

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pestisida nabati

Upaya pengendalian vektor penyakit secara alamiah menggunakan biopestisida merupakan upaya alternatif yang ramah lingkungan dan tidak berbahaya bagi organisme lainnya. Biopestisida aman digunakan karena mudah terdegradasi di alam sehingga tidak meninggalkan residu di lingkungan (Soebaktiningsih, 2005).

Bahan aktif bioinsektisida adalah produk alam yang berasal dari tanaman yang mempunyai kelompok metabolit sekunder yang mengandung beribu – ribu senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, dan zat – zat kimia sekunder lainnya. Senyawa bioaktif tersebut apabila diaplikasikan ke tanaman yang terinfeksi hama, tidak berpengaruh terhadap fotosintesis pertumbuhan ataupun aspek fisiologis tanaman lainnya, namun berpengaruh terhadap sistem saraf otot, keseimbangan hormone, reproduksi, perilaku berupa penarik, anti makan dan sistem pernafasan hama (Setiawati dkk., 2008).

Secara evolusi, tumbuhan telah mengembangkan bahan kimia sebagai alat pertahanan alami terhadap pengganggunya. Tumbuhan mengandung banyak bahan kimia yang merupakan metabolit sekunder dan digunakan oleh tumbuhan sebagai alat pertahanan dari serangan organisme pengganggu. Tumbuhan sebenarnya kaya akan bahan bioaktif, walaupun hanya sekitar 10.000 jenis produksi metabolit sekunder yang telah teridentifikasi, tetapi sesungguhnya

jumlah bahan kimia pada tumbuhan dapat melampaui 400.000 (Sastrosiswojo, 2002).

Sastrosiswojo (2002), melaporkan ada 1800 jenis tanaman yang mengandung pestisida nabati yang dapat digunakan untuk pengendalian hama. Di Indonesia, sebenarnya sangat banyak jenis tumbuhan penghasil pestisida nabati, dan diperkirakan ada sekitar 2400 jenis tanaman yang termasuk ke dalam 235 famili. Menurut Sastrosiswojo (2002), jenis tanaman dari famili Asteraceae, Fabaceae dan Euphorbiaceae, dilaporkan paling banyak mengandung bahan bioinsektisida.

Beberapa keuntungan atau kelebihan penggunaan bioinsektisida secara khusus dibandingkan dengan pestisida konvensional menurut Sastrosiswojo (2002), adalah sebagai berikut :

1. Mempunyai sifat cara kerja (*mode of action*) yang unik.
2. Mudah terurai di alam sehingga tidak mencemari lingkungan serta relatif aman bagi manusia dan hewan peliharaan karena residunya mudah hilang.
3. Penggunaannya dalam jumlah (dosis) yang kecil atau rendah.
4. Mudah diperoleh di alam, contohnya di Indonesia sangat banyak jenis tumbuhan penghasil bioinsektisida.

B. Morfologi dan Taksonomi akar tuba dan biji bengkuang

1. Akar tuba

Menurut Setiawati dkk. (2008), tanaman tuba merupakan tumbuhan merambat yang membelit dengan tinggi 15 meter. Batangnya sebesar jari-jari tangan. Ranting tua berwarna coklat, dengan lentisel yang berbentuk jerawat. Dahan berwarna merah gelap. Bunga zygomorf, agak perigin, relatif besar dan dengan penampilan yang khas. Tandan bunga dengan sumbu yang berambut rapat, tangkai dan anak tangkai 12-26 panjangnya, bunga tiga-tiga pada ujung cabang samping. Daun kelopak biasanya 5, sebagian bersatu menjadi tabung. Tumbuhan ini mempunyai akar tunggang.

Tanaman tuba tersebar di seluruh Nusantara dan tanaman ini di Jawa dibudidayakan di kampung-kampung. Daerah Jawa ditemukan mulai dari dataran rendah sampai ketinggian 1500 m dari permukaan laut, tumbuh di tempat yang tidak begitu kering dalam hutan dan belukar, di tepi hutan serta pinggir sungai, selalu tumbuh terpencah (Heyne 1987). Menurut Duke (1983), tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah dataran rendah.

Klasifikasi dari tanaman tuba menurut menurut Setiawati dkk.

(2008), yaitu :

Divisi	: Spermathopytha
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Bangsa	: Fabales
Suku	: Fabaceae
Marga	: <i>Derris</i>
Jenis	: <i>Derris elliptica</i> Benth

2. Biji bengkuang

Menurut Setiawati dkk. (2008), bengkuang merupakan tumbuhan terna menjalar dan hidup menahun. Umbi akar tunggal, kulit luar berwarna krem atau coklat muda atau coklat tua, berdaging warna putih atau kuning keputihan. Tumbuhan ini mempunyai umbi banyak dan bentuknya memanjang. Daun majemuk, beranak daun 3, helaian daun bercuping menjari atau utuh dengan tepi bergigi, anak daun lateral berbentuk ketupat tidak simetris sampai membundar telur, anak daun terminal mengginjal. Pembungaan tandan semu, berbunga banyak. Bunga berkelopak coklat, mahkota bunga ungu, biru atau putih. Buah berbentuk polong sedangkan biji berbentuk pipih persegi berwarna hijau – coklat atau coklat tua kemerahan.

Pachyrhizus erosus sering disebut *yam bean*, dengan nama Indonesia (bengkuang) atau orang Jawa sering menyebutnya besusu, merupakan spesies tanaman berasal dari Yunani, selanjutnya terdistribusi ke Amerika Tengah dan Mexico yang secara luas dibudidayakan di Mexico, Afrika, Filipina, dan Indonesia. *Pachyrhizus* dapat tumbuh

dengan baik di daerah tropis dan sub tropis, di Indonesia tanaman *Pachyrhizus erosus* banyak ditanam pada ketinggian 500-900 mdpl (Zanklan, 2003).

Klasifikasi dari tanaman bengkuang menurut Setiawati dkk. (2008), yaitu :

Divisi	: Magnoliophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Bangsa	: Fabales
Suku	: Fabaceae
Marga	: <i>Pachyrhizus</i>
Jenis	: <i>Pachyrhizus erosus</i> Urban

C. Kandungan senyawa aktif akar tuba dan biji bengkuang

Akar tuba dan biji bengkuang merupakan bagian tanaman yang sangat berpotensi sebagai pestisida nabati karena keduanya mengandung senyawa aktif flavonoid dan saponin. Mutiah (2013), menyatakan bahwa senyawa flavonoid dan saponin dapat menimbulkan kelayuan pada saraf serta kerusakan pada spirakel yang mengakibatkan serangga tidak bisa bernafas dan akhirnya mati.

Saponin adalah glikosida triterpena dan sterol dan telah terdeteksi dalam lebih dari 90 suku tumbuhan. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan dan bersifat seperti sabun, serta dapat dideteksi berdasarkan kemampuannya membentuk busa dan menghemolisis sel darah (Harborne, 1987). Saponin adalah glikosida yang aglikonnya disebut sapogenin (GunawandanMulyani, 2004).

Berdasarkan struktur dari aglikonnya, saponin dapat dibedakan menjadi dua macam, yaitu saponin steroid dan saponin triterpenoid. Saponin steroid mudah larut dalam air dan alkohol, tetapi tidak larut dalam eter. Saponin steroid

tersusun dari suatu aglikon steroid (sapogenin) yang terikat pada suatu oligosakarida yang biasanya heksosa dan pentosa (Farnsworth, 1966).

Saponin bersifat sebagai racun pada kutu, larva, kumbang dan berbagai serangga lain. Proses metabolisme membutuhkan banyak energi. Energi yang digunakan untuk detoksifikasi diperoleh dari energi yang seharusnya untuk pertumbuhan dan perkembangan, akibatnya pertumbuhan serangga akan terganggu (Mutiah, 2013).

Saponin juga dapat digunakan sebagai agen bioaktif pengendali nyamuk. Hasil penelitian Wiesman dan Chapagain (2003) menunjukkan bahwa ekstrak saponin yang diisolasi dari *Quillaja saponaria* dan *Balanites aegyptiaca* dapat digunakan sebagai agen pengendali nyamuk *Aedes aegypti* dan *Culex pipiens*, tetapi aman bagi mamalia.

Menurut Mutiah (2013), senyawa kimia pertahanan tumbuhan merupakan metabolik sekunder yang dihasilkan pada jaringan tumbuhan, dan dapat bersifat toksik, menurunkan kemampuan serangga dalam mencerna makanan dan pada akhirnya mengganggu pertumbuhan serangga. Senyawa kimia pertahanan tumbuhan meliputi saponin, terpenoid dan flavonoid.

Flavonoid merupakan senyawa yang terdiri atas 15 atom karbon, yang terdiri atas rantai propana (C-3) yang terkait pada dua cincin benzena (C-6). Golongan flavonoid yang terbesar mempunyai cincin piran yang menghubungkan rantai tiga-karbon dengan salah satu dari cincin benzena (Markham, 1988). Flavonoid umumnya merupakan komponen larut air (polar). Flavonoid pada tanaman berikatan dengan gula sebagai glikosida dan adapula yang berada dalam

aglikon. Aglikon flavonoid bersifat agak asam sehingga dapat larut dalam basa. Flavonoid dapat dikelompokkan menjadi 9 kelas, yaitu anthosianin, proanthosianidin, flavonol, flavon, glikoflavon, biflavonil, chalcone dan aurone, flavanon, serta isoflavon (Harborne, 1984).

Rotenon adalah salah satu anggota dari senyawa isoflavon, sehingga rotenon termasuk senyawa golongan flavanoida. Salah satu kandungan dari ekstrak akar tuba dan biji bengkuang adalah rotenon dengan nama lain tubotoxin ($C_{23}H_{22}O_6$). Tubotoxin merupakan insektisida alami yang kuat, titik lelehnya $163^{\circ}C$, larut dalam alkohol, karbon tetraklorida, chloroform, dan banyak larutan organik lainnya. Jika terbuka terhadap cahaya dan udara mengalami perubahan warna kuning terang menjadi kuning pekat, orange dan terakhir menjadi hijau tua dan akan diperoleh kristal yang mengandung racun serangga (WHO, 1992). Rotenon merupakan racun perut dan racun kontak sehingga serangga yang teracuni sering mati karena kelaparan yang disebabkan oleh kelumpuhan alat – alat mulut dan racun juga dapat masuk melalui kulit dan sistem respirasi. Rotenoid merupakan racun penghambat metabolisme dan sistem syaraf yang bekerja perlahan (Kardinan, 2004).

Rotenon adalah racun kuat bagi serangga. Menurut Sugianto (1984), akar tuba digunakan untuk menangkap ikan sedangkan akar yang telah dikeringkan digunakan sebagai insektisida. Menurut Hill (1952), rotenon 15 kali lebih toksik dibandingkan nikotin dan 25 kali lebih toksik dibanding potassium ferrosianida. Namun demikian rotenon sedikit atau tidak ada efeknya terhadap manusia atau hewan berdarah panas. Selain itu bahan ini juga mengakibatkan mortalitas tinggi

pada ulat kubis dan bersifat toksik terhadap beberapa jenis serangga dari ordo *Coleoptera*, *Diptera*, *Hemiptera*, *Lepidoptera* dan *Orthoptera* (Faradita, 2010).

Menurut Kardinan (2001), menyatakan bahwa kandungan senyawa rotenone yang terdapat pada bagian akar tumbuhan tuba, yaitu 0,3 – 12%. Menurut Sugianto (1984), zat – zat beracun yang terkandung lainnya adalah deguelin, tefrosin dan toksikarol, tetapi daya racunnya lemah atau tidak sekuat rotenon. Rotenone adalah racun kuat bagi serangga. Sedangkan pada bengkuang, semua bagian tanaman kecuali umbi mengandung rotenon. Kandungan rotenone pada batang adalah 0,03%, daun 0,11%, polong 0,02%, dan biji 0,66% (Martono dkk., 2004). Kandungan rotenone murni pada biji yang telah masak sekitar 0,5% - 1,0% (Faradita dkk., 2010). Hansberry dkk (1947), *Pachyrrhizus erosus* mengandung gugus rotenon, eroson dan pachyrrizid. Gugus yang mempunyai sifat insektisida adalah rotenon, yang terdapat dalam polong dan biji matangnya. Senyawa rotenon tersebut didapatkan pada tumbuhan dengan cara melakukan ekstraksi.

Uji fitokimia merupakan suatu pemeriksaan golongan senyawa kimia yang terdapat dalam suatu simplisia tumbuhan. Uji tersebut dapat digunakan untuk membuktikan ada tidaknya senyawa kimia tertentu dalam tumbuhan untuk dapat dikaitkan dengan aktivitas biologinya (Farnsworth, 1966).

D. Kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS)

Kromatografi gas spektrometri massa (GC-MS) merupakan instrumen analisis hasil kombinasi antara kromatografi gas dan spektrometri massa,

kromatografi gas memiliki kemampuan yang sangat baik dalam hal pemisahan dan analisis kuantitatif komponen sedangkan spektrometri massa memiliki kemampuan yang tinggi dalam hal identifikasi atau analisis kualitatif. Lebih dari 20 tahun GC-MS telah diperkenalkan untuk analisis sehingga alat ini semakin populer digunakan dalam analisis di bidang kimia, ilmu kedokteran, farmasi, dan lingkungan. Di bidang lingkungan, GC dapat digunakan untuk analisis pestisida (Harvey 2000).

Menurut Harvey (2000), prinsip kerja kromatografi didasarkan pada perbedaan kepolaran dan massa molekul sampel yang dapat diuapkan. Sampel yang berupa cairan atau gas dapat langsung diinjeksikan ke dalam injektor, jika sampel dalam bentuk padatan maka harus dilarutkan pada pelarut yang dapat diuapkan. Aliran gas yang mengalir akan membawa sampel yang teruapkan untuk masuk ke dalam kolom. Komponen-komponen yang ada pada sampel akan dipisahkan berdasarkan partisi diantara fase gerak (gas pembawa) dan fase diam (kolom). Hasilnya adalah berupa molekul gas yang kemudian akan diionisasikan pada spektrometer massa sehingga molekul gas itu akan mengalami fragmentasi yang berupa ion-ion positif. Ion akan memiliki rasio yang spesifik antara massa dan muatannya (m/z).

Ada dua alasan utama terjadinya hal tersebut. Pertama adalah telah ditemukannya alat yang dapat menguapkan hampir semua senyawa organik dan mengionkan uap. Kedua, fragmen yang dihasilkan dari ion molekul dapat dihubungkan dengan struktur molekulnya. Instrumen alat ini adalah gabungan dari alat GC dan MS, hal ini berarti sampel yang akan diperiksa diidentifikasi dahulu

dengan alat GC (kromatografi gas) kemudian diidentifikasi dengan alat MS (spektrometri massa). GC dan MS merupakan kombinasi kekuatan yang simultan untuk memisahkan dan mengidentifikasi komponen-komponen campuran (Harvey 2000).

E. Ekstraksi

Ekstrak adalah sediaan pekat yang diperoleh dengan mengekstraksi zat aktif dari simplisia nabati atau simplisia hewani menggunakan pelarut yang sesuai, kemudian semua atau hampir semua pelarut diuapkan lalu masa dan serbuk yang tersisa diperlukan sedemikian hingga memenuhi baku yang ditetapkan (Depkes RI, 2000).

Ekstraksi adalah suatu proses pemisahan kandungan kimia dari jaringan tumbuhan ataupun hewan dengan menggunakan penyaring tertentu. Ekstraksi cara dingin memiliki keuntungan dalam proses ekstraksi total, yaitu memperkecil kemungkinan terjadinya kerusakan pada senyawa termolabil yang terdapat pada sampel. Sebagian senyawa dapat terekstraksi dengan ekstraksi cara dingin, walaupun ada beberapa senyawa yang memiliki keterbatasan kelarutan terhadap pelarut pada suhu ruangan (Heinrich dkk., 2004).

Terdapat sejumlah metode ekstraksi, yang paling sederhana adalah ekstraksi dingin, dengan cara ini bahan kering hasil gilingan diekstraksi pada suhu kamar secara berturut – turut dengan pelarut yang kepolarannya makin tinggi. Keuntungan cara ini merupakan metode ekstraksi yang mudah karena ekstrak tidak dipanaskan sehingga kemungkinan kecil bahan alam menjadi terurai (Heinrich dkk., 2004).

Salah satu caranya adalah cara dingin yaitu maserasi. Maserasi adalah proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Remeserasi berarti dilakukan pengulangan penambahan pelarut setelah dilakukan penyaringan maserat pertama dan seterusnya. Maserasi bertujuan untuk menarik zat – zat berkhasiat yang tahan pemanasan manapun yang tidak tahan pemanasan (Depkes RI, 2000).

Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Dasar dari maserasi adalah melarutnya bahan kandungan simplisia dari sel yang rusak, yang terbentuk pada saat penghalusan, ekstraksi bahan kandungan yang masih utuh. Setelah selesai waktu maserasi, artinya keseimbangan antara bahan yang diekstraksi pada bagian dalam sel dengan masuk ke dalam cairan, telah tercapai maka proses difusi segera berakhir. Selama maserasi atau proses perendaman dilakukan pengocokan berulang – ulang. Upaya ini menjamin keseimbangan konsentrasi bahan ekstraksi yang lebih cepat didalam cairan. Waktu lamanya maserasi berbeda-beda, masing-masing farmakope mencantumkan 4-10 hari, menurut pengalaman 5 hari sudah memadai. Selama maserasi bahan disimpan di tempat yang terlindungi dari cahaya langsung untuk mencegah reaksi perubahan warna. (Voigh, 1994).

Ekstraksi dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai macam pelarut, akan tetapi penggunaan pelarut toksik harus dihindari. Pelarut yang digunakan dalam mengekstraksi senyawa dapat dipertimbangkan berdasarkan suhu didihnya agar mudah dihilangkan (Agoes, 2007). Guenther (1987) mengatakan bahwa

pelarut metanol merupakan pelarut yang paling banyak digunakan dalam proses isolasi senyawa organik bahan alam, titik didih metanol adalah 64,7° C. Menurut Guenther (1987), pelarut sangat mempengaruhi proses ekstraksi. Pemilihan pelarut pada umumnya dipengaruhi oleh faktor – faktor antara lain :

1. Selektivitas, pelarut dapat melarutkan semua zat yang akan diekstrak dengan cepat dan sempurna.
2. Titik didih pelarut, pelarut harus mempunyai titik didih yang cukup rendah sehingga pelarut mudah diuapkan tanpa menggunakan suhu tinggi pada proses pemurnian dan jika diuapkan tidak tertinggal dalam minyak.
3. Pelarut tidak larut dalam air.
4. Harga pelarut semurah mungkin.

F. Karakter hama serangga walang sangit

Walang sangit dewasa berwarna coklat. Bentuk walang sangit langsing, kaki dan sungutnya (antena) panjang. Walang sangit dewasa pandai terbang dan sering kali berterbangan di sekitar persawahan maupun perkebunan. Sementara itu, walang sangit muda berwarna hijau dan tidak berterbangan seperti yang dewasa sehingga sukar dilihat karena menyerupai daun padi. Telur walang sangit berbentuk bulat dan pipih serta berwarna coklat. Telur diletakkan berbaris, dalam satu atau dua baris, telur berjumlah 12 – 16 butir (Pracaya, 2008).

Walang sangit merupakan salah satu hama serangga yang sangat berpengaruh buruk pada padi. Hama ini menyerang pertanaman padi setelah padi berbunga. Bulir padi ditusuk dengan rostrumnya (*stylet*), kemudian cairan bulir

tersebut diisap. Akibat serangan hama ini pertumbuhan bulir padi kurang sempurna, biji atau bulir tidak terisi penuh ataupun hampa sama sekali, dengan demikian dapat mengakibatkan penurunan kualitas maupun kuantitas hasil (Domingo dkk., 1982).

Walang sangit di Indonesia merupakan salah satu hama potensial yang pada waktu-waktu tertentu menjadi hama penting yang dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 50%. Hal ini diduga bahwa populasi 100.000 ekor per hektar dapat menurunkan hasil sampai 25%. Hasil penelitian menunjukkan populasi walang sangit 5 ekor per 9 rumpun padi akan menurunkan hasil 15%. Hubungan antara kepadatan populasi walang sangit dengan penurunan hasil menunjukkan bahwa serangan satu ekor walang sangit per malai dalam satu minggu dapat menurunkan hasil 27% (Manopo dkk., 2012).



Gambar 1. Walang sangit

G. Hipotesis

1. Ekstrak akar tuba, biji bengkuang, dan kombinasi keduanya memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kematian hama walang sangit.
2. LC_{50} dari ekstrak biji bengkuang adalah 1%, akar tuba adalah 0,5%, dan kombinasi keduanya adalah 0,75%.
3. Konsentrasi ekstrak biji bengkuang 1%, akar tuba 0,5%, dan kombinasi keduanya 0,75% dapat membunuh 50% hama walang sangit.

