



Artikel

PEMANFAATAN METABOLIT SEKUNDER TUMBUHAN SEBAGAI PESTISIDA NABATI PADA HAMA TANAMAN HUTAN

Utilization of plant secondary metabolites as botanical pesticides in forest plant pests

Yeni Nuraeni¹ dan Wida Darwiati¹

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Kampus Litbang Kehutanan Jl. Gunung batu No. 5 Kotak Pos 165, Bogor 16118

Telp. (0251) 8633234, 7520067 Fax. (0251) 8638111

Email: y.nuraeni999@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan pestisida kimia sering kali dilakukan dengan dosis yang berlebihan sehingga kondisi tersebut mengakibatkan meningkatnya akumulasi residu pestisida di alam. Residu tersebut dapat membunuh organisme non target, terjadi ledakan hama sekunder, dan resistensi organisme pengganggu tanaman. Salah satu upaya dalam mengurangi penggunaan pestisida kimia sintetik yaitu dengan substitusi menggunakan pestisida nabati yang lebih ramah lingkungan. Kelebihan pestisida nabati yaitu bersifat mudah terurai di alam, sehingga tidak mencemari lingkungan, relatif aman bagi manusia dan keberadaan musuh alami. Salah satu jenis pestisida nabati yang paling potensial adalah dari famili Meliaceae yaitu jenis mimba, mahoni, dan suren. Pada studi ini dilakukan uji kandungan senyawa metabolit sekunder ekstrak biji mimba, biji mahoni dan biji suren. Sifat toksisitas terhadap hama dilakukan dengan penelusuran pustaka. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh informasi toksisitas dan kandungan senyawa metabolit sekunder dari ketiga ekstrak biji tanaman tersebut terhadap hama hutan. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ekstrak biji mimba, biji mahoni, dan biji suren mengandung senyawa metabolit sekunder dari golongan saponin, tanin, flavanoid, alkaloid, dan terpenoid. Senyawa tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama tanaman hutan.

Kata kunci: ekstrak, meliaceae, senyawa

ABSTRACT

The use of chemical pesticides is often carried out in excessive doses, so that this condition results in increased accumulation of pesticide residues in nature. The residue can kill non target organisms, there was an explosion of secondary pests and pest resistance. One effort to reduce the use of synthetic chemical pesticides is by substitution using botanical pesticides that are more environmentally friendly. Botanical pesticides that are easily biodegradable in nature, so it does not pollute the environment, it is relatively safe for humans and the presence of natural enemies. One of the most potential types of botanical pesticides is from the Meliaceae family, namely neem, mahogany, and suren. In this study, the content of secondary metabolites was tested for neem, mahogany and suren seeds. Toxicity properties against pests conducted through literature searches. The purpose of this study was to obtain information on the toxicity and content of secondary metabolite compounds from the three plant seed extracts against forest pests. The results showed that the extract of neem, mahogany and suren seeds contain compounds secondary metabolites from the saponins, tanins, flavonoids, alkaloids, and terpenoids. The compounds can be used as botanical pesticides to control pests of forest plants.

Keywords: extracts, meliaceae, compounds

PENDAHULUAN

Salah satu permasalahan yang dihadapi dalam budidaya tanaman adalah adanya serangan hama dan penyakit. Kerugian akibat serangan hama atau penyakit mendorong dilakukannya berbagai usaha pengendalian. Selama ini usaha pengendalian hama dan penyakit yang dilakukan masih bertumpu pada penggunaan pestisida sintesis. Penggunaan berbagai jenis pestisida sintesis seringkali membawa masalah bagi lingkungan seperti menimbulkan dampak keracunan bagi manusia, membunuh organisme non target, terjadi ledakan hama sekunder, resistensi Organisme Pengganggu Tanaman (OPT), dan pencemaran tanah, air dan udara (Darwiati, 2009). Kebijakan ditingkat internasional telah mendorong pemerintah Indonesia mengeluarkan kebijakan nasional dalam perlindungan tanaman, untuk menggalakkan program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dengan mengutamakan pemanfaatan agens pengendalian hayati atau biopestisida termasuk pestisida nabati sebagai komponen utama dalam sistem PHT yang dituangkan dalam Peraturan Pemerintah No. 6 tahun 1995.

Penelitian pestisida nabati di Indonesia dan negara lain telah banyak dilakukan. Namun, sebagian besar masih memiliki selektivitas dan efektivitas yang rendah, terutama penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan sumber daya alam Indonesia. Banyak tanaman saat ini yang tidak dikenal secara luas ternyata memiliki manfaat dan nilai ekonomi yang cukup tinggi, khususnya tanaman-tanaman yang memiliki khasiat sebagai obat tradisional maupun sebagai pestisida nabati.

Senyawa metabolit primer merupakan senyawa yang dihasilkan oleh makhluk hidup yang bersifat esensial pada proses metabolisme sel dan keseluruhan proses sintesis dan perombakan zat-zat untuk keberlangsungan hidupnya, senyawa metabolit primer yaitu terdiri dari karbohidrat, protein dan lemak (Wahidah, Ratman, & Ningsih, 2017). Sedangkan senyawa metabolit sekunder yaitu senyawa organik yang dihasilkan tumbuhan tetapi tidak memiliki fungsi langsung pada fotosintesis, pertumbuhan atau respirasi, transportasi zat terlarut, translokasi, sintesis protein, asimilasi nutrient, diferensiasi, pembentukan karbohidrat, protein dan lipid (Mastuti, 2016).

Senyawa kimia dalam tumbuhan merupakan hasil metabolisme sekunder dari tumbuhan itu sendiri, senyawa metabolit sekunder sangat bervariasi jumlah dan jenisnya dari setiap tumbuh-tumbuhan. Beberapa dari senyawa tersebut telah diisolasi, sebagian diantaranya memberikan efek fisiologi dan farmakologi yang lebih dikenal dengan senyawa aktif. Senyawa tersebut adalah golongan alkaloid, steroid, terpenoid, fenol, flavonoid dan saponin (Ergina, Nuryanti, & Pursitasari, 2014). Lebih dari 2.400 jenis tumbuhan yang

termasuk ke dalam 255 famili dilaporkan mengandung bahan insektisida. Tumbuhan dari Famili Meliaceae seperti jenis *Azadirachta indica* A.Juss (Mimba), *Swietenia mahogany* Jacq (Mahoni), dan *Toona sinensis* Merr (Suren) diduga berpotensi sebagai pengendali hama (Darwiati, 2009). Jumlah bahan alami yang memiliki efek pestisida yang telah diisolasi dari anggota tumbuhan Meliaceae meningkat secara dramatis dalam dekade terakhir ini (Darwiati, 2009). Beberapa kendala dalam aplikasi pestisida tersebut antara lain: (1) pestisida nabati tidak bereaksi cepat dalam membunuh hama, tidak seperti pestisida kimia sintetik yang relatif cepat dan hal ini disukai petani sehingga mereka lebih memilih pestisida kimia sintetik dalam kegiatan pengendalian OPT; (2) Membanjirnya produk pestisida ke Indonesia, salah satunya dari China, yang harganya lebih murah serta longgarnya peraturan pendaftaran dan perizinan pestisida di Indonesia. Kondisi ini membuat jumlah pestisida yang beredar di pasaran semakin bervariasi dan hingga saat ini tercatat sekitar 3.000 jenis pestisida yang beredar di Indonesia (Darwiati, 2009). Hal ini membuat para pengguna/petani mempunyai banyak pilihan dalam penggunaan pestisida kimia sintetik, karena bersifat instan sehingga menghambat pengembangan penggunaan pestisida nabati; (3) Bahan baku pestisida nabati relatif masih terbatas akibat kurangnya dukungan pemerintah (*Political Will*) dan kesadaran petani terhadap penggunaan pestisida nabati masih rendah, sehingga tidak menanam atau memperbanyak tanamannya, (4) Peraturan perizinan pestisida nabati yang disamakan dengan pestisida kimia sintetik membuat pestisida nabati sulit mendapatkan izin edar dan diperjual belikan. Akibatnya, apabila tersedia dana untuk kegiatan yang memerlukan pestisida dalam jumlah yang banyak maka pilihan jatuh kepada pestisida kimia sintetik karena salah satu persyaratan dalam pembeliannya adalah sudah terdaftar dan diizinkan penggunaannya (Darwiati, 2009).

Studi ini memberikan informasi mengenai jenis senyawa metabolit sekunder dari tanaman famili Meliaceae, serta potensi pemanfaatan senyawa metabolit tersebut sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama pada tanaman kehutanan. Informasi yang disajikan diharapkan dapat menjadi bahan untuk melakukan penelitian lanjutan mengenai metabolit sekunder khususnya terkait pengendalian hama hutan. Studi ini diharapkan mendapatkan formula alternatif pestisida nabati yang murah dan ramah lingkungan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Hutan, Kelti Perlindungan Hutan – Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor – Jawa Barat.

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan yaitu biji mimba (*Azadirachta indica* A.Juss) yang diperoleh dari Jawa Timur, biji suren (*Toona sinensis* Merr) dan biji mahoni (*Swietenia mahogany* Jacq) yang diperoleh dari Jawa Barat, aquades etanol 96% p.a, merkuri(II) klorida, kalium iodida, bismuth sub nitrat, besi(III) klorida, asam klorida pekat, bubuk magnesium, asam asetat glasial, asam sulfat pekat dan garam dapur. Sedangkan alat yang digunakan yaitu desikator, *rotary evaporator*, oven, alat penggiling, pemanas listrik, gelas ukur, tabung reaksi, timbangan digital, kertas saring, termometer, wadah uji, aluminium foil dan ayakan ukuran 65 mesh.

Preparasi Sampel dan Ekstraksi Tanaman

Sampel terlebih dahulu dicuci bersih, ditiriskan dan dikering anginkan, setelah kering dihaluskan menggunakan blander, bahan yang telah halus disaring menggunakan ayakan 65 mesh. Proses ekstraksi tanaman yaitu sebanyak 100 g dari masing-masing sampel halus dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% p.a sebanyak 500 ml dalam waktu 2 × 24 jam sambil sesekali dikocok dan disaring. Residu yang diperoleh dimaserasi kembali pada 250 ml pelarut selama 2 × 24 jam serta sesekali dilakukan pengocokan dan disaring. Filtrat yang diperoleh dari hasil maserasi pertama dan kedua disatukan dan dievaporasi, kemudian dioven pada suhu 40-50°C sehingga diperoleh ekstrak kental. Ekstrak kental yang diperoleh selanjutnya dianalisis kandungan metabolit sekundernya.

Uji Alkaloid

Ekstrak bahan tanaman sebanyak 2 ml diuapkan dalam cawan sampai kering, kemudian residunya dilarutkan dalam 5 ml HCL 2M (Ergina *et al.*, 2014; Baud, Sangi, & Koleangan, 2014; Mojab, Kamalinejad, Ghaderi, & Vahidipour, 2003). Larutan yang diperoleh dibagi menjadi 2 bagian dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Tabung pertama diberi reagen Dragendorff sebanyak 5 tetes, jika terbentuk warna jingga maka positif mengandung alkaloid. Kemudian tabung kedua diberi reagen Meyer sebanyak 5 tetes dan asam klorida pekat sebanyak 3 tetes, apabila terdapat endapan putih maka positif

mengandung alkaloid (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Mojab *et al.*, 2003). Pertimbangan pemilihan pelarut yang digunakan yaitu daya melarutkan, titik didih, sifat racun, mudah tidaknya terbakar, dan pengaruhnya terhadap peralatan ekstraksi.

Uji Flavonoid

Larutan ekstrak 2 ml dari bahan tanaman dicampur dengan 5 ml air panas, kemudian dididihkan selama 5 menit dan disaring. Filtrat yang diperoleh dicampur dengan 5 tetes HCL pekat dan 0,1 g serbuk Magnesium (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Harborne, 1987; Mojab *et al.*, 2003). Adanya indikasi flavonoid akan ditunjukkan dengan warna pink, kuning, atau jingga sampai merah setelah 3 menit (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Harborne, 1987; Mojab *et al.*, 2003).

Uji Tanin

Ekstrak sebanyak 2 ml dipanaskan selama 5 menit, kemudian ditambahkan beberapa tetes FeCl₃ 1% (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Robinson, 1995; Mojab *et al.*, 2003). Kandungan tanin positif apabila larutan menunjukkan warna biru tua atau hitam kehijauan (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Robinson, 1995; Mojab *et al.*, 2003).

Uji Steroid dan Triterpenoid

Ekstrak tanaman 2 ml dilarutkan ke dalam CH₃COOH glasial sebanyak 10 tetes dan H₂SO₄ pekat sebanyak 2 tetes, kemudian larutan dikocok secara perlahan dan biarkan beberapa menit (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Robinson, 1995). Kandungan steroid akan ditunjukkan oleh warna biru atau hijau, sedangkan kandungan triterpenoid memberikan warna merah atau ungu (Ergina *et al.*, 2014; Baud *et al.*, 2014; Robinson, 1995).

Uji Saponin

Ekstrak tanaman 2-3 ml dimasukkan ke dalam tabung reaksi, tambahkan 10 ml air panas kemudian didinginkan, kocok larutan secara kuat selama 10 detik, setelah itu tambahkan 1 tetes HCl 2 N (Baud *et al.*, 2014; Mojab *et al.*, 2003). Apabila buih yang stabil setinggi 1-10 cm selama tidak kurang dari 10 menit terbentuk di dalam larutan, maka positif terdapat kandungan saponin (Baud *et al.*, 2014; Mojab *et al.*, 2003).

Toksisitas Terhadap Hama Tanaman Hutan

Informasi toksisitas kelima senyawa organik tersebut di atas terhadap hama tanaman kehutanan dilakukan dengan studi pustaka pada beberapa makalah yang telah diterbitkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Skrining fitokimia senyawa metabolit sekunder

Skrining fitokimia dilakukan untuk mendeteksi kandungan metabolit sekunder pada suatu bahan, baik bahan yang berasal dari tumbuhan maupun yang berasal dari hewan (Puspitasari, 2019). Hasil skrining pada ekstrak dari biji mimba, biji suren, dan biji mahoni disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji senyawa metabolit sekunder pada ekstrak biji mimba, biji suren, dan biji mahoni.

Uji	Hasil		
	Biji mimba	Biji suren	Biji mahoni
Alkoloid	+	++	+
Saponin	+	++	+
Flavonoid	+	++	+
Steroid	+	++	+
Triterpenoid	+	++	+
Tanin	+	-	-

Keterangan: + = positif; ++ = positif kuat; +++ = positif sangat kuat; - = negatif

a. Alkoloid

Kandungan senyawa Alkoloid ditandai dengan adanya endapan berwarna jingga pada tabung reaksi dengan reagen Dragendorff dan endapan berwarna putih pada tabung reaksi dengan reagen Meyer. Sedangkan penambahan asam klorida pada tabung reaksi bertujuan untuk mengekstrak alkoloid yang bersifat basa. Hasil skrining terdapat endapan putih pada pelarut Meyer dan perubahan warna orange pada pelarut Dragendorff. Baik pada biji mimba, biji suren, dan biji mahoni, menunjukkan bahwa ketiga bahan tanaman tersebut positif mengandung alkoloid. Alkoloid pada ekstrak biji suren positif kuat, ditandai dengan perubahan warna jingga dan endapan putih lebih cepat terbentuk.

b. Saponin

Kandungan saponin ditandai dengan terbentuknya busa setinggi 1-10 cm setelah 10 menit pada tabung reaksi sampel yang diuji. Hasil skrining pada biji mimba, biji suren,

dan biji mahoni menunjukkan positif terhadap saponin. Ekstrak biji suren positif kuat, yang ditandai dengan terbentuknya busa yang lebih cepat dibandingkan dengan dua ekstrak lainnya.

c. Flavonoid

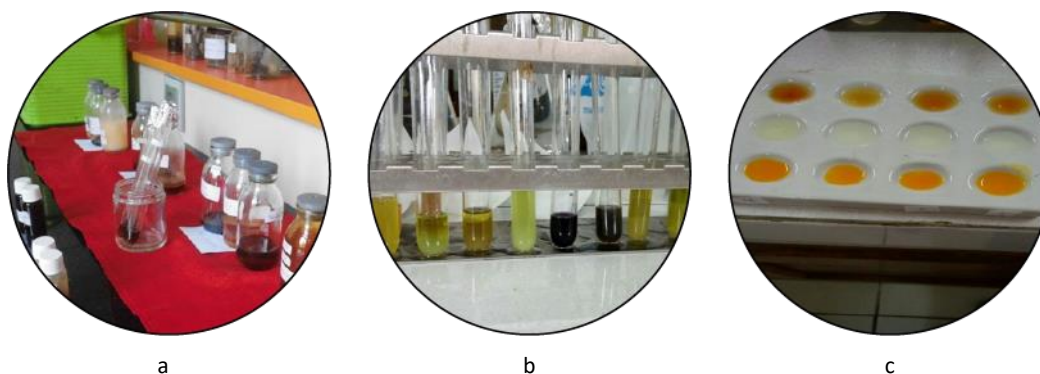
Kandungan flavonoid yang diuji dengan menggunakan Mg dan HCl, menunjukkan terbentuknya warna merah, kuning, atau jingga. Hasil skrining menunjukkan bahwa pada biji mimba, biji suren, dan biji mahoni positif flavonoid. Ekstrak biji suren positif kuat, hal tersebut ditandai dengan terbentuknya warna jingga yang lebih pekat dibandingkan dengan ekstrak pada biji mimba dan biji mahoni.

d. Steroid dan Triterpenoid

Pengujian steroid dan triterpenoid menggunakan CH_3COOH dan H_2SO_4 pekat telah menunjukkan terbentuknya warna biru atau hijau untuk steroid, dan warna merah atau ungu untuk triterpenoid. Hasil skrining baik pada biji mimba, biji suren, maupun biji mahoni menunjukkan hasil positif. Ekstrak biji suren positif kuat steroid dan triterpenoid, yang ditandai dengan perubahan warna yang lebih cepat.

e. Tanin

Kandungan senyawa tanin dapat diketahui dengan cara menggunakan FeCl_3 . Senyawa tanin adalah senyawa yang bersifat polar karena adanya gugus OH, sehingga ketika ditambahkan FeCl_3 10% telah terjadi perubahan warna menjadi biru tua atau hijau kehitaman yang menandakan adanya senyawa tanin. Hasil skrining menunjukkan bahwa hanya pada ekstrak biji mimba yang menunjukkan hasil positif, sedangkan pada ekstrak biji suren dan biji mahoni menunjukkan hasil negatif (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil ekstraksi sampel (a), Uji Fitokimia (b dan c)

Toksisitas Terhadap Hama Tanaman Hutan

Hama yang menyerang suatu populasi tumbuhan hutan terutama pada hutan tanaman dapat mengakibatkan kerusakan yang cukup berat, hal ini disebabkan hutan tanaman memiliki sifat yang homogen. Hama hutan dapat digolongkan menjadi hama daun, hama pengebor kulit pohon, hama pengebor batang pohon, hama penghisap cairan pohon, hama pucuk, dan hama akar. Pengendalian hama menggunakan beberapa ekstrak tanaman dengan kandungan metabolit sekunder yang berbeda-beda (Tabel 2).

Tabel 2. Toksisitas ekstrak biji mimba, biji suren dan biji mahoni terhadap beberapa jenis hama hutan.

No.	Ekstrak Tanaman	Metabolit sekunder	Hama sasaran
1.	Biji mimba	Alkoloid Saponin Flavonoid Steroid Triterpenoid Tanin	<i>Eurema</i> spp dan ulat bambu (Darwiati., 2009) Ulat gaharu (<i>Heortia vitessoides</i>) (Lestari & Darwiati, 2014) <i>Helicoverpa armigera</i> (Sunarto & Nurindah, 2016) <i>Tenebrio molitor</i> (Darwiati et al., 2020)
2.	Biji suren	Alkoloid Saponin Flavonoid Steroid Triterpenoid	Ulat gaharu (<i>Heortia vitessoides</i>) (Lestari & Darwiati, 2014) <i>Plutella xylostella</i> (Kurniawan et al., 2013) Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>) (Noviana et al., 2012) <i>Tenebrio molitor</i> (Darwiati et al.,) 2020 <i>Eurema</i> spp. (Darwiati, 2013)
3.	Biji mahoni	Alkoloid Saponin Flavonoid Steroid Triterpenoid	Ulat grayak (<i>Spodoptera litura</i>) (Septian et al, 2013; Rusandi et al, 2016) <i>Tenebrio molitor</i> (Darwiati et al.,) Ulat bambu (Darwiati.,2009)

Sumber: Data primer dan data sekunder

Pembahasan

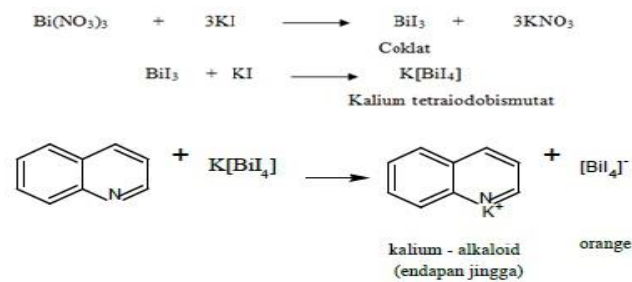
Skrining senyawa metabolit sekunder

Metabolit sekunder terbentuk sebagai hasil samping atau intermediet metabolit primer (asam amino, nukelotida, gula, dan lipid) yang memiliki fungsi diantaranya: a). melindungi tumbuhan dari gangguan herbivor dan antibiotik terhadap inspeksi patogen; b). menarik pollinator hewan penyebar biji; dan c). sebagai agen kompetisi antar tanaman (Mastuti, 2016).

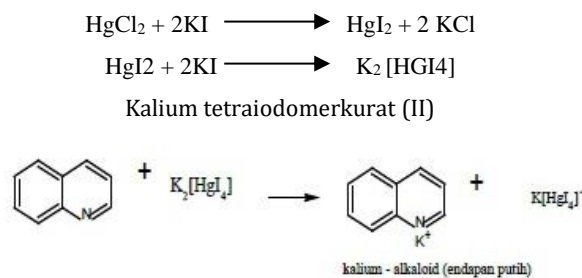
a. Alkoloid

Prinsip dari metode ini yaitu terjadinya reaksi pengendapan akibat adanya pergantian ligan. Atom nitrogen yang memiliki pasangan elektron bebas pada alkoloid

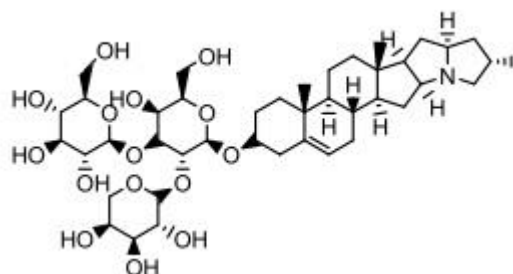
dapat mengganti ion iodo dalam reagen. Reagen Dragendorff mengandung bismut nitrat dan kalium iodide dalam larutan asam asetat glasial (kalium tetraiodobismutat(III)), sedangkan reagen Meyer mengandung kalium iodide dan merkuri klorida (kalium tetraiodomerkurat(II)) (Ergina *et al.*, 2014). Reaksi yang terjadi pada uji Meyer ditunjukkan pada Gambar 2. dan reaksi yang terjadi pada uji Dragendorff ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 2. Reaksi yang terjadi pada uji alkaloid menggunakan reagen Meyer
 Sumber: Ergina *et al.*, 2014



Gambar 3. Reaksi yang terjadi pada uji alkaloid menggunakan reagen Dragendorff
 Sumber: Ergina *et al.*, 2014



Gambar 4. Struktur saponin

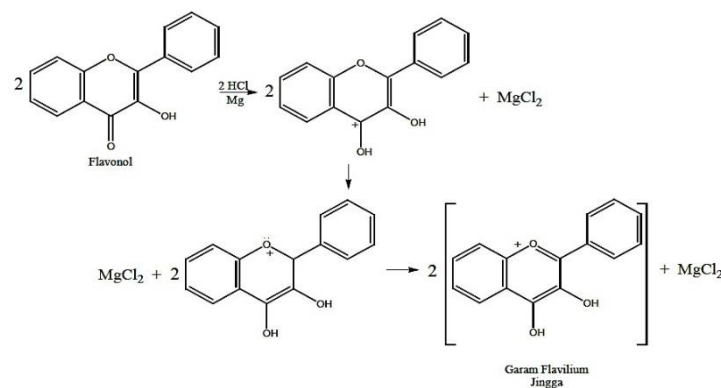
Sumber: Noer, Pratiwi dan Gresinta, 2018

b. Saponin

Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang mudah diketahui karena memiliki kemampuan pembentukan busa, senyawa saponin bersifat polar karena di dalam saponin terdapat komponen ikatan glikosida (Harborne, 1987; Sangi, Runtuwene, & Makang, 2008). Struktur senyawa saponin disajikan pada Gambar 4.

c. Flavonoid

Flavonoid merupakan senyawa yang memiliki 2 cincin aromatik dengan gugus hidroksil lebih dari satu, semakin banyak gugus hidroksil pada senyawa fenol maka tingkat kelarutan dalam air semakin besar (polar) sehingga dapat terekstrak dalam pelarut polar (Robinson, 1995). Reaksi yang terjadi pada senyawa flavonoid dengan HCl dan serbuk Mg disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi yang terjadi pada senyawa flavonoid dengan HCl dan serbuk Mg
Sumber: Tandi, Melinda, Purwantari, & Widodo, 2020

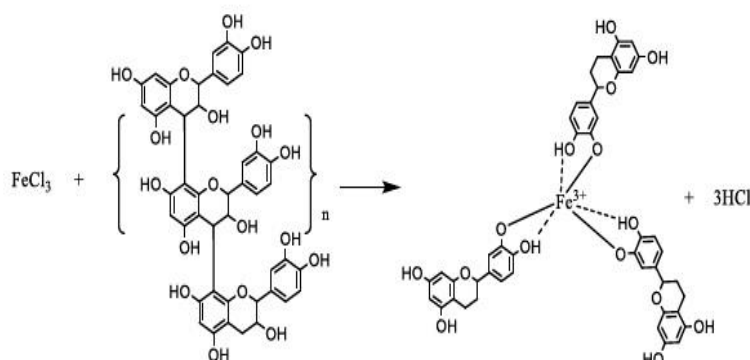
d. Steroid dan Triterpenoid

Pengujian senyawa triterpenoid dan steroid akan terjadinya pembentukan warna merah atau ungu oleh H₂SO₄ pekat di dalam pelarut asam klorida. Warna biru untuk triterpenoid dan warna hijau untuk steroid. Steroid dan triterpenoid merupakan senyawa yang dapat terekstraksi baik pada pelarut polar, semi polar, maupun non polar (Harborne, 1987).

e. Tanin

Tanin merupakan senyawa polifenol, pengujian tanin yaitu dengan menggunakan FeCl₃. Hal tersebut dikarenakan gugus fenol pada sampel akan mengalami perubahan warna hijau kehitaman atau biru tua setelah penambahan FeCl₃. Tanin akan membentuk senyawa kompleks dengan ion Fe³⁺ yang menyebabkan terbentuknya warna hijau

kehitaman atau biru tua (Ergina *et al.*, 2014). Reaksi tanin dan FeCl_3 disajikan dalam Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi yang terjadi pada senyawa tanin dan FeCl_3

Sumber: Nurzaman, Abadi, Setiawati, & Mutaqin, 2018; Tandi *et al.*, 2020

Toksisitas Senyawa Uji Terhadap Hama Tanaman Kehutanan

a. Ekstrak biji mimba

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lestari & Darwiati (2014) pada hama ulat gaharu, menyatakan bahwa perlakuan biji mimba dengan konsentrasi 3% menyebabkan mortalitas larva sebesar 100% pada hari ke-7 sedangkan pada konsentrasi 4% mortalitas larva 100% terjadi pada hari ke tiga. Penelitian ekstrak pada *Tenebrio molitor* menunjukkan bahwa terjadi mortalitas larva sebesar 72% dengan konsentrasi ekstrak biji mimba 45 mg.l^{-1} .

Berdasarkan Tabel 1., ekstrak biji mimba mengandung senyawa aktif alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, triterpenoid, dan tanin. Pestisida ekstrak biji mimba tidak secara langsung mematikan serangga hama, tetapi melalui mekanisme menolak makan, mengganggu pertumbuhan dan reproduksi serangga (Subiyakto, 2009).

b. Ekstrak biji suren

Berdasarkan Tabel 1., ekstrak biji suren mengandung senyawa aktif alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, triterpenoid. Pada penelitian pengendalian *Plutella xylostella* mortalitas larva pada ekstrak daun suren konsentrasi 10% sebesar 86,3%. Penelitian ekstrak daun suren pada hama ulat grayak di lapangan menunjukkan bahwa pada konsentrasi rendah (6,25%) mampu menekan kerusakan sampai 50%. Hal tersebut menunjukkan kemampuan ekstrak daun suren mampu menekan palatabilitas ulat grayak, sehingga kerusakan yang ditimbulkan semakin rendah. Selain itu, ekstrak daun

suren juga mampu mengurangi tingkat fertilitas dan fekunditas larva, sehingga dapat mengurangi populasi larva pada generasi berikutnya (Noviana *et al.*, 2012).

c. Ekstrak biji mahoni

Berdasarkan Tabel 1., ekstrak biji mahoni mengandung senyawa aktif alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, dan triterpenoid. Ekstrak biji mahoni memiliki efektifitas pada ulat grayak (*Spodoptera litura*), dan *Tenebrio molitor*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Rio *et al.*, (2016) menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak biji mahoni 30 g/l air merupakan konsentrasi yang terbaik dalam mengendalikan ulat grayak dengan hasil waktu awal kematian serangga uji tercepat yaitu 2,75 jam (2 jam 45 menit), waktu tercepat mematikan 50% (LT50) ulat grayak yaitu 18,00 jam dan mortalitas total sebesar 72,50%.

Berdasarkan analisis kandungan fitokimia pestisida pada ekstrak biji mimba, biji suren dan biji mahoni, terdapat kandungan senyawa yang memiliki kemampuan sebagai pestisida yaitu alkaloid, flavonoid, saponin, triterpenoid, dan tanin. Senyawa alkaloid bersifat toksik terhadap serangga karena bertindak sebagai racun perut (*stomach poisoning*), sehingga apabila senyawa alkaloid tersebut masuk ke dalam tubuh serangga maka akan mengganggu alat pencernaannya dan dapat mengganggu reseptor perasa pada daerah mulut serangga (Javandira, Widnyana, & Suryadarmawan, 2016). Senyawa alkaloid juga dapat menghambat pertumbuhan serangga, hal tersebut disebabkan karena alkaloid berupa garam sehingga dapat menyebabkan degradasi membran sel, serta dapat menghambat kerja enzim *asetil kolinesterase* yang menyebabkan terganggunya sistem kerja saraf larva (Koneri & Pontororing, 2016).

Senyawa flavonoid juga memiliki daya toksik sebagai racun perut (Javandira *et al.*, 2016), dapat menghambat pertumbuhan larva, serta mempengaruhi tiga hormon utama pada serangga yaitu hormon otak, hormon ekdison dan hormon pertumbuhan (*Juvenile hormone*), sehingga dapat mencegah pergerakan larva serta metamorfosisnya dapat terhambat (Kurniawan *et al.*, 2013).

Saponin dapat menyebabkan menurunnya kerja enzim pencernaan dan penyerapan makanan. Hal tersebut dikarenakan terjadinya interaksi antara saponin dengan membran sel mukosa, interaksi tersebut dapat mengakibatkan berubahnya permeabilitas yang disebabkan karena hilangnya aktivitas ikatan enzim pada membran (Kurniawan *et al.*, 2013). Saponin juga mengikat sterol bebas yang berfungsi sebagai *precursor* hormon ekdison dalam pencernaan makanan, serta dapat menyebabkan iritasi membran mukosa pada kerongkongan (Kurniawan *et al.*, 2013).

Senyawa triterpenoid dapat berfungsi sebagai penolak (*repellance*) karena memiliki bau yang menyengat, sehingga menyebabkan larva menjadi tidak mau makan (Kurniawan *et al.*, 2013). Selain itu senyawa triterpenoid juga dapat mempengaruhi syaraf dengan cara menghambat enzim kolinesterase, sehingga dapat mengakibatkan menurunkan koordinasi kerja otot, konvulsi, dan kematian pada larva pada fase perkembangan menjadi serangga dewasa (Kurniawan *et al.*, 2013).

Tanin memiliki fungsi sebagai pertahanan dari serangga pada tumbuhan. Senyawa tanin dapat mempengaruhi kemampuan larva dalam mencerna makanan, dengan cara menghambat kerja enzim pencernaan (Koneri & Pontororing, 2016).

KESIMPULAN

Tanaman family meliaceae merupakan tanaman yang banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pestisida nabati. Hal tersebut dikarenakan baik mimba, mahoni maupun suren mengandung senyawa metabolit sekunder dari golongan saponin, tanin, flavanoid, alkaloid, dan triterpenoid. Jenis-jenis senyawa tersebut berpotensi dalam pengelolaan hama hutan.

SARAN

Saran dari studi ini adalah masih perlu eksplorasi dan pendataan pestisida nabati yang potensial, mengisolasi dan memurnikan bahan aktif disertai studi mekanisme kerja, serta optimasi sinerginya dengan pestisida lain.

PERNYATAAN KONTRIBUSI

Yeni Nuraeni dan Wida Darwiati adalah kontributor utama pada karya tulis ilmiah ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Baud, G. S., Sangi, M. S., & Koleangan, H. S. J. (2014). Analisis Senyawa Metabolit Sekunder dan Uji Toksisitas Ekstrak Etanol Batang Tanaman Patah Tulang (*Euphorbia tirucalli* L.) dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (BSLT). *Jurnal Ilmiah Sains*, 14(2), 106. <https://doi.org/10.35799/jis.14.2.2014.6065>
- Darwiati, W. (2009). Uji Efikasi Ekstrak Tanaman Suren (*Toona sinensis* Merr) sebagai Insektisida Nabati dalam Pengendalian Hama Daun (*Eurema* spp. dan *Spodoptera litura* F.). Tesis. Institut Pertanian Bogor.

- Darwiati, W., Darmawan, U. W., & Syukur, C. (2020). Efektivitas Ekstrak Etanol Biji Mimba, Mahoni Dan Suren Terhadap Larva *Tenebrio molitor* Linnaeus (Tenebrionidae: Coleoptera). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah Dan Obat*, 31(1), 40–47.
- Darwiati, W. (2013). Bioaktivitas Tiga Fraksinasi Ekstrak Biji Suren Terhadap Mortalitas Hama Daun *Eurema* spp. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(2), 99–108.
- Ergina, Nuryanti, S., & Pursitasari, P. I. (2014). Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol. *Jurnal Akademika Kimia*, 3(3), 165–172.
- Harborne, J. B. (1987). *Metode Fitokimia*. Terjemahan: Padmawinata, K dan Soediro, I. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Javandira, C., Widnyana, I. K., & Suryadarmawan, I. G. A. (2016). Kajian Fitokimia Dan Potensi Ekstrak Daun Tanaman Mimba (*Azadiracta indica* A. Juss) Sebagai Pestisida Nabati. *Prosiding Seminar Nasional Inovasi IPTEKS Perguruan Tinggi untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat*, (11), 402–406.
- Koneri, R., & Pontororing, H. H. (2016). Uji Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla*) Terhadap Larva *Aedes aegypti* Vektor Penyakit Demam Berdarah Assay of Mahogany (*Swietenia macrophylla*) Seed Extract on Larvae of *Aedes aegyptias* Dengue Hemorrhagic Fever Vector. *Jurnal MKMI*, 12(4), 216–223. <http://journal.unhas.ac.id/index.php/mkmi/article/view/1541>
- Kurniawan, N., Yulianti, & Rachmadiarti, F. (2013). Uji Bioaktivitas Ekstrak Daun Suren (*Toona sinensis*) terhadap Mortalitas Larva *Plutella xylostella* pada Tanaman Sawi Hijau Bioactivity Test of Extract of Suren (*Toona sinensis*) Leaves on Mortality of *Plutella xylostella* Larvae on Green Mustard. *Lentera Bio*, 2(3), 203–206.
- Lestari, F., & Darwiati, W. (2014). Uji Efikasi Ekstrak Daun Dan Biji Dari Tanaman Suren, Mimba Dan Sirsak Terhadap Mortalitas Hama Ulat Gaharu. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 11(3), 165–171. <https://doi.org/10.20886/jpht.2014.11.3.165-171>
- Mastuti, R. (2016). *Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tumbuhan* (pp. 1–17). Jurusan Biologi, Universitas Brawijaya.
- Mojab, F., Kamalinejad, M., Ghaderi, N., & Vahidipour, H. R. (2003). Phytochemical Screening of Some Species of Iranian Plants. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 2, 77–82.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2018). Penetapan Kadar Senyawa Fitokimia (Tanin, Saponin dan Flavonoid) sebagai Kuersetin Pada Ekstrak Daun Inggau (*Ruta angustifolia* L.). *Jurnal Eksakta*, 18(1), 19–29. <https://doi.org/10.20885/eksakta.vol18.iss1.art3>
- Noviana, E., Sholahuddin, S., & Widadi, S. (2012). The test of suren (*Toona sureni*) leaf extract potential as insecticide of grayak caterpillar. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, 10(2), 46–53. <https://doi.org/10.13057/biofar/f100203>

- Nurzaman, M., Abadi, S. A., Setiawati, T., & Mutaqin, A. Z. (2018). *Characterization of the phytochemical and chlorophyll content as well as the morphology and anatomy of the Rhizophoraceae family in the mangrove forest in Bulaksetra, Pangandaran*. (2021: 030015-1 - 030015-7. AIP Conference Proceedings (ed.)). <https://doi.org/10.1063/1.5062739>
- Puspitasari, D. (2019). Pengaruh Metode Perebusan Terhadap Uji Fitokimia Daun Mangrove *Excoecaria agallocha*. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6(1), 423–428. <https://doi.org/10.29103/aa.v6i1.1046>
- Robinson, T. (1995). *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Institut Teknologi Bandung.
- Rusandi, R., Mardhiansyah, M., & Arlita, T. (2016). Pemanfaatan Ekstrak Biji Mahoni Sebagai Pestisida Nabati Untuk Mengendalikan Hama Ulat Grayak (*Spodoptera litura* F) Pada Pembibitan *Acacia crassiparpa* A. Cunn. ex Benth. *Jom Faperta UR*, 3(1), 250–250. <https://doi.org/10.4234/jjoffamilysociology.28.250>
- Sangi, M., Runtuwene, M.R.J., Simbala, H.E.I. & Makang, V. M. A. (2008). Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chemistry Progress*, 1, 47-53.
- Septian, R.E., Isnawati, & Ratnasari, E. (2013). Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit. *LenteraBio*, 2(1), 107–112.
- Subiyakto. (2009). Ekstrak Biji Mimba Sebagai Pestisida Nabati: Potensi, Kendala, dan Strategi Pengembangannya. *Perspektif*, 8(2), 108–116. <https://doi.org/10.21082/p.v8n2.2009>.
- Sunarto, D. A., & Nurindah, N. (2016). Peran insektisida botani ekstrak biji mimba untuk konservasi musuh alami dalam pengelolaan serangga hama kapas. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 6(1), 42. <https://doi.org/10.5994/jei.6.1.42>
- Tandi, J., Melinda, B., Purwantari, A., & Widodo, A. (2020). Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 6(1), 74–80. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2020.v6.i1.15044>
- Wahidah, N., Ratman, R., & Ningsih, P. (2017). Analisis Senyawa Metabolit Primer Pada Jamur Merang (*Volvariella volvaceae*) Di Daerah Perkebunan Kelapa Sawit Lalundu. *Jurnal Akademika Kimia*, 6(1), 43. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2017.v6.i1.9227>