

Hubungan Senyawa Metabolit Pada Tanaman Meliaceae Terhadap Tingkat Serangan *Hypsipyla robusta*

JEFRI SEMBIRING

Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Musamus Merauke

Diterima: 20 Januari 2021 - Disetujui: 1 September 2021
© 2021 Jurusan Biologi FMIPA Universitas Cenderawasih

ABSTRACT

This study aims to determine the relationship of metabolite compounds in meliaceae plants to the preference of *Hypsipyla* sp. This research was conducted at the Chemistry Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sam Ratulangi State University, Manado BALITKA Laboratory, Chemistry Laboratory, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Gorontalo and sending samples to the Pharmacy Laboratory of Sendai Japan to see the NMR structure. This study was designed in a Latin square design with 5 treatments and 5 replications. The total number of plants in all treatments was 250 plants. The determination of secondary metabolites was carried out in five stages, namely: 1) sample collection and processing, 2) extraction, 3) purification, 4) phytochemical test, 5) identification of compounds using UV-Vis and IR spectrophotometers. The sample materials used were dry samples of *langsat*, *duku*, *mind*, and mahogany leaves consisting of large mahogany and small mahogany. The results of phytochemical screening on samples of *langsat*, *duku*, *chinaberry*, large mahogany and small mahogany in the n-hexane, ethyl acetate and water fractions showed positive results for flavonoids and steroids, while for alkaloids, terpenoids and saponins showed negative results. The results of the analysis showed that small mahogany plants contained high starch content of 43.72 g/mL, high fat content of small mahogany plants of 24.15% and high protein content of *Langsat* plants of 9.01 g/mL. The level of preference *Hypsipyla* sp prefers small mahogany plants compared to other plants. The number of mahogany stomata compared to other plants regulates the rate of evaporation in which will also release secondary metabolic compounds as attractants to attract insects to plants. The main flavonoid groups in mahogany are *Quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside*, *Quercetin 3-O-β-D-glucopyranoside*, and *quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside*.

Key words: phytochemicals; plant metabolites; quercetin; mahogany; *Hypsipyla* sp.

PENDAHULUAN

Senyawa-senyawa yang potensial merupakan senyawa golongan metabolit sekunder, seperti alkaloid, terpenoid, steroid dan flavonoid. Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa yang disintesis oleh suatu makhluk hidup bukan untuk memenuhi kebutuhan dasarnya, akan tetapi

untuk mempertahankan eksistensinya dalam berinteraksi dengan ekosistem. Pada proses interaksi dengan lingkungan kadar metabolit sekunder yang disintesis dapat berubah. Secara khusus, senyawa metabolit sekunder mempunyai fungsi umum yaitu sebagai alat pengikat (*attractant*) bagi serangga atau hewan lainnya untuk membantu penyerbukan, sebagai alat penolak (*repellent*) terhadap gangguan hama atau hewan pemangsanya, dan sebagai alat pelindung (*protectant*) terhadap kondisi lingkungan fisik yang ekstrim (Ahmad, 2012).

Alkaloid adalah salah satu golongan senyawa organik yang berasal dari tumbuh-tumbuhan dan

* Alamat korespondensi:

Jurusan Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus Merauke. Jl. Kamizaun Mopah Lama, Merauke 99600 Indonesia. E-mail: jsembiring@unmus.ac.id

tersebar luas dalam berbagai jenis tumbuhan. Ada sekitar 40 famili tumbuh-tumbuhan atau sekitar 14% dari jumlah famili tumbuhan yang diketahui mengandung alkaloid. Hampir semua alkaloid yang ditemukan di alam mempunyai keaktifan fisiologis tertentu. Alkaloid memberikan kontribusi terbesar pada bidang farmasi (Harborne, 1980). Flavonoid terdapat dalam semua tumbuhan hijau dan merupakan metabolit sekunder yang menunjukkan berbagai khasiat farmakologi dan aktivitas biologik. Secara umum kandungan metabolit sekunder dikelompokkan berdasarkan sifat dan reaksi khas suatu metabolit sekunder dengan pereaksi tertentu.

Dasar pemilihan serangga terhadap tanaman inang didasari oleh dua tipe rangsangan yaitu bau yang berasal dari senyawa kimia botani seperti alkaloid, glikosida dan sebagainya. Selain itu, adanya rangsangan nutrisi seperti *feeding stimulants* dan *detergents*. Serangga cenderung memilih tanaman yang mempunyai senyawa nutritif baik (pada umur dan fisiologi tertentu) untuk mengoptimalkan pemenuhan nutrisinya (Howard & Giblin-Davis, 1997). Senyawa sekunder tanaman dijadikan rangsangan pemandu oleh serangga untuk mengenali tanaman inangnya baik untuk oviposisi maupun untuk makan. Senyawa nutrisi maupun senyawa sekunder sangat menentukan hasil pemilihan akhir bagi kesesuaian inangnya. Teori tersebut memberi manfaat besar bagi kelenturan terhadap peranan perubahan fisiologi serangga dan tanaman (Dent, 1991). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan senyawa metabolit pada tanaman Meliaceae terhadap preferensi serangga *Hypsipyla robusta*.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Sam Ratulangi Manado, Laboratorium BALITKA Manado, Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo, dan Laboratorium Farmasi Sendai Jepang. Pengiriman sampel ke

Laboratorium Farmasi Sendai Jepang untuk melihat struktur NMR. Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Mei 2014- Maret 2016.

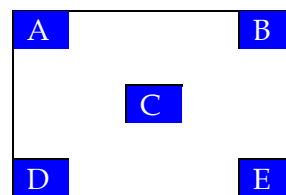
Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pipet tetes, seperangkat alat evaporator, gelas kimia, corong pisah, penyangga, klem, timbangan analitik, seperangkat alat kromatografi lapis tipis, botol-botol vial, botol semprot, labu dasar bulat, spatula, oven. Alat ukur yang digunakan untuk identifikasi senyawa adalah spektrofotometer *ultra violet-visible* (UV-Vis) dan spektrofotometer *infra red* (IR).

Bahan tumbuhan (sampel) yang digunakan dalam penelitian ini adalah langsung, duku, mindi, mahoni besar dan mahoni kecil. Bahan kimia yang akan digunakan adalah metanol, n-heksan, etil asetat, dietil eter, kloroform, aquades, HCl pekat, serbuk Mg, NaOH dan H₂SO₄ pekat, pereaksi mayer, pereaksi wagner, pereaksi dragendroff, serbuk NaCl, logam Mg, ammoniakal, aseton, silica gel 60 (e.merck 70-230 mesh) dan silica gel GF₂₅₄ (merck).

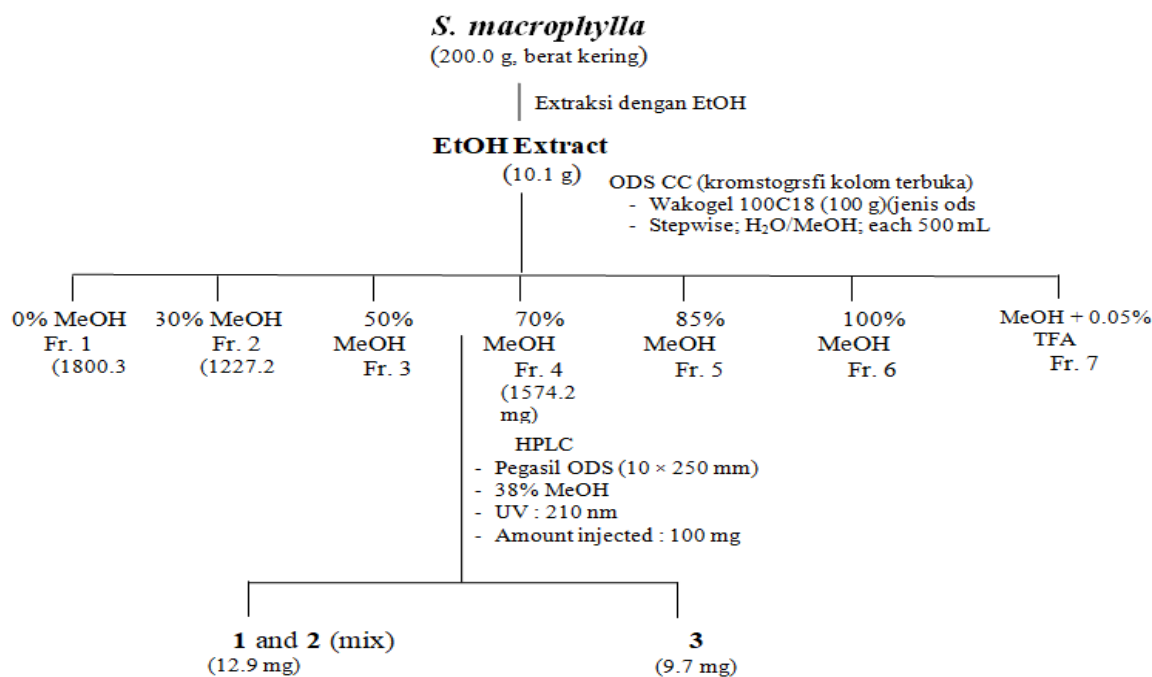
Pengujian Preferensi

Pengujian preferensi makanan dari imago akan dilakukan dengan species yang sama dengan yang diuji pada larva. Ke lima jenis tanaman tersebut (langsat, duku, mindi, mahoni besar, mahoni kecil) yang ditanam di dalam wadah plastik dimasukkan ke dalam *insect net* dengan ukuran 10 m X 10 m X 2 m. Tujuh ratus lima puluh pupa dimasukkan ke dalam sangkar. Pupa diletakkan dengan posisi diagonal dengan setiap tempat diletakkan 150 pupa (Gambar 1).



Gambar 1. Penataan peletakan pupa.

Observasi terhadap pucuk yang rusak akibat larva muda yang keluar dari telur yang diletakkan oleh imago dilakukan 2-4 minggu. Penelitian ini



Gambar 2. Alur kerja penelitian

dirancang dalam rancangan bujur sangkar latin dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Total jumlah tanaman dalam seluruh perlakuan ialah 250 tanaman.

Pelaksanaan Penelitian Metabolit sekunder

Penelitian ini dilakukan melalui lima tahap, yaitu: (1) pengumpulan dan pengolahan sampel (2) ekstraksi, (3) purifikasi, (4) uji fitokimia (5) identifikasi senyawa dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan IR. Bahan sampel yang digunakan adalah sampel kering daun langsung, duku, mindi dan mahoni yang terdiri dari mahoni besar dan mahoni kecil. Sebagian sampel tumbuhan sebanyak 25 gram yang dimaserasikan dengan 250 mL pelarut metanol didalam maserator selama 1 x 24 jam. Kemudian hasil maserasi tersebut dipisahkan dari pelarut atau dikeringkan dengan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak kasar atau ekstrak kental sampel. Kemudian sebagian sampel ekstrak kasar dilarutkan dengan air yang kemudian akan dilakukan partisi di dalam corong pisah dengan pelarut n-heksan, dan etil asetat (Gambar 2). Hasil partisi yang berupa fraksi tersebut dilakukan

pengujian kandungan senyawa fitokimianya. Senyawa-senyawa yang diuji adalah senyawa alkaloid, senyawa flavonoid, senyawa fenolik, senyawa saponin, senyawa Steroid, senyawa terpenoid. Sedangkan untuk metabolit primer adalah kadar pati, analisis lemak, dan minyak secara soxhlet (Direct Acid Hydrolysis Method; AOAC).

Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisis menggunakan uji *Analysis of Variance* (ANOVA), bila terdapat perbedaan yang signifikan antar perlakuan maka uji dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf signifikansi $\alpha = 5\%$.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Serangan *Hypsipyla* sp dapat terjadi pada tanaman mahoni dan mindi (Gambar 3; Tabel 1). Walaupun serangan pada mindi sangat kecil dan pada beberapa serangga tidak menyelesaikan siklus hidupnya pada tanaman mindi tetapi berpindah ke tanaman mahoni. Pada tanaman



Gambar 3. Serangan pada mahoni (a), dan Mindi (b).



Gambar 4. Larva masih di dalam batang (a), larva telah keluar dari batang (b), serangan pada pucuk muda (c), dan serangan pada ranting muda (d).

mindy serangannya berbeda dengan tanaman mahoni yaitu tidak ditemukan pucuk tanaman yang mati (Gambar 4). Biasanya hanya ranting yang patah dan tanaman tidak menghasilkan pucuk yang baru. Larva yang baru keluar dari telur akan segera memakan bagian-bagian pohon yang lunak yaitu kuncup pada bagian pucuk dan daun muda sampai ke bagian urat-urat daunnya sebelum menggerak pucuk. Larva yang berada pada pucuk muda atau daun muda akan memakan bagian epidermis dengan membentuk lintasan-lintasan tak beraturan yang kemudian memilih satu titik pada pucuk dan akan menggerak ke bawah dalam empulur. Pada umumnya larva akan selalu tinggal dalam satu pucuk tetapi kadang-kadang pindah ke pucuk lain.

Warna *frass* *Hypsipyla* sp. pada mahoni dan mindi berbeda. Hal ini karena pada umumnya

warna *frass* serangga akan dipengaruhi oleh makanannya. Pada tanaman mahoni warna *frass* serangga coklat kekuningan sedangkan pada tanaman mindi berwarna putih kecoklatan. Pada Gambar 4 terlihat bahwa tanaman yang terserang akan di tutupi oleh *frass* berwarna kuning kecoklatan (Gambar 4A) dan apabila serangga telah keluar menjadi serangga dewasa (imago) maka bekas gerekkan akan terbuka atau membentuk lubang (gambar 4B). Sedangkan serangan pada pucuk muda akan menyebabkan kelayuan (Gambar 4C) dan pada ranting muda dapat menyebabkan tanaman tidak tumbuh/ abnormal (Gambar 4D).

Hasil penelitian menunjukkan terjadi perbedaan tingkat serangan *Hypsipyla* sp secara statistik. Tingkat kesukaan serangga tertinggi terlihat pada mahoni daun kecil. Secara statistik terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan secara signifikan antara mahoni daun kecil dan daun lebar walaupun tingkat kesukaannya telah mencapai di atas 90 %. Perbedaan yang significant juga terlihat antara perlakuan mahoni daun kecil dan daun mindi, duku, serta langsung dengan tingkat perbedaan lebih dari 70%.

Pada serangan yang tinggi semua pucuk yang terbentuk oleh serangan awal akan kembali terserang, bahkan rantingpun akan terserang. Pada intensitas serangan tinggi dan larva pindah ke tanaman lain merupakan kondisi rawan bagi serangga akan serangan predator. Serangan pada ranting tanaman tidak akan mengakibatkan kerusakan secara ekonomis karena serangga tidak menyelesaikan siklus hidupnya dalam ranting tanaman. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh struktur ranting atau kandungan nutrisi. Hasil uji dari fitokimia ekstrak daun tanaman mahoni kecil, mahoni besar, Langsung, duku menunjukkan bahwa terdapat senyawa bioaktif pada daun adalah mengindikasikan adanya senyawa fenol, flavonoid, saponin, terpenoid, steroid dan alkaloid (Tabel 2).

Tabel 1. Tingkat serangan *Hypsipyla* sp.

Tanaman	Daun kecil	Daun lebar	Mindi	Duku	Lansat
Tingkat serangan	97.5a	93.2b	13.75c	3.75d	3.75d

Tabel 2. Hasil uji fitokimia fraksi n-heksan

Sampel	Flavonoid	Steroid	Alkaloid	Terpenoid	Saponin
Langsat	+	+	+	-	-
Duku	+	+	-	-	+
Mindi	+	+	+	-	+
Mahoni besar	+	+	+	-	+
Mahoni kecil	+	+	+	-	+

Tabel 3. Hasil uji fitokimia fraksi etyl asetat

Sampel	Flavonoid	Steroid	Alkaloid	Terpenoid	Saponin
Langsat	+	+	-	-	-
Duku	+	+	+	-	+
Mindi	+	+	+	-	+
Mahoni besar	+	+	+	-	+
Mahoni kecil	+	+	-	-	+

Tabel 4. Data pembacaan hasil analisis spektroskopi senyawa dari absorbansi UV-Vis tumbuhan

Analisis spektroskopi	Pembacaan				
	Langsat	Mindi	Mahoni daun besar	Mahoni daun kecil	Duku
UV (nm, aseton)	260 ; 218	269 ; 202	260 ; 215	260 ; 216	259 ; 216
FTIR (cm ⁻¹)	3384; 1727; 1375; 1028	2983; 1373; 1045	1739; 1238; 1375; 1029	3384; 2984; 1739; 1245; 1244;1029	3377; 2833; 1375; 1172; 725

Senyawa metabolit sekunder dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup sebagai senyawa yang dapat mengobati penyakit atau memperkuat tingkat kekebalan mahluk hidup terhadap penyakit (Astuti *et al.*, 2011; Lenny, 2006). Tumbuhan duku, langsung, mahoni kecil, mahoni besar dan mindi adalah sebagian contoh

kecil tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder. Flavonoid dan pigmen antosianin tanaman sangat berperan penting di alam yang berguna untuk keindahan dan kecantikan dari warna bunga, buah, buah pohon bunga dan daun musim gugur (Shono & Snook, 2006). Flavonoid memainkan peran utama

dalam menarik serangga untuk memberi makan dan penyerbukan tanaman. Beberapa jenis memiliki rasa pahit dan mengusir hama pada tanaman (Harborne, 1987; Hauxwell *et al.*, 2001). Menurut Chang *et al.* (2002) flavonoid dianggap antioksidan, dan memainkan peran utama dalam makanan, mencegah kerusakan akibat penuaan yang disebabkan oleh radikal bebas. Lebih lanjut, menurut Chou (2004) dan Ernawita (2008), senyawa ini memiliki asal biosintesis melalui dua jalur yaitu asam *skimic* dan jalur *acetogenin* (*mevalonat*).

Pada Tabel 3 hasil skrining fitokimia pada sampel langsung, duku, mindi, mahoni besar dan mahoni kecil pada fraksi n-heksan, fraksi etil asetat dan fraksi air menunjukkan hasil positif untuk flavonoid dan steroid, sedangkan untuk alkaloid, terpenoid dan saponin menunjukkan hasil negatif. Hasil positif pada flavonoid ditunjukkan dengan perubahan warna menjadi hijau ketika ditambahkan HCl pekat dan serbuk Mg, ditambahkan H₂SO₄ dan NaOH pekat membentuk warna merah bata hal ini disebabkan karena terbentuknya garam flavilium (Achmad, 1986; Ernawita, 2008), sedangkan steroid ditunjukkan dengan terbentuknya warna biru setelah penambahan asam sulfat pekat. Selain itu sampel juga mengandung senyawa saponin kecuali langsung. Hal ini terlihat dari busa/buih stabil yang dihasilkan. Senyawa yang memiliki gugus polar dan nonpolar bersifat aktif permukaan sehingga saat dikocok dengan air, saponin dapat membentuk misel. Keadaan inilah yang tampak seperti busa (Wonorahardjo, 2013). Sementara untuk langsung diidentifikasi tidak mengandung saponin karena pada saat ditambahkan aquadest tidak menghasilkan busa. Pembentukan busa yang stabil sewaktu mengekstraksi tumbuhan merupakan bukti terpercaya akan adanya saponin. Aktivitas saponin ini di dalam tubuh serangga adalah mengikat sterol bebas dalam saluran pencernaan makanan. Sterol itu adalah zat yang berfungsi sebagai prekursor hormon ecdison, sehingga dengan menurunnya jumlah sterol bebas dalam tubuh serangga akan mengakibatkan terganggunya proses pergantian kulit (*moulting*)

pada serangga. Saponin memiliki efek lain menurunkan tegangan permukaan selaput mukosa traktus digestivus larva sehingga dinding traktus digestivus larva menjadi korosif (Astuti *et al.*, 2011).

Hasil skrining fitokimia pada jenis sampel langsung, duku, mindi, mahoni besar, dan mahoni kecil mengandung senyawa steroid. Uji ini didasarkan pada kemampuan senyawa triterpenoid dan steroid membentuk warna oleh H₂SO₄ pekat pada pelarut asetat glasial yang membentuk warna jingga. Berdasarkan hasil skrining fitokimia, diketahui bahwa jenis sampel langsung, duku, mindi, mahoni besar dan mahoni kecil semuanya mengandung senyawa steroid.

Pada Tabel 4 analisis spektroskopi tanaman langsung senyawa dari absorbansi UV-Vis menunjukkan puncak serapan UV senyawa metabolit sekunder tumbuhan Langsung terletak pada 218 nm dan 260 nm. Serapan UV pada 260 nm ini ditimbulkan oleh transisi π - π^* pada cincin benzen. Hasil analisa spektrum infra merah dari tanaman langsung, nampak adanya gugus -OH bebas yang memberikan serapan-O-H_{str} yang berpusat di sekitar bilangan gelombang (ν , cm⁻¹) 3384, C-O_{str} gugus karbonil metil ester nampak pada bilangan gelombang (ν , cm⁻¹) 1727, terdapatnya substitusi -O-H pada struktur juga nampak dari terdapatnya serapan pada bilangan gelombang (ν , cm⁻¹) 1246 dan 1172 yang merupakan serapan -C-O fenolik. Terdapatnya gugus karboksil nampak dari serapan -O-H_{def} karboksilat pada bilangan gelombang (ν , cm⁻¹) 1028. Adanya struktur aromatik ditunjukkan oleh serapan pada (ν , cm⁻¹) 1465 merupakan serapan C=C_{str} dari cincin aromatik, dan (ν , cm⁻¹) 725 yang merupakan serapan -C-C_{bend oop aromatic} (Tabel 3). Menurut Harborne (1987) bahwa pada λ 255-265 adalah λ maksimum utama (nm) yang merupakan ciri spektrum golongan flavonoid utama yakni spesifik isoflavon. Flavonoid mengandung system aromatic yang terkonyugasi dan karena itu menunjukkan pita serapan yang kuat pada daerah spektrum UV.

Analisa spektroskopi tanaman mindi senyawa dari absorbansi UV-Vis menunjukkan senyawa (1) terletak pada 269 nm sedangkan senyawa (2)

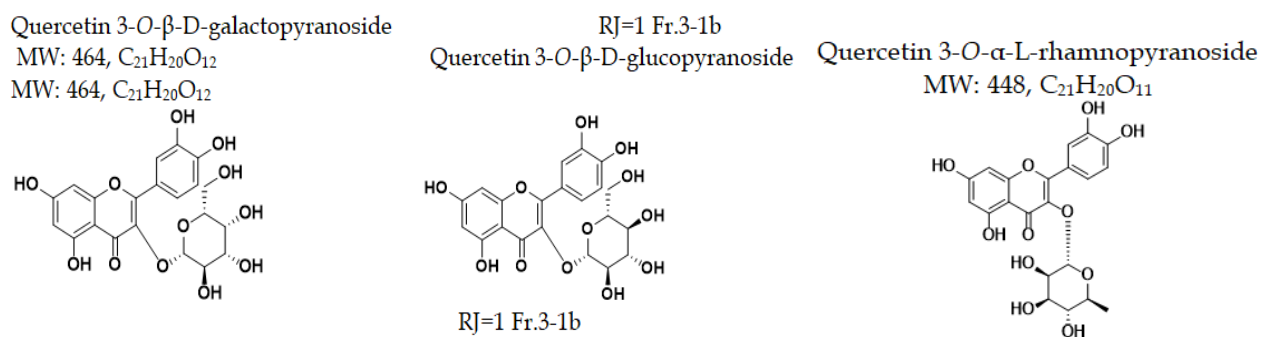
terletak pada 202 nm. Analisa spektrum infra merah tanaman mindi, nampak adanya gugus -OH bebas yang memberikan serapan-O-Hstr yang berpusat di sekitar bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 3533, terdapatnya substitusi -O-H pada struktur juga nampak dari terdapatnya serapan pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 1280 dan 1172 yang merupakan serapan -C-O fenolik. Terdapatnya gugus karboksil nampak dari serapan -O-H_{def} karboksilat pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 995. Adanya struktur aromatik ditunjukkan oleh serapan pada (ν , cm^{-1}) 1465 merupakan serapan C=C_{str} dari cincin aromatik, dan (ν , cm^{-1}) 725 yang merupakan serapan -C-C_{bend} oop aromatik. Menurut Harborne (1987) bahwa pada λ 250-270 adalah λ maksimum utama (nm) yang merupakan ciri spektrum golongan flavonoid utama yakni flavon dan biflavonil. Biflavonil merupakan ragam struktur lain dalam deret flavon. Senyawa dimer ini terbentuk melalui penggandengan karbon-karbon-oksigen antara dua satuan flavor.

Analisis spektroskopi tanaman mahoni daun besar senyawa dari absorbansi UV-Vis menunjukkan senyawa: 1) terletak pada 260 nm sedangkan senyawa, 2) terletak pada 215 nm. Pada λ 255-265 adalah λ maksimum utama (nm) yang merupakan ciri spektrum golongan flavonoid utama yakni isoflavon. Hasil analisis spektrum infra merah, nampak adanya gugus -OH bebas yang memberikan serapan-O-Hstr yang berpusat di sekitar bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 3533, terdapatnya substitusi -O-H pada struktur juga nampak dari terdapatnya serapan pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 1280 dan 1172 yang merupakan serapan -C-O fenolik. Terdapatnya gugus karboksil nampak dari serapan -O-H_{def} karboksilat pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 995. Adanya struktur aromatic ditunjukkan oleh serapan pada (ν , cm^{-1}) 1465 merupakan serapan C=C_{str} dari cincin aromatik, dan (ν , cm^{-1}) 725 yang merupakan serapan -C-C_{bend} oop aromatik. Hasil analisis spektroskopi mahoni daun kecil senyawa dari absorbansi UV-Vis menunjukkan senyawa (1) terletak pada 260 nm sedangkan senyawa (2) terletak pada 216 nm. Menurut Harborne (1987) bahwa pada λ 255-265 adalah λ maksimum utama (nm) yang merupakan

ciri spektrum golongan flavonoid utama yakni isoflavon. Analisis spektrum infra merah mahoni daun kecil, nampak adanya gugus -OH bebas yang memberikan serapan-O-Hstr yang berpusat di sekitar bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 3533, terdapatnya substitusi -O-H pada struktur juga nampak dari terdapatnya serapan pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 1280 dan 1172 yang merupakan serapan -C-O fenolik (Resi & Surgani, 2009). Terdapatnya gugus karboksil nampak dari serapan -O-H_{def} karboksilat pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 995. Adanya struktur aromatic ditunjukkan oleh serapan pada (ν , cm^{-1}) 1465 merupakan serapan C=C_{str} dari cincin aromatik, dan (ν , cm^{-1}) 725 yang merupakan serapan -C-C_{bend} oop aromatic.

Analisa spektroskopi tanaman duku senyawa dari absorbansi UV-Vis menunjukkan senyawa (1) terletak pada 259 nm sedangkan senyawa (2) terletak pada 216 nm. Pada λ 255-265 adalah λ maksimum utama (nm) yang merupakan ciri spektrum golongan flavonoid utama yakni isoflavon. Hasil analisa spektrum infra merah, nampak adanya gugus -OH bebas yang memberikan serapan-O-Hstr yang berpusat di sekitar bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 3533, terdapatnya substitusi -O-H pada struktur juga nampak dari terdapatnya serapan pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 1280 dan 1172 yang merupakan serapan -C-O fenolik. Terdapatnya gugus karboksil nampak dari serapan -O-H_{def} karboksilat pada bilangan gelombang (ν , cm^{-1}) 995. Adanya struktur aromatik ditunjukkan oleh serapan pada (ν , cm^{-1}) 1465 merupakan serapan C=C_{str} dari cincin aromatik, dan (ν , cm^{-1}) 725 yang merupakan serapan -C-C_{bend} oop aromati.

Senyawa-senyawa fenol yang berasal dari kombinasi antara kedua jalur biosintesa ini yaitu senyawa-senyawa flavonoida. Flavonoida memberikan kontribusi keindahan dan kesemarakan pada bunga dan buah-buahan di alam. Flavin memberikan warna kuning atau jingga, antodianin memberikan warna merah, ungu atau biru, yaitu semua warna yang terdapat pada pelangi kecuali warna hijau (Achmad, 1986). Secara biologis flavonoid memainkan peranan



Gambar 5. Golongan flavonoid utama dalam tanaman mahoni.

Tabel 5. Hubungan antara klorofil, indeks mulut daun, metabolit primer dengan tingkat serangan hama *H.robusta*.

Tanaman	Klorofil	Indeks mulut daun	Kadar lilin	Kadar Pati	Lemak	Protein	Tingkat Serangan
Mindi	73,5507	0,119	0,006	269.423,33	5,8	0,4815	0,02
Mahoni daun lebar	70,3696	0,142	0,0078	181.946,67	23,45	0,1751	0,9
Mahoni daun kecil	51,4239	0,23	0,0078	437.523,33	24,15	0,1313	0,95
Duku	33,3587	0,017	0,0062	378.693,33	20,4	0,3064	0,001
Langsa	41,4348	0,05	0,0054	181.946,67	23,45	91.052	0,001

penting dalam kaitan penyerbukan tanaman oleh serangga (Astuti *et al.*, 2011; Weeks, 2015). Flavonoid merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar yang ditemukan di alam dan berasal dari tumbuhan tingkat tinggi. Flavonoid mempunyai kerangka dasar dengan 15 atom karbon, dimana dua cincin benzen (C_6) terikat pada satu rantai propan (C_3) sehingga membentuk suatu susunan ($C_6-C_3-C_6$) dengan struktur 1,3-diarilpropan. Senyawa-senyawa flavonoid terdiri dari beberapa jenis, bergantung pada tingkat oksidasi rantai propan dari sistem 1,3-diarilpropan (Gambar 5). Identifikasi senyawa dilakukan oleh FABMS spektrometri dan analisis data 1D dan 2D NMR spektroskopi. Senyawa 1-3 diidentifikasi sebagai Quercetin 3-O-β-D-galactopyranoside (1), Quercetin 3-O-β-D-glucopyranoside (2), dan quercetin 3-O-α-L-rhamnopyranoside (3). Struktur senyawa 1-3 (Gambar 6).

Tanaman mahoni daun kecil mengandung kadar pati yang tinggi sebesar $\mu\text{g/mL}$ 43,7210 dibandingkan dengan tanaman lainnya. Jika dilihat dari tingkat preferensi maka *Hypsipyla* sp. lebih menyukai tanaman mahoni daun kecil dibandingkan dengan tanaman lainnya. Tetapi hal ini bukan faktor satu-satunya atau faktor penentu pemilihan inang oleh serangga tersebut. Hal ini dikarenakan *Hypsipyla* sp. tidak memilih inang tanaman duku walaupun memiliki kadar pati yang tinggi dan memilih inang tanaman mahoni daun lebar walaupun kadar patinya lebih rendah dibandingkan tiga tanaman lainnya. Tanaman mahoni kecil mengandung kadar lemak yang tinggi sebesar 24,15% sedangkan terkecil pada tanaman mindi 5,8%. Tanaman langsung mengandung kadar protein yang tinggi dibandingkan dengan tanaman mahoni, mindi dan duku (Tabel 5). Jika dilihat dari pemilihan tanaman inang hal ini justru menarik, karena

Hypsipyla sp memilih inang tanaman mahoni daun kecil dan mahoni daun besar yang kadar proteinnya lebih rendah dari tanaman langsung, duku dan mindi. Jadi dapat dikatakan bahwa protein bukan satu-satunya faktor yang menentukan serangga menentukan inangnya, tetapi banyak faktor lainnya. Walaupun demikian asam amino merupakan penyusun protein, sering dinyatakan sebagai nutrisi yang paling membatasi pada serangga herbivora. Serangga herbivora menggunakan asam amino untuk menyusun protein, yang digunakan untuk kebutuhan struktural, sebagai enzim, untuk transport dan penyimpanan, atau sebagai reseptor molekul. Asam amino tunggal juga penting untuk fungsi fisiologis. Sebagai contoh, tirosin penting untuk pembentukan kultikula, triptopan digunakan untuk pembentukan pigment, glutamate berguna sebagai neurotransmitter, dan untuk beberapa serangga herbivora prolin penting sebagai sumber energy. Hampir semua serangga membutuhkan tingkat protein yang optimum untuk pertumbuhannya, tapi kebutuhan untuk masing-masing spesies berbeda. Serangga membutuhkan protein untuk kebutuhan strukturalnya, sebagai enzim, reseptor, untuk kebutuhan transport dan penyimpanan (Behmer, 2006; Sands & Murphy, 2001).

Indeks mulut daun tertinggi pada tanaman mahoni daun kecil, mahoni daun lebar dan mindi. Stomata diikat dengan dua sel penjaga berbentuk bulan sabit yang berfungsi untuk mengatur lebar lubang, setiap sel penjaga mengandung kloroplast. Ukuran tumbuhan, kadar CO₂, cahaya, suhu, aliran udara, kelembaban, aktifitas fotosintesis dan tersedianya air tanah mempengaruhi perilaku stoma yang membuka dan menutupnya dikontrol oleh perubahan tekanan turgor sel penjaga yang berkorelasi dengan kadar ion kalium (K⁺) di dalamnya. Selama stomata terbuka, terjadi pertukaran gas antara daun dengan atmosfer dan air akan hilang ke dalam atmosfer. Stomata mengatur laju penguapan yang di dalamnya juga akan melepaskan senyawa metabolik sekunder sebagai atraktan untuk menarik serangga mendekati tanaman atau sebaliknya sebagai repellen tergantung pada kandungan yang

dimiliki setiap kultivar. Trikoma berpengaruh terhadap oviposisi dan proses makan serangga dan herbivore lainnya (Dalin *et al.*, 2008).

Faktor lingkungan juga sangat mempengaruhi perkembangan dan jumlah stomata yang terbentuk selain faktor genetic (Iskandar, 2006). Faktor lingkungan seperti cahaya, suhu, air dan zat hara yang berkaitan erat dengan lingkungan berupa kondisi tanah, daerah dan iklim juga mempengaruhi produksi tanaman (Irwanto, 2006). Salah satu fungsi dari stomata adalah mengurangi penguapan yang akan terjadi melalui transpirasi dengan cara mengatur membuka dan menutup stomata. Mekanisme membuka dan menutupnya stomata tergantung dari tekanan turgor sel tanaman. Tekanan turgor pada tanaman mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Hadiyanti & Mariyono, 2019). Kontak fisik pertama kali antara serangga dan tanaman terjadi saat serangga mendarat atau menyentuh permukaan daun (Husaini *et al.*, 2006). Karakteristik struktur daun menentukan perilaku serangga dalam berinteraksi. Lapisan lilin menutupi kutikula yang mengandung rantai panjang karbohidrat, alkohol primer dan asam lemak. Kerapatan stomata yang rendah akan meminimalisasi transpirasi tanaman pada saat musim kemarau. *Hypsipyla* sp memilih tanaman mahoni daun kecil dan mahoni daun lebar yang memiliki lapisan lilin yang cukup tinggi. Pada beberapa serangga mungkin tidak menyukai tanaman atau daun yang memiliki lapisan lilin yang tinggi (Rachmatsjah & Wylie, 2001). Trikoma terdapat pada permukaan sisi adaksial dan abaksial daun yang diamati. Trikoma berperan untuk mengurangi penguapan, meneruskan rangsang, mengurangi gangguan hewan. Variasi bentuk trikoma dipengaruhi oleh perlawanan terhadap herbivora, ekofisiologi antara air dan daun, serta perlindungan dari sinar UV (Agrawal & Spiller, 2004; Binyameen, 2013).

Pada umumnya *Hypsipyla* sp tidak menyukai tanaman inang yang memiliki trikoma yang banyak, seperti pada mindi. Hal ini dapat mengganggu dalam peletakan telur karena trikoma merupakan bentuk pertahanan tanaman terhadap hama. Apabila terjadi peningkatan konsentrasi

klorofil pada tanaman maka dapat meningkatkan kemampuan tanaman untuk menangkap energi radiasi cahaya lebih efisien sehingga proses fotosintesis lebih tinggi (Hadiyanti & Mariyono, 2019). *Hypsipyla* sp menyukai tanaman mahoni daun kecil dan mahoni daun lebar yang memiliki kadar klorofil yang tinggi.

KESIMPULAN

Tingkat kesukaan Serangga *Hypsipyla* sp tertinggi terlihat pada mahoni daun kecil. Secara statistik terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan antara mahoni daun kecil dan daun lebar walaupun tingkat kesukaannya mencapai di atas 90 %. Perbedaan yang signifikan juga terlihat antara perlakuan mahoni daun kecil dan daun mindi, duku, dan langsung dengan tingkat perbedaan lebih dari 70%. Banyaknya stomata mahoni dibandingkan dengan tanaman lain, juga akan melepaskan senyawa metabolik sekunder sebagai atraktan untuk menarik serangga mendekati tanaman. Golongan flavonoid utama dalam tanaman mahoni adalah Quercetin 3-O- β -D-galactopyranoside, Quercetin 3-O- β -D-glucopyranoside, dan quercetin 3-O- α -L rhamnopyranoside.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A. 1986. *Kimia Organik Bahan Alam*. Penerbit Karnunika. Jakarta.
- Agrawal, A.A., and D.A. Spiller. 2004. Polymorphic buttonwood: Effects of disturbance on resistance to herbivores in green and silver morphs of a Bahamian shrub. *American Journal of Botany*. 91(12): 1990-1997.
- Ahmad. 1996. *Plant basal resistance: genetics, biochemistry and impacts on plant-biotic interactions*. Department of Biological Chemistry and Crop Protection, Rothamsted Research, Harpenden, Herts, AL5 2JQ, United Kingdom and was funded by the UK Biotechnology and Biological Sciences Research Council (BBSRC) Institute Career Path Fellowship (grant no. BB/E023959/1).
- Astuti S, Mimi SAM, Retno ABM and Awalludin. 2011. Determination of saponin compound from *Anredera cordifolia* (Ten.) Steenis (Binahong) to potential treatment for several diseases. *Journal of Agricultural Science, Canadian Center of Science and Education*. 3(4): 224-232.
- Behmer, 2006. *Insect sterol nutrition and physiology: A global overview*. Department of Zoology, University of Oxford, South Parks Road, Oxford OX1 3PS, UK; phtthiraptera.info/Publications/47192.pdf
- Binyameen, M. 2013. *Olfactory mechanisms of host selection in phytophagous insects behavior, neuron, and receptor*. [Doctoral Thesis]. Faculty of Landscape Planning, Horticulture and Agricultural Science Department of Plant Protection Biology Alnarp.
- Chang, C.C., M.H. Yang, H.M. Wen, and J.C. Hern. 2002. Estimation of total flavonoid content in propolis by two complementary colorimetric methods. *Journal of Food and Drug Analysis*. 10: 178-182.
- Chou, 2004. *Biochemical interactions among plants: Allelopathy as ecosystem regulator*. www.eolss.net/sample-chapters/c03/e6-54-10-05.pdf.
- Dalin, P., J. Ågren, C. Bjorkman, P. Huttunen, K. Kärkkäinen. 2008. *Leaf trichome formation and plant resistance to herbivory*. In: Schaller A (ed) *Induced plant resistance to herbivory*. Springer, Berlin. pp: 89-105.
- Dent, D. 1991. *Insect pest management*. C.A.B. International. 213-292.
- Ernawita. 2008. *Bioassay guided fraction and identification of antioxidant and antimicrobial compound from Callestemon viminalis (Gaeten) G.don*. [Thesis of Master Science] School of Biology Sciences. Universiti Sains Malaysia. pp: 10-20.
- Hadiyanti, N., dan Mariyono. 2019. Kajian pengaruh tingkat cekaman kekeringan terhadap karakteristik morfologis kumis kucing (*Orthosiphon aristatus* (Blume) Miq.) *Agrinika*. 3(1): 58-68.
- Harborne, J.B. 1987. *Metode fitokimia, penuntun cara modern menganalisis tumbuhan*. Terjemahan K. Padmawinata dan I. Soediro. ITB, Bandung.
- Hauxwell, C., C. Vargas, and E.O. Frimpong. 2001. *Entomopathogens for control of Hypsipyla robusta*. Proceedings of an International Workshop held at Kandy, Sri Lanka 20-23 August 1996. pp. 3-6. ACIAR Proceedings No. 97, pp: 189.
- Howard, F.W., and R.M. Giblin-Davis. 1997. *Insects on palms*. CABI Publishing CABI Publishing CAB International 10 E 40th Street. [sphinx.sai.com/2016/ch_vol9_no1/1/\(38-46\)V9N1CT.pdf](http://sphinx.sai.com/2016/ch_vol9_no1/1/(38-46)V9N1CT.pdf).
- Husaini, E., N. Kasno, Heneda, dan O. Rachmatsjah. 2006. *Pengantar hama hutan di Indonesia*. Departemen Silviculture Fakultas Kehutanan Institute Pertanian Bogor.
- Irwanto, 2006. *Penilaian kesehatan hutan tegakan jati (Tectona grandis) dan eucalyptus (Eucalyptus pellita) pada kawasan hutan Wanagama*. [Bahan Ajar]. Universitas Gadjah Mada. Jogjakarta. naturehealthy.webs.com/kesehatan_hutan.pdf.
- Iskandar, S. 2006. *The efforts to against the forest invasive species in Indonesia. A review*. Country Paper. Presented to the workshop on development of a strategy for the Asia-pacific forest invasive species network, Dehradun, India, 16 April 2006. Forest and Nature Conservation Research and Development Center Ministry of Forestry,

- Republic of Indonesia. apfisn.net/sites/default/files/Indonesia.
- Lenny, S. 2006. *Senyawa terpenoid dan steroid*. Department Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan. Hal: 10-17.
- Rachmatsjah, O., and F.R. Wylie. 2001. *Hypsipyla* shoot borers of Meliaceae in Indonesia. *Proceedings of an International Workshop*. Sri Lanka, 20-23 August 1996. pp. 31 - 32.
- Resi, A.W., dan A. Surgani. 2009. Flavonoida (Quercetin) dalam Makalah Kimia Organik, Program S.2. Kimia.Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Hassanudin Indonesia. Hal: 4-7.
- Sands, D.P.A., and S.T. Murphy. 2001. Prospects for biological control of *Hypsipyla robusta* with insect agents. *Proceedings of an International Workshop*. Sri Lanka, 20-23 August 1996. pp.: 3-6.
- Shono, K., and L.K. Snook. 2006. Growth of big-leaf mahogany (*Swietenia macrophylla*) in natural forests in Belize. *Journal of Tropical Forest Science*. 19(1): 66-73.
- Wonorahardjo, S.2013. *Metode-metode pemisahan kimia*. Permata Puri Media. Jakarta.