

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

2.1.1 Taxonomi Tanaman Pisang Kepok

Pisang merupakan tumbuhan monokotil yang termasuk dalam famili *Musaceae*. Pohonnya memiliki tinggi dua hingga sembilan meter, akar berada dalam tanah dan pelepahnya terdiri dari lembaran daun dan mahkota terminal daun tempat munculnya bakal buah (Seymour 1993).

Klasifikasinya adalah sebagai berikut

Kingdom : Plantae

Ordo : Zingiberales

Famili : Musaceae

Genus : *Musa*

Spesies : *Musa paradisiaca*

(Seymour 1993).



Gambar 2.1 Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*)

Jenis pisang dapat dibagi atas empat kelompok yaitu : Pisang yang dimakan buahnya tanpa dimasak, yaitu *M. paradisiaca* var. *Sapientum*, *M. nana* atau disebut juga *M. cavendishii*, *M. sinensis*. Contohnya: pisang ambon, pisang susu, pisang raja, pisang *cavendish*, pisang barangan dan pisang mas. Pisang yang dimakan setelah buahnya dimasak, yaitu *M. paradisiaca* *Typica* atau disebut juga *M. paradisiaca* *Normalis*. Contohnya: pisang nangka, pisang tanduk, dan pisang kepok.

Kelompok ketiga yaitu termasuk pisang berbiji, seperti *M. brachycarpa* yang di Indonesia dimanfaatkan daunnya. Contohnya: pisang batu dan pisang klutuk. Sedangkan kelompok keempat yaitu pisang yang diambil seratnya, contohnya pisang Manila (*Abaca*) (Pusat Kajian Buah-Buahan Tropika, LPPM IPB 2005). Selanjutnya menyatakan bahwa varietas pisang bervariasi menurut tinggi, bentuk daun, warna tandan (hitam, hijau, merah, beraneka warna), karakter sisir pada tandan dan karakteristik buah seperti bentuk, warna dan kandungan lilin (Freiberg, 1966)

Pisang merupakan buah klimaterik yang artinya memiliki fase perkembangan yang selama itu ukuran buah meningkat dan karbohidrat terakumulasi dalam bentuk pati. Pertumbuhan terhenti saat buah telah benar-benar matang dan fase pematangan buah terhambat. Selama fase pematangan, kekerasan buah menurun, pati berubah menjadi gula, warna kulit berubah dari hijau menjadi kuning dan kekelatan pada buah hilang, berkembang menjadi flavor dengan karakteristik yang khas (Thompson dan Burden 1995).

2.1.2 Polifenol

Pemilihan jenis pisang didasarkan pada pendugaan kandungan fenolik pada pisang. Dimana dari hasil penelitian Simmonds (1954) dalam Harborne (1967) pola distribusi antosianidin berbeda-beda pada setiap spesies pisang. Begitu juga pola distribusi pigmen glikosilat dan flavones menunjukkan perbedaan menurut genus dan taksonomi pada pisang serta tingkat kematangan pisang.

Kandungan fenolik bertanggung jawab terhadap kekelatan kulit pada pisang sebelum pisang matang serta terhadap beberapa reaksi pencoklatan. Fenolik terutama terdapat pada pembuluh getah pada daging buah dan kulit buah. Pada saat panen, kulit buah mengandung total fenol dua kali lipat dari daging buah (John dan Marchal 1995)

Buah pisang, khususnya pada kulit pisang, kaya akan senyawa fenolik yang jika teroksidasi oleh enzim polifenoloksidase akan menyebabkan terjadinya pencoklatan (Seymour 1993). Mendez et al. (2003) meneliti kandungan fenolik bebas pada pisang yang berasal dari dua wilayah berbeda. Senyawa polifenol yang teridentifikasi pada pisang adalah katekin dan asam galat. Kandungan senyawa polifenol pada pisang yang varietasnya sama bervariasi tergantung pada tempat tumbuhnya, di dalam rumah kaca atau di tempat terbuka, cara penanamannya secara konvensional maupun organik dan wilayah produksinya. Ada beberapa jenis senyawa antioksidan yang dapat diisolasi dari kulit pisang, yaitu asam amino dan peptida, flavonoid, katekolamin, dopamin dan polimer dopamin. Dilihat dari potensi antioksidannya, senyawa flavonoid, katekolamin dan dopamin yang dihasilkan dari elusi asam asetat hasil pemisahan dengan kromatografi alumina, memperlihatkan potensi yang paling

baik jika dibandingkan dengan komponen asam amino dan peptida serta polimer dopamin. Sedangkan setelah dilakukan isolasi hasil elusi asam asetat tersebut, potensi antioksidan dopamin adalah yang tertinggi, diikuti oleh flavonoidnya dan katekolamin. Jenis flavonoid yang teridentifikasi adalah naringenin dan rutin (Kanazawa dan Sakakibara 2000).

Total fenolik pada pisang adalah sekitar 3,35 mg/g berat segar yang dikonsumsi. Fenol bebas yang terdapat pada pisang kurang menunjukkan kualitas antioksidan yang baik, tetapi secara keseluruhan, total fenol pisang mempunyai kualitas antioksidan yang baik. Perbandingan antara konsentrasi fenol dengan kualitas antioksidannya juga menunjukkan bahwa pisang termasuk yang memiliki nilai tertinggi dari beberapa jenis buah yang diteliti (Vinson, 2001).

Senyawa antioksidan flavonoid yang terdapat pada daging dan kulit pisang, senyawa yang teridentifikasi yaitu katekin, galokatekin dan epikatekin. Pengujian aktivitas antioksidan terhadap oksidasi lemak yang dilakukan memperlihatkan bahwa ekstrak kulit pisang memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Hal ini disebabkan kandungan total fenolik pada ekstrak kulit pisang lebih besar (9,07 mg/g berat kering, data diolah) dibandingkan yang terdapat pada ekstrak daging buahnya (2,32 mg/g berat kering, data diolah) (Someya, 2002)

Adanya komponen fenolik dalam pangan memiliki pengaruh penting terhadap stabilitas oksidatif dan keamanan pangan dari adanya mikroba. Beberapa jenis fenol memiliki kemampuan untuk menghambat metagenesis dan karsinogenesis serta memiliki aktivitas antioksidan yang potensial untuk digunakan pada pengawetan makanan (Shahidi dan Naczk 1995).

Someya et al. (2002) dan Kanazawa dan Sakakibara (2000), kulit pisang memiliki kadar senyawa fenolik yang jauh lebih tinggi daripada yang terkandung

pada daging buahnya.

2.2 *Staphylococcus aureus*

2.2.1 Taxonomi

Kingdom: Bacteriae

Filum : Firmicutes

Kelas : Cocci

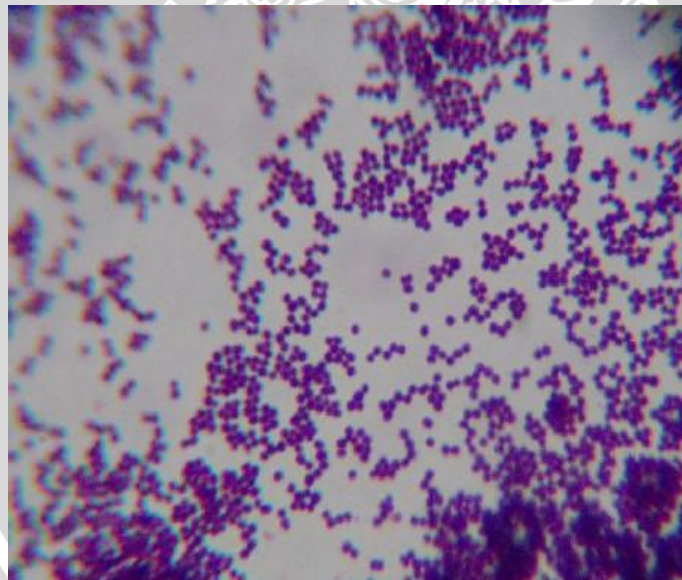
Ordo : Bacillales

Famili : Staphylococcaceae

Genus : *Staphylococcus*

Spesies : *Staphylococcus aureus*

(Modrick, 2011)



Gambar 2.2 Pewarnaan Gram *Staphylococcus aureus* (Modrick, 2011)

Seperti terlihat pada Gambar 2.3 pada dasarnya bakteri dari genus *Staphylococcus* seperti *Staphylococcus aureus* adalah bakteri kokus Gram positif, tidak berspora, dan tidak mempunyai flagela. Bila diamati di bawah mikroskop,

bakteri ini akan terlihat sebagai organisme individu yang berpasangan dan tidak teratur seperti anggur. Nama *Staphylococcus* berasal dari bahasa Yunani yang berarti satu bundel anggur. Bakteri ini mudah tumbuh pada berbagai perbenihan dan metabolismenya aktif dengan menghasilkan pigmen krem-kuning sampai jingga. Dinding selnya mengandung *peptidoglican* dan *teichoic acid*. Organisme ini resisten terhadap suhu tinggi (50° C), konsentrasi garam tinggi, dan kekeringan (Tolan, 2011). *Staphylococcus aureus* merupakan patogen utama pada manusia. Bakteri ini mempunyai kemampuan untuk membekukan plasma. Pada keadaan normal bakteri ini dapat ditemukan pada rongga hidung, saluran napas, rongga mulut, dan traktus gastrointestinal (Todar, 2011).

2.2.2 Morfologi, Sifat Pewarnaan, Struktur Dinding Sel, dan Faktor Virulensi Bakteri

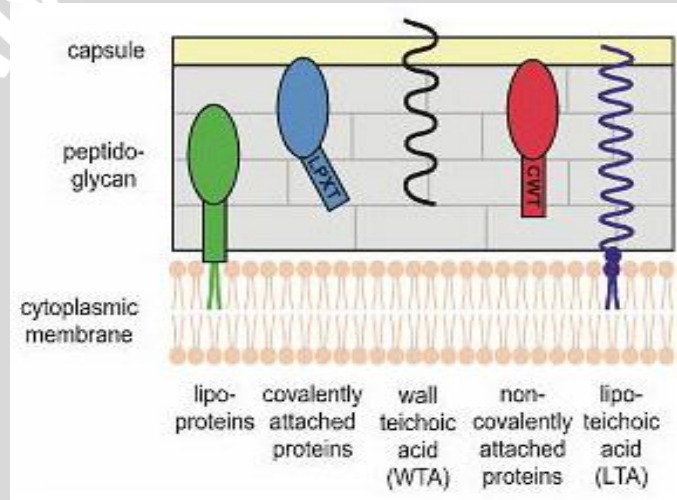
Staphylococcus adalah sel berbentuk bola, dengan diameter 1,0 µm dan tersusun dalam kelompok-kelompok tidak beraturan. Pada biakan cair tampak pula *kokus* tunggal, berpasangan, berbentuk tetrad, dan berbentuk rantai. *Kokus* memberikan pewarnaan Gram positif yang kuat. Proses penuaan pada *kokus* ini menyebabkan banyak sel menjadi Gram negatif. *Staphylococcus* merupakan bakteri Gram positif, tidak berspora, tidak bergerak, dan tidak berkapsul (Jawetz, 2008).

2.2.3 Struktur Dinding Sel

Dinding sel bakteri mengandung polimer-polimer yang berikatan silang yang disebut *peptidoglikan*. Ikatan silang tersebut dipertahankan oleh rantai

peptida sebagai akibat reaksi transpeptida yang dikatalisis oleh berbagai enzim (Katzung, 2004).

Dinding sel *Staphylococcus aureus* terdiri dari 3 lapisan. Lapisan terluar adalah kapsul, lapisan kedua adalah lapisan peptidoglikan, dan lapisan terdalam adalah membran sitoplasma. Pada struktur ini *teichoic acid* tertanam dan menonjol di dinding sel pada bagian luarnya membentuk *fuzzy coat*. Kapsul bakteri ini tipis dan hanya dapat terlihat di bawah mikroskop elektron (Modric, 2011).



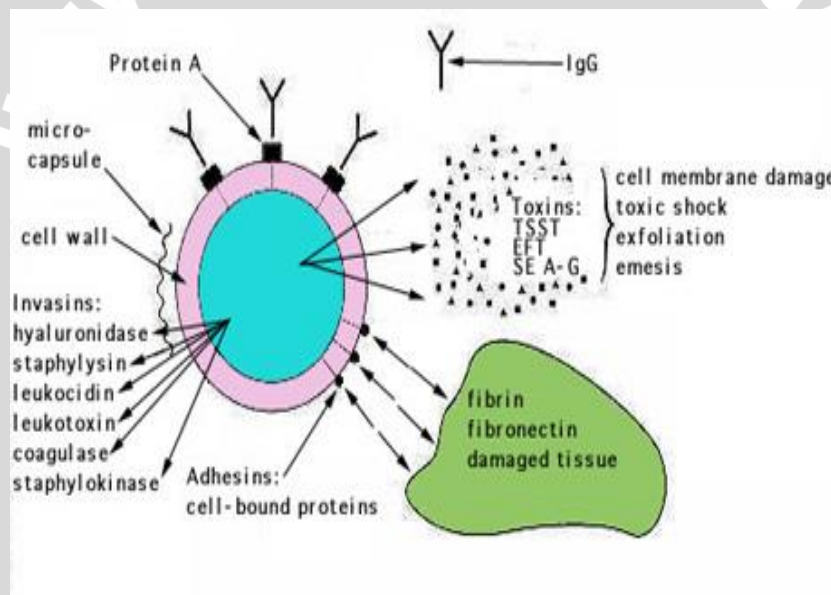
Gambar 2.3 Struktur Dinding Sel *Staphylococcus aureus* (Mordick, 2011)

2.2.4 Faktor Virulensi

Faktor virulensi yang diekspresikan oleh *Staphylococcus aureus*, antara lain:

- Protein permukaan yang menyebabkan kolonisasi dengan sel permukaan
- Invasin yang menyebabkan bakteri menyebar dalam jaringan (*leucocidin*, *kinase*, dan *hyaluronidase*)
- Faktor-faktor permukaan yang menghambat *phagocytic engulfment* (kapsul, protein A)

- Properti biokimia yang meningkatkan ketahanan hidup mereka dalam fagosit (*caretonoid*, produksi katalase)
- Penyamaran imunologis (protein A, koagulase)
- *Membrane-damaging toxin* yang dapat melisiskan membrane sel eukariotik (hemolisin, leukotoxin, *leucocidin*)
- Eksotoksin yang dapat merusak jaringan sel hospes atau memprovokasi gejala penyakit (SEA-G, TSST, ET)
- Resistensi antimikroba, baik didapat maupun diturunkan (Todar, 2011)



Gambar 2.4 Faktor Virulensi *Staphylococcus aureus* (Todar, 2011)

2.2.5 Karakteristik Biakan

Staphylococcus berkembang pada medium bakteriologis dalam kondisi aerobik atau mikroaerofilik. Pada medium yang tinggi nutrisi, *Staphylococcus aureus* membentuk koloni besar dengan pigmen berwarna kuning keemasan. *Staphylococcus aureus* sering melisiskan darah pada *medium yang mengandung darah*. Bakteri ini bersifat anaerob fakultatif dengan respirasi aerobik atau dengan

fermentasi. *Staphylococcus aureus* bisa hidup pada rentangan suhu 15°C sampai 45°C dan konsentrasi NaCl 15% (Todar, 2011). Pada suhu 37°C bakteri ini berkembang dengan baik dan pada suhu kamar bakteri ini menghasilkan pigmen dengan baik (Jawetz, 2008).

Pada dasarnya *Staphylococcus aureus* dapat berkembang pada media bakteriologis, seperti:

a. *Nutrient Agar Plate* (NAP)

NAP penting untuk mengetahui pembentukan pigmen oleh *Staphylococcus aureus*. Pada media ini *Staphylococcus aureus* akan membentuk pigmen kuning keemasan. Koloninya akan tumbuh berbentuk bulat dengan diameter 1-2 mm, konveks, tepi rata, permukaan lunak, dan konsistensinya lunak.

b. *Blood Agar Plate* (BAP)

Pada media ini koloni *Staphylococcus aureus* akan nampak lebih besar. Pada galur yang ganas akan nampak zona hemolisa yang jernih di sekitar koloni yang mirip dengan koloni *Streptococcus β -hemolyticus*.

(Dzen *et al.*, 2010)

Media tumbuh selektif untuk *Staphylococcus aureus* adalah media *Mannitol Salt Agar* (MSA). Pada MSA, konsentrasi garam tinggi menyebabkan *Staphylococcus aureus* dapat bertahan hidup dan pertumbuhan bakteri lain terhambat. *Manitol* pada MSA menyebabkan *Staphylococcus aureus* dapat bertahan hidup sedangkan *Staphylococcus epidermidis* tidak, sebab *Staphylococcus aureus* dapat menfermentasikan *manitol*. MSA digunakan untuk mendapatkan kultur *Staphylococcus aureus* yang berasal dari feses, makanan,

debu, pakaian, dan barang-barang lain yang mungkin terkontaminasi bakteri lain (Todar, 2011).

2.2.6 Identifikasi *Staphylococcus aureus*

Tes katalase dapat digunakan untuk membedakan *Staphylococcus* dengan *Streptococcus*. Pada tes ini *Staphylococcus* memberikan hasil positif, sedangkan *Streptococcus* memberikan hasil negatif (Jawetz, 2008).

Ada 2 genus *Staphylococcus* yang paling sering dijumpai sebagai patogen oportunistik, yaitu *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Kedua bakteri ini dapat diidentifikasi melalui tes koagulase, morfologi koloni, faktor virulensi (Herriman, 2011)

a. Tes koagulase

Tes sederhana ini digunakan untuk menunjukkan kemampuan suatu organisme untuk menghasilkan enzim koagulase. *Staphylococcus aureus* menunjukkan hasil positif pada tes ini, sedangkan *Staphylococcus epidermidis* menunjukkan hasil negatif (Herriman, 2011).

b. Morfologi koloni

Pada BAP *Staphylococcus aureus* membentuk koloni besar, halus, sedikit mengangkat, dan terkadang menghasilkan β -hemolisis. Ada pula koloni bakteri ini yang membentuk pigmen kuning keemasan. *Staphylococcus epidermidis* membentuk koloni yang lebih kecil, berwarna abu-abu hingga putih, dan non-hemolitik (Herriman, 2011).

c. Faktor virulensi

Staphylococcus aureus tidak hanya memproduksi koagulase tetapi juga memproduksi enzim lain, hemolisin, dan toxin. Faktor virulensi utama

Staphylococcus epidermidis adalah kemampuannya membentuk lendir (Herriman, 2011).

2.2.7 Epidemiologi dan Transmisi Penyakit

Semua manusia merupakan karier dari *Staphylococcus aureus* sehingga sumber infeksi terkadang sulit ditentukan. Pada banyak kasus, sumbernya kemungkinan otogenus yaitu berasal dari kulit penderita itu sendiri. Penyebaran dari satu orang ke orang lain dapat terjadi secara kontak langsung dan tidak langsung. Petugas kesehatan yang bekerja dengan pasien yang terinfeksi oleh *Staphylococcus aureus* harus menggunakan prosedur yang seaseptis mungkin untuk menghindari transmisi penyakit ke pasien lain. Perawat atau dokter yang menjadi karier atau yang memiliki lesi pada kulit dapat juga menginfeksi pasien (Tolan, 2011). *Staphylococcus aureus* seringkali menjadi patogen penyebab infeksi nosokomial. Galur tertentu diketahui menyebabkan epidemic rumah sakit (Kayser *et al.*, 2005).

Bakterimia karena *Staphylococcus aureus* dapat digolongkan ke dalam tiga kategori yaitu *healthcare-associated hospital onset (nosocomial)*, *community-acquired*, dan *healthcare-associated community onset (non-nosocomial)* (misalnya, pada fasilitas perawatan jangka panjang di komunitas (Friedman *et al.*, 2002).

2.2.8 Patogenesis

Staphylococcus aureus, yang dapat ditemukan pada rongga hidung, saluran napas, rongga mulut, dan traktus gastrointestinal, adalah bakteri yang patogen oportunistik di mana bakteri tersebut sering menginfeksi jaringan dan

bagian tubuh yang memiliki imunitas yang rendah, misalnya kulit dan membran mukosa yang rusak. Galur *Staphylococcus* yang patogen mempunyai enzim (koagulase, lipase esterase) dan toksin untuk dapat hidup dan bertahan pada jaringan hospes. Lesi yang disebabkan oleh *Staphylococcus* dikarenakan invasi pada folikel rambut dan kelenjar lemak oleh enzim lipase esterase, koagulase, α -toxin dan leukosidin yang melawan reaksi hospes dan fagositosis. Bahkan setelah fagositosis, destruksi intraseluler yang difasilitasi oleh komplemen berlangsung tidak sempurna. Resistensi ini dapat menyebabkan penyakit kronis (Tolan, 2011).

2.2.9 Manifestasi Klinis

Staphylococcus aureus adalah penyebab terbanyak dari infeksi akut supuratif dengan manifestasi klinis yang beragam. Manifestasi klinis yang beragam tersebut seperti *Skin and soft-tissue infection*, *scalded skin syndrome*, folikulitis, furunkel, karbunkel, osteomyelitis, *septic arthritis*, *toxic shock syndrome*, Tromboplebitis, Abses dan infeksi *deep-tissue* (Tolan, 2011).

2.2.10 Mekanisme Resistensi

Resistensi *Staphylococcus aureus* dibagi menjadi beberapa kelas, yaitu:

- a. Resistensi terhadap penisilin yang berhubungan dengan frekuensi *Staphylococcus aureus* memproduksi β -laktamase yang dikendalikan oleh plasmid (Jawetz, 2008).
- b. Resistensi terhadap nafsilin yang berhubungan dengan gen *mecA* yang terdapat pada kromosom sehingga mempengaruhi reseptor *penicillin binding protein* (Jawetz, 2008).
- c. Resistensi terhadap vankomisin yang berhubungan dengan peningkatan sintesis dinding sel serta perubahan struktur dinding

sel *Staphylococcus aureus*. Mekanisme resistensi ini tidak berhubungan dengan gen *van* pada Streptococcus (Jawetz, 2008).

- d. Resistensi yang diperantai plasmin seperti resistensi terhadap tetrasiklin, eritromisin, dan aminoglikosida (Jawetz, 2008).
- e. Resistensi akibat efek toleransi. Efek toleransi menyebabkan kurangnya aktivasi enzim otolitik pada dinding sel *Staphylococcus aureus* (Jawetz, 2008).

2.3 Tes Kepekaan terhadap Antimikroba *in Vitro*

Uji kepekaan terhadap antimikroba secara *in vitro* bertujuan untuk mengetahui kepekaan suatu bahan terhadap bakteri tertentu. Pada dasarnya uji ini dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu metode dilusi dan metode difusi cakram (Dzen *et al.*, 2010)

2.3.1 Metode Dilusi

Metode dilusi ada 2 cara yaitu dilusi tabung dan dilusi agar.

2.3.1.1 Dilusi Tabung

Metode ini digunakan untuk mengetahui KHM (Kadar Hambat Minimal) dari antimikroba, yaitu konsentrasi antimikroba terendah yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri yang ditandai dengan tidak adanya kekeruhan pada tabung uji (Dzen *et al.*, 2010). KBM (Kadar Bunuh Minimal) dari antimikroba, yaitu konsentrasi antimikroba terendah yang mampu membunuh bakteri yang ditandai dengan tidak terdapatnya pertumbuhan koloni bakteri pada media agar (Dzen *et al.*, 2010).

Tes ini dikerjakan dengan menggunakan satu seri tabung reaksi yang diisi media cair dan sejumlah tertentu sel mikroba yang diuji. Kemudian masing-masing tabung diisi dengan bahan yang telah diencerkan secara serial. Selanjutnya, seri tabung diinkubasikan pada suhu 37°C selama 18-24 jam dan diamati terjadinya kekeruhan pada tabung. Selanjutnya biakan dari semua tabung yang jernih diinokulasikan pada media agar padat, diinkubasikan dan keesokan harinya diamati ada tidaknya koloni mikroba yang tumbuh (Dzen *et al*, 2010).

2.3.1.2 Dilusi Agar

Uji kepekaan antimikroba yang lain adalah menggunakan metode dilusi agar. Metode dilusi agar digunakan untuk menentukan konsentrasi minimum yang dibutuhkan oleh suatu bahan antimikroba untuk menghambat mikroorganisme. Dengan mengetahui konsentrasi hambat minimum suatu bahan antimikroba tersebut, resistensi terhadap suatu bahan antimikroba tertentu dapat dicegah (Levison, 2004).

Selain itu cara dilusi agar ini memiliki kelebihan dibanding metode lainnya karena fleksibilitasnya. Cara dilusi agar dapat digunakan untuk mendapatkan hasil tes yang akurat terhadap bakteri yang tidak dapat dites dengan metode difusi cakram, menguji obat-obatan antibiotik yang berbentuk bubuk. Metode dilusi agar memiliki format hasil uji kepekaan antimikroba dengan metode dilusi agar dapat berupa hasil kuantitatif (KHM dalam satuan microgram per millimeter), dalam bentuk kategori (*susceptible*, *moderately susceptible*, atau *resistant*), atau dapat menggunakan keduanya. Metode dilusi agar juga dapat mendeteksi berbagai pola resistensi yang mungkin tidak terdeteksi oleh metode difusi cakram (Baron *et al.*, 1986).

Metode difusi agar telah distandardisasi dan dapat dipercaya sehingga sering digunakan untuk mengevaluasi akurasi metode pengujian lainnya. Dengan metode ini kita dapat menguji beberapa mikroba sekaligus dan kontaminasi oleh bakteri lain dapat dideteksi.

Kerugian metode ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan dan ketergantungan terhadap tenaga ahli yang mampu melakukan prosedur pengujian mulai dari persiapan alat-alat, pembuatan medium hingga proses inokulasi (Baron *et al.*, 1986).

2.3.2 Metode Difusi Cakram

Metode difusi cakram merupakan suatu tes kepekaan antimikroba yang menggunakan cakram kertas saring yang mengandung bahan antimikroba yang telah ditentukan kadarnya. Cakram tersebut kemudian ditempatkan pada media padat yang telah diberi bakteri uji. Setelah diinkubasi, diameter area hambatan dihitung sebagai daya hambat terhadap bakteri uji. Area hambatan yang terbentuk ditunjukkan sebagai daerah yang tidak memperlihatkan adanya pertumbuhan bakteri di sekitar cakram kertas saring.

Analisis hasil uji kepekaan tersebut dapat dilakukan melalui 2 cara, sebagai berikut:

- a. Cara Kirby Bauer, yaitu dengan cara membandingkan diameter dari area jernih (zona hambatan) di sekitar cakram dengan table standar yang dibuat oleh NCCLS (*National Committee for Clinical Laboratory Standard*). Dengan table NCCLS ini dapat diketahui kriteria sensitif, sensitif intermediet, dan resisten.

b. Cara Joan-Stokes, yaitu dengan cara membandingkan radius zona hambatan yang terjadi antara bakteri kontrol yang sudah diketahui kepekaannya terhadap obat tersebut dengan isolate bakteri yang diuji. Pada cara Joan-Stokes, prosedur uji kepekaan untuk bakteri kontrol dan bakteri uji dilakukan bersama-sama dalam satu piring agar. Kriteria metode Joan-Stokes adalah sebagai berikut:

- Sensitif: yaitu radius zona inhibisi bakteri tes lebih luas , sama dengan atau lebih kecil tetapi tidak lebih dari 3 mm terhadap kontrol.
- Intermediet: yaitu radius zona inhibis bakteri tes lebih besar dari 3 mm, tetapi disbanding kontrol lebih kecil dari 3 mm.
- Resisten: yaitu radius zona inhibisi kurang atau sama dengan 3 mm (Dzen *et al.*, 2010).

