayap, Makalah Pribadi Falsafah Sains (PPS 702), Sekolah Pascasarjana/S3. Institut Pertanian Bogor.

Subekti,dkk.( 2012 ). *Penelitian Dengan Eksperimen*.(<https://www.academia.edu>

[Penelitian\\_Dengan\\_Eksper..](#)). diakses tanggal 29 Juni 2021

Yin, N. S., Abdullah, S. Y. A. H. R. I. E. L., & Phin, C. K. (2013). Phytochemical constituents from leaves of *Elaeis guineensis* and their antioxidant and antimicrobial activities. *Int J Pharm Pharm Sci*, 5(Suppl 4), 137-140