

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Tumbuhan Daun Pepaya (*Carica papaya L*)

Pepaya adalah jenis Tumbuhan yang berasal dari daerah tropis Amerika dan sangat mudah untuk ditanam di Indonesia. Hampir semua bagian dari pepaya bisa digunakan sebagai makanan atau untuk keperluan kesehatan. Orang-orang di Indonesia sudah mengetahui tentang manfaat Tumbuhan obat, khususnya yang dapat ditemukan pada daun pepaya. Sejak zaman dulu, daun pepaya telah dikenal sebagai Tumbuhan yang tumbuh di hutan dan pekarangan yang dimanfaatkan sebagai obat secara turun temurun. Buah, daun, dan bunga pepaya dapat dimakan. Bagian akarnya dipakai sebagai obat untuk masalah ginjal dan kandung kemih, sedangkan bijinya memiliki sifat antihelmintik. Tumbuhan ini telah dibudidayakan hampir di semua negara tropis dan subtropics di seluruh dunia (Fatmala *et al.*, 2025)

1. Sistematika Tumbuhan Daun Pepaya



Gambar 1 Daun Pepaya

Sumber : <https://www.detik.com>

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Sperrmatophyta
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Caricales
Famili	: Caricaceae
Genus	: Carica
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L

2. Morfologi Tumbuhan Daun Pepaya

Tumbuhan pepaya merupakan jenis Tumbuhan yang bersifat tahunan, sehingga keberadaannya dapat dijumpai sepanjang tahun. Tumbuhan pepaya dapat ditemukan tumbuh di berbagai ketinggian, mulai dari lembah hingga mencapai 700 meter di atas permukaan laut. Secara morfologis, pepaya biasanya memiliki cabang yang relatif sedikit atau bahkan hampir tidak bercabang sama sekali. Tinggi Tumbuhan pepaya berkisar antara 5 hingga 10 meter. Daunnya memiliki bentuk menyirip dengan lima ujung, serta tangkai daun yang panjang dan memiliki rongga di bagian tengah, yang menjadi ciri khas Tumbuhan ini (Syahdi, Soendjoto Zaini, 2019).

Pepaya memiliki daun yang lebar, sering disebut daun tunggal. Daun dari Tumbuhan ini berbentuk seperti jari, sehingga sering disebut daun berjari, dan memiliki tepi bergigi serta tangkai yang panjang dengan warna putih kekuningan. Selain itu, daun ini juga dikatakan berbentuk bulat, dengan ujung yang runcing dan terdapat rongga di permukaannya.

3. Manfaat Tanaman Daun Pepaya

Daun pepaya telah lama dikenal dan di manfaatkan dalam praktik pengobatan tradisional karena berbagai khasiatnya yang bermanfaat bagi kesehatan. Salah satu kandungan utama daun pepaya, yaitu enzim papain, memiliki aktivitas biologis yang beragam, termasuk sifat antiinflamasi, antimikroba, dan antioksidan. Selain itu, daun pepaya juga mengandung vitamin A, C, dan E, serta serat yang bermanfaat bagi kesehatan kulit dan sistem pencernaan. Daun pepaya dapat membantu mengatasi berbagai masalah kulit, seperti jerawat, mempercepat proses penyembuhan luka, mengurangi peradangan, serta meningkatkan kecerahan dan kesehatan tampilan kulit secara keseluruhan (Setyani, Daskar Wijayanto, 2024).

4. Kandungan Tumbuhan Daun Pepaya

Daun pepaya, yang dikenal dengan nama ilmiah *Carica papaya* L, memiliki beragam senyawa aktif untuk kesehatan serta digunakan dalam banyak resep tradisional. Di daerah Jeneponto, masyarakat setempat secara praktis menggunakan daun pepaya sebagai pengobatan untuk demam tifoid. hal tersebut berkaitan dengan adanya metabolit sekunder yang ditemukan dalam bagian Tumbuhan ini. Komponen yang sering terdapat dalam daun pepaya meliputi enzim papain dan

kariopepsin yang membantu mencerna protein, juga senyawa fenolik seperti flavonoid, tanin, dan asam fenolat yang dikenal memiliki sifat antioksidan dan antinflamasi. Selain itu, ada juga vitamin dan mineral seperti A,C,E, berbagai zat gizi seperti ,Vitamin B kompleks, kalsium, magnesium, fosfor,dan zat besi yang ada dalam jumlah yang cukup banyak. Karotenoid, alkaloid, dan saponin yang memiliki antioksidan, bersama dengan serat yang dapat membantu mengatur kadar gula darah, serta klorofil bermanfaat dalam detoksifikasi dan pembersihan tubuh (Indratno *et al.*, 2025).

B. Simplisia

Obat herbal sederhana adalah produk terapeutik yang seluruhnya terbuat dari herbal alami kering yang tidak mengalami pemrosesan lebih lanjut selain pengeringan. Untuk menjaga kualitas dan kuantitas bahan aktif, proses pengeringan dilakukan pada suhu yang tidak melebihi 60°C. Bahan-bahan yang digunakan dalam obat herbal harus memenuhi persyaratan yang diuraikan dalam Farmakope Herbal Indonesia dan monograf resmi Kementerian Kesehatan agar dianggap sebagai obat herbal sederhana (Kementerian Kesehatan, 2000).

C. Ekstrak

Farmakope Indonesia, Edisi IV mendefinisikan ekstrak sebagai sediaan kental yang berasal dari pengobatan herbal dasar melalui ekstraksi pelarut komponen aktif dari tumbuhan atau hewan. Langkah selanjutnya adalah menguapkan pelarut, sehingga tersisa bahan padat atau bubuk yang harus diproses untuk memenuhi kriteria tertentu. Ekstrak kering adalah sediaan yang dibuat dari tumbuhan atau hewan yang telah dipekatkan cairan berlebihnya dan dikeringkan menggunakan proses yang diakui hingga konsentrasi tertentu. Penyesuaian sering dilakukan dengan menambahkan aditif inert tergantung pada jumlah bahan aktif. Prosedur dan peralatan yang digunakan menentukan apakah bahan tersebut kering atau rapuh setelah pelarut dihilangkan, menghasilkan bubuk.

1. Ekstraksi

Hasil akhir dari proses ekstraksi mungkin berupa zat kering, kental, atau cair yang berasal dari sumber tumbuhan atau hewan. Untuk menjaga integritas dan umur panjang bahan yang diekstraksi, proses ini membutuhkan prosedur yang tepat dan teratur yang harus dilakukan di tempat teduh (Afriani dan Alysa Putri, 2023).

Wahyuningsih dkk., 2024 menyatakan bahwa ada beberapa komponen dalam proses ekstraksi, termasuk:

a. Ekstraksi Dingin

Sebagai tindakan pencegahan terhadap kerusakan komponen target, teknik ekstraksi dingin menghindari penggunaan panas. Ilustrasi prosedur ekstraksi dingin dapat dilihat di sini:

1. Maserasi

Maserasi merupakan salah satu teknik ekstraksi yang dilakukan tanpa pemanasan, di mana bahan alami direndam. proses pelarut yang sesuai selama jangka waktu tertentu dengan pengadukan sesekali. Metode ini termasuk cara ekstraksi yang paling sederhana, ekonomis, dan efektif karena tidak membutuhkan peralatan kompleks, sehingga dapat meminimalkan kerusakan pada zat aktif yang sering terjadi akibat (Arifiyah, 2021).

2. Perkolasi

Perkolasi merupakan metode ekstraksi yang dilakukan dengan cara pelarut dialirkan secara perlahan melalui sampel yang ditempatkan dalam alat perkolator. Selama proses berlangsung, pelarut baru terus ditambahkan agar ekstraksi tetap optimal. Penambahan pelarut dapat dilakukan secara bertahap melalui tetesan dari wadah terpisah, atau dalam jumlah besar secara teratur sesuai kebutuhan proses ekstraksi (Tutik, Putri Lisnawati, 2022).

b. Ekstraksi Panas

Metode ekstraksi cara panas melibatkan proses pemanasan selama ekstraksi berlangsung. Pemanasan akan mempercepat proses ekstraksi dibandingkan dengan cara dingin. Berikut contoh metode ekstraksi cara panas:

1. Infusa

Infusa adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan merendam simplisia ke dalam air panas bersuhu sekitar 90°C selama kurang lebih 15 menit. Metode ini sering diterapkan untuk mengambil zat aktif yang larut dalam air dari Tumbuhan. Namun, ekstrak yang di peroleh umumnya cenderung tidak stabil dan rentan terhadap kontaminasi mikroba. ekstrak yang diperoleh melalui metode infusa sebaiknya tidak disimpan lebih dari 24 jam untuk menjaga kualitasnya. (Aditya Sindu Sakti, Violita Anggie Eka Rahmawati and Safira Yulita Fazadini, 2024).

2. Dekokta

Dekokta adalah teknik ekstraksi yang dilakukan dengan merebus simplisia ke dalam air pada suhu sekitar 90–100°C selama kurang lebih 30 menit. Metode ini umumnya digunakan untuk mengekstraksi zat aktif yang tahan terhadap pemanasan dan larut dalam air, terutama dari bagian tumbuhan yang keras seperti akar, kulit batang, dan biji. Setelah proses perebusan selesai, larutan disaring untuk memisahkan ampas sehingga diperoleh ekstrak cair yang mengandung senyawa aktif dari simplisia tersebut (Aditya Sindu Sakti, Violita Anggie Eka Rahmawati, dan Safira Yulita Fazadini, 2024).

3. Soxhletasi

Teknik ekstraksi yang dikenal sebagai soxhletisasi menggunakan alat khusus yang dikenal sebagai soxhlet. Pemisahan pelarut dan sampel sebelum menjalankan ekstraksi kontinu dengan volume pelarut minimal merupakan dasar dari metode ini. Ekstrak pekat diperoleh dengan menguapkan pelarut setelah operasi selesai. Untuk ekstraksi yang efektif, pelarut seringkali sangat mudah menguap atau memiliki titik didih yang relatif rendah (Wijaya, Jubaidah, Rukayyah, 2022).

D. Ekstraksi Ultrasonik

Dalam ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE), pelarut mampu menembus material karena prosesnya bergantung pada konsep kavitasitas akustik, yang melibatkan pembentukan gelembung spontan (kavitasitas) dalam fase cair di bawah titik didihnya. Hal ini memecah dinding sel. Dibandingkan dengan prosedur ekstraksi maserasi, pendekatan UAE berpotensi meningkatkan penetrasi cairan ke dalam dinding sel. Sebuah studi yang dilakukan oleh Sekarsari dkk. Pada tahun 2019, dalam pendekatan ini, gelombang ultrasonik dengan rentang frekuensi 20 kHz hingga 2000 kHz digunakan untuk menghasilkan gelombang kejut dan sejumlah peristiwa fisik yang menyebabkan kavitasitas, termasuk pembentukan, perluasan, dan runtuhnya gelembung kavitasitas. Selama kavitasitas, medium atau sampel dipanaskan dan dikenai tekanan. Karena gelombang ultrasonik terdiri dari serangkaian siklus kompresi dan rarefaksi, yang menyebabkan molekul dipindahkan dan dilepaskan dari posisi asalnya, medium yang digunakan dalam ultrasonikasi dapat berbentuk apa saja, baik padat, cair, atau gas. Kemajuan ultrasonik dalam kaitannya dengan media cair sudah dikenal luas dan memiliki

banyak kegunaan praktis, termasuk pembersihan.

1. Kekurangan dan Kelebihan Ultrasonik

Tinjauan tentang Ultrasonik: Kelebihan dan Kekurangan Secara umum, efisiensi proses ekstraksi sangat ditingkatkan oleh pendekatan ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE). Penggunaan ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE), yang meningkatkan transfer massa dan fragmentasi selama ekstraksi, dapat menghasilkan partikel yang lebih halus dan ekstraksi lebih banyak material target. Untuk menghindari degradasi bahan kimia target, pendekatan ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE) memerlukan pemantauan dan penyesuaian parameter yang cermat, termasuk kontrol kavitasi (Irahmah dkk., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa parameter tertentu harus disesuaikan secara efisien dengan sampel agar dapat menggunakan ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE) untuk ekstraksi. Karena menggunakan sedikit energi dan pelarut, teknik UAE dianggap sebagai teknologi ramah lingkungan. Selain lebih hemat biaya, memenuhi standar efisiensi, dan membantu dalam produksi komponen kimia aktif, pendekatan UAE juga menghasilkan hasil yang lebih besar daripada metode tradisional, sehingga sangat relevan untuk sektor makanan, kosmetik, dan farmasi. Mengoptimalkan parameter ekstraksi, seperti suhu dan durasi, adalah kendala utama dalam mengelola proses ekstraksi menggunakan teknik ekstraksi berbantuan ultrasonik (UAE). Untuk hasil ekstraksi terbaik, banyak bahan kimia membutuhkan kondisi yang tepat karena sensitivitasnya terhadap panas.

E. Bakteri

Hanya dengan menggunakan mikroskop kita dapat melihat bakteri, yang merupakan makhluk bersel tunggal yang sangat kecil. Bentuk dan struktur sel, kemampuan membentuk spora, metode perolehan energi, dan reaksi terhadap pewarnaan Gram adalah beberapa ciri yang diperhitungkan ketika mengklasifikasikan bakteri (Holderman, De Queljoe, Rondonuwu, 2017).

1. Bakteri *Bacillus subtilis*

Bakteri *Bacillus subtilis* aerobik, berbentuk batang, Gram-positif dapat menghasilkan spora. Menurut Tular dan Pada Jagung (2016), bakteri ini banyak ditemukan di lingkungan organik seperti tanah dan air. Karena mudah tumbuh dan tidak patogen bagi manusia, *Bacillus subtilis* sering digunakan sebagai organisme

model dalam studi mikrobiologi. Bakteri ini juga sangat cocok digunakan sebagai bakteri uji dalam investigasi aktivitas antibakteri karena sensitif terhadap berbagai macam bahan kimia antibakteri alami. Karena stabilitasnya yang buruk, ekstrak yang dihasilkan lebih mungkin kehilangan kualitas dan terkontaminasi mikroba saat disimpan. Karena peptididoglikannya, bakteri ini agak resisten terhadap sejumlah zat kimia. Namun, bahan kimia seperti alkaloid, flavonoid, dan saponin dapat menembus penghalang ini dan menyebabkan kerusakan pada membran. Jika Anda ingin mengetahui seberapa efektif bahan kimia antibakteri yang terbuat dari komponen alami, seperti daun pepaya, dalam melawan kuman, *Bacillus subtilis* adalah organisme uji yang sempurna untuk digunakan.

1. Klasifikasi Bakteri *Bacillus subtilis*

Kingdom	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: <i>Bacillus</i>
Spesies	: <i>Bacillus subtilis</i>



Gambar 2 *Bacillus subtilis*

Sumber: share.google

2. Morfologi dan Karakteristik

Bacillus subtilis adalah bakteri berbentuk batang yang menghasilkan endospora dengan bentuk oval di tengahnya. Ini adalah streptobacillus Gram-positif. Ia memiliki flagela tetapi tidak motil. Pada media agar, koloni bakteri berwarna cokelat, berbentuk bulat sedang, dan memiliki permukaan yang tidak rata dengan tepi yang tumpul. Ukuran *Bacillus subtilis* pendek (0,7-0,8 μm) dan lebar

(2-3 μm). Menurut Daya dkk. (2024), mikroba ini dianggap sebagai anaerob fakultatif karena dapat hidup di lingkungan dengan atau tanpa oksigen.

4. Kondisi Fisik untuk Pertumbuhan Bakteri

Di setiap lingkungan tertentu, potensi pertumbuhan, dormansi, atau kematian mikroba bergantung pada sejumlah variabel. Beberapa hal yang dapat memengaruhi seberapa besar *Bacillus subtilis* tumbuh adalah:

- a. Bakteri mendapatkan karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, logam, vitamin, dan air yang mereka butuhkan untuk proses metabolisme dan perkembangannya dari molekul-molekul unsur-unsur tersebut.
- b. Suhu memiliki peran penting dalam lingkungan dan dapat memengaruhi perilaku organisme. Laju pertumbuhan, laju pertumbuhan keseluruhan, morfologi sel (bentuk luar), dan beberapa aktivitas metabolisme semuanya dipengaruhi oleh suhu. Terdapat tiga kategori utama bakteri berdasarkan suhu pertumbuhannya: psikrofil, yang lebih menyukai suhu antara 0 dan 20 derajat Celcius, mesofil, yang lebih menyukai suhu antara 25 dan 40 derajat Celcius (dengan 37 derajat Celcius sebagai suhu pertumbuhan idealnya), dan termofil, yang lebih menyukai suhu antara 50 dan 60 derajat Celcius. Sebagai anggota kelompok mesofil, *Bacillus subtilis* membutuhkan kisaran suhu 30-37°C untuk perkembangan optimal (Khaira, Evelyn, Chairul, 2019).
- c. Agar *Bacillus subtilis* dapat berkembang, kisaran pH idealnya adalah antara tujuh dan delapan (Nurmiati, Dwisa Putra, Periadnadi, 2024).
- d. Bakteri *Bacillus subtilis* adalah anaerob fakultatif, yang berarti bakteri ini dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan dengan dan tanpa oksigen (Hilmi, 2023).
- e. Bakteri tidak dapat bertahan hidup tanpa tekanan osmotik. Sel bakteri paling efisien dipertahankan dalam lingkungan yang isotonik terhadap isi selnya sendiri. Plasolisis terjadi ketika bakteri terpapar larutan dengan konsentrasi lebih besar daripada konsentrasinya internalnya, dan cairan dapat keluar dari sel melalui membran sitoplasma (Kusdini dkk., 2024).

5. Pertumbuhan bakteri

Semua komponen sel bakteri terus ditambahkan selama perkembangan bakteri. Laju pertumbuhan menentukan ukuran sel. Laju pembesaran sel berbanding

lurus dengan laju pertumbuhan. Menurut Rahayu Wulan dkk. (2024), durasi inkubasi menentukan umur kultur bakteri, sedangkan durasi pembelahan sel menentukan umur sel bakteri individu.

F. Antibiotik

Mikroba tertentu menghasilkan molekul kimia yang disebut antibiotik, yang dapat membunuh atau menghambat perkembangan mikroba lain. Meskipun antibiotik bermanfaat dalam memerangi infeksi bakteri, antibiotik dapat memiliki konsekuensi yang tidak diinginkan, termasuk efek samping, kerusakan klinis, dan perkembangan resistensi antibiotik jika digunakan secara berlebihan. Antibiotik dapat menjadi kurang efektif dalam mengobati infeksi sebagai akibat dari resistensi ini (Kuswandi, 2019). (Arina dkk., 2023): Salah satu cara untuk mengklasifikasikan mekanisme aktivitas antibiotik adalah sebagai berikut:

1. Inhibitor biosintesis dinding sel bakteri

Obat-obatan yang membunuh bakteri dengan memblokir enzim yang dibutuhkan untuk membangun dinding selnya. Vankomisin, basitrasin, fosfomisin, dan daptomisin adalah contoh lebih lanjut dari penghambat sintesis dinding sel, bersama dengan β -laktam seperti penisilin, sefalosporin, karbapenem, dan monobaktam.

2. Penghambat sintesis protein bakteri

Kelompok ini bekerja secara bakteristatik, mengganggu proses biosintesis protein tanpa merusak sel normal, serta menghambat berbagai tahap dalam pembentukan protein. Contoh obat dengan mekanisme ini antara lain aminoglikosida, makrolida, tetrasiklin, streptogramin, klindamisin, dan kloramfenikol.

3. Penghambat sintesis asam folat

Vitamin B9 merupakan vitamin yang tidak dapat disintesis oleh manusia, namun penting bagi metabolisme bakteri. Beberapa antibiotik bekerja dengan menghambat bakteri dalam menggunakan asam para-aminobenzoat dan glutamat untuk sintesis folat. Medikamen yang termasuk dalam kelompok ini adalah trimetoprim dan sulfonamida.

4. Modifikasi permeabilitas membran sel

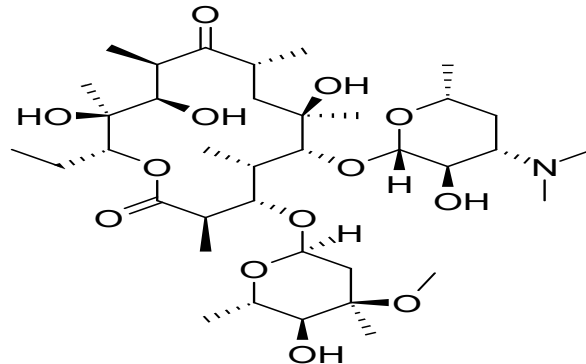
Antibiotik jenis ini bersifat bakteristatik atau bakterisidal, bekerja dengan merusak permeabilitas membran sel bakteri sehingga terjadi kehilangan substansi seluler dan lisis sel. Contoh obat dengan mekanisme ini antara lain polimiksin, amfoterisin B,

gramisidin, nistatin, dan kolistin.

5. Mengganggu sintesis DNA

Beberapa antibiotik menghambat replikasi DNA dengan cara mengganggu proses putaran DNA, sehingga sintesis DNA bakteri terhenti. Contoh obat yang bekerja melalui mekanisme ini termasuk kuinolon, metronidazol, dan novobiosin.

G. Eritromisin



Gambar 3 Struktur Kimia Eritromisin

Sumber: [wikipedia](https://www.wikipedia.org).

Eritromisin merupakan antibiotik golongan makrolida yang dihasilkan oleh *Streptomyces erythreus*. Senyawa ini memiliki struktur cincin lakton makrosiklik beranggota 14 yang berikatan dengan gugus gula desosamin dan kladinosa. Struktur kimia tersebut memberikan sifat lipofilik, sehingga eritromisin mampu berdifusi dengan baik ke dalam jaringan tubuh dan sel bakteri. (Herawati *et al.*, 2024)

Mekanisme kerja eritromisin sebagai agen antimikroba adalah dengan mengikat subunit 50S ribosom bakteri, sehingga menghambat proses translokasi pada sintesis protein. Hambatan ini menyebabkan pertumbuhan dan reproduksi bakteri terganggu. Oleh karena itu, eritromisin bersifat bakteriostatik, meskipun pada suhu tinggi dapat bersifat bakterisidal terhadap bakteri tertentu. (Dan *et al.*, 2017).

Eritromisin efektif melawan berbagai bakteri gram positif, seperti *Streptococcus* spp., *Staphylococcus* spp., *Corynebacterium diphtheriae*, serta *Bacillus anthracis*. Selain itu, antibiotik ini juga memiliki aktivitas terhadap beberapa bakteri gram negatif, seperti *Neisseria* spp. dan *Haemophilus influenzae*, serta bakteri atipikal seperti *Mycoplasma pneumoniae*, *Chlamydia trachomatis*, dan *Legionella* (Tutur Resistance, 2023).

H. Antibakteri

Antibakteri memegang peranan penting dalam mencegah penyebaran infeksi serta mengendalikan pertumbuhan mikroorganisme penyebab penyakit. Suatu zat dikategorikan sebagai antibakteri apabila mampu membunuh mikroba patogen dan menghambat perkembangannya secara efektif (Yety Eka Sispita Sari, 2022). Standar penilaian efektivitas antibakteri biasanya menggunakan ukuran zona hambat, yang berkisar antara 14 hingga 16 mm. Dalam konteks penelitian ini, para peneliti memanfaatkan metode cakram difusi untuk menilai kemampuan ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L) dalam menghambat pertumbuhan Bakteri *Bacillus subtilis*.

Dalam pengujian bioaktivitas, terdapat dua teknik utama yang umum digunakan, yaitu teknik pengenceran dan metode difusi. Kedua pendekatan ini menjadi dasar untuk menilai kemampuan suatu zat dalam menghambat atau membunuh pertumbuhan mikroorganisme.

1. Metode Dilusi

Metode dilusi ada dua macam yaitu dilusi cair dan dilusi padat:

- a) Dilusi cair dilakukan dengan menggunakan pengujian Konsentrasi Bakterisida Minimum (MBC), dimana bahan antibakteri yang telah diencerkan secara berurutan ditambahkan ke dalam medium cair, kemudian ditambahkan mikroba yang diuji.
- b) Dilusi padat dilakukan dengan parameter pengujian Konsentrasi Bakterisida Minimum (MBC). Uji kemampuan antibakteri juga menggunakan parameter Konsentrasi Bakterisida Minimum (MBC). Teknik pengenceran padat dilakukan dengan menanam atau menginokulasi mikroorganisme percobaan ke dalam media agar yang telah dicampur dengan zat atau bahan antibakteri. Proses ini memungkinkan peneliti untuk mengamati pertumbuhan mikroba secara langsung dalam kondisi yang terkendali (Daris, 2023).

2. Metode Difusi

Metode difusi dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu :

- a) Metode Kirby Bauer (Metode Difusi Cakram)

Metode difusi dapat diterapkan melalui beberapa pendekatan, salah satunya adalah Metode Kirby-Bauer, yang juga dikenal sebagai difusi cakram. Teknik ini

merupakan salah satu metode paling umum digunakan untuk menilai tingkat ketahanan bakteri terhadap antibiotik tertentu. Dalam pelaksanaannya, cakram kertas yang mengandung senyawa aktif diletakkan di atas media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri atau jamur. Setelah proses inkubasi selesai, munculnya zona hambat di sekitar cakram diukur, sehingga dapat diketahui seberapa efektif zat tersebut dalam menghambat pertumbuhan mikroba.

Tabel 1 Klasifikasi Hambatan Antibakteri

Diameter Zona Bening	Daya Hambat Pertumbuhan
> 20 mm	Sangat kuat
10 – 20 mm	Kuat
5 – 10 mm	Sedang
5 mm	Lemah

Sumber: Farmakope edisi V, 2014

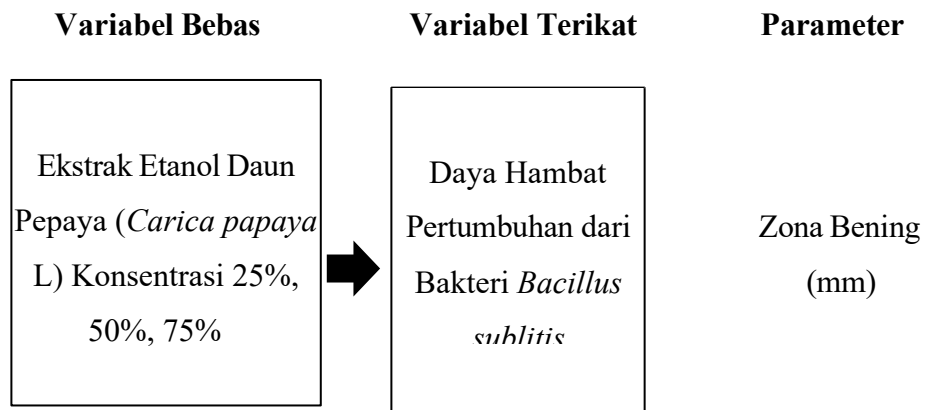
3. Metode Sumuran (Metode Difusi Sumur)

Metode ini dilakukan dengan membuat lubang berukuran kecil pada media agar yang telah diinokulasi dengan bakteri atau jamur. dilakukan dengan menggunakan silinder steril pada media yang sudah difiksasi. Kemudian, larutan antimikroba dimasukkan kedalam lubang tersebut. Setelah inkubasi, ukuran zona hambatan yang terdapat di sekitar lubang diukur untuk mengevaluasi efektivitas antimikroba.

4. Metode E-test (Epsilometer Test)

E-test merupakan metode yang menggunakan strip dengan variasi konsentrasi zat uji. Strip ini diletakkan pada agar yang telah diinokulasi dengan bakteri. Setelah periode inkubasi, akan terlihat zona hambatan berbentuk elips, dan Konsentrasi Penghambatan Minimum (MIC) dapat diketahui dengan mengamati titik dimana zona hambat dan strip bersentuhan. Uji ini biasanya diterapkan untuk zat antibioik atau antimikroba yang telah dikenal kemampuannya, tetapi tetap melakukan pemeriksaan efektivitasnya sebagai MIC(Alouw, Fatimawali, Lebang, 2022).

I. Kerangka Konsep



Gambar 4 Kerangka Konsep

J. Definisi Operasional

1. Ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L) merupakan ekstrak yang diperoleh melalui metode maserasi dengan variasi konsentrasi 25%, 50%, dan 75%.
2. Antibakteri *Bacillus subtilis* didefinisikan sebagai kemampuan suatu zat dalam menghambat pertumbuhan bakteri tersebut, di mana ukuran efektivitasnya diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm).
3. Zona hambat adalah area bening yang terbentuk di sekitar kertas cakram, yang muncul akibat aktivitas antibakteri dari zat uji.
4. Aquadest digunakan sebagai kontrol negatif, untuk memastikan tidak ada efek penghambatan dari pelarut pada pertumbuhan bakteri.
5. Antibakteri didefinisikan sebagai kemampuan zat uji dalam menekan pertumbuhan *Bacillus subtilis*, yang diukur melalui zona hambat menggunakan jangka sorong.

K. Hipotesa

1. Ekstrak etanol daun pepaya (*Carica papaya* L) efektif menghambat perkembangan bakteri *Bacillus subtilis*, menunjukkan aksi antibakteri.