

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Infeksi**

Infeksi adalah interaksi suatu mikroorganisme patogen dengan makroorganisme yang terjadi pada kondisi sosial dan lingkungan tertentu. Terjadinya infeksi merupakan gangguan dari mikroorganisme seperti bakteri, jamur, virus dan parasit (Joegijantoro, 2019). Infeksi disebabkan oleh mikroorganisme yang masuk dan berkembang biak di dalam tubuh seperti bakteri patogen. Munculnya infeksi disebabkan adanya replikasi mikroorganisme di dalam jaringan tubuh, hal ini merupakan proses dari interaksi antara patogen (*agent*), pejamu (*host*) dan lingkungan (*environment*) (Ilyas *et al.*, 2024).

### **2.2 Infeksi Kulit**

#### **2.2.1 Pengertian infeksi kulit**

Infeksi kulit adalah penyakit kulit yang terjadi karena kelainan pada kulit akibat dari jamur, bakteri, kuman, parasit, virus maupun infeksi yang dapat terjadi pada siapa saja. Infeksi kulit dapat terjadi pada seluruh atau sebagian tubuh tertentu yang dapat membahayakan kondisi kesehatan penderita apabila tidak ditangani dengan serius. (Putri *et al.*, 2019).

Infeksi kulit merupakan penyakit yang mudah menular. Penularan infeksi ditularkan secara langsung (kontak kulit dengan kulit) seperti berjabat tangan, tidur bersama dan melakukan hubungan seksual. Sedangkan infeksi secara tidak langsung (melalui benda) seperti handuk, seprei, pakaian, bantal dan selimut (Dapp *et al.*, 2020).

#### **2.2.2 Etiologi infeksi kulit**

Faktor-faktor yang mempengaruhi infeksi kulit sering ditemui seperti lingkungan, iklim, tempat tinggal, pola hidup tidak sehat, alergi dan lain-lain (Putri *et al.*, 2019). Infeksi jamur juga dapat disebabkan oleh adanya sumber penularan di lingkungan sekitar seperti kontak

langsung dengan individu yang menderita mikosis atau melalui kontak tidak langsung. Di Indonesia yang memiliki iklim tropis yang kondisi sangat mendukung pertumbuhan jamur sehingga risiko terjadinya infeksi jamur menjadi cukup tinggi (Marlita *et al.*, 2024).

Penyakit infeksi kulit biasanya dapat disebabkan bakteri *Staphylococcus aureus*, *Propionibacterium acnes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Streptococcus pyogenes*, *Streptococcus B hemoliticus* (Azizah *et al.*, 2020). Jamur penyebab infeksi kulit diantaranya jamur dermatofita yaitu jamur yang memiliki kemampuan untuk menyerang jaringan yang mengandung keratin, seperti kulit, rambut, dan kuku. Jamur penyebab dermatofitosis *Microsporum*, *Epidermophyton*, dan *Trichophyton*, sedangkan jamur non-dermatofita seperti *Malassezia furfur* dapat menyebabkan pitiriasis versikolor (Arimurti *et al.*, 2023).

### 2.2.3 Jenis – jenis infeksi kulit

#### 1. Abses

Abses adalah akumulasi nanah yang terjadi dalam suatu rongga jaringan akibat infeksi bakteri atau karena adanya benda asing, seperti serpihan, luka tembak, atau jarum suntik. Gejala yang muncul biasanya meliputi rasa gatal di area kulit tertentu, pembentukan benjolan kecil berwarna kemerahan, keluarnya nanah, serta nyeri saat ditekan. Selain itu, dapat juga muncul gejala seperti nyeri kepala, peradangan pada kulit, pembengkakan, dan demam. Penyebab abses sering kali terkait dengan infeksi bakteri yang masuk ke dalam kulit melalui luka akibat tusukan jarum yang tidak steril (Deasy & Sari, 2021).

#### 2. Impetigo

Impetigo vesikobulosa adalah penyakit infeksi piogenik akut kulit yang mengenai lapisan epidermis superfisial bersifat sangat menular. Impetigo sering menyerang anak-anak, terutama di wilayah iklim panas dan lembap. Gejalanya ditandai oleh gelembung-gelembung berisi cairan kekuningan dengan dinding

yang kuat, dan kadang-kadang terlihat adanya hipopion (Imaligy, 2015).

### 3. Folikulitis

Folikulitis sering dijumpai didaerah dengan iklim tropis dan higiene buruk. Diagnosis Folikulitis dapat ditegakkan secara klinis gambaran beberapa pustula kecil berbentuk kubah yang berwarna putih kekuningan. Folikulitis merupakan pyoderma pada awal folikel rambut yang memiliki karakteristik folikularpustul, pustul, erosi atau krusta pada infundibulum. Penyebab dari folikulitis biasanya disebabkan oleh infeksi bakteri *Staphylococcus aureus*. Selain *Staphylococcus aureus* folikulitis dapat disebabkan oleh virus dan jamur (Mellaratna & Ritonga, 2023).

### 4. Selulitis

Gejala klinis selulitis ditandai dengan kemerahan yang memiliki batas tidak jelas dan cepat meluas disertai rasa nyeri edema atau pembengkakan yang terasa hangat dan kencang (meskipun jarang fluktuasi dapat terjadi). Selulitis merupakan infeksi yang disebabkan oleh *Staphylococcus aureus* (Permatasari *et al.*, 2023).

### 5. Dermatitis

Dermatitis adalah kondisi kulit yang ditandai dengan rasa gatal yang bersifat subjektif dan secara klinis muncul sebagai ruam polimorfik dengan batas yang tidak jelas. Dermatitis sering disebut juga sebagai eksim, dermatitis merupakan peradangan kulit yang memiliki morfologi khas namun penyebabnya bervariasi. Kulit yang terkena dermatitis biasanya menunjukkan ciri-ciri seperti kemerahan, pembengkakan, dan vesikel kecil berisi cairan. Pada fase akut, kulit dapat mengeluarkan cairan, sedangkan pada fase kronis, kulit menjadi bersisik, mengalami likenifikasi, menebal, retak, dan perubahan warna (Sumaryati, 2016).

#### 6. Luka bakar

Luka bakar dapat merusak barrier kulit dan menyebabkan penurunan imunitas seluler serta humoral yang berkontribusi terhadap terjadinya infeksi. Penyebab dari infeksi luka bakar yaitu bakteri *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella pneumoniae* (Mahdani *et al.*, 2023).

#### 7. Panu

Panu adalah penyakit kulit yang ditandai dengan gatal ringan saat kulit berkeringat panu pada kulit putih akan tampak berupa bercak-bercak coklat atau merah sedangkan pada kulit sawo matang panu akan tampak bercak-bercak putih (Sholihah, 2018).

### 2.2.4 Faktor – faktor infeksi kulit

Infeksi bakteri pada kulit dan jaringan lunak akibat dari ketidakseimbangan antara kemampuan mikroorganisme patogen dan mekanisme pertahanan tubuh manusia. Faktor risiko pada infeksi bakteri kulit berdasarkan faktor pasien, lokal atau sistemik dan lingkungan (M. Sari, 2019).

#### 1. Lingkungan

Lingkungan terdiri dari tiga komponen utama yaitu lingkungan fisik, lingkungan biologi dan lingkungan sosial. Lingkungan yang tidak sehat atau memiliki sanitasi yang buruk dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan. Lingkungan dapat berfungsi sebagai penyebab langsung penyakit sebagai faktor yang berkontribusi terhadap penularan penyakit sebagai media transmisi serta sebagai elemen yang memengaruhi perkembangan penyakit (Deasy & Sari, 2021).

#### 2. Perilaku

Perilaku hidup yang tidak sehat seperti membuang sampah sembarangan, tidak mencuci tangan sebelum atau setelah makan, buang air besar atau kecil di tempat yang tidak semestinya, serta

mandi atau mencuci dengan air kotor, dapat meningkatkan risiko terjadinya berbagai jenis penyakit (Deasy & Sari, 2021).

### 3. Pelayanan Kesehatan

Akses yang terbatas atau sulitnya pelayanan kesehatan dapat mengakibatkan penduduk yang sakit tidak mendapatkan perawatan dengan cepat sehingga meningkatkan risiko penularan penyakit kepada orang lain (Deasy & Sari, 2021).

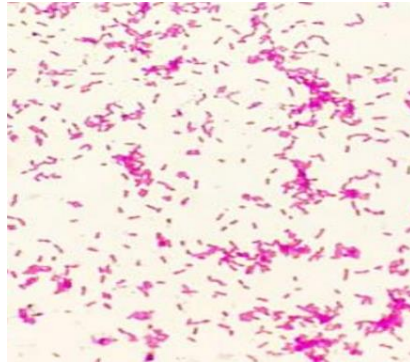
### 4. Genetik

Genetik atau keturunan adalah faktor-faktor yang mencerminkan berbagai sifat yang diwariskan dari satu generasi ke generasi berikutnya. Kesehatan masyarakat dipengaruhi oleh faktor keturunan karena beberapa penyakit dapat diturunkan dari orang tua kepada anak-anak (Deasy & Sari, 2021).

## 2.2.5 Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

### 1. Klasifikasi

Klasifikasi bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dimulai dari Kerajaan Monera, yang mencakup organisme prokariotik. Spesies ini termasuk dalam Divisi Proteobacteria dan Kelas Gamma Proteobacteria. Dalam sistem taksonomi *Pseudomonas aeruginosa* tergolong dalam Bangsa Pseudomonadales dan Suku Pseudomonadaceae. Marga dari spesies ini adalah *Pseudomonas*, dengan nama jenis *Pseudomonas aeruginosa* (Rollando, 2019).



**Gambar 2.1** *Pseudomonas aeruginosa*

(Shafira et al., 2022).

## 2. Morfologi

*Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri Gram negatif berbentuk batang pendek dengan ukuran lebar 0,5-0,8  $\mu\text{m}$  dengan panjang 1,5-3,0  $\mu\text{m}$  dan mempunyai flagela untuk bergerak. *Pseudomonas aeruginosa* mempunyai 2 tipe pigmen yaitu pyoverdinin atau pigmen fluoresensi yang berwarna hijau dan pyocyanin yang berwarna biru (Rollando, 2019).

## 3. Patogenesis

*Pseudomonas aeruginosa* sering menyebabkan infeksi oportunistik dan infeksi nosokomial pada manusia. *Pseudomonas aeruginosa* juga dapat menyebabkan infeksi primer pada kulit dengan infeksi yang paling sering terjadi adalah ulkus diabetikum. Kolonisasi pada ulkus diabetikum diikuti dengan kerusakan pembuluh darah lokal, nekrosis jaringan, dan akhirnya terjadi bacteremia. Gejala yang timbul dapat berupa iritasi, kemerahan, keluar cairan, serta kaki yang tampak bengkak (Rini & Rohmah, 2020). Dalam infeksi kulit bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat menyebabkan infeksi kulit seperti luka bakar dan dermatitis (Meylina et al., 2024).



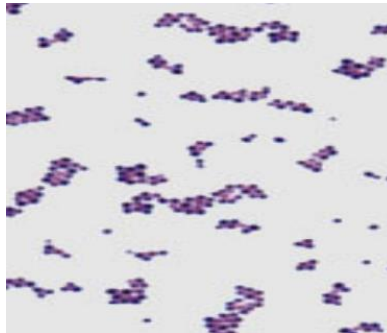
**Gambar 2.2** Dermatitis

(Umborowati et al., 2022)

### 2.2.6 Bakteri *Staphylococcus aureus*

#### 1. Klasifikasi

Klasifikasi bakteri *Staphylococcus aureus* dimulai dari Kerajaan Monera, yang mencakup organisme prokariotik. Selanjutnya, spesies ini termasuk dalam Divisi Firmicutes dan Kelas Firmibacteria. Dalam sistem taksonomi *Staphylococcus aureus* tergolong dalam Bangsa Eubacteriales dan Suku Micrococcaceae. Marga dari spesies ini adalah *Staphylococcus*, dengan nama jenis *Staphylococcus aureus* (Rollando, 2019).



**Gambar 2.3** *Staphylococcus aureus*

(Mamza et al., 2016)

#### 2. Morfologi

*Staphylococcus aureus* adalah bakteri Gram positif yang memiliki bentuk bulat dengan diameter antara 0,8 hingga 1,0  $\mu\text{m}$  dan biasanya tersusun dalam kelompok yang tidak teratur terkadang menyerupai untaian buah anggur. Bakteri ini tidak

memiliki kemampuan bergerak dan termasuk dalam kategori bakteri aerob hingga anaerob fakultatif (Rollando, 2019).

### 3. Patogenesis

*Staphylococcus aureus* adalah patogen utama yang dapat menginfeksi manusia dan hampir setiap individu pernah mengalami infeksi yang disebabkan oleh bakteri ini dengan tingkat keparahan yang bervariasi mulai dari keracunan makanan hingga infeksi kulit yang ringan hingga yang dapat mengancam jiwa. Gejala yang muncul dapat mencakup benjolan pada kulit yang berisi nanah, peradangan dan rasa sakit (Rini & Rohmah, 2020). Dalam infeksi kulit bakteri *Staphylococcus aureus* dapat menyebabkan infeksi kulit seperti bisul, seilitis dan impetigo (Meylina *et al.*, 2024).



**Gambar 2.4** Impetigo non bulosa

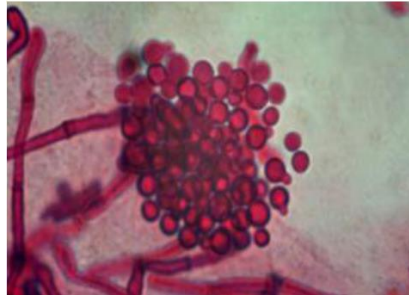
(M. Sari, 2019)

#### 2.2.7 Jamur *Malassezia furfur*

##### 1. Klasifikasi

Klasifikasi jamur *Malassezia furfur* dimulai dari Kerajaan Fungi, yang mencakup organisme eukariotik. Spesies ini termasuk dalam Kelas Basidiomycota dan Divisi Ustilaginomycotina. Jamur *Malassezia furfur* tergolong dalam Subdivisi Malasseziales dan Marga *Malassezia*. Jenis spesies ini adalah *Malassezia furfur* (Hadi & Alamudi, 2019).





**Gambar 2.5** *Malassezia furfur*

(Sholihah, 2018)

## 2. Morfologi

Jamur merupakan kelompok kecil pada penderita kulit sel ragi berbentuk lonjong uniseluler atau bentuk bulat bertuntas (4-8 um) dan hifa pendek berseptum dan kadang bercabang (diameter 2,5-4 um dan panjangnya bervariasi). *Malassezia furfur* berbentuk khamir kering dan berwarna putih sampai krem. Pada kulit penderita jamur tampak sebagai spora bulat dan hifa pendek (Hadi & Alamudi, 2019).

## 3. Patogenesis

Manusia mendapatkan infeksi apabila sel jamur *malassezia* menempel pada kulit. Lesi dimulai dengan bercak kecil tipis yang kemudian menjadi banyak dan menyebar disertai adanya sisik (Hadi & Alamudi, 2019). Perkembangan ini dipicu oleh keadaan yang berbeda termasuk kelembaban dan suhu yang tinggi, keringat berlebihan dan keadaan immunosupresi (Gupta & Foley, 2015). Jamur *Malassezia furfur* dapat menyebabkan infeksi pada kulit salah satunya adalah panu (*Tenia versicolor* atau *Pityriasis versicolor*) (Safira & Mellaratna, 2024).



**Gambar 2.6** Panu

(Safira & Mellaratna, 2024)

### 2.2.8 Resistensi

Peningkatan penggunaan obat yang tidak tepat, seperti antibiotik, dapat menyebabkan resistensi. Resistensi adalah kondisi di mana bakteri menjadi kebal terhadap efek antibiotik sehingga kemampuan bakteri untuk menahan dampak dari obat meningkat. Akibatnya bakteri tidak mati setelah pemberian antibiotik dan fungsi obat tersebut tidak memberikan efek terapeutik yang diharapkan (Mulatsari *et al.*, 2023).

## 2.3 Pengobatan infeksi

Pengobatan yang dapat dilakukan dalam mengobati penyakit kulit dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* adalah antibiotik ciprofloxacin dari golongan fluoroquinolon (Trisianti, 2015). Pada bakteri *Staphylococcus aureus* adalah antibiotik ciprofloxacin, tetracyclin dan lain – lain (Suyasa & Mastra, 2020). Pada jamur *Malassezia furfur* adalah antijamur ketokonazol, itrakonazol dan flukonazol dari golongan azol (Sibero, 2022).

### 2.3.1 Antibiotik

Antibiotik merupakan suatu golongan senyawa, baik secara alami yang dihasilkan oleh mikroba maupun secara sintetik. Antibiotik memiliki efek menekan pertumbuhan bakteri dengan cara menghambat atau menghentikan atau membasmi proses biokimia di dalam mikroorganisme. Antibiotik digunakan untuk penyakit infeksi yang penggunaan harus berdasarkan resep dokter dan tidak dijual bebas di

beberapa fasilitas kesehatan untuk mengurangi terjadinya resistensi obat (Mulatsari *et al.*, 2023). Berikut golongan antibiotik dapat dibedakan dari klasifikasinya sebagai berikut: (Bezuidenhout, 2024).

**Tabel 2.1** Mekanisme Antibiotik

No	Golongan	Obat	Mekanisme	Target Utama
1	Penisilin	Ampisilin Amoksisilin	Menghambat pembentukan mukopeptida yang diperlukan untuk sintesis dinding sel mikroba	Dinding sel bakteri
2	Monobactam	Azetreonam	Menghambat sintesis dinding sel bakteri	Dinding sel bakteri gram negatif
3	Cephalosporin	Cefadroxil, Cefuroxim, Ceftriaxon, Cefixim, dan Cefotaxim	Menghambat pembentukan mukopeptida yang diperlukan untuk sintesis dinding sel mikroba	Dinding sel bakteri
4	Carbapenem	Imipenem, Meropenum	Menghambat sintesis dinding sel bakteri	Dinding sel bakteri
5	Tetracycline	Tetracycline, Doksisiklin	Menghambat sintesis protein pada ribosomnya	Ribosom subunit
5	Kloramfenikol	Kloramfenikol dan Thiamphenicol	Menghambat sintesis protein	Ribosom subunit
6	Makrolida	Erythromycin, Azithromycin, Klaritromisin	Menghambat sintesis protein dengan mengikat ribosom	Ribosom subunit
7	Aminoglikosida	Gentamysin, Kanamycin,	Berikatan dengan ribosom dan	Ribosom subunit

		Tobramycin, Neomycin, dan Streptomycin	menghambat sintesis dari protein	
8	Clindamycin	Clindamycin	Menghambat sintesis protein dengan cara berikatan dengan ribosom.	Ribosom subunit
9	Oksazolidinon	Linezolid, Tedizolid	Menghambat pembentukan kompleks inisiasi pada ribosom subunit.	Ribosom subunit
10	Streptogramin	Quinupristin atau Dalfopristin	Menghambat sintesis protein dengan bekerja sinergis pada subunit ribosom.	Ribosom subunit
11	Quinolon	Asam pipemidat dan Asam nalidiksat	Menghambat kerja enzim DNA pada kuman	DNA bakteri
12	Fluoroquinolone	Ciprofloxacin, Norfloxacin, Pefloxacin, dan Ofloksasin	Menghambat kerja enzim DNA pada kuman	DNA bakteri
13	Sulfonamida	Sulfadiazin, Sulfamerazin, Sulfamezatin dan Sulfametoksazol	Menghambat enzim esensial dalam metabolisme folat	Metabolisme bakteri

---

### 2.3.2 Antijamur

Antijamur adalah obat yang paling sering diresepkan untuk pengobatan infeksi. Penggunaan antijamur yang tidak rasional dapat menyebabkan efek samping dan resistensi. Resistensi adalah kondisi di mana mikroorganisme menjadi kebal terhadap antijamur sehingga obat tersebut tidak efektif dalam mengatasi infeksi yang terjadi (Triana *et al.*, 2016). Pengobatan antijamur yang umum digunakan sebagai berikut: (Bezuidenhout, 2024).

**Tabel 2.2** Mekanisme Antijamur

No	Kelas	Obat	Mekanisme	Target Utama
1	Azol	Ketokonazol, Itrakonazol, Flukonazol, varikonazol	Menghambat sintesis ergosterol.	Membran sel jamur.
2	Antimetabolit	Flustosin	Diubah menjadi flourouracil, mengganggu sintesis pirimidin dan RNA.	Sintesis DNA atau RNA jamur.
3	Echinocandin	Caspofungin, Micafungin, Anidulafungin	Mengganggu sintesis dinding sel.	Dinding sel jamur.
4	Poliena	Amfoterisin B	Mengikat ergosterol di membran sel jamur.	Membran sel jamur.
5	Alilamina	Terbinafin	Menghambat sintesis ergosterol dengan menghambat	Membran sel jamur.

			enzim squalene epoksidase.	
6	Griseofulvin	Griseofulvin	Menghambat mitosis dengan mengganggu mikrotubulus.	Mikrotubulus jamur.

---

### 2.3.3 Mekanisme kerja antimikroba

Mekanisme kerja antimikroba sebagai berikut:

#### 1. Perusakan dinding sel

Struktur sel dirusak dengan menghambat pada saat pembentukan atau setelah proses pembentukan dinding sel (Rollando, 2019).

#### 2. Perubahan permeabilitas sel

Kerusakan pada membran sitoplasma akan menghambat pertumbuhan sel karena membran sitoplasma berfungsi mempertahankan bagian-bagian tertentu dalam sel serta mengatur aktivitas difusi bahan-bahan penting dan membentuk integritas komponen seluler (Rollando, 2019).

#### 3. Penghambatan kerja enzim

Penghambatan enzim akan menyebabkan aktivitas selular tidak berjalan normal (Rollando, 2019).

#### 4. Penghambatan sintesis asam nukleat dan protein

DNA dan RNA memiliki peran yang sangat penting sebagai bahan dasar dalam pembentukan suatu sel bakteri. Penghambatan terhadap DNA dan RNA akan menyebabkan kerusakan pada sel (Rollando, 2019).

#### 5. Perubahan molekul protein dan asam nukleat

Sebuah sel hidup bergantung pada pemeliharaan molekul-molekul protein dan asam nukleat dalam kondisi alaminya. Sebuah antibakteri dapat mengubah kondisi ini dengan mendenaturasi

protein dan asam nukleat yang menyebabkan kerusakan permanen pada sel (Rollando, 2019).

## 2.4 Pengujian Aktivitas Antimikroba

Metode pengujian antimikroba bertujuan untuk mengetahui efektivitas suatu zat terhadap bakteri. Pengujian aktivitas antimikroba dapat dilakukan beberapa metode diantaranya adalah metode difusi, dilusi dan mikrodilusi. Metode difusi merupakan metode yang digunakan untuk mengetahui kepekaan mikroba terhadap agen antimikroba. Prinsip metode ini adalah difusi senyawa antibakteri dalam media padat yang mengandung mikroba yang diinokulasi (Bhagaskara *et al.*, 2023). Metode difusi dapat dibagi menjadi tiga metode yaitu cakram, parit, dan sumuran (Nurhayati *et al.*, 2020).

Metode dilusi merupakan teknik yang digunakan untuk menentukan potensi suatu senyawa terhadap aktivitas mikroba dengan cara mengukur KHM dan KBM. Prinsip dari metode dilusi adalah membuat serangkaian pengenceran zat antibakteri tertentu dalam media cair atau padat yang telah ditambahkan mikroba uji. Metode dilusi cair digunakan untuk mengukur KHM, sedangkan metode dilusi padat digunakan untuk mengetahui KBM. Metode dilusi padat dilakukan dengan cara menginokulasi mikroba uji pada media agar yang mengandung zat antimikroba. Keunggulan dari metode dilusi ini adalah satu konsentrasi zat antimikroba yang diuji dapat digunakan untuk menguji beberapa mikroba uji (Bhagaskara *et al.*, 2023).

Mikrodilusi atau makrodilusi merupakan salah satu metode pengujian kerentanan antimikroba yang paling dasar dalam media pertumbuhan cair. Metode mikrodilusi menggunakan pelat microplate 96 sumur dengan volume yang lebih kecil ( $\mu\text{L}$ ). Sedangkan metode makrodilusi ini dilakukan dengan menyalurkan media ke dalam tabung reaksi yang berisi volume minimal 2 mL (Balouiri *et al.*, 2016). Adapun beberapa macam metode yang dapat diujikan sebagai berikut:

#### 2.4.1 Metode difusi cakram kertas

Difusi cakram kertas merupakan metode untuk menentukan kerentanan mikroba terhadap antibiotik (Bhagaskara *et al.*, 2023). Metode cakram digunakan untuk menentukan kepekaan terhadap berbagai macam obat. Alat yang digunakan adalah cakram kertas yang bertujuan untuk menampung zat antimikroba. Cakram kertas diletakkan pada lempeng agar yang sudah diinokulasi dengan mikroba uji lalu diinkubasi selama 18–24 jam pada suhu 35°C. Area atau zona bening di sekitar kertas cakram diamati untuk menunjukkan adanya pertumbuhan mikroba. Diameter area atau zona bening tersebut sebanding dengan jumlah mikroba uji yang ditambahkan pada kertas cakram. Kelebihan dari metode cakram adalah dapat dilakukan pengujian dengan lebih cepat dalam penyiapan cakram (Nurhayati *et al.*, 2020).

#### 2.4.2 Metode mikrodilusi

Metode mikrodilusi merupakan teknik yang lebih modern memiliki sensitivitas yang lebih baik dibandingkan dengan metode difusi. Mikrodilusi merupakan pengembangan dari teknik dilusi cair yang menggunakan media bakteri dan senyawa uji. Dalam metode ini jumlah langkah yang diperlukan lebih sedikit dengan hasil data yang dapat diukur secara kuantitatif sehingga dapat digunakan untuk menentukan KHM (Sari *et al.*, 2021). Parameter antibakteri yang digunakan dalam penelitian ini mencakup persentase penghambatan pertumbuhan dan nilai KHM. Persentase penghambatan diperoleh dari nilai kekeruhan larutan di mana nilai kekeruhan menunjukkan tingkat pertumbuhan bakteri semakin tinggi nilai kekeruhan maka semakin besar pertumbuhan bakteri. Begitu juga sebaliknya nilai kekeruhan yang rendah menunjukkan pertumbuhan bakteri yang rendah. Nilai kekeruhan yang diperoleh dalam penelitian ini digunakan untuk menghitung persentase penghambatan dan menentukan nilai KHM (Rafid *et al.*, 2024). Metode mikrodilusi menggunakan microplate 96



sumur untuk melakukan pengenceran serial dan inokulasi mikroba serta menentukan KHM (Balouiri *et al.*, 2016).

#### **2.4.3 Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Mikroskopi Elektron Pemindaian atau SEM adalah jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menghasilkan gambar dari permukaan sampel. Berbeda dengan mikroskop optik yang menggunakan cahaya sedangkan SEM memberikan resolusi yang jauh lebih tinggi memungkinkan pengamatan struktur mikro hingga nanometer. SEM sangat berguna dalam berbagai bidang termasuk biologi, material, dan ilmu material (Golding *et al.*, 2016).

Mikroskop Elektron Pemindaian SEM adalah alat yang digunakan untuk memvisualisasikan permukaan objek dengan resolusi tinggi menggunakan berkas elektron. SEM digunakan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi patogen seperti bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* dengan cepat dan efisien. Cara kerja SEM melibatkan beberapa langkah yaitu elektron dipancarkan dari sumber seperti filamen tungsten dan dipercepat oleh medan listrik. Kemudian berkas elektron diarahkan ke permukaan sampel di mana interaksi dengan atom sampel menghasilkan sinyal seperti elektron sekunder dan sinar-X. Sinyal-sinyal ini dikumpulkan oleh detektor dan data yang diperoleh diolah untuk membentuk gambar 2D dari permukaan sampel (Khan *et al.*, 2020).

Prinsip kerja SEM juga mencakup penggunaan analisis energi dispersif sinar-X untuk menentukan komposisi unsur dari sampel. SEM dapat mendeteksi berbagai unsur secara bersamaan yang memungkinkan identifikasi mikroorganisme berdasarkan karakteristik morfologis dan komposisi kimia. (Khan *et al.*, 2020).

## 2.5 Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* [L] Jacq.)

Biji mahoni merupakan buah dari tanaman mahoni dimana tanaman ini hidup di iklim tropis yang termasuk dalam famili *meliceae* dan berasal dari wilayah Hindia Barat (Ermawati, 2021). Tanaman mahoni yang dikenal dengan nama ilmiah *Swietenia macrophylla* berasal dari benua Amerika yang memiliki iklim tropis. Tanaman ini pertama kali diperkenalkan di Indonesia dan di Kebun Raya Bogor pada tahun 1872. Mahoni mulai dikembangkan secara luas di Pulau Jawa antara tahun 1897 hingga 1902. Tanaman mahoni telah lama dibudidayakan di Indonesia dan telah beradaptasi dengan baik terhadap iklim tropis di negara ini. Dalam bahasa Inggris tanaman mahoni dikenal sebagai *West Indian Mahogany*. Mahoni adalah tumbuhan tropis yang tumbuh liar di hutan jati, pinggir pantai dan sering ditanam di tepi jalan atau di lingkungan rumah serta halaman perkantoran sebagai tanaman peneduh (Qhoir, 2023).



**Gambar 2.7** Pohon mahoni

(Sumber: koleksi pribadi)

### 1. Klasifikasi

Klasifikasi ilmiah biji mahoni (*Swietenia mahagoni* [L] Jacq.) adalah Kingdomnya Plantae (tumbuhan) kemudian Divisi Magnoliophyta (tumbuhan berbunga) dan Kelas Magnoliopsida (berkeping dua atau dikotil). Selanjutnya spesies ini termasuk dalam Ordo Sapindales dan Famili Meliaceae. Genus dari spesies ini adalah *Swietenia* dengan nama

spesies *Swietenia mahagoni*. Sinonim yang terkait dengan spesies ini antara lain *Swietenia mahogoni* Lam., *Swietenia mahogani* C. DC., *Swietenia mahagoni* var. *praecociflora* Hemsl., *Swietenia acutifolia* Stokes dan *Cedrela mahagoni* L. (Ahmad *et al.*, 2019).



**Gambar 2.8** Biji Mahoni (*Swietenia mahagoni* [L] Jacq.)

(Sumber: koleksi pribadi)

## 2. Morfologi

Tanaman mahoni dapat tinggi mencapai 40 meter dengan diameter batang mahoni mencapai lebih dari 100 cm. Daun mahoni berwarna hijau muda hingga hijau tua dan panjang daun mahoni 10 sampai 30 cm. Bunga mahoni diproduksi di tangkai bunga dan ukuran tiap bunganya kecil. Buah mahoni berbentuk kapsul dengan panjang buah mahoni sekitar 8-20 cm, benihnya bersayap dengan panjang 5-9 cm yang terdapat di dalam buah (Ahmad *et al.*, 2019).

Tanaman ini adalah jenis tanaman tahunan yang dapat tumbuh hingga ketinggian antara 5-25 meter memiliki akar tunggang dan batang yang bulat tanaman ini juga memiliki banyak cabang serta kayu yang mengandung getah. Daunnya terdiri dari daun majemuk yang menyirip genap dengan helaian daun berbentuk oval ujung dan pangkalnya runcing serta tulang daun yang menyirip. Daun muda berwarna merah tetapi seiring bertambahnya usia warnanya berubah menjadi hijau. Bunga tanaman ini tersusun dalam kelompok yang muncul dari ketiak daun. Buahnya berbentuk bulat dengan lima lekukan berwarna coklat dan di dalamnya

terdapat biji pipih yang memiliki ujung agak tebal dan berwarna kehitaman (Ahmad *et al.*, 2019).

### 3. Senyawa kandungan

Biji mahoni mengandung berbagai senyawa kimia seperti flavonoid, saponin, tanin, glikosida kardiak, minyak atsiri, alkaloid, dan antrakuinon. Flavonoid merupakan zat yang paling dominan dalam biji ini. Minyak atsiri yang terdapat dalam biji mahoni dikenal dapat menghambat pertumbuhan beberapa jenis bakteri patogen dengan fenol sebagai komponen utama yang bersifat bakterisidal. Selain itu saponin juga berperan penting dalam aktivitas antimikroba. Biji mahoni memiliki khasiat untuk mengobati berbagai kondisi seperti hipertensi, kurang nafsu makan, demam, diabetes melitus, masuk angin, eksim, dan rematik. Ekstrak biji mahoni menunjukkan aktivitas antibakteri dan antijamur, serta memiliki sifat antiseptik, antioksidan, dan antimikroba. Selain itu ekstrak biji mahoni juga memiliki aktivitas farmakologi termasuk efek anti-inflamasi (Ermawati, 2021). Berikut beberapa kandungan senyawa biji mahoni dan khasiatnya sebagai berikut:

**Tabel 2. 3** *State of the art* penelitian ekstrak biji mahoni (*Swietenia mahagoni* [L] Jacq.)

No	Ekstrak	Senyawa	Hasil	Sumber
1.	Ekstrak etanol biji mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> [L] Jacq.)	Triterpenoid, saponin, tanin.	Uji aktivitas antibakteri ekstrak etanol biji mahoni terhadap <i>Shygella dysenteriae</i> pada konsentrasi 25%, 50%, 75%, dan 100% adalah 6 mm, 8 mm, 8,33 mm, 10,33 dan Senyawa metabolit sekunder yang berperan dalam menghambat bakteri adalah senyawa triterpenoid.	(Dewi & Fauzana, 2017)
2.	Ekstrak Etil Asetat daun mahoni ( <i>Swietenia</i>	Alkaloid, flavonoid, saponin, fenol,	Data diameter zona hambat yang diperoleh pada masing-masing konsentrasi 70%, 80%, 90% secara berurutan adalah sebesar 10,39 mm ±	(Hasanah, 2024).

	<i>mahagoni</i> [L] Jacq.)	triterpenoid, dan tanin.	0,68, 13,33 mm $\pm$ 0,74, dan 15,07 mm $\pm$ 0,76. Ekstrak etil asetat daun mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> L.) berpotensi digunakan sebagai alternatif pengobatan antijamur pada infeksi kandidiasis.	
3.	Ekstrak etanol biji mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> [L] Jacq.)	Alkaloid, triterpenoid dan fenolik.	Nilai Minimum <i>Inhibitory Concentration</i> (MIC) pada ekstrak etanol biji Mahoni untuk bakteri <i>Streptococcus mutans</i> dan <i>Salmonella typhi</i> tidak jauh berbeda yaitu sebesar 6-7 mm dan tergolong kategori sedang.	(Arwidhiah <i>et al.</i> , 2021).
4.	Ekstrak biji mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> [L] Jacq.)	Flavonoid	Ekstrak Biji mahoni memiliki efek terhadap proses penyembuhan luka pasca pencabutan gigi tikus wistar, dengan penetapan dosis 50 mg/200 gBB tikus sebagai dosis optimal.	(Ahsania, 2019).
5.	Ekstrak etanol 96% biji mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> [L] Jacq.)	Flavonoid	Dosis 280 mg/kgBB menunjukkan hasil penurunan kadar gula darah paling baik dari berbagai dosis. Dapat disimpulkan bahwa ekstrak etanol 96% biji mahoni ( <i>Swietenia mahagoni</i> L.) dapat menurunkan kadar glukosa darah pada mencit yang diinduksi aloksan.	(Widiasari <i>et al.</i> , 2021).

---