

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

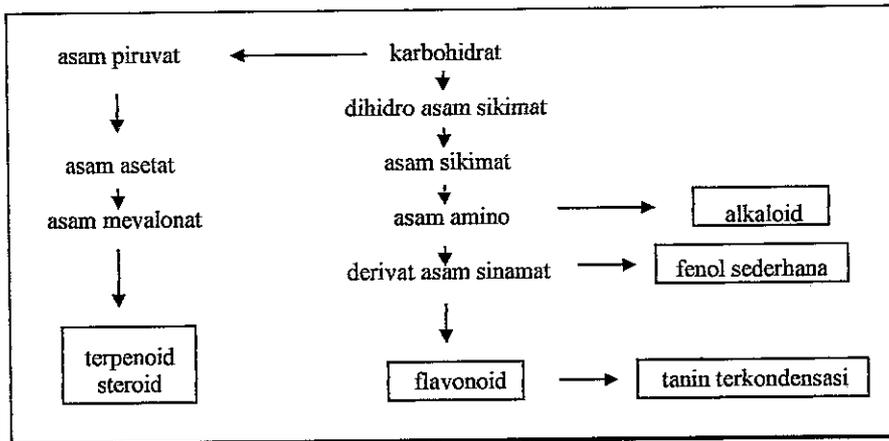
#### A. Metabolit Sekunder Sebagai Agen Fitoaleksin

Metabolit sekunder didefinisikan sebagai senyawa nonnutrisi yang dihasilkan oleh suatu tanaman, yang dapat memberikan dampak pada pertumbuhan, kesehatan, maupun perilaku pada spesies organisme lainnya. Senyawa ini dalam tanaman itu sendiri tidak berfungsi dalam proses metabolisme, dan pada umumnya berlaku sebagai sarana untuk pertahanan dan perlindungan diri, serta terdapat dalam bentuk yang tidak mempengaruhi dirinya (Wittaker, 1970 dalam Wittaker dan Feeny, 1971). Metabolit sekunder dihasilkan di berbagai organ atau jaringan yang bervariasi dalam jumlah dan jenisnya pada setiap spesies tanaman, yaitu di daun, bunga, buah, biji, batang, akar atau rhizoma, dan dilepas ke lingkungan berupa minyak yang mudah menguap, eksudat akar atau dekomposisi residu tanaman (Putnam and Tang, 1986).

Pada umumnya senyawa-senyawa metabolit sekunder suatu tanaman mempunyai aktivitas biologis, sehingga sering disebut sebagai senyawa-senyawa bioaktif, artinya, senyawa aktif penyebab efek racun atau efek yang bermanfaat yang ditunjukkan oleh ekstrak tanaman bila diuji dengan sistem biologi (Harborne, 1987). Berbagai senyawa bioaktif dari metabolit sekunder suatu tanaman yang bersifat toksik terhadap mikrobia tertentu telah ditemukan sejak tahun 1960-an. Kelompok senyawa tersebut dinamakan sebagai fitoaleksin (Salisbury and Ross, 1992; Harborne, 1987). Menurut Salisbury dan Ross (1992), golongan senyawa terpenoid, fenol, dan alkaloid merupakan tiga golongan senyawa yang disintesis oleh tanaman

sebagai agensia fitoaleksin yang cukup penting. Lebih lanjut dijelaskan bahwa sebagian besar fitoaleksin adalah fenilpropanoid fenol yang digunakan tanaman untuk mencegah penyakit (Salisbury and Ross, 1992; Harborne, 1987). Harborne (1987) juga menambahkan bahwa fitoaleksin dapat berupa : seskuiterpenoid (risitin dari *Solanum tuberosum*), isoflavonoid (pisatin dari *Pisum sativum*), asetilena (asam wieron dari *Vicia faba*) atau senyawa fenol (orkinol dari *Orchis militaris*). Oleh beberapa peneliti dilaporkan juga mengenai aktivitas biologi lainnya dari senyawa metabolit sekunder, antara lain : flavonoid dari biji tanaman suku Leguminosae dapat menghambat pertumbuhan *Rhizobium* sp (Fottrel, *et al.*, 1964 dalam Rice, 1984), flavonoid dari pohon pinus bersifat toksik terhadap *Nitrosomonas* sp (Lodhi and Killingback, 1980 dalam Rice, 1984), saponin mempunyai daya bunuh terhadap siput *Biomphalaria glabrata* pada konsentrasi 2 ppm (Harborne, 1988), seskuiterpen lakton merupakan sitotoksik dan mempunyai kemampuan antitumor, sedangkan  $\alpha$ -pinene dan  $\beta$ -ocimene dilaporkan sebagai senyawa toksik dan antimakan bagi Arthropoda (Harborne, 1988).

Biosintesis senyawa metabolit sekunder yang termasuk dalam kelompok fitoaleksin, seperti : golongan senyawa terpenoid, fenol, dan alkaloid, pada umumnya berasal dari prekursor utama, yaitu asam piruvat (Rice, 1984). Produksi fitoaleksin tersebut disintesis dari lintasan asam mevalonat dan dari lintasan asam sikimat (Salisbury and Ross, 1992).



Gambar 01. Bagan jalur biosintesis senyawa metabolit sekunder golongan terpenoid, fenol, dan alkaloid (Rice, 1984).

Terpenoid dan steroid disintesis melalui lintasan asam mevalonat yang berasal dari asam asetat atau asetil KoA, yang merupakan hasil dari perombakan karbohidrat sederhana atau glukosa, sedangkan fenol sederhana, flavonoid, tanin, dan alkaloid, disintesis melalui lintasan asam sikimat. Fenol sederhana disintesis melalui pembentukan asam sinamat terlebih dahulu, tetapi tanin disintesis melalui lintasan asam sikimat dan metabolisme asam amino (Rice, 1984).

## B. Tinjauan Tentang Tanaman Paitan (*Tithonia diversifolia* Gray.)

Salah satu jenis tanaman yang diketahui mempunyai senyawa bioaktif yang bersifat sebagai fitoaleksin khususnya antibakteri adalah tanaman paitan (*Tithonia diversifolia* Gray.). Tanaman ini memperlihatkan aktivitas sitotoksik yang penting dan juga aktivitas antibakterial terhadap *Bacillus subtilis* (Mungarulire, 1990). Oleh beberapa peneliti dilaporkan juga bahwa tanaman paitan mengandung metabolit sekunder yang mempunyai aktivitas biologis, antara lain : sebagai senyawa toksik dan

antimakan terhadap *Musca domestica* dan *Plutella xylostella* (Rejesus and Tantengco, 1985), mempunyai daya racun yang cukup tinggi terhadap *Dacus dorsalis* dengan tingkat mortalitas 61% - 85% (Areekul, Sinchaisri, and Tigvatananon, 1987), memperlihatkan efektivitas nematisida dengan 91% mortalitas terhadap *Meloidigyne incognita* (Nizar, Husain, and Ali, 1989; Tiyagi, Mukhtar, and Alam, 1985) dan dilaporkan pula oleh Montane, Sanches, serta Nunez (1991) bahwa ekstrak tanaman paitan ini berpotensi sebagai bahan nematisida.

Menurut Van Steenis (1975), klasifikasi tanaman paitan tersebut adalah sebagai berikut :

|         |                                      |
|---------|--------------------------------------|
| Divisio | : Spermatophyta                      |
| Kelas   | : Dicotyledoneae                     |
| Ordo    | : Asterales                          |
| Familia | : Compositae                         |
| Genus   | : <i>Tithonia</i>                    |
| Species | : <i>Tithonia diversifolia</i> Gray. |

Tanaman paitan berasal dari Meksiko. Di Indonesia dikenal sebagai tanaman pagar atau sebagai tanaman hias atau seringkali tumbuh liar. Tanaman ini mempunyai banyak nama, seperti : ki pahit, paitan (Jawa Timur), krinyo, maringgo (Jawa Tengah), harsaga, kembang bulan (Jawa), 'marygold', dan 'wild sunflower' (Inggris) (Van Steenis, 1975; Backer and Bakhuizen, 1965).

Tanaman paitan adalah tanaman perdu tegak dengan tinggi 1-3 m. Daun bertangkai, berbentuk bulat telur yang berangsur runcing hingga bagian pangkal, bertulang daun menjari. Helaian daun berlekuk atau bercangap 3-5 bagian, tepi

bergerigi. Bongkol bunga majemuk kebanyakan terminal, berdiri sendiri, dan bertangkai panjang. Bunga kuning keemasan dengan helaian bunga berbentuk lanset bergigi 2-3 buah (Gambar 02.) (Van Steenis, 1975).



Gambar 02. Tanaman paitan (*Tithonia diversifolia* Gray.)

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai tanaman paitan, telah diketahui bahwa ekstrak bunga dan daunnya mengandung senyawa metabolit sekunder yang sebagian besar adalah seskuiterpen lakton (Beruah, Sarma, Barua, and Sharma, 1994; Schuster, Stokes, Papastergiou, Castro, Poveda, and Jakupovic, 1992; Mungarulire, 1990), suatu terpenoid yang tergolong dalam terpena minyak atsiri berupa isoprenoid C<sub>15</sub> (Harborne, 1987) yang mempunyai aktivitas antimikrobia (Manitto, 1992; Mungarulire, 1990; Lee, *et al.*, 1977 dalam Putnam and Tang, 1986). Menurut Dutta, Bhattacharyya, Rabha, Bordoloi, dan Barua (1986), serta Lamaty,

Menut, Zollo, Kuate, Bessiere, dan Kandau (1991), ekstrak bunga dan daun paitan mengandung seskuiterpen lakton tagitin A, tagitin C, dan hispidulin. Oleh Lamaty, *et al.* (1991) dan Menut, Lamaty, Zollo, Kuate, serta Bessiere (1992), dijelaskan lebih lanjut bahwa minyak pada bunga dan daun paitan mengandung 21 komponen, semua terpenoid (96,2% dari minyak) yang kebanyakan unsurnya adalah  $\alpha$ -pinene, (z)- $\beta$ -ocimene, limonene, dan p-metha-1,5-dien-8-ol. Hasil pemeriksaan oleh Hadi (1995), menunjukkan adanya senyawa metabolit sekunder golongan terpenoid dan alkaloid dalam ekstrak etanol bunga dan daun paitan, sedangkan saponin ditemukan hanya dalam ekstrak bunganya.

### C. Tinjauan Tentang *Staphylococcus aureus*

*Staphylococcus aureus* merupakan bakteri patogen yang banyak dijumpai pada kulit manusia (Jorgensen and Wesley, 1987; Klainer, 1973), diantaranya dapat diisolasi dari nanah pada luka, folikel rambut, dan epitelium kulit (Prescott, Harley, and Klein, 1996; Krieg and Holt, 1984). Menurut Djuanda (1993), *S. aureus* merupakan salah satu penyebab utama dari pioderma. Pioderma ini termasuk dalam kelompok penyakit kulit yang paling sering dijumpai. Berbagai bentuk pioderma yang disebabkan oleh *S. aureus*, antara lain adalah impetigo bulosa, folikulitis, furunkel atau karbunkel, pionikia, abses multipel kelenjar keringat, dan hidraadenitis supurativa (Prescott, *et al.*, 1996; Djuanda, 1993). Selain itu, infeksi *S. aureus* yang juga seringkali terjadi adalah penanahan pada luka, infeksi luka setelah pembedahan (Jorgensen and Wesley, 1987), dan bisul (Krieg and Holt, 1984). Jorgensen dan Wesley (1987) menyatakan bahwa infeksi tersebut disebabkan karena kolonisasi pada

kulit yang masuk melalui luka. Lebih lanjut, Krieg dan Holt (1984) dapat memastikan bahwa penyakit-penyakit yang disebabkan oleh *S. aureus* berhubungan dengan produksi enzim-enzim ekstraselluler, yaitu : liase asam hyaluronik, fibrinolisin, nuklease, dan koagulase.

Klasifikasi dari *S. aureus* adalah sebagai berikut :

|         |  |
|---------|--|
| Divisio | : Bacteria   |
| Kelas   | : Schizomycetes  |
| Ordo    | : Eubacteriales  |
| Familia | : Micrococcaceae                                       |
| Genus   | : Staphylococcus                                       |
| Species | : <i>Staphylococcus aureus</i> (Krieg and Holt, 1984). |

Ciri-ciri *S. aureus*, antara lain adalah berbentuk bulat dengan diameter 0,8-1 $\mu$ m, terdapat dalam bentuk sel tunggal, berpasangan atau membelah diri pada lebih dari satu bidang membentuk seperti buah anggur. Gram positif. Dinding sel mengandung dua komponen utama, yaitu : peptidoglikan dan asam teikoat. *S. aureus* merupakan bakteri yang nonmotil, tidak membentuk spora, dan kapsul. Hidup secara aerob dan fakultatif aerob pada kisaran suhu 6,5-46°C dengan suhu optimum 37°C dan pH 4,2 - 9,3 dengan pH optimum 7 - 7,5. Katalase positif dan oksidase negatif. Koloni pada agar berwarna putih, krem, tidak tembus pandang, datar, lembut, dan basah. *S. aureus* menghasilkan enzim protease, lipase, phospolipase, lipoprotein lipase, esterase, liase, dan koagulase (Krieg and Holt, 1984; Cowan, 1974).

#### D. Aktivitas Antibakteri

Senyawa antibakteri didefinisikan sebagai senyawa kimia yang dihasilkan oleh organisme hidup atau diperoleh melalui sintesis, yang sanggup menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri atau mematikan bakteri. Senyawa ini bekerja secara selektif toksik terhadap proses sintesis metabolik bakteri tertentu (Wattimena, Nelly, Mathilda, Elin, Andreanus, dan Anna, 1991).

Pada percobaan 'in vitro', aktivitas antibakteri dapat ditentukan antara lain oleh daya kerja senyawa antibakteri dan konsentrasi minimum untuk menghambat (KMI). Ditinjau dari segi daya kerjanya, senyawa antibakteri dapat dibedakan dalam dua kelompok, yaitu : senyawa antibakteri bakteriostatik dan senyawa antibakteri bakterisida. Senyawa antibakteri bakteriostatik bekerja menghambat pertumbuhan dan perkembangan bakteri dengan cara menghambat sintesis protein bakteri, sedangkan senyawa antibakteri bakterisida, bekerja mematikan bakteri dengan cara menghambat biosintesis dinding sel bakteri tersebut, sehingga tidak mampu mengatasi perbedaan tekanan osmosa di luar dan di dalam sel yang mengakibatkan kehancurannya. Sifat bakteriostatik dan bakterisida tidak mutlak karena dapat dipengaruhi oleh dosis yang diberikan. Pada dosis rendah, senyawa antibakteri bakterisida dapat bersifat bakteriostatik atau tidak bekerja sama sekali, sebaliknya, antibakteri yang bersifat bakteriostatik dapat bersifat bakterisida pada dosis tinggi. Sifat senyawa antibakteri secara 'in vitro', dapat diamati dengan terbentuknya daerah hambatan atau daerah bening di sekeliling antibakteri pada media agar yang diinokulasi dengan bakteri uji dan diinkubasi selama 24 jam dan 48 jam. Bila daerah hambatan yang terjadi tetap bening sampai 48 jam, hal ini berarti antibakteri yang

digunakan bersifat bakterisida, sedangkan bila setelah 48 jam inkubasi daerah hambatan yang terbentuk menjadi keruh, berarti antibakteri yang digunakan bersifat bakteriostatik. Konsentrasi minimum untuk menghambat dapat pula diamati dengan metode difusi agar, yaitu pada besarnya diameter daerah hambatan pertumbuhan bakteri di sekeliling antibakteri. Bila pada konsentrasi rendah dapat memberikan diameter daerah hambatan yang bening dan luas di sekeliling antibakteri, hal ini menunjukkan antibakteri tersebut berpotensi tinggi terhadap bakteri uji yang digunakan. Suatu senyawa antibakteri dikatakan mempunyai aktivitas yang tinggi, bila konsentrasi minimum untuk menghambat terjadi pada konsentrasi senyawa antibakteri yang rendah, tetapi mempunyai daya hambat atau daya bunuh yang tinggi (Wattimena, dkk., 1991).

