

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Sebagai Penghasil Senyawa Bioaktif

Tanaman Mimba merupakan salah satu dari jenis tanaman obat yang banyak memberikan manfaat bagi manusia yang menunjukkan tanda-tanda akan kekuasaan Allah SWT. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S. As-Syu'araa ayat 7-8:

أَوَلَمْ يَرَوْا إِلَى الْأَرْضِ كَمْ أَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ زَوْجٍ كَرِيمٍ ﴿٧﴾
إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَةً وَمَا كَانَ أَكْثَرُهُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿٨﴾

Artinya: “Dan apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya kami tumbuhkan di bumi itu pelbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat suatu tanda kekuasaan Allah dan kebanyakan mereka tidak beriman”. (QS. Asy-Syu'araa: 7-8)

Ayat 7 dan 8 di atas mengandung pengertian bahwa dalam penciptaan tumbuh-tumbuhan terdapat tanda yang besar dan pelajaran yang tinggi, yang menunjukkan kepada hal-hal yang wajib kita imani. Hanya sayangnya kebanyakan manusia tidak mau beriman, mereka terus-menerus berada dalam kekafiran dan kesesatan (Shiddieqy, 2000).

Seperti telah kita ketahui, bahwa tanaman merupakan gudang bahan kimia yang kaya akan kandungan berbagai jenis bahan aktif. Di dalam tanaman mungkin terkandung puluhan atau ratusan, bahkan ribuan jenis bahan kimia, sehingga sangat sulit untuk menentukan jenis dan fungsi atau manfaat setiap jenis kandungan bahan aktif tersebut. Dikenal suatu kelompok bahan aktif yang disebut

“Produk metabolit sekunder” (*Secondary metabolic products*), dimana fungsinya bagi tumbuhan tersebut dalam proses metabolismenya kurang jelas. Namun, kelompok ini dikenal berperan dalam hal berinteraksi atau berkompetisi, termasuk menjadi bahan untuk melindungi diri dari gangguan pesaingnya (Kardinan, 2003).

Produk metabolit sekunder pada tumbuhan dapat dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu metabolit primer dan metabolit sekunder. Senyawa yang tergolong metabolit primer adalah polisakarida, protein, lemak dan asam nukleat. Metabolit primer merupakan senyawa-senyawa utama penyusun tanaman (makhluk hidup) yang diperlukan untuk proses pertumbuhan dan perkembangan (Radji, 2008).

Metabolit sekunder tanaman obat merupakan salah satu sumber bahan baku obat. Sebagian besar komponen kimia yang berasal dari tanaman yang digunakan sebagai obat atau bahan obat merupakan metabolit sekunder. Secara *in vitro* produksi metabolit sekunder ini dapat dilakukan dengan teknik kultur jaringan. Produksi metabolit sekunder beberapa tanaman obat melalui kultur jaringan telah banyak dilakukan, beberapa diantaranya adalah produksi solasodine yang diisolasi dari kultur callus *Solanum eleagnifolium* dan alkaloid pyrrolidine dari kultur akar tanaman *Senecio* spp. Alkaloid cephaelin dan emetine dapat diisolasi dari kultur callus tanaman *Cephaelis ipecacuanha* (Radji, 2008).

Senyawa metabolit sekunder dapat tersimpan pada organ tanaman seperti di akar, batang, daun, bunga dan biji. Metabolit sekunder dapat dilepaskan ke lingkungan melalui penguapan, eksudat akar, pencucian dan hasil dekomposisi organ tumbuhan yang telah mati (Balandrin, *et al.*, 1988).

Kemampuan jamur endofit memproduksi senyawa metabolit sekunder sesuai dengan tanaman inangnya merupakan peluang yang sangat besar dan dapat diandalkan untuk memproduksi metabolit sekunder dari jamur endofit yang diisolasi dari tanaman inangnya tersebut, sehingga apabila jamur endofit yang diisolasi dari suatu tanaman obat dapat menghasilkan alkaloid atau metabolit sekunder sama dengan tanaman aslinya atau bahkan dalam jumlah yang lebih tinggi, maka kita tidak perlu menebang tanaman aslinya untuk diambil sebagai simplisia yang kemungkinan besar memerlukan waktu puluhan tahun untuk dipanen (Radji, 2008).

Senyawa metabolit sekunder dapat berpengaruh menghambat pertumbuhan mikroorganisme melalui beberapa mekanisme, misalnya senyawa terpenoid dan diterpenoid sebagai antibakteri dan anti jamur melalui mekanisme menurunkan permeabilitas membran sel mikroorganisme. Senyawa terpenoid dapat berikatan dengan molekul protein dan lipid sehingga dapat mempengaruhi fungsi fisiologis protein membran sel dan protein enzim (Utami, 2005).

2.2 Klasifikasi dan Morfologi

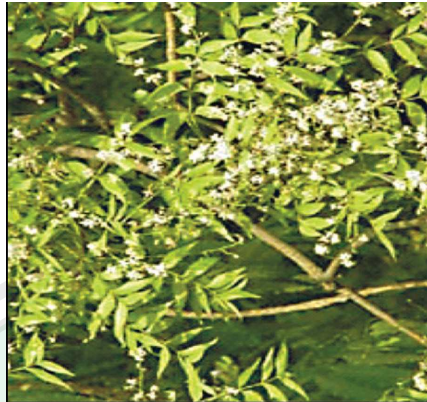
Klasifikasi tanaman Mimba (*A. indica* A. Juss) menurut Rukmana dan Yuniarsih (2003) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledoneae
Ordo : Rutales

Familia : Meliaceae
Genus : Azadirachta
Species : *A. indica* A. Juss.

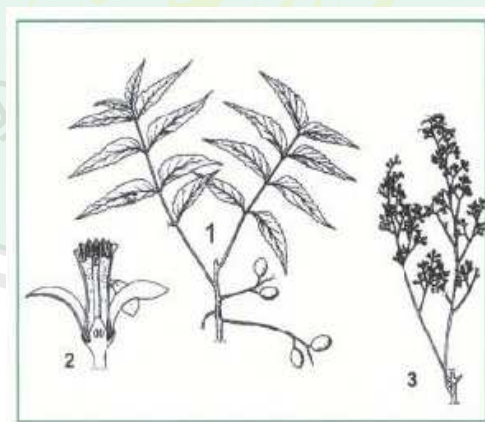
Tanaman Mimba termasuk golongan famili meliaceae, telah dikenal paling tidak ada tiga macam tanaman kerabat dengan Mimba yaitu; mindi (*Melia azedarach*), suren (*Toona sureni*) dan *Xylocarpus mollucensis*. Tanaman Mimba yang tumbuh di kawasan Asia terdiri atas tiga spesies, yaitu *Azadirachta indica* yang tumbuh di kawasan Asia selatan termasuk di Indonesia, serta *A. siamensis* dan *A. excelsa* yang terdapat di Thailand. Di Indonesia, tanaman Mimba dikenal dengan nama berbagai daerah, antara lain *Imba*, *Nimba*, *Mimba* (Jawa), *Membha*, *Mempeuh* (Madura) dan *Intaram*, *Mimba* (Bali). Di luar negeri tanaman Mimba dikenal dengan nama *Neem*, *Margosier*, *Margosa* dan *Nim* (Rukmana dan Yuniarsih, 2002).

Menurut Rukmana dan Yuniarsih (2002), tanaman Mimba merupakan tanaman yang tumbuh tahunan (perennial) dan selalu hijau sepanjang tahun. Batang tanaman lurus dan berkayu keras (lignosus), memiliki banyak cabang dengan ketinggian pohon berkisar antara 7 m – 20 m dan lingkaran batang dapat mencapai 100 cm. batang berkulit tebal dan agak kasar. Daun tanaman Mimba bersirip genap (majemuk), berbentuk lonjong dengan tepi bergerigi dan ujung runcing. Anak daun berbentuk memanjang (lanset) dan agak melengkung seperti bulan sabit, bagian tepi bergerigi meruncing, berukuran panjang 3 cm dan lebar 0,5 cm – 3,5 cm, daun berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan permukaan daun bagian atas mengkilap seperti tampak pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Daun dan bunga Mimba
(Agus dan Rahayu, 2004)

Tanaman Mimba mulai berbunga dan menghasilkan buah pada umur 4 – 5 tahun. Bunga tanaman Mimba bertipe bunga majemuk atau *rasemosa*, terletak pada ketiak daun. Kelopak mahkota berwarna kekuning-kuningan, berambut, dengan ukuran 1 mm, daun mahkota bunga berwarna putih kekuning-kuningan. (Rukmana dan Yuniarsih, 2002).



Gambar 2.2. Morfologi Mimba
1. Daun Mimba, 2. Bunga Mimba, 3. Bagian biji buah
(Sumber: Joker, 2001)

2.3 Penyebaran dan Kandungan

Para ahli botani menyatakan bahwa sentrum utama daerah asal tanaman Mamba adalah kawasan Asia Selatan dan Asia Tenggara. Plasma nutfah tanaman Mimba banyak ditemukan di daerah India dan Thailand. Saat ini, tanaman Mimba tersebar diberbagai Negara tropis, misalnya Vietnam, Bangladesh, Pakistan, Srilanka, Myanmar, dan Indonesia serta daerah-daerah tropis di Amerika, Australia dan Afrika (Rukmana dan Yuniarsih, 2002).

Di Indonesia, tanaman Mimba terdapat di Jawa Timur (Situbondo, Pamekasan dan Pasuruan), Jawa Tengah (Tegal, Banjarsari dan Kranggan), Jawa Barat (Cirebon dan Indramayu). Pada umumnya tanaman Mimba ditanam sebagai tanaman peneduh jalan, namun dengan kemajuan teknologi ternyata tanaman Mimba juga dapat digunakan sebagai tanaman obat dan insektisida alami yang ramah lingkungan terutama dari kandungan yang ada pada bijinya (Sudewo, 2004). Kandungan kimia biji Mimba yang merupakan butir-butir kecil yang tumbuh dalam sistem jaringan tumbuhan, ternyata sudah diterangkan dalam Al-Qur'an surat Al-An'aam ayat 95 yang bunyinya sebagai berikut:

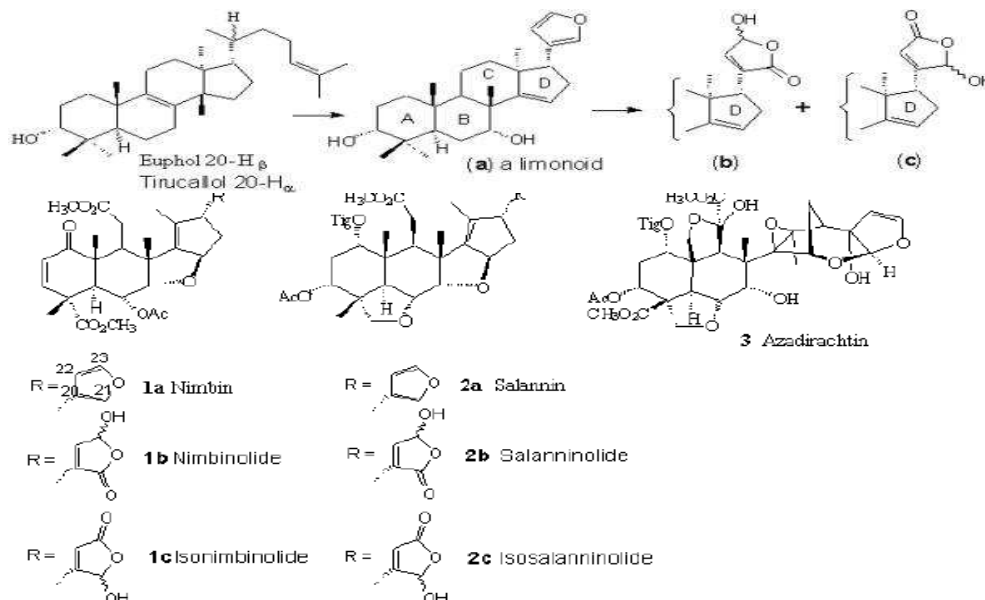
إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ ۚ
ذَٰلِكُمْ اللَّهُ فَآَنَىٰ تُؤَفَّكُونَ ﴿٩٥﴾

Artinya: "Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. (Yang memiliki sifat-sifat) demikian ialah Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?" (Al-An'aam: 95).

Maksud dari kalimat " ...Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup..." adalah hanya Allah yang dapat

menciptakan kejadian ini. Hanya Allah yang dapat menyiapkan makhluk hidup untuk mengubah atom-atom mati menjadi sel-sel yang hidup, hanya Allah yang mampu mengubah sel-sel hidup sekali lagi menjadi atom-atom mati. Hal itu terjadi dalam siklus yang tidak ada seorang pun mengetahuinya sejak kapan dimulai dan bagaimana bisa terjadi, sementara yang bisa disimpulkan manusia hanyalah hipotesis, teori dan probabilitas semata (Quthb, 2002).

Mimba, terutama dalam biji dan daunnya mengandung beberapa komponen dari produksi metabolit sekunder yang diduga sangat bermanfaat, baik dalam bidang pertanian (pestisida dan pupuk), maupun farmasi (kosmetik dan obat-obatan). Beberapa diantaranya adalah azadirachtin, salanin, meliantriol, nimbin dan nimbidin (Kardinan, 2003). Berikut struktur kimia kandungan biji Mimba yang dapat dilihat pada gambar 2.3 di bawah ini:



Gambar 2.3. Kandungan biji Mimba
(Jones, *et al.*, 2000)

Sudewo (2004), juga mengatakan bahwa kandungan zat aktif yang lain dalam tanaman Mimba adalah azadirachtin, salannin, melliantriol dan nimbin yang terdapat pada biji dan daun tanaman Mimba. Daun dan biji mengandung berbagai senyawa kimia, misalnya fenol, quinon, alkaloid dan substansi nitrogen lain, asam-asam dan terpena. Daun Mimba rasanya sangat pahit, berkhasiat sebagai penurun panas (antipiretik dan antirematik). Bagian tanaman yang dipakai untuk obat adalah daunnya, karena daun Mimba mengandung zat kimia yang diantaranya adalah azadirachtin, minyak gliserda, asam asetiloksituranoe dan kandungan senyawa lainnya yang diketahui dapat digunakan sebagai obat alternatif alami untuk mengobati diabetes mellitus (DM), hepatitis, kanker, lever, eksim dan penambah nafsu makan, disamping itu daun Mimba juga mengandung bahan aktif berupa flavonoida, triterpenoid, glikosida dan senyawa lain sebagai antivirus.

Beberapa penelitian di India telah membuktikan mengenai khasiat ekstrak daun Mimba sebagai penurun gula darah (antidiabetes), serta meningkatkan kadar antioksidan dan enzim detoksifikasi di lambung. Penggunaan secara empiris diantaranya sebagai penurun panas, antimalaria, antiseptik kulit, peluruh kencing, peluruh haid, antiserangga dan potensial untuk mencegah kanker serta minyak atsiri daun Mimba banyak digunakan sebagai antiseptik (Sudewo, 2004)..

Mimba sebagai obat tradisional sejak jaman dahulu sudah digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan berbagai macam penyakit, khususnya di India. Mimba, khususnya daunnya berkhasiat sebagai anti-bakteri, anti-virus, berkhasiat menanggulangi penyakit kulit, menjaga kesehatan mulut dan

gigi, sebagai obat malaria yang dapat disetarakan dengan kina, mengurangi rasa sakit (*pain relief*), obat demam, diare, dapat mengontrol kelahiran (*birth control*), obat cacing untuk ternak bahkan mampu menghambat pertumbuhan HIV (Virus penyebab penyakit AIDS). Sangat banyak berita-berita yang menginformasikan khasiat Mimba dalam menyembuhkan berbagai macam penyakit, bahkan saat ini daun Mimba sudah dijual dalam berbagai macam kemasan, mulai dari kapsul tepung daun, daun kering ataupun teh Mimba instant yang bermanfaat dalam menanggulangi penyakit tumor, kanker, diabetes, kolesterol asma, darah tinggi, asam urat dan lainnya (Kardinan, 2003).

2.4 Potensi Mikroba Endofit

Mikroba endofit merupakan mikroba yang hidup dalam jaringan tumbuhan tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tumbuhan inangnya. Hubungan antara mikroba endofit dan tumbuhan inangnya merupakan suatu bentuk hubungan simbiosis mutualisme, yaitu sebuah bentuk hubungan yang saling menguntungkan. Mikroba endofit dapat memperoleh nutrisi untuk melengkapi siklus hidupnya dari tumbuhan inangnya, sebaliknya tumbuhan inang memperoleh proteksi terhadap patogen tumbuhan dari senyawa yang dihasilkan mikroba endofit (Prihatiningtias, 2006).

Mikroba endofit terdiri atas bakteri, fungi/jamur, dan aktinomisetes, namun yang paling banyak ditemukan adalah golongan fungi dan bakteri. Mikroba endofit ini mendapat perhatian besar karena dapat menghasilkan senyawa bioaktif yang dapat berpotensi sebagai antibiotik disebabkan karena aktivitasnya yang besar dalam membunuh mikroba-mikroba patogen, selain

mampu menghasilkan senyawa-senyawa antimikroba, mikroba endofit juga mampu menghasilkan senyawa-senyawa yang berpotensi sebagai antikanker, antimalaria, anti HIV, antioksidan dan sebagainya (Prihatiningtias, 2006).

Mikroba endofit yang diisolasi dari tumbuhan obat akan memiliki aktivitas yang lebih besar, bahkan dapat memiliki aktivitas yang lebih besar dibandingkan aktivitas tumbuhan inangnya. Dilihat dari segi efisiensi, hal ini sangat menguntungkan, karena siklus hidup mikroba endofit lebih singkat dibandingkan siklus hidup tumbuhan inangnya, sehingga dapat menghemat waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan senyawa tersebut, dan jumlah senyawa yang diproduksi dapat dibuat dalam skala yang besar dengan menggunakan proses fermentasi (Prihatiningtias, 2006).

Sekitar 300.000 jenis tanaman yang tersebar di muka bumi ini, masing-masing tanaman mengandung satu atau lebih mikroba endofit yang terdiri dari bakteri dan jamur (Strobel GA., *et.al.* 2003) dalam (Radji, 2008). Oleh karena itu, apabila endofit yang diisolasi dari suatu tanaman obat dapat menghasilkan alkaloid atau metabolit sekunder sama dengan tanaman aslinya atau bahkan dalam jumlah yang lebih tinggi, maka kita tidak perlu menebang tanaman aslinya untuk diambil sebagai simplisia, yang kemungkinan besar memerlukan puluhan tahun untuk dapat dipanen. Berbagai jenis endofit telah berhasil diisolasi dari tanaman inangnya dan telah berhasil dibiakkan dalam media perbenihan yang sesuai, demikian pula metabolit sekunder yang diproduksi oleh mikroba endofit tersebut telah berhasil diisolasi dan dimurnikan serta telah dielusidasi struktur molekulnya. Beberapa diantaranya adalah :

1. Mikroba endofit yang menghasilkan antibiotika Cryptocandin adalah anti-fungi yang dihasilkan oleh mikroba endofit *Cryptosporiopsis quercina* yang berhasil diisolasi dari tanaman obat *Tripterigeum wilfordii*, dan berhasiat sebagai antijamur yang patogen terhadap manusia yaitu *C. albicans* dan *Trichopyton* sp. (Strobel GA., et.al., 1999) dalam Radji (2008).
2. Mikroba endofit yang menghasilkan metabolit sebagai antikanker Paclitaxel dan derivatnya merupakan zat yang berhasiat sebagai antikanker yang pertama kali ditemukan yang diproduksi oleh mikroba endofit. Paclitaxel merupakan senyawa diterpenoid yang didapatkan dalam tanaman *Taxus*. Senyawa yang dapat mempengaruhi molekul tubulin dalam proses pembelahan sel-sel kanker ini, umumnya diproduksi oleh endofit *Pestalotiopsis microspora*, yang diisolasi dari tanaman *Taxus andreanae*, *T. brevifolia*, dan *T. wallichiana*. Saat ini beberapa jenis endofit lainnya telah dapat diisolasi dari berbagai jenis *Taxus* dan didapatkan berbagai senyawa yang berhasiat sebagai anti tumor yang sintesisnya telah berhasil dilakukan (Strobel GA. et.al. 2002) dalam Radji (2008).
3. Mikroba endofit penghasil zat anti malaria *Colletotrichum* sp. Merupakan endofit yang diisolasi dari tanaman *Artemisia annua*, menghasilkan metabolit artemisinin yang sangat potensial sebagai anti malaria (Lu H., et.al. 2000) dalam Radji (2008). Beberapa mikroba endofit yang diisolasi dari tanaman *Cinchona* spp, juga mampu menghasilkan alkaloid cinchona

yang dapat dikembangkan sebagai sumber bahan baku obat anti malaria (Simanjuntak P., *et.al.* 2002) dalam Radji (2008).

4. Endofit yang memproduksi antioksidan Pestacin dan isopestacin merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan oleh endofit *P. microspora*. Endofit ini berhasil diisolasi dari tanaman *Terminalia morobensis*, yang tumbuh di Papua New Guinea. Baik pestacin ataupun isopestacin berhasiat sebagai antioksidan, dimana aktivitas ini diduga karena struktur molekulnya mirip dengan flavonoid (Strobel GA., *et.al.* 2002) dalam Radji (2008).
5. Endofit yang menghasilkan metabolit yang berhasiat sebagai antidiabetes. Endofit *Pseudomassaria* sp. yang diisolasi dari hutan lindung, menghasilkan metabolit sekunder yang bekerja seperti insulin. Senyawa ini sangat menjanjikan karena tidak sebagaimana insulin, senyawa ini tidak rusak jika diberikan peroral. Dalam uji praklinik terhadap binatang coba membuktikan bahwa aktivitasnya sangat baik dalam menurunkan glukosa darah tikus yang diabetes. Hasil tersebut diperkirakan dapat menjadi awal dari era terapi baru untuk mengatasi diabetes dimasa mendatang (Zhang B. *et.al.*, 1999) dalam (Radji, 2008).

2.5 Bahan Antimikroba

Menurut Pelczar dan Chan (1988) bahan antimikroba/antifungi adalah suatu bahan yang dapat mengganggu pertumbuhan dan metabolisme mikroorganisme. Pemakaian bahan antimikroba merupakan suatu usaha untuk

mengendalikan bakteri maupun jamur, yaitu segala kegiatan yang dapat menghambat, membasmi, atau menyingkirkan mikroorganisme.

Dijelaskan lebih lanjut oleh Pelczar dan Chan (1988) tujuan utama pengendalian mikroorganisme adalah:

- a. Mencegah penyebaran penyakit dan infeksi
- b. Membasmi mikroorganisme pada inang yang terinfeksi.
- c. Mencegah pembusukan dan kerusakan oleh mikroorganisme

Untuk mengendalikan mikroorganisme dapat dilakukan dengan berbagai cara dan sarana yang masing-masing mempunyai keterbatasan dalam prakteknya. Di sekitar kita sebenarnya tersedia banyak zat kimia yang dapat digunakan sebagai bahan antibiotik untuk mengendalikan mikroorganisme seperti rempah rempah. Pelczar dan Chan (1986) mengemukakan beberapa kelompok utama bahan antimikroba kimiawi adalah fenol dan persenyawaanya, serta aldehid. Zat yang dapat membunuh atau menghambat mikroba dapat dibagi menjadi garam-garaman, logam, fenol, alkohol, yodium, klor, zat warna, deterjen, sulfanomida dan antibiotik (Dwijoseputro, 1989).

Menurut Volk dan Wheeler (1993) zat yang bersifat asam dan basa, liresol dan etilen oksidasi mempunyai bahan antimikroba untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme, sedang menurut Pelczar dan Chan (1988), mengemukakan beberapa hal pokok yang harus dipenuhi oleh suatu bahan antimikroba yaitu:

- a. Mampu mematikan mikroorganisme
- b. Mudah larut dan bersifat stabil

- c. Tidak bersifat racun bagi manusia dan hewan
- d. Tidak bergabung dengan bahan organik
- e. Efektif pada suhu kamar dan suhu tubuh
- f. Tidak menimbulkan karat dan warna
- g. Berkemampuan menghilangkan bau yang kurang sedap
- h. Murah dan mudah didapat

2.6 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kerja Zat Antimikroba

Banyak faktor dan keadaan yang dapat mempengaruhi kerja bahan atau zat mikroba. Faktor-faktor yang mempengaruhi kerja zat antimikroba harus diperhatikan guna keefektifan penggunaan zat antimikroba tersebut. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerja zat antimikroba, diantaranya adalah umur bakteri/jamur, konsentrasi zat antimikroba, suhu dan kandungan bahan antimikroba.

Beberapa hal yang dapat mempengaruhi kerja zat antimikroba menurut Pelczar dan Chan (1988) adalah sebagai berikut:

- a. Konsentrasi atau intensitas zat antimikroba

Semakin tinggi konsentrasi suatu zat antimikroba semakin tinggi daya antimikrobanya, artinya banyak bakteri atau jamur yang akan terbunuh lebih cepat bila konsentrasi zat tersebut lebih tinggi.

- b. Jumlah organisme

Semakin banyak jumlah organisme yang ada makin banyak pula waktu yang diperlukan untuk membunuhnya.

c. Suhu

Kenaikan suhu yang besar dapat menaikkan keefektifan suatu desinfektan atau bahan mikroba lain. Hal ini disebabkan karena zat kimia merusak mikroorganisme melalui reaksi kimia dan reaksi kimia dipercepat dengan meningkatkan suhu.

d. Spesies mikroorganisme

Spesies mikroorganisme menunjukkan ketahanan yang berbeda-beda terhadap suatu bahan kimia tertentu.

e. Adanya bahan organik

Adanya bahan organik asing dapat menurunkan keefektifan zat kimia antimikrobia dengan cara menginaktifkan bahan kimia tersebut. Adanya bahan organik dalam campuran zat anti mikroba dapat mengakibatkan:

- 1) Penggabungan zat antimikroba dengan bahan organik membentuk produk yang tidak bersifat anti mikroba.
- 2) Penggabungan zat antimikroba dengan bahan organik menghasilkan suatu endapan sehingga antimikroba tidak mungkin lagi mengikat mikroba.
- 3) Akumulasi bahan organik pada permukaan sel mikroba menjadi suatu pelindung yang akan mengganggu kontak antara zat antimikrobia dengan sel.

f. Keasaman atau kebasaan (pH)

Mikroorganisme yang hidup pada pH asam akan lebih mudah dibasmi pada suhu dalam waktu yang singkat bila dibanding pada pH basa.

Kenaikan suhu dapat meningkatkan keefektifan suatu bahan antimikroba. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya suhu akan dapat mempercepat laju reaksi kimia, sehingga akan semakin cepat pula zat tersebut untuk merusak mikroba. Sedangkan adanya kandungan bahan organik akan dapat menghambat atau menurunkan keefektifan zat antimikroba, yang mengakibatkan kemampuan bahan antimikroba menjadi lemah. Disamping itu, pH dan spesies mikroba juga berpengaruh terhadap keefektifan kerja zat antimikroba.

2.7 Pengujian Aktivitas Bahan Antimikroba

Dart (1996) dalam Zainurahman (2005), menjelaskan bahwa pengujian aktivitas antifungi adalah teknik untuk mengukur berapa besar potensi atau konsentrasi suatu senyawa dapat memberikan efek bagi mikroorganisme. Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada antifungi yang bersifat menghambat pertumbuhan bakteri, dikenal sebagai aktifitas fungistatik, dan ada yang bersifat membunuh bakteri, dikenal sebagai aktifitas fungisidal.

Menurut Tortora *et al.*, (2001) dalam Utami (2005), pengujian aktivitas bahan antimikroba secara *in vitro* dapat dilakukan melalui dua cara yaitu:

1. Metode Dilusi

Cara ini digunakan untuk menentukan KHM (kadar hambat minimum) dan KBM (kadar bunuh minimum) dari bahan antimikroba. Prinsip dari metode dilusi adalah menggunakan satu seri tabung reaksi yang diisi medium cair dan sejumlah tertentu sel mikroba yang diuji. Selanjutnya masing-masing tabung diisi dengan bahan antimikroba yang telah diencerkan secara serial, kemudian seri tabung diinkubasi pada suhu 37 °C

selama 18-24 jam dan diamati terjadinya kekeruhan konsentrasi terendah bahan antimikroba pada tabung yang ditunjukkan dengan hasil biakan yang mulai tampak jernih (tidak ada pertumbuhan jamur adalah merupakan konsentrasi hambat minimum). Biakan dari semua tabung yang jernih ditumbuhkan pada medium agar padat, diinkubasi selama 24 jam, dan diamati ada tidaknya koloni jamur yang tumbuh. Konsentrasi terendah obat pada biakan pada medium padat yang ditunjukkan dengan tidak adanya pertumbuhan jamur adalah merupakan konsentrasi bunuh minimum bahan antimikroba terhadap jamur uji.

2. Metode Difusi Cakram (Uji Kirby-Bauer)

Prinsip dari metode difusi cakram adalah menempatkan kertas cakram yang sudah mengandung bahan antimikroba tertentu pada medium lempeng padat yang telah dicampur dengan jamur yang akan diuji. Medium ini kemudian diinkubasi pada suhu 37° C selama 18-24 jam, selanjutnya diamati adanya area (zona) jernih disekitar kertas cakram. Daerah jernih yang tampak di sekeliling kertas cakram menunjukkan tidak adanya pertumbuhan mikroba. Jamur yang sensitif terhadap bahan antimikroba akan ditandai dengan adanya daerah hambatan disekitar cakram, sedangkan jamur yang resisten terlihat tetap tumbuh pada tepi kertas cakram.

2.8 *Candida albicans*

Jamur *Candida* adalah sel tunggal yang berbentuk bulat sampai oval, dan memperbanyak diri dengan cara membentuk tunas (*budding cell*) yang disebut dengan blastospora. Blastospora akan memanjang dan saling bersambung membentuk hifa semu atau pseudohifa.

Menurut Lodder (1970) dalam Suprihatin (1982), taksonomi *C. albicans* adalah sebagai berikut:

Divisi	: Deuteromycota
Famili	: Cryptococcaceae
Sub famili	: Candidoidea
Genus	: <i>Candida</i>
Spesies	: <i>C. albicans</i>

Jamur *Candida* memperbanyak diri dengan membentuk tunas, maka spora jamur disebut blastospora atau sel ragi (sel khamir). Jamur membentuk hifa semu (*pseudohypha*) yang sebenarnya adalah rangkaian blastospora, yang juga dapat bercabang-cabang. Kecuali itu jamur juga dapat membentuk hifa sejati. Berdasarkan bentuk-bentuk jamur tersebut maka dapat dikatakan bahwa *Candida* menyerupai ragi (*yest-like*), untuk membedakannya dari jamur yang hanya membentuk blastospora, misalnya *Saccharomyces* atau *Cryptococcus*. *Candida* tidak membentuk simpai dan tidak berpigmen. Spesies *Candida* pada umumnya tidak membentuk askospora pada medium miskin, misalnya kentang atau wortel yang telah dimasak dalam otoklaf. *Candida* mudah tumbuh pada medium dengan variasi pH luas (Suprihatin, 1982).

Sel jamur *Candida* berbentuk bulat, lonjong atau bulat lonjong, dengan ukuran $2 - 5\mu \times 3 - 6\mu$ hingga $2-5,5\mu \times 5 - 28,5\mu$, bergantung pada umurnya. Koloninya pada medium padat sedikit menimbul dari permukaan medium, dengan permukaan halus, licin atau berlipat-lipat, berwarna putih kekuningan dan berbau ragi, besar koloni bergantung pada umurnya. Pada tepi koloni dapat dilihat hifa semu sebagai benang-benang halus yang masuk ke dalam medium, pada medium cair jamur biasanya tumbuh pada dasar tabung (Suprihatin, 1982).

Candida albicans dianggap spesies berpatogen dan menjadi penyebab utama kandidiasis. Jamur ini tidak terdapat di alam bebas, tetapi dapat tumbuh sebagai saproba pada berbagai alat tubuh manusia, terutama yang mempunyai hubungan dengan dunia luar, misalnya rongga usus. Usus merupakan sumber infeksi terpenting untuk manusia (Suprihatin, 1982).

Infeksi karena *Candida sp.* Terjadi karena adanya faktor predisposisi, misalnya Diabetes Militus (DM), AIDS, daerah kulit yang lembab dan obesitas. Kandidiasis pada mukosa mulut dan vagina sering kali terjadi karena pengobatan antimikroba yang lama yang menyebabkan berkurangnya flora normal di daerah tersebut (Entjang, 2003).

Candida albicans dapat dibedakan dari spesies lain berdasarkan kemampuannya melakukan proses fermentasi dan asimilasi. Pada kedua proses ini dibutuhkan karbohidrat sebagai sumber karbon. Pada proses fermentasi, jamur ini menunjukkan hasil terbentuknya gas dan asam pada glukosa dan maltosa, terbentuknya asam pada sukrosa dan tidak terbentuknya asam dan gas pada laktosa. Pada proses asimilasi menunjukkan adanya pertumbuhan pada glukosa,

maltosa dan sukrosa namun tidak menunjukkan pertumbuhan pada laktosa Seperti halnya pada eukariot lain, nukleus *C. albicans* merupakan organel paling menonjol dalam sel. Organ ini dipisahkan dari sitoplasma oleh membran yang terdiri dari 2 lapisan. Semua DNA kromosom disimpan dalam nukleus, terkemas dalam serat-serat kromatin. Isi nukleus berhubungan dengan sitosol melalui pori-pori nucleus. Vakuola berperan dalam sistem pencernaan sel, sebagai tempat penyimpanan lipid dan granula polifosfat. Mikrotubul dan mikrofilamen berada dalam sitoplasma. Pada *C. albicans* mikrofilamen berperan penting dalam terbentuknya perpanjangan hifa (Tjampakasari, 2006).

Candida sp. adalah jamur sel tunggal , berbentuk bulat sampai oval. Jumlahnya sekitar 80 spesies dan 17 diantaranya ditemukan pada manusia. Dari semua spesies yang ditemukan pada manusia, *Calbicans*-lah yang paling pathogen. *Candida sp.* memperbanyak diri dengan membentuk blastospora (budding cell). Blastospora akan saling bersambung dan bertambah panjang sehingga membentuk pseudohifa. Bentuk pseudohifa lebih virulen dan invasive daripada spora. Hal itu dikarenakan pseudohifa berukuran lebih besar sehingga lebih sulit difagositosis oleh makrofag. Selain itu, pseudohifa mempunyai titik-titik blastokonidia multiple pada satu filamennya sehingga jumlah elemen infeksius yang ada lebih besar (Andra, 2007).

Faktor virulensi lain pada *Candida* adalah dinding sel, dinding sel *Candida sp.* mengandung turunan mannoprotein yang bersifat immunosupresif sehingga mempertinggi pertahanan jamur terhadap imunitas pejamu, dan proteinase aspartil yang menyebabkan *Candida sp* dapat melakukan penetrasi ke

lapisan mukosa. Dalam menghadapi invasi dari *Candida*, tubuh mengerahkan sel fagosit untuk mengeliminasinya. Interferon (IFN)-gamma akan meblok proses transformasi dan bentuk spora menjadi hifa. Maka bisa disimpulkan, pada seorang wanita dengan efek imunitas humoral, *Candida* lebih mudah membentuk diri menjadi hifa yang lebih virulen dan mudah mudah menimbulkan vaginitis (Andra, 2007).

2.8 *Aspergillus niger*

Aspergillus yang disebut juga eurotium adalah salah satu genus jamur yang kosmopolit (daerah penyebarannya luas). Hampir semua spesies genus ini hidup sebagai saprofit pada bahan organik yang telah mati seperti buah-buahan atau sayuran yang membusuk, roti, selai, gula dan bahan makanan lainnya serta kayu dan kulit. *A. niger* dapat menimbulkan penyakit pada telinga manusia (stolikosis) dan penyakit kulit (Prasetyo, 1987).

Menurut Prasetyo (1987), taksonomi *A. niger* adalah sebagai berikut:

Divisio: : Mycota

Subdivisio : Eumycotina

Kelas : Ascomycetes

Subklas : Euascomycetidae

Ordo : Aspergillales

Familia : Aspergillaceae

Genus : *Aspergillus*

Spesies : *A. niger*

Jamur *A. niger* tersusun dari miselium yang bercabang sangat banyak. Hifanya bercabang dan bersekat, berinti banyak, sitoplasmanya bergranula dan banyak mengandung vakuola serta mengandung butir-butir minyak, hifa ada yang berada di permukaan dan ada yang menembus substrat yang berfungsi untuk menyerap makanan (Prasetyo, 1987).

A. niger bererproduksi dengan cara fragmentasi (pemutusan benang hifa), secara sporik dan genetik. Reproduksi sporik dimulai dengan membesarnya hifa tertentu dan dindingnya menebal. Sel-sel ini disebut sel kaki, dari sel kaki tumbuh percabangan vertikal yang disebut konidiofor (Prasetyo, 1987).

