

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Teori

1. Tanaman Jambu Biji (*Syzygium guajava* L.)

Tanaman jambu biji adalah salah satu tanaman berukuran kecil yang bersifat semak. Berasal dari Brazil, Amerika Tengah, tanaman ini menyebar ke Thailand dan kemudian ke negara Asia lainnya seperti Indonesia (Wiraatmaja, 2017). Tanaman ini memiliki tinggi 3-10 meter, cabangnya banyak, batangnya melengkung, dan kulit kayunya berwarna merah cerah, licin, tipis, dan terus menerus terkelupas. Akar biasanya terlihat di permukaan tanah dan tersebar sangat luas, ada juga yang berakar dalam (Aziz & Ridwan, 2016).



Sumber: Henao, 2022

Gambar 2.1 Tanaman Jambu Biji.

a. Klasifikasi tanaman jambu biji

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Ordo	: Myrtales
Family	: Myrtaceae
Genus	: <i>Syzygium</i>
Spesies	: <i>Syzygium guajava</i> L. (Cronquist, 1981)

b. Morfologi daun jambu biji

Daun tunggal, berhadapan, sederhana, tidak bergaris, tangkai daun pendek 3-10 mm, lonjong sampai elips, ukuran 5-15 cm x 4-6 cm, ujung tumpul sampai runcing, pangkal membulat. Pinggir daun rata atau utuh, lebih tebal, kasar, berwarna abu-abu hingga kuning kehijauan. Bagian atas daun agak berembun, sedangkan tulang daun terlihat dibagian bawah, dan kelenjar terlihat berbintik-bintik (Aziz & Ridwan, 2016).



Sumber: Kumar et. al., 2021

Gambar 2.2 Daun Jambu Biji.

c. Kandungan daun jambu biji

Daun jambu biji mengandung senyawa flavonoid, saponin, tanin, dan minyak atsiri. Daun jambu biji mengandung 82,47% kelembaban, 3,64% abu, 0,62% lemak, 18,53% protein, 12,74% karbohidrat, 103 mg asam askorbat, dan 1.717 mg setara asam galat (GEA) / gram senyawa fenolik total. Hasil penelitian analisis kualitatif ekstrak air dan organik daun jambu biji melaporkan bahwa daun jambu biji memiliki kandungan senyawa alami, yaitu asam fenolik, flavonoid, terpenoid, glikosida, saponin, dan tanin (Kumar et. al., 2021).

1) Minyak atsiri

Minyak atsiri merupakan suatu senyawa dengan salah satu cirinya yang paling menonjol adalah mudah menguap. Pemerolehan minyak atsiri bisa dari berbagai bagian tanaman seperti dari bagian biji, daun, bunga, kulit kayu, dan bagian-bagian lain termasuk akar. Alkohol, pelarut organik, ataupun alkohol dengan konsentrasi tertentu dapat melarutkan minyak atsiri (Emelda, 2021).

Identifikasi senyawa dalam minyak atsiri daun jambu biji menggunakan kromatografi gas dan spektrometri massa, ditemukan senyawa caryophyllene, α -pinena, dan 1,8-Cineole. Senyawa caryophyllene ditemukan hadir secara

dominan, yang dapat bertindak sebagai agen antimikroba (Kumar et. al., 2021).

2) Saponin

Saponin merupakan senyawa yang memiliki beragam sifat kimia serta khasiat terutama jika digunakan didalam pembuatan obat tradisional. Saponin adalah senyawa glikosida sebagai salah satu jenis metabolit sekunder dengan gugus gula yang terikat dengan aglikon. Adanya struktur struktur berupa saponin dan sakarida ini, menjadikan saponin secara umum memiliki kecenderungan amfilif, yaitu suatu senyawa kimia yang memiliki kecenderungan untuk bersifat hidrofobik ataupun hidrofilik. Saponin banyak dimanfaatkan karena memiliki potensi dan kecenderungan sebagai antivirus dan antijamur, kemudian karena kandungan yang dimilikinya, saponin juga dapat bersifat racun terutama untuk beberapa jenis organisme seperti ikan dan biota laut lainnya (Emelda, 2021).

Ekstrak daun jambu biji diuji secara fitokimia kualitatif oleh Handarni tahun (2020) menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji mengandung senyawa antibakteri salah satunya saponin. Fitokimia ekstrak daun jambu biji diuji dengan uji rangkap tiga pada 3 sampel ekstrak, rata-rata uji diperoleh adalah uji positif kuat.

3) Tanin

Tanin atau asam laktat merupakan senyawa organik kompleks dan juga merupakan senyawa polifenol dengan berat molekul lebih besar dari 1000 yang tersusun dari hidroksil atau gugus lain seperti karboksil. Tanin dapat ditemukan pada tumbuh-tumbuhan, seperti pada bagian kulit kayu, dedaunan, batang, atau bahkan buah-buahan. Tanin secara umum terbagi menjadi dua kelompok, yaitu tanin terhidrolisis dan tanin terkondensasi. Sebagai metabolit sekunder, tanin juga memiliki khasiat dalam pengobatan seperti sebagai astringen, antidiare, antibakteri, dan antioksidan (Malangngi dalam Emelda, 2021).

Kandungan tanin yang larut dalam air yang ada pada daun jambu biji bertindak sebagai agen bakteriostatik, dengan mekanisme tindakan seperti

menahan substrat dan penghambatan enzim ekstraseluler (Kumar et. al., 2021).

4) Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa polifenol yang tersebar luas di alam dan terdiri dari 15 atom karbon (C). Flavonoid adalah metabolit sekunder yang terdapat di banyak jaringan tanaman. Flavonoid dapat berupa aglikon dalam bentuk bebas atau dalam bentuk glikosida, karena memiliki rantai glukosa. Kandungan flavonoid memiliki efek farmakologis sebagai bahan baku pembuatan obat tradisional, karena memiliki berbagai khasiat yang baik seperti antijamur, antihistamin, antihipertensi, antibakteri, dan antivirus (Emelda, 2021).

Hasil uji fitokimia kualitatif yang dilakukan terhadap ekstrak daun jambu biji oleh Handarni (2020) menunjukkan bahwa ekstrak daun jambu biji mengandung senyawa antibakteri salah satunya flavonoid. Tiga sampel ekstrak diuji masing-masing triplo, dan rata-rata hasilnya positif kuat dengan beberapa positif kuat.

2. *Shigella dysenteriae*

Shigella dysenteriae merupakan bakteri yang bersifat gram negatif. Bakteri ini merupakan salah satu bakteri yang termasuk *Enterobacteriaceae*. *Enterobacteriaceae* merupakan suatu famili bakteri yang hidup di usus manusia, tersebar luas di alam dan dapat dijumpai pada tumbuh-tumbuhan, di tanah maupun pada hewan (Brooks et al., 2013).

a. Klasifikasi *Shigella dysenteriae*

Domain : Bacteria

Phylum : Proteobacteria

Class : Gammaproteobacteria

Ordo : Enterobacteriales

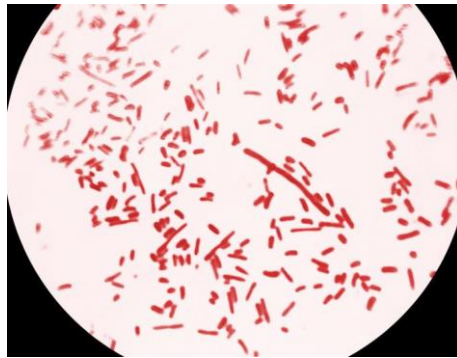
Family : Enterobacteriaceae

Genus : *Shigella*

Spesies : *Shigella dysenteriae* (Garrity et. al., 2004).

b. Morfologi

Shigella dysenteriae adalah bakteri berbentuk batang, berukuran 0,5-0,7 μm x 2-3 μm , Gram-negatif, tanpa flagella. Karakteristik pertumbuhannya adalah aerob dan anaerob fakultatif, pH pertumbuhan 6,4-7,8 dan suhu pertumbuhan optimum 37°C (Karsinah dkk., 2011).



Sumber: Centers for Disease Control and Prevention, 2017

Gambar 2.3 Bakteri *Shigella dysenteriae* secara Mikroskopis

c. Kultur dan Biokimia

Shigella merupakan bakteri anaerob fakultatif tetapi tumbuh paling baik secara aerobik. Koloni cembung, melingkar, transparan dengan tepi utuh mencapai 2 mm dalam 24 jam (Brooks, et al., 2013). Tumbuh mudah pada media yang digunakan sehari-hari, dalam situasi aerob dengan suhu optimum 37°C. Pada umumnya bersifat non lactose fermented (Soemarno, 2000).

Pertumbuhan dalam media TSIA yaitu lereng (L) berwarna merah / alkalis dan dasar (D) berwarna kuning / asam, tidak menghasilkan gas. Menunjukkan hasil negatif pada media SC, SIM, Urea, serta *Voges Proskauer*. Kemudian pada media *Methyl Red Test* menunjukkan hasil positif. Pada media gula-gula hanya dapat memfermentasi pada media glukosa (Soemarno, 2000).

d. Struktur Antigen

Shigella memiliki antigen O dan beberapa strain memiliki antigen K yang memberikan koloni halus (mengkilap) saat ditumbuhkan dalam agar. Antigen K tidak begitu penting dalam penentuan serotipe (Karsinah dkk., 2011).

Antigen O adalah bagian terluar dari lipopolisakarida dinding sel yang terdiri dari bagian polisakarida berulang. Beberapa polisakarida spesifik-O mengandung gula unik. Antigen O tahan terhadap panas dan alkohol dan

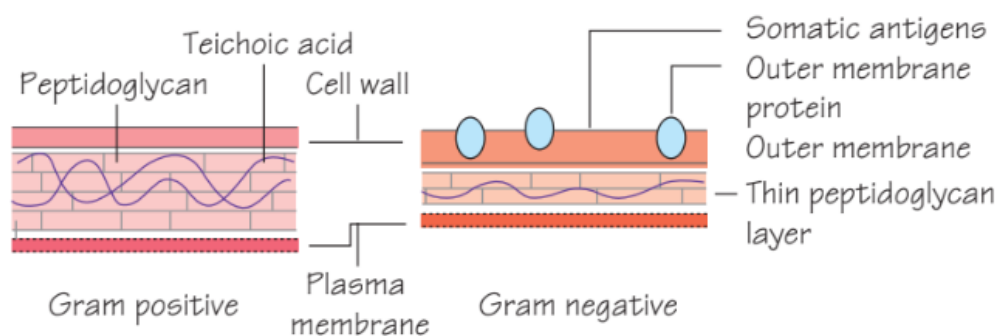
biasanya dideteksi dengan aglutinasi bakteri. Antibodi terhadap antigen O sebagian besar adalah IgM (Brooks et. al., 2013).

Dibeberapa bakteri famili *Enterobacteriaceae*, antigen K terletak di luar antigen O, tetapi tidak semuanya. Beberapa antigen K adalah polisakarida yang dapat mengganggu aglutinasi dengan antisera tipe O dan mungkin terlibat dalam virulensi (Brooks et. al., 2013).

e. Dinding Sel

Dinding sel pada bakteri merupakan sebuah struktur yang kompleks, cenderung kaku, dan memiliki tanggung jawab atas suatu bentuk sel. Struktur tersebut berfungsi untuk melindungi keberadaan membran sitoplasma dan keseluruhan bagian yang ada di dalam sel. Dinding sel tersusun oleh jenis senyawa unik yang disebut dengan peptidoglikan (Rahmawati, 2020).

Berdasarkan pada komposisi dinding selnya, maka bakteri digolongkan menjadi Gram positif dan Gram negatif. Bakteri Gram positif mempunyai dinding sel yang terdiri dari peptidoglikan sehingga membentuk sebuah struktur yang kaku dan pada bagian luar peptidoglikan terdapat sebuah senyawa yang disebut dengan asam teikhoat. Adapun bakteri Gram negatif mempunyai jumlah kandungan peptidoglikan yang lebih sedikit dan pada bagian luar dari peptidoglikan tersebut terdapat membran luar yang tersusun oleh kandungan lipoprotein, lipopolisakarida, dan fosfolipid (Rahmawati, 2020).



Sumber: Gillespie & Bamford, 2012

Gambar 2.4 Struktur Dinding Sel Bakteri Gram Positif dan Negatif

f. Pertumbuhan Bakteri Pada Media Perbenihan

Jika bakteri tersebut ditumbuhkan pada media yang sesuai dan tumbuh dalam jangka waktu tertentu, dapat dilihat gambaran yang dapat dibagi menjadi empat tahap, yaitu:

1) Fase penyesuaian diri (*lag phase*)

Pada fase ini penyesuaian biasanya memakan waktu 2 jam. Bakteri belum berkembang biak pada tahap ini, tetapi metabolismenya sangat aktif. Tahapan ini merupakan persiapan untuk tahapan selanjutnya (Suharto & Chatim, 2011).

2) Fase pembelahan (*logarytmik phase/exponential phase*)

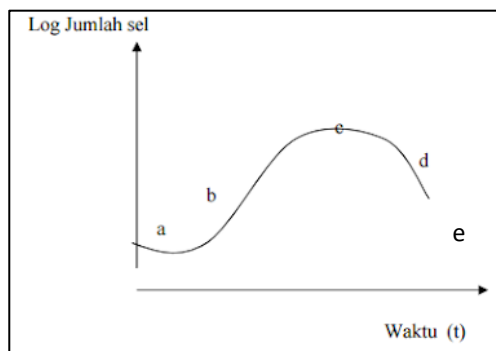
Bakteri berkembang biak dan jumlah bakteri berlipat ganda. Untuk sebagian besar bakteri, fase ini berlangsung selama 18-24 jam. Bakteri tumbuh optimal, pembelahan terjadi secara teratur, dan semua yang ada di dalam sel seimbang pada pertengahan tahap ini (Suharto & Chatim, 2011).

3) Fase stasioner (*stationary phase*)

Seiring bertambahnya jumlah bakteri, demikian pula jumlah metabolit beracun. Bakteri mulai mati dan pembelahan terhambat. Pada titik waktu tertentu, jumlah bakteri yang hidup tetap konstan. (Suharto & Chatim, 2011).

4) Fase kemunduran/penurunan (*period of decline*)

Jumlah bakteri hidup semakin berkurang. Kondisi lingkungan menjadi sangat buruk. Pada beberapa jenis bakteri, ada bentuk degenerasi abnormal (Suharto & Chatim, 2011).



Keterangan:

a-b : *lag phase* (2 jam):

bakteri, menyesuaikan diri terhadap keadaan sekitar.

b-c : *log phase (exponential phase)*:

bakteri berkembangbiak secara logaritmik sampai jam ke 10.

c-d : *stationary phase*: jumlah bakteri relatif konstan

d-e : *period of decline* : jumlah bakteri yang mati lebih banyak.

Sumber: Suharto & Chatim, 2011

Gambar 2.5 Kurva Pertumbuhan Bakteri

g. Patogenesis

Shigella menjadi penyebab disentri basiler atau shigellosis yang merupakan infeksi usus akut. Bakteri tersebut dapat menimbulkan tiga bentuk diare, yaitu disentri klasik dengan tinja lunak yang terus-menerus disertai darah, lender dan nanah, *watery diarrhea*, dan kombinasi keduanya. Masa inkubasi adalah 2-4 hari dan bisa lebih lama, hingga 1 minggu (Karsinah dkk., 2011).

Bakteri menembus lapisan epitel permukaan mukosa usus ileum terminal dan usus besar, di mana bakteri berkembang biak di lapisan mukosa. Saat tubuh merespons, terjadi respons peradangan, diikuti dengan kematian sel dan pengelupasan lapisan, yang mengakibatkan tukak. Untuk dapat menyebabkan sakit, hanya diperlukan dosis 1000 kuman *Shigella* (Karsinah, 2011).

Shigella ditularkan dari orang ke orang melalui makanan, jari, kotoran, dan alat. Sebagian besar kasus terjadi pada anak di bawah 10 tahun. *Shigella dysenteriae* dapat menyebar luas karena manusia adalah penjamu utama *Shigella* patogen yang telah diketahui (Brooks et.al., 2013).

h. Mekanisme Kerja Antibakteri

Target mekanisme antibakteri adalah sebagai berikut

1) Perusakan dinding sel

Struktur sel terhambat dan hancur selama proses pembentukan atau setelah proses pembentukan dinding (Rollando, 2019).

2) Perubahan permeabilitas sel

Rusaknya membran plasma sel menghambat pertumbuhan bakteri karena fungsi membran plasma adalah untuk mempertahankan bagian-bagian tertentu dari sel (Rollando, 2019).

3) Penghambatan kerja enzim

Penghambatan enzim dapat mengakibatkan aktivitas seluler tidak berfungsi dengan baik. Sulfonamid, misalnya bersaing dengan PABA, sehingga menghambat sintesis folat, asam amino esensial yang berperan dalam sintesis purin dan pirimidin (Rollando, 2019).

4) Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein

Bahan baku pembentukan sel bakteri adalah DNA dan RNA. Penghambatan DNA dan RNA dapat menyebabkan kerusakan sel (Rollando, 2019).

5) Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Sel-sel hidup bergantung pada pemeliharaan molekul protein dan asam nukleat dalam keadaan alaminya. Antimikroba dapat mengubah keadaan ini dengan mendenaturasi protein dalam asam nukleat, merusak sel secara permanen (Rollando, 2019).

3. Simplisia

Pembuatan serbuk simplisia merupakan proses awal pembuatan ekstrak. Simplisia adalah bahan alam yang belum diolah dengan cara apapun, atau dapat dikatakan telah dikeringkan, untuk dijadikan obat (Endarini, 2016). Pengeringan dapat dilakukan di bawah sinar matahari, di udara atau di dalam oven. Kecuali ditentukan lain, suhu pengeringan di dalam oven tidak boleh melebihi 60°C (Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, 2017).

Serbuk simplisia adalah simplisia utuh atau simplisia yang telah dikeringkan melalui proses penggilingan alat tanpa kehilangan komponen kimia yang diinginkan dan diayak hingga menjadi serbuk dengan kehalusan tertentu. Kehalusan serbuk simplisia terdiri dari serbuk sangat kasar, kasar, sedikit kasar, halus dan sangat halus (Farmakope Herbal Indonesia Edisi II, 2017).

4. Ekstraksi

Ekstraksi adalah suatu cara untuk mendapatkan sediaan yang mengandung senyawa aktif dari suatu bahan alam menggunakan pelarut yang sesuai (Marjoni, 2016). Ekstrak merupakan sediaan pekat diperoleh dengan mengekstraksi bahan aktif dari simplisia dengan pelarut yang tepat, dilanjutkan dengan penguapan seluruh atau sebagian besar pelarut dan pengolahan bahan sedemikian rupa sehingga memenuhi kriteria yang sudah ditetapkan (Farmakope Indonesia Edisi VI, 2020).

Pelarut yang digunakan dalam proses ekstraksi harus merupakan pelarut terbaik untuk zat aktif yang terkandung dalam sampel atau unsur, sehingga zat aktif dapat dipisahkan dari unsur dan senyawa lain dalam unsur. Menurut Farmakope Indonesia, pelarut yang dapat digunakan pada maserasi adalah air, etanol, etanol-

air atau eter. Pilihan utama untuk pelarut pada maserasi adalah etanol karena memiliki beberapa keunggulan sebagai pelarut, yaitu : etanol bersifat lebih selektif, dapat menghambat pertumbuhan kapang, bersifat non toksik (tidak beracun), etanol bersifat netral, memiliki daya absorpsi yang baik, dapat bercampur dengan air pada berbagai perbandingan, panas yang diperlukan untuk pemekatan lebih sedikit, etanol dapat melarutkan berbagai zat aktif dan meminimalisir terlarutnya zat pengganggu seperti lemak (Marjoni, 2016).

a. Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi sederhana yang dilakukan hanya dengan cara merendam simplisia dalam satu atau campuran pelarut selama waktu tertentu pada temperatur kamar dan terlindung dari cahaya. Pada proses ekstraksi dengan metode maserasi digunakan pelarut yang cocok dengan sesekali diaduk/digojok (Marjoni, 2016)

Prinsip kerja dari maserasi adalah proses melarutnya zat aktif berdasarkan sifat kelarutannya dalam suatu pelarut (*like dissolved like*). Ekstrak zat aktif dilakukan dengan cara merendam simplisia nabati dalam pelarut yang sesuai selama beberapa hari pada suhu kamar dan terlindung dari cahaya. Pelarut yang digunakan, akan menembus dinding sel dan kemudian masuk ke dalam sel tanaman yang penuh dengan zat aktif. Pertemuan antara zat aktif dan pelarut akan mengakibatkan terjadinya proses pelarutan sehingga zat aktif akan terlarut dalam pelarut. Pelarut yang berada di dalam sel mengandung zat aktif sementara pelarut yang berada di luar sel belum terisi zat aktif, sehingga terjadi ketidakseimbangan antara konsentrasi zat aktif di dalam dan di luar sel. Perbedaan konsentrasi ini akan mengakibatkan terjadinya proses difusi, larutan dengan konsentrasi tinggi akan terdesak ke luar sel dan digantikan oleh pelarut dengan konsentrasi rendah. Peristiwa ini terjadi berulang-ulang sampai didapat suatu kesetimbangan konsentrasi antara larutan di dalam sel dan di luar sel (Marjoni, 2016).

b. Infusa

Infusa adalah sediaan cair yang dibuat dengan merebus simplisia tumbuhan dengan air panas pada 90°C selama 15 menit. Meski hasil sarian seringkali berada dalam kondisi yang kurang stabil dan mudah terserang kontaminasi,

namun cara ini dipandang sebagai cara ekstrak yang ekonomis dan sederhana. Pengekstraksian dengan infus dilakukan dengan mencelupkan bejana infusa ke dalam penangas air, di mana dalam metode ini pelarut yang digunakan adalah air (Emelda, 2021).

5. Uji Daya Hambat

Uji daya hambat dapat dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu

a. Metode difusi

Uji difusi dilakukan dengan mengukur diameter zona bening yang menunjukkan penghambatan reaksi senyawa antibakteri dalam ekstrak terhadap pertumbuhan bakteri. Metode difusi dapat dilakukan dengan tiga cara, yaitu metode cakram kertas, metode silinder, dan metode lubang atau sumur (Rahmawati, 2020).

Metode difusi dipengaruhi oleh banyak faktor fisik dan kimia selain interaksi sederhana antara zat aktif dan organisme (misalnya, sifat media, kapasitas difusi, dan stabilitas zat aktif). Menggunakan satu disk untuk setiap antibiotik dan standarisasi status uji yang cermat, kerentanan atau resistensi mikroorganisme dapat dilaporkan dengan membandingkan ukuran zona inhibisi dengan standar obat yang sama (Brooks et. al., 2013).

Media yang digunakan untuk uji daya hambat adalah Mueller Hinton Agar (MHA). Media MHA direkomendasikan oleh FDA, WHO, dan NCCLS. Salah satu komposisi yang terdapat dalam media MHA, yaitu *beef infusion solids* dan *casein hydrolysate* menyediakan senyawa vitamin, nitrogen, karbon, belerang, dan asam amino. *Starch* atau pati ditambahkan berfungsi menyerap metabolit beracun yang dihasilkan oleh bakteri, diameter *blank disk* yang digunakan adalah 6 mm (Millipore Sigma Aldrich, 2022).

Faktor-faktor yang mempengaruhi ukuran diameter zona hambat antara lain: kekeruhan suspensi, waktu pengeringan/peresapan suspensi bakteri ke dalam media MHA, waktu dan suhu inkubasi. Pada saat inkubasi hindari penumpukan plate lebih dari 2 plate, hal ini dapat menyebabkan diameter zona hambatan lebih besar dikarenakan plate yang ditengah suhunya kurang dari 35°C. Faktor lainnya yaitu, ketebalan media sekitar 4 mm dan jarak antar disk yang dianjurkan 15 mm (Soemarno, 2000).

1) Difusi cakram kertas

Metode sederhana untuk menentukan kepekaan suatu mikroorganisme terhadap antibiotik adalah dengan menginokulasi cawan agar dengan suspensi bakteri dan membiarkan zat aktif berdifusi ke dalam media agar. Cara kerjanya dengan menempatkan cakram berisi antibiotik pada permukaan cawan agar yang berisi organisme yang akan diuji. Dalam jarak tertentu, pada setiap cakram, antibiotik terdifusi hingga antibiotik tidak lagi menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Adanya zona hambat menunjukkan keefektifan antibiotik. Diameter suatu daerah dapat diukur dengan menggunakan penggaris (Rahmawati, 2020).

Pengukuran diameter zona hambat pertumbuhan bakteri uji terbagi menjadi dua yaitu, zona radikal adalah daerah sekitar yang sama sekali tidak ada pertumbuhan bakteri, sedangkan zona irradikal adalah daerah sekitar disk dimana pertumbuhan bakteri terhambat. Ukuran diameter zona hambat yang terbentuk, kemudian dikonfirmasi pada tabel *zone diameter interpretive standard* (LCIS), tentukan hasil: sensitif, intermediet, atau resisten (Soemarno, 2000).

2) Silinder plat

Cara kerja pada metode silinder plate yaitu, mikroorganisme dibiakkan secara merata dipermukaan media, kemudian diletakkan pencadang silinder. Pecandang silinder tersebut harus benar-benar melekat pada media. Proses selanjutnya adalah inkubasi pada suhu dan waktu tertentu. Setelah diinkubasi, pencadang silinder diangkat kemudian diukur daerah hambat pertumbuhan mikroba (Rahmawati, 2020).

3) Sumuran

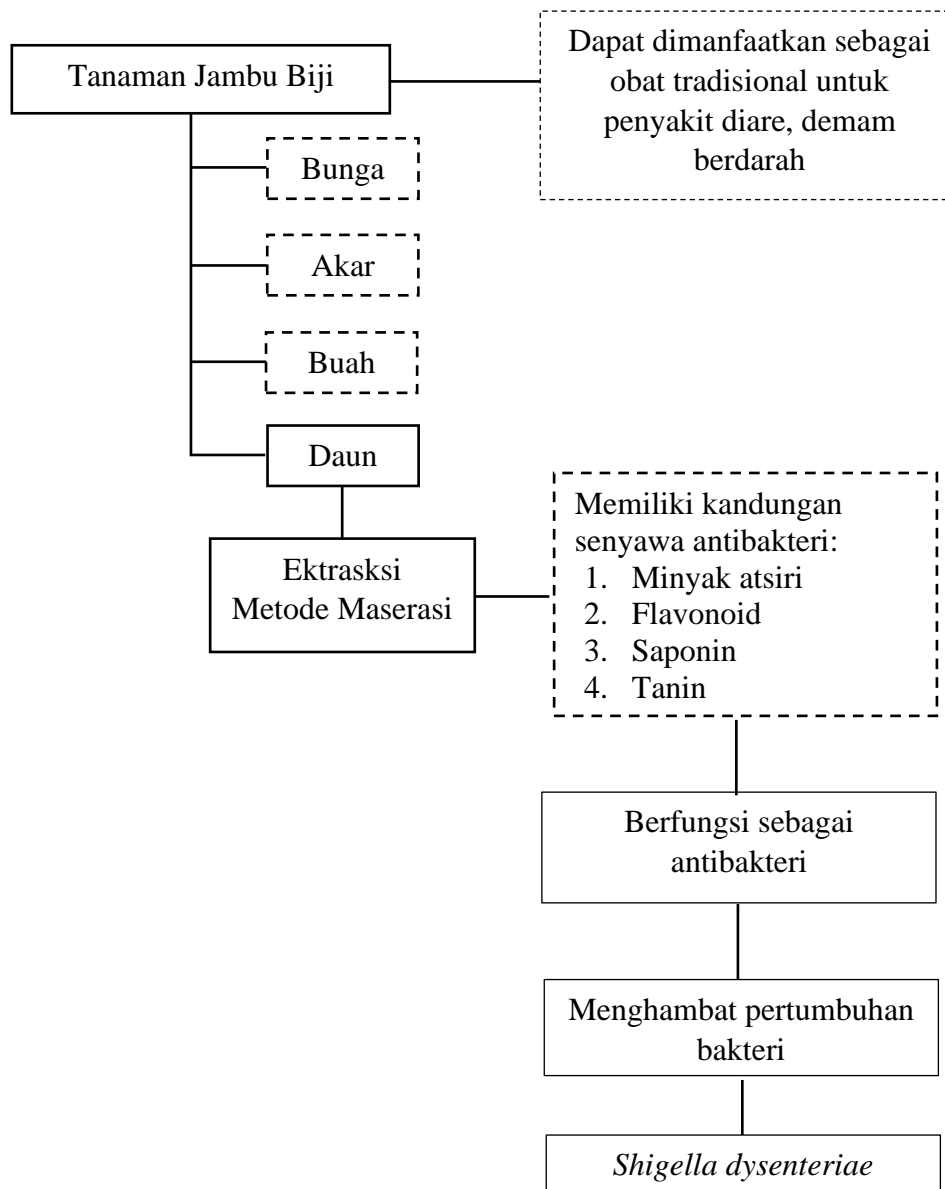
Metode sumuran adalah metode melubangi agar padat yang diinokulasi bakteri. Sebuah sumur dilubangi dalam pelat agar padat yang diinokulasi dengan bakteri uji dan diisi dengan antimikroba uji, lalu dilakukan proses inkubasi. Setelah menginkubasi mikroorganisme uji pada suhu dan waktu tertentu, amati apakah terdapat zona hambat di sekitar sumuran (Rahmawati, 2020).

b. Metode dilusi

Selain metode difusi, uji aktivitas bakteri juga ini dapat dilakukan dilakukan dengan menggunakan metode dilusi. Metode dilusi meliputi dua teknik kerja, yang pertama adalah teknik dilusi cair dan yang kedua adalah teknik dilusi agar. Umumnya cara kerjanya dengan melarutkan antimikroba, bakteri yang akan diuji kemudian ditumbuhkan dalam agar atau kaldu. Setelah proses inkubasi semalam, konsentrasi terendah yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri disebut konsentrasi hambat minimum (Rahmawati, 2020).

Uji dilusi kaldu tidak praktis dan tidak banyak digunakan ketika pengenceran harus dilakukan dalam tabung reaksi, tetapi keberadaan serangkaian formulasi pengenceran kaldu dari setiap obat dalam pelat pengenceran sangat meningkatkan dan menyederhanakan metode ini. Keuntungan uji mikrodilusi kaldu adalah menghasilkan hasil kuantitatif yang menunjukkan jumlah obat yang diperlukan untuk menghambat (atau membunuh) mikroorganisme yang diuji (Brooks et. al., 2013).

B. Kerangka Teori



Keterangan:

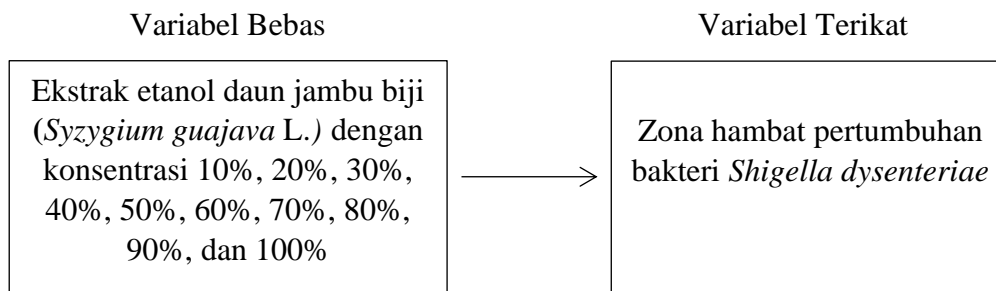
———— : Diteliti

----- : Tidak Diteliti

Modifikasi: Aziz & Ridwan, 2016; Emelda, 2021; Kasim & Yusuf, 2020; Kumar et. al., 2021

Gambar 2.6 Kerangka Teori

C. Kerangka Konsep



D. Hipotesis

1. H_0 : Tidak terdapat zona hambat pada konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100% ekstrak etanol daun jambu biji (*Syzygium guajava* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae*.
2. H_a : Terdapat zona hambat pada konsentrasi 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, dan 100% ekstrak etanol daun jambu biji (*Syzygium guajava* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Shigella dysenteriae*.