

Formulasi Insektisida Nabati Kombinasi Daun *Brugmansia suaveolens* Bercht. & J. Presl dan Daun *Swietenia macrophylla* King untuk Mengendalikan Hama *Hypothenemus hampei* Ferr.

Roisatul Ainiyah^{1*}, Endik Deni Nugroho², Amang Fathurrohman³, Zainul Ahwan⁴,
Muhammad Dayat⁴, Mulyono Wibisono⁵, Fafit Rahmat Aji⁵, Kasiman⁶, dan Khoiril Anam⁷

¹Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Yudharta Pasuruan
Jl. Yudharta No.7, Kembangkuning, Sengonagun, Kec. Purwosari, Pasuruan, Jawa Timur 67162

²Pendidikan Biologi, Fakultas Ilmu Pendidikan,
Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan

³CV. Eksis Mandiri Nusantara

⁴Program Studi Ilmu Komunikasi, Fakultas Ilmu Sosial & Politik,
Universitas Yudharta Pasuruan

⁵PT. Tirta Investama Pabrik Pandaan

⁶LMDH Bumi Lestari Mulyorejo Kelurahan Ledug, Kabupaten Pasuruan

⁷Dinas Lingkungan Hidup, Kabupaten Pasuruan

*Alamat korespondensi: roisatul.ainiyah@yudharta.ac.id

INFO ARTIKEL

Diterima: 28-11-2022

Direvisi: 07-07-2023

Dipublikasi: 14-08-2023

ABSTRACT/ABSTRAK

Formulation of botanical insecticide combination of *Brugmansia suaveolens* Bercht. & J. Presl and *Swietenia macrophylla* King leaves to control *Hypothenemus hampei* Ferr.

Keywords:

Effectiveness test,
Mahogany, Mountain
amethyst,
Phytochemical
screening, Secondary
metabolites

Hypothenemus hampei Ferr is a main pest of coffee plants. The existence of this pest is one of the factors causing low coffee production. A common control method is the use of synthetic insecticides that can harmfully affect the environment. Meanwhile, mountain amethyst (*Brugmansia suaveolens*) and mahogany (*Swietenia macrophylla*) plants contain secondary metabolites which have potential as botanical insecticides. The aim of this study was to determine the phytochemical content and effectiveness of a combination of *B. suaveolens* and *S. macrophylla* leaf insecticides in controlling *H. hampei*. The research was conducted from November 2021 to January 2022 at the Laboratory of Agriculture Faculty, University of Yudharta Pasuruan and the ITSNU Pasuruan Biology Laboratory. This study used a completely randomized design (CRD) with five formulations of *B. suaveolens* and *S. macrophylla* botanical insecticide combination, namely F1 (500 g : 0 g), F2 (350 g : 150 g), F3 (250 g : 250 g), F4 (150 g : 350 g), and F5 (0 g : 500 g) as well as negative control (water) and positive control (insecticide with active ingredient carbaryl 85%), each repeated three times. Phytochemical screening was carried out to determine the content of secondary metabolites. While the effectiveness test was carried out with three parameters, namely attack intensity, lethal time (LT₅₀), and mortality. Data were analyzed using ANOVA with a significance level of 5%. The results showed that the five formulations of botanical insecticides contained phenolic, tannins, saponins, alkaloids, flavonoids, triterpenoids, and steroids compounds (except F1 which did not contain saponins). The results of the effectiveness test showed that the F2 formulation could control *H. hampei* with an attack intensity of 4.7 holes approaching the positive control (4.3 holes), LT₅₀ lethal time of 14.6 hours, and a mortality of 53.3%.

Kata Kunci:
Kecubung gunung,
Mahoni, Metabolit
sekunder, Skrining
fitokimia, Uji
efektivitas

Hama utama yang menyerang tanaman kopi adalah *Hypothenemus hampei* Ferr. Keberadaan hama ini menjadi salah satu faktor penyebab rendahnya produksi kopi. Pengendalian yang umum dilakukan adalah menggunakan insektisida sintetik yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan. Semnetara itu, tanaman kecubung gunung (*Brugmansia Suaveolens*) dan mahoni (*Swietenia macrophylla*) mengandung metabolit sekunder yang memiliki potensi sebagai bahan insektisida nabati. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan fitokimia dan efektivitas insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* dalam mengendalikan *H. hampei*. Penelitian dilakukan selama November 2021 sampai Januari 2022 di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Yudharta Pasuruan dan Laboratorium Biologi ITSNU Pasuruan. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima formulasi perbandingan daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla*, yaitu F1 (500 g : 0 g), F2 (350 g : 150 g), F3 (250 g : 250 g), F4 (150 g : 350 g), dan F5 (0 g : 500 g) serta pelakuan kontrol negatif (air) dan kontrol positif (insektisida berbahan aktif karbaril 85%), masing-masing diulang tiga kali. Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder sedangkan uji efektivitas dilakukan untuk mengetahui tiga parameter uji yaitu intensitas serangan, *lethal time* (LT₅₀), dan mortalitas. Data dianalisis menggunakan Anova dengan tingkat signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelima formulasi insektisida nabati mengandung senyawa fenol, tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan steroid (kecuali F1 tidak mengandung saponin). Hasil uji efektivitas menunjukkan formulasi F2 dapat mengendalikan *H. hampei* dengan intensitas serangan sebesar 4,7 lubang gerakan mendekati kontrol positif (4,3 lubang gerakan), *lethal time* LT₅₀ 14,6 jam, dan mortalitas sebesar 53,3%.

PENDAHULUAN

Kawasan Hutan Gunung Arjuna merupakan salah satu kawasan hutan lindung yang dikelola oleh UPT Tahura R. Soerjo, Perum Perhutani, dan BKSDA Jawa Timur. Wilayah ini mendukung cekungan Kedung Larangan yang secara administratif melintasi beberapa desa, termasuk Kelurahan Jatiarjo, Dayurejo, Ledug, Pecalukan, Prigen, dan Lumbangrejo di Kecamatan Prigen. Kehadiran hutan lindung ini sangat penting, terutama dalam hal fungsi konservasi dan sebagai zona penyangga untuk sistem hidrologi di sekitarnya (Ainiyah dkk., 2017). Salah satu blok hutan lindung di daerah tersebut adalah Hutan Sapen.

Hutan Sapen terletak di lereng timur Gunung Arjuno di Blok 3 seluas sekitar 20 ha. Keberadaannya berpotensi menjadi tempat penelitian dan pengembangan ilmiah, dengan keanekaragaman ekosistem, termasuk flora dan fauna. Pengelolaan hutan Sapen oleh LMDH Bumi Lestari Mulyorejo mengacu pada pengelolaan sistem tumpang sari di hutan produksi dengan menanam tanaman pertanian (kopi, cengkeh, lada) dan tanaman hijau (rumput

gajah). Di hutan Sapen terdapat 17 spesies tiang dan pohon yang didominasi oleh jenis pohon budidaya, termasuk pohon asing seperti mahoni dan pinus yang mendominasi hampir separuh kawasan hutan lindung (Wibisono dkk., 2017).

Kopi adalah salah satu tanaman tumpang sari yang ada di Hutan Sapen. Kopi merupakan tanaman perkebunan yang tidak membutuhkan pencahayaan dengan intensitas tinggi, sehingga sangat cocok ditanam di bawah tegakan. Masyarakat membudidayakan tanaman kopi yang di tanam di sela-sela pohon pinus dan mahoni milik Perhutani dan menjadi salah satu tanaman selingan yang memberikan nilai ekonomi bagi masyarakat sekitar. Terdapat 208 petani kopi yang diperkirakan menghasilkan kurang lebih 25,15 ton kopi per tahun (Aji dkk., 2016). Beberapa faktor yang menyebabkan rendahnya produksi kopi yaitu pengaruh kondisi cuaca buruk dan adanya serangan hama. Hasil observasi pada tanaman kopi di Hutan Sapen menunjukkan bahwa hama utama yang menyerang adalah penggerek buah kopi (PBKo) (*Hypothenemus hampei* Ferr.), penggerek batang (*Zeuzera coffeae* Neitner.), dan kutu putih (*Planococcus citri*).

Hypothenemus hampei merupakan hama utama yang menyerang tanaman kopi hampir di seluruh dunia. Secara umum tingkat kerusakan yang diakibatkan oleh hama *H. hampei* di Indonesia mencapai 50% (Rasiska dkk., 2016). Tingkat serangan *H. hampei* cukup tinggi, mencapai lebih dari 80% tanaman dengan tingkat kerusakan buah mencapai 30% (Swibawa & Sudarsono, 2011). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman serangga diurnal di Hutan Sapen masuk kategori sedang dengan indeks H' 2,363, di antaranya ditemukan *H. hampei* yang menyebabkan kerusakan berupa jatuhnya buah muda dan buah matang yang cekung dan membusuk sehingga menurunkan produksi dan kualitas kopi (Nugroho dkk., 2021). Pengendalian hama kopi bertujuan untuk menekan populasi hama kopi. Komponen pengendalian antara lain penggunaan varietas tahan hama, pestisida sintetik, dan pestisida nabati. Penggunaan pestisida nabati relatif mudah diperoleh, aman bagi serangga bukan sasaran, mudah terdegradasi di alam, dan memiliki fitotoksitas dan toksisitas yang rendah karena tidak meninggalkan residu pada tanaman (Purwati dkk., 2017).

Pestisida nabati merupakan jenis pestisida yang diperoleh dari tumbuhan dan mengandung senyawa-senyawa bioaktif seperti alkaloid, terpenoid, fenolik, dan senyawa lainnya. Pestisida ini memiliki kemampuan untuk menghambat atau mematikan hama atau penyebab penyakit/patogen (Permatasari dkk., 2021). Ada beberapa tumbuhan di Hutan Sapen yang potensial sebagai bahan baku pestisida nabati, yaitu kecubung gunung (*Brugmansia suaveolens* Bercht. & J. Presl) yang tumbuh liar di kawasan hutan. Daun *B. suaveolens* mengandung alkaloid sebesar 0.2 - 0.3 %, sedangkan kandungan alkaloid pada akar dan bijinya sebesar 0,4 - 0,9 (terdiri dari hiosin dan atropin). Komponen utama yang digunakan sebagai pestisida adalah zat alkaloid golongan atropin, dengan sekitar 85% skopolamin dan 15% hyoscyamine. Alkaloid ini mengandung racun yang sangat efektif dalam mengendalikan hama dengan cara kerja racun pernapasan. Racun insektisida tersebut masuk ke dalam tubuh serangga melalui sistem pernapasan, menyebabkan ulat mengalami pusing dan mengalami gejala tremor akut (Romsil & Binawati, 2015). Selain *B. suaveolens*, tumbuhan lain yang potensial sebagai bahan baku pestisida alami adalah mahoni (*Swietenia macrophylla* King). *Swietenia macrophylla* merupakan pohon introduksi yang mendominasi vegetasi pohon di Hutan Sapen. Tanaman *S.*

macrophylla dapat dimanfaatkan sebagai insektisida alami karena mengandung senyawa flavonoid (rotenon) (Septian dkk., 2013). Keberadaan *B. suaveolens* dan *S. macrophylla* di sekitar Hutan Sapen dapat dikombinasikan dan dimanfaatkan menjadi insektisida nabati sebagai upaya mengendalikan hama *H. hampei*. Dengan adanya insektisida nabati diharapkan produktivitas tanaman kopi di kawasan Hutan Sapen meningkat baik dalam hal kualitas maupun kuantitasnya.

Hingga saat ini, penelitian mengenai insektisida nabati dari daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla* untuk mengendalikan hama *H. hampei* belum banyak dilakukan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fitokimia dan efektivitas insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla* dalam mengendalikan hama *H. hampei*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan dalam rentang waktu dari November 2021 hingga Januari 2022. Tempat pembuatan insektisida nabati dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Universitas Yudharta Pasuruan, sedangkan skrining fitokimia dan uji efektivitas insektisida nabati dilakukan di Laboratorium Biologi ITS-NU Pasuruan, Jawa Timur. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan lima formulasi (F1, F2, F3, F4, F5) serta kontrol negatif dan kontrol positif. Setiap formulasi dan kontrol diulang sebanyak tiga kali. Secara rinci formulasi insektisida nabati disajikan pada Tabel 1, sedangkan kontrol negatif (berupa air tanpa insektisida nabati) dan kontrol positif (menggunakan insektisida kimia komersial dengan bahan aktif Karbaril 85%) dengan dosis sesuai petunjuk penggunaan.

Tabel 1. Formulasi insektisida nabati daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla*

Bahan	F1	F2	F3	F4	F5
Daun <i>B. suaveolens</i>	500 g	350 g	250 g	150 g	0 g
Daun <i>S. macrophylla</i>	0 g	150 g	250 g	350 g	500 g

Pembuatan Insektisida Nabati

Daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* dengan jumlah sesuai formulasi dihaluskan menggunakan blender dengan 5 l air secara bertahap untuk membantu proses penghalusan, kemudian

ditambah 100 g tepung beras, 100 g EM4 (*effective microorganisms* 4), 100 g molase dan diaduk hingga homogen. Setelah itu dimasukkan ke dalam jeriken, dikocok atau diaduk lagi hingga homogen, ditutup rapat, lalu difermentasi selama 14 hari. Selama proses fermentasi dilakukan pengontrolan gas dengan cara sedikit membuka tutup jeriken untuk mengeluarkan gasnya. Setelah 14 hari, insektisida nabati hasil fermentasi disaring menggunakan kain saring, kemudian dikemas dalam botol plastik.

Skrining Fitokimia

Insektisida nabati yang telah dibuat melalui proses fermentasi kemudian diskrining kandungan fitokimianya. Prosedur skrining fitokimia dilakukan dengan menggunakan pereaksi pendeteksi golongan pada plat tetes atau tabung reaksi. Skrining fitokimia berdasarkan Habibi dkk. (2018) dan Tima dan Supardi (2021) yang dilakukan meliputi:

Uji steroid

Sebanyak 1 ml sampel dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan dipanaskan. Kemudian didinginkan dan ditambah 1 ml kloroform dan 3 tetes pereaksi *Liebermann-Burchard*. Keberadaan steroid ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru atau hijau.

Uji triterpenoid

Sebanyak 1 ml sampel ditambah dengan 1 ml kloroform, lalu dipanaskan hingga mendidih. Kemudian didinginkan dan diberi 3 tetes pereaksi *Liebermann-Burchard*. Keberadaan triterpenoid ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi ungu atau hijau.

Uji alkaloid

Sebanyak 5 ml sampel disaring, lalu filtrat diambil 1 ml dan ditambahkan aquades hingga setengah tabung reaksi. Kemudian ditambahkan dengan 3 tetes pereaksi *Dragendorff*, lalu disentrifugasi. Adanya senyawa alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan berwarna oranye hingga jingga.

Uji flavonoid

Sebanyak 1 ml sampel ditambah 1 ml ethanol 96%, ditambahkan 0,1 g serbuk Mg dan 10 tetes HCl pekat lalu dikocok. Adanya senyawa flavonoid ditunjukkan dengan terbentuknya warna merah, kuning atau jingga.

Uji fenolik

Sebanyak 1 ml sampel ditambah dengan 5 tetes FeCl_3 1%, lalu dikocok. Hasil positif uji fenolik ditunjukkan oleh perubahan warna larutan menjadi biru kehitaman atau hijau kehitaman.

Uji tanin

Sebanyak 1 ml sampel ditambah dengan 1 ml etanol 96%. Kemudian dikocok dan ditambah dengan 5 tetes FeCl_3 5%. Hasil positif uji tanin ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna larutan menjadi biru kehitaman atau hijau kehitaman.

Uji saponin

Sebanyak 1 ml sampel ditambah dengan 1 ml aquades, kemudian dikocok selama 15 menit. Hasil positif uji saponin ditunjukkan dengan adanya busa yang stabil selama 5 menit setelah sampel dikocok.

Uji Efektivitas Insektisida Nabati

Insektisida nabati sesuai formulasi diencerkan menggunakan air dengan perbandingan 1:10. Sementara itu, air dan insektisida karbaril 85% disiapkan juga untuk perlakuan kontrol negatif dan kontrol positif. Setelah itu 7 ml insektisida nabati yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam botol semprot. Kemudian 10 imago *H. hampei* dimasukkan ke dalam stoples perlakuan, setelah itu 10 buah kopi dimasukkan pada masing-masing stoples perlakuan. Setiap perlakuan dilakukan 3 ulangan. Setelah itu insektisida nabati disemprotkan ke hama uji (masing-masing 7 ml setiap perlakuan) dengan jarak semprot 25 cm. Kemudian dilakukan pengamatan dan pencatatan data.

Parameter yang diamati terdiri dari tiga parameter, yaitu intensitas serangan, *lethal time* (LT_{50}), dan mortalitas imago *H. hampei*. Intensitas serangan diketahui berdasarkan jumlah lubang hasil gerek *H. hampei* pada setiap buah kopi yang diamati pada 3 jam, 6 jam, 12 jam, 24 jam, 36 jam, 48 jam, 72 jam, 96 jam, 120 jam. *Lethal time* (LT_{50}) adalah waktu yang dibutuhkan (dalam jam) untuk mematikan 50% hama uji yang terpapar insektisida nabati. Mortalitas diamati dengan menghitung jumlah imago *H. hampei* yang mati pada jam pengamatan yang telah ditentukan. Dalam hal ini, jumlah imago *H. hampei* yang mati pada jam pengamatan yang ditentukan akan dicatat dan digunakan untuk menghitung tingkat mortalitas.

Data hasil skrining fitokimia berupa ada dan tidaknya metabolit sekunder pada insektisida nabati dianalisis secara deskriptif. Hasil uji efektivitas intensitas serangan dan mortalitas dianalisis menggunakan ANOVA dengan tingkat kepercayaan 5%. Jika terdapat perbedaan nyata antara perlakuan, maka uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) dilakukan untuk menentukan perbedaan antara perlakuan secara spesifik, sedangkan *lethal time* (LT_{50}) diperoleh melalui analisis probit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengidentifikasi bahan aktif berupa metabolit sekunder. Senyawa ini dapat berfungsi sebagai mekanisme pertahanan tanaman terhadap stres lingkungan, penyakit, dan serangan predator.

Insektisida nabati dari kombinasi daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla* berupa cairan, disaring, setelah itu diperoleh filtrat dengan warna cokelat muda sampai cokelat tua. Skrining fitokimia dilakukan menggunakan uji warna. Tabel 2 menunjukkan hasil skrining fitokimia insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla*.

Tabel 2. Hasil skrining fitokimia insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla*

Kandungan fitokimia	Metode pengujian	F1 (500:0)	F2 (350:150)	F3 (250:250)	F4 (150:350)	F5 (0:500)	Hasil pengamatan
Fenolik	FeCl ₃ 1%	+	+	+	+	+	Hitam atau hijau kehitaman
Tanin	FeCl ₃ 5%	+	+	+	+	+	Hijau kehitaman
Saponin	Forth	—	+	+	+	+	Busa selama ± 5 menit
Alkaloid	Dragendorff	+	+	+	+	+	Jingga
Flavonoid	Wilstater	+	+	+	+	+	Kuning
Triterpenoid	Liebermen - Burchard	+	+	+	+	+	Hijau
Steroid	CHCl ₃ + Liebermen- Burchard	+	+	+	+	+	Cincin hijau

Keterangan: Perbandingan formulasi daun *B. suaveolens*: daun *S. macrophylla* pada F1 (500 g : 0 g), F2 (350 g : 150 g), F3 (250 g : 250 g), F4 (150 g : 350 g), F5 (0 g : 500 g). Tanda (+) = Terdapat Kandungan fitokimia, tanda (-) = Tidak terdapat kandungan fitokimia.

Berdasarkan hasil skrining fitokimia pada Tabel 1 diketahui bahwa insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan *S. macrophylla* hasil fermentasi mengandung metabolit sekunder fenol, tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan steroid yang bisa dimanfaatkan sebagai insektisida nabati karena bersifat toksik atau racun bagi serangga. Hal ini sejalan dengan Tima & Supardi (2021) yang menyatakan bahwa senyawa metabolit sekunder ini bersifat toksik pada tumbuhan dan hewan. Tumbuhan *B. suaveolens* merupakan tumbuhan perdu yang biasa dimanfaatkan sebagai tanaman obat karena memiliki kandungan polifenol dan saponin sebagai antiinflamasi. Ekstrak air daun *B. Suaveolens* memiliki efek antiinflamasi pada proses penyembuhan luka (Anisa dkk., 2015). Menurut Nathania dkk. (2020) ekstrak etanol daun *B. suaveolens* mengandung senyawa metabolit sekunder alkaloid, flavonoid, tanin, triterpenoid, saponin, dan fenolik.

Berdasarkan hasil penelitian hanya pada formulasi F1 (500 g : 0 g) tidak terdapat kandungan saponin, berbeda dengan penelitian Nathania dkk. (2020) yang menyatakan bahwa ekstrak etanol daun *B. suaveolens* mengandung saponin. Pada formulasi

F1 (500 g : 0 g) hanya terdiri dari *B. suaveolens* saja, sehingga sumber saponin hanya dari satu sumber. Hal tersebut dapat terjadi karena kandungan saponin pada *B. suaveolens* yang mungkin cukup rendah (perlu dibuktikan dengan uji total saponin daun *B. suaveolens*). Proses fermentasi pada pembuatan insektisida nabati dapat memengaruhi keberadaan saponin. Hasil penelitian Sariri dan Yakin (2020) menunjukkan bahwa kandungan saponin buah trembesi dapat diturunkan melalui proses fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* dan *Lactobacillus plantarum*. Sementara itu, Meriatna dkk. (2018) menyatakan bahwa EM4 mengandung sekitar 80 jenis mikroorganisme yang terdiri dari lima golongan utama. Kelima golongan tersebut meliputi bakteri fotosintetik, *Lactobacillus* sp., *Streptomyces* sp., ragi (*yeast*), dan *Actinomycetes*. Artinya, EM4 yang digunakan pada fermentasi formulasi insektisida nabati mengandung mikroorganisme *A. niger* dan *L. plantarum* yang secara teori mampu menurunkan kadar saponin. Pada formulasi ketika daun *B. suaveolens* dikombinasikan dengan daun *S. macrophylla* terdeteksi positif mengandung saponin, dapat dikarenakan kandungan saponin juga berasal dari daun *S. macrophylla* sehingga kadar saponinnya

menjadi lebih tinggi. Proses fermentasi insektisida nabati tidak menurunkan kadar saponin sampai habis, masih ada yang tersisa. Oleh karena itu, penambahan daun *S. macrophylla* dapat melengkapi kandungan fitokimia saponin *B. suaveolens* pada formulasi insektisida nabati.

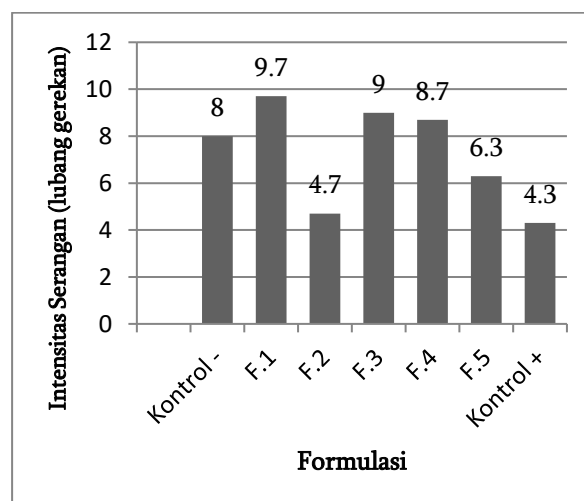
Tabel 2 menunjukkan bahwa kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* menghasilkan insektisida nabati hasil fermentasi dengan kandungan senyawa metabolit sekunder fenolik, tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan steroid (kecuali formulasi F1 tidak mengandung saponin). Menurut Rusandi *et al.* (2016) biji serta daun mahoni mengandung senyawa flavonoid dan saponin. Salah satu senyawa flavonoid yang terdapat dalam mahoni dan memiliki potensi sebagai insektisida adalah rotenon. Rotenon memiliki sifat toksik terhadap serangga dan dapat digunakan dalam pengendalian hama.

Efektivitas Insektisida Nabati

Pengaruh Insektisida Nabati terhadap Intensitas Serangan H. hampei

Intensitas serangan yaitu parameter yang mendeskripsikan jumlah lubang gerekan *H. hampei* pada setiap butir buah kopi. Semakin sedikit jumlah lubang gerekan, maka semakin rendah intensitas serangan, sehingga semakin efektif insektisida nabati. Hasil pengamatan pengaruh insektisida nabati terhadap intensitas serangan *H. hampei* disajikan pada Gambar 1. Tampak bahwa formulasi F2 (350 g : 150 g) dan F5 (0 g : 500 g) mampu menekan intensitas serangan *H. hampei*.

Berdasarkan Gambar 1, intensitas serangan terendah yaitu pada formulasi F2 (350 g : 150 g) dengan rerata lubang gerekan 4,7 lubang, paling mendekati intensitas serangan kontrol positif, yaitu 4,3 lubang gerekan. Efektivitas F2 (350 g : 150 g) memiliki nilai yang paling mendekati kontrol positif. Pada konsentrasi F1 (500 g : 0 g) dan F3 (250 g : 250 g) memiliki nilai mendekati, masing-masing yaitu 9,7 lubang dan 9,0 lubang. Pada formulasi F4 (150 g : 350 g) memiliki nilai intensitas serangan 8,7 lubang dan F5 (0 g : 500 g) 6,3 lubang gerekan. Dari hasil analisis statistik menunjukkan bahwa F hitung (3,40) lebih kecil dari F tabel (3,47) yang berarti kelima formulasi insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* tidak berpengaruh nyata terhadap intensitas serangan *H. hampei*.



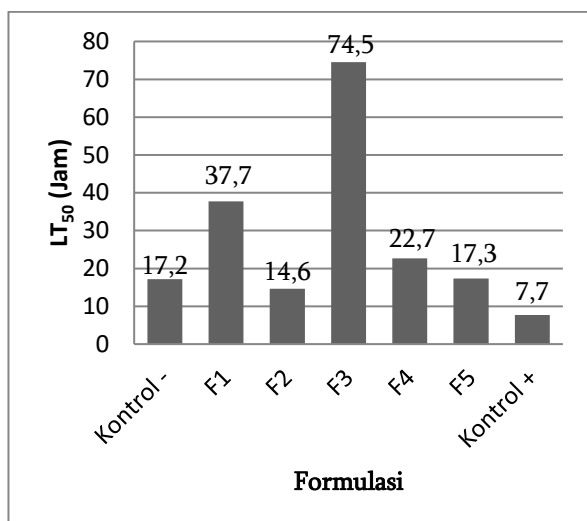
Gambar 1. Pengaruh insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* terhadap intensitas serangan *H. hampei*. Perbandingan formulasi daun *B. suaveolens* : daun *S. macrophylla* pada F1 (500 g : 0 g), F2 (350 g : 150 g), F3 (250 g : 250 g), F4 (150 g : 350 g), F5 (0 g : 500 g).

Formulasi F2 (350 g : 150 g) yang paling mampu menekan intensitas serangan *H. hampei* memiliki kandungan fitokimia lengkap (Tabel 2). Siamtuti dkk. (2017) menyatakan bahwa senyawa alkaloid, fenolik, terpenoid, tanin, dan senyawa metabolit sekunder lainnya dapat berpengaruh terhadap perilaku serangga sebagai *antifeedant* atau anti makan. Senyawa-senyawa ini dapat mengganggu sistem pencernaan serangga, menghambat nafsu makan serangga, atau menyebabkan kerusakan pada jaringan tubuh serangga. Hal ini dapat menyebabkan serangga enggan untuk memakan tanaman yang mengandung senyawa-senyawa tersebut, membantu melindungi tanaman dari serangan serangga. Menurut Purwati dkk. (2017), tanin/polifenol, saponin, dan steroid, ketiga senyawa tersebut sebagai insektisida yang potensial untuk mengurangi serangan hama dan penyakit pada tanaman hortikultura. Senyawa tanin bertindak sebagai pelindung tanaman terhadap serangga dengan mencegah serangga mencerna makanan. Tanin dapat mengganggu pencernaan makanan oleh serangga. Tanin cenderung berikatan dengan protein dalam sistem pencernaan serangga yang diperlukan untuk perkembangan dan metabolisme mereka. Hal ini dapat mengganggu penyerapan protein dalam sistem pencernaan serangga dan menyebabkan gangguan dalam proses pencernaan mereka. Sebagai hasilnya, serangga dapat mengalami penurunan nafsu makan,

pertumbuhan terhambat, dan kelemahan secara umum. Efek ini menjadikan tanin sebagai faktor pertahanan tanaman dalam melawan serangga yang memakan daun atau bagian tanaman lainnya (Febrianti & Rahayu, 2012).

Pengaruh Insektisida Nabati terhadap Lethal Time (LT₅₀) *H. hampei*

Lethal time (LT₅₀) sebagai waktu (jam) yang dibutuhkan untuk mematikan 50% *H. hampei* yang dihitung melalui analisi probit. Semakin rendah *lethal time* maka semakin efektif formulasi insektisida nabati. Gambar 2 menunjukkan bahwa formulasi insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* mampu menurunkan LT₅₀ pada hama uji *H. hampei*.



Gambar 2. Pengaruh Insektisida Nabati Kombinasi Daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* terhadap LT₅₀ *H. hampei*. Perbandingan formulasi daun *B. suaveolens* : daun *S. macrophylla* pada F1 (500 g : 0 g), F2 (350 g : 150 g), F3 (250 g : 250 g), F4 (150 g : 350 g), F5 (0 g : 500 g).

Berdasarkan Gambar 2, formulasi F2 (350 g : 150 g) memiliki LT₅₀ terendah (14,6 jam) paling mendekati kontrol positif (7,7 jam) sehingga F2 menjadi formulasi paling efektif dari empat formulasi lainnya. Formulasi F2 (350 g : 150 g) mengandung metabolit sekunder yang dapat bekerja lebih efektif

terhadap kecepatan kematian *H. hampei*. Senyawa metabolit sekunder yang dimiliki insektisida nabati *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* mampu menjadi racun dan mempercepat proses kematian *H. hampei*. Rahmawati dkk. (2020) menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi insektisida nabati yang digunakan, semakin banyak kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam pestisida tersebut. Kandungan senyawa metabolit sekunder yang lebih tinggi dapat menyebabkan peningkatan daya racun atau toksisitas insektisida nabati. Formulasi F2 (350 g : 150 g) menjadi kombinasi yang paling baik dalam mempercepat kematian hama uji dengan kandungan fitokimia sebagaimana disajikan pada Tabel 2. Saponin adalah senyawa yang dapat digunakan untuk melawan serangga, dimana fungsi saponin yaitu untuk menghambat aktivitas enzim yang menurunkan kerja saluran pencernaan sehingga menyebabkan kematian serangga (Purwati dkk., 2017). Hal ini diperkuat kembali oleh Febrianti & Rahayu (2012) yang menyatakan senyawa bioaktif seperti senyawa alkaloid dan flavonoid bertindak sebagai racun perut (*stomach poisoning*), apabila senyawa ini masuk ke dalam tubuh serangga maka alat pencernaan akan terganggu.

Pengaruh Insektisida Nabati terhadap Mortalitas Imago *H. hampei*

Mortalitas *H. hampei* merupakan parameter yang diamati dengan menghitung jumlah imago *H. hampei* yang mati dalam rentang waktu pengamatan. Semakin tinggi mortalitas maka semakin efektif insektisida nabati. Data hasil pengamatan efektivitas insektisida nabati daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* terhadap mortalitas *H. hampei* disajikan pada Tabel 3.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa F hitung (6,26) lebih tinggi dari F tabel (3,47) yang berarti terdapat perbedaan nyata antar formulasi insektisida nabati. Formulasi dengan mortalitas tertinggi yaitu pada formulasi F2 (53,3%) paling mendekati kontrol positif (83,8%), sedangkan mortalitas terendah yaitu pada perlakuan F3 sebesar 10%. Semakin tinggi persentase kematian, maka semakin tinggi efektivitas insektisida nabati.

Tabel 3. Pengaruh insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* terhadap mortalitas imago *H. hampei*

Formulasi	Mortalitas imago <i>H. hampei</i> pada 120 JSA (%)*
K- (hanya air, tanpadaun <i>B. suaveolens</i> & daun <i>S. macrophylla</i>)	4,0 b
F1 (500 g daun <i>B. suaveolens</i> + 0 g daun <i>S. macrophylla</i>)	16,7 a
F2 (350 g daun <i>B. suaveolens</i> + 150 g daun <i>S. macrophylla</i>)	53,3 b
F3 (250 g daun <i>B. suaveolens</i> + 250 g daun <i>S. macrophylla</i>)	10,0 a
F4 (150 g daun <i>B. suaveolens</i> + 350 g daun <i>S. macrophylla</i>)	33,3 b
F5 (0 g daun <i>B. suaveolens</i> + 500 g daun <i>S. macrophylla</i>)	46,7 b
K+ (insektisida kimia komersial berbahan aktif karbaril 85%)	83,8 c

Keterangan: * Rerata yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) taraf 0,05. JSA: jam setelah aplikasi.

Hasil skrining fitokimia daun *B. suaveolens* menunjukkan adanya kandungan alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid, dan fenolik (Nathania dkk., 2020). Sementara itu, hasil skrining fitokimia daun *S. macrophylla* menunjukkan adanya kandungan senyawa alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, dan terpenoid. Senyawa-senyawa tersebut dapat memengaruhi perilaku serangga dan berperan sebagai *antifeedant* (anti makan) serta racun kontak. Komponen utama yang di gunakan sebagai insektisida adalah zat alkaloid golongan atropin karena zat alkaloid mengandung racun yang sangat efektif dengan cara kerja sebagai racun pernapasan (Romsil & Binawati, 2015). Saponin yang berinteraksi dengan lipid dapat membentuk *micelle* yang mampu merusak kutikula serangga (Chaieb, 2010). Saponin juga berpengaruh terhadap mortalitas serangga dengan cara merusak sel-sel syaraf yang dapat menyebabkan menurunnya nafsu makan dan akhirnya tubuh serangga melemah (Kinasih dkk., 2013). Senyawa tanin dapat menurunkan aktivitas makan serangga (Khanna & Kannabiran, 2007). Senyawa Flavonoid dapat menurunkan aktivitas pertahanan tubuh serangga (Ateyyat *et al.*, 2012). Terpenoid menimbulkan efek primer terhadap serangga yakni berupa *antifeedant*. Selain itu, terpenoid merupakan neurotoksik yang merusak sistem syaraf serangga (Coloma *et al.*, 2005). Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* mengandung senyawa metabolit sekunder yang potensial digunakan sebagai insektisida nabati. Efektivitasnya dapat dipengaruhi oleh konsentrasi dari senyawa tersebut, sedangkan konsentrasi senyawanya dapat dipengaruhi oleh proses fermentasi yang dilakukan pada insektisida nabati.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa skrining fitokimia insektisida nabati kombinasi daun *B. suaveolens* dan daun *S. macrophylla* dengan bahan tambahan molase, EM4, tepung beras, dan air yang difermentasi selama 14 hari mengandung senyawa metabolit sekunder fenol, tanin, saponin, alkaloid, flavonoid, triterpenoid, dan steroid. Hasil uji efektivitas insektisida nabati menunjukkan bahwa formulasi F2 (350 g : 150 g) sebagai formulasi terbaik yang dapat mengendalikan hama uji *H. hampei* pada parameter intensitas serangan sebesar 4,7 lubang gerakan, *lethal time* LT₅₀ (14,6 jam), dan mortalitas sebesar 53,3%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami sampaikan kepada PT. Tirta Investama Pabrik Pandaan Pasuruan, CV Eksis Mandiri Nusantara, LMDH Bumi Lestari Mulyorejo, Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Pasuruan, mahasiswa program studi S1 Pendidikan Biologi Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan dan Unit Kegiatan Mahasiswa Panorama Institut Teknologi dan Sains Nahdlatul Ulama Pasuruan, serta pihak lain yang telah membantu terselesainya kegiatan penelitian ini yang tidak bisa kami sebutkan satu per satu.

DAFTAR PUSTAKA

Ainiyah, R, A Fathurraman, M Wibisono, FR Aji, dan D Yusuf. 2017. Pengaruh jenis tegakan terhadap komposisi dan keanekaragaman tumbuhan bawah di Hutan Sapen Kecamatan

- Prigen Kabupaten Pasuruan. *Agromix*. 8(1): 50–63.
- Aji, FR, M Wibisono, R Rusdiansyah, dan D Yusuf. 2016. Pengembangan budidaya dan pengolahan kopi berbasis agroforestry melalui program Kehati CSR PT. TIV Pandaan di kawasan Gunung Arjuna Prigren Pasuruan. *Agromix*. 7(1): 59–75.
- Anisa, IN, AA Soedarmadji, dan D Puspitasari. 2015. Uji efek antiinflamasi ekstrak air daun kecubung gunung [*Brugmansia Suaveolens* [Humb & Bonpl. Willd] Bercht. & Presl] pada tikus Wistar betina. *Prosiding SNIJA-Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)*. Universitas Jenderal Achmad Yani. Hlm. 90–92.
- Ateyyat, M, SA Romman, MA Darwish, and I Ghabeish. 2012. Impact of flavonoids against woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) and its sole parasitoid, *Aphelinus mali* (Hald.). *Journal of Agricultural Science*. 4(2): 227–236.
- Chaieb, I. 2010. Saponins as insecticides: A review. *Tunisian Journal of Plant Protection*. 5(1): 39–50.
- Coloma, AG, A Guadaño, CE Tonn, and ME Sosa. 2005. Antifeedant/insecticidal terpenes from *Asteraceae* and *Labiatae* species native to Argentinean semi-arid lands. *Zeitschrift fur Naturforschung - Section C Journal of Biosciences*. 60: 855–861.
- Febrianti, N, dan D Rahayu. 2012. Aktivitas insektisidal ekstrak etanol daun krinyuh (*Eupatorium odoratum*) terhadap wereng cokelat (*Nilaparvata lugens* Stal.). *Seminar Nasional IX Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 9: 661–664.
- Habibi, AI, RA Firmansyah, dan SM Setyawati. 2018. Skrining fitokimia ekstrak n-heksan korteks batang salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(1): 1–4.
- Khanna, VG, and K Kannabiran. 2007. Larvicidal effect of *Hemidesmus indicus*, *Gymnema sylvestre*, and *Eclipta prostrata* against *Culex quinquefasciatus* mosquito larvae. *African Journal of Biotechnology*. 6(3): 307–311.
- Kinasih, I, A Supriyatna, dan RN Rusputa. 2013. Uji toksitas ekstrak daun babadotan (*Ageratum conyzoides* Linn) terhadap ikan mas (*Cyprinus carpio* Linn.) sebagai organisme non-target. *Jurnal Istek*. 7(2): 121–132.
- Meriatna, Suryati, dan A Fahri. 2018. Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM 4 (*Effective Microorganism*) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 7(1): 13–29.
- Nathania, EK, W Maarisit, NO Potalangi, dan Y Tapehe. 2020. Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun kecubung hutan (*Brugmansia suaveolens* Bercht. & J. Presl) dengan menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl). *Biofarmasetikal Tropis*. 3(2): 40–47.
- Nugroho, ED, D Anggorowati Rahayu, R Ainayah, A Fathurrohman, Z Ahwan, M Dayat, M Wibisono, F Rahmat Aji, K Anam. 2021. Keanekaragaman serangga diurnal dan nocturnal pada Hutan Taman Kehati Sapen Nusantara di Kabupaten Pasuruan. *BJBE: Borne Journal of Biology Education*. 3(2): 79–89.
- Permatasari, P, KM Zain, E Rusdiyana, R Firgiyanto, F Hanum, EPS Ramdan, UHA Hasbullah, dan Arsi. 2021. *Pertanian Organik*. Edisi Pertama. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Purwati, S, SVT Lumowa, dan Samsurianto. 2017. Skrining fitokimia daun saliera (*Lantana camara* L) sebagai pestisida nabati penekan hama dan insidensi penyakit pada tanaman hortikultura di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Hlm. 153–158.
- Rahmawati, E, I Hadiyah, F Kurniati, dan G Indriati. 2020. Efikasi pestisida nabati minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma* (Blanco) Airy Shaw) untuk mengendalikan hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus Hampei* Ferrari). *Media Pertanian*. 4(2): 81–87.
- Rasiska, S, D Ariyono, dan F Widiyanti. 2016. Potensi air sulingan beberapa bagian tanaman kopi sebagai atraktan terhadap hama penggerek buah kopi (*Hypothenemus hampei* Ferr.) di laboratorium. *Jurnal Agrikultura*. 27(2): 112–119.
- Romsil, L, dan D Binawati. 2015. Pengaruh pemberian ekstrak daun kecubung gunung (*Brugmansia suaveolens*) sebagai bioinsektisida terhadap kematian hama ulat grayak (*Spodoptera exiqua*) pada tanaman sawi daging (*Brasica rapa* var *chinensis*). *STIGMA: Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Unipa*. 8(1): 13–16.
- Sariri, AK, dan EA Yakin. 2020. Fermentasi dengan

- menggunakan berbagai jenis mikrobia untuk menurunkan kandungan saponin buah trembesi (*Samanea saman*). AGRISAINTELIKA: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian. 3(2): 122–128.
- Siamtuti, WS, R Aftiarani, ZK Wardhani, N Alfianto, dan IV Hartoko. 2017. Potensi tannin pada ramuan nginang sebagai insektisida nabati yang ramah lingkungan. Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi. 3(2): 83–93.
- Septian, RE, Isnawati, dan E Ratnasari. 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.
- Swibawa, IG, dan H Sudarsono. 2011. Penerapan Sistem Agroforestri dalam Pengelolaan Hama Tanaman Kopi yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan. Universitas Lampung. Tersedia online pada: <http://repository.lppm.unila.ac.id/33813/>. (diakses 28 Desember 2021)
- Tima, M, dan PN Supardi. 2021. Analisis senyawa metabolit sekunder ekstrak daun ruba re'e dan uji aktivitasnya sebagai pestisida nabati. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. 18(2): 125–136.
- Wibisono, M, FR Aji, D Yusuf, Kasiman, dan A Fathurrohman. 2017. Ngeramut Wareh Sapen : Implementasi program konservasi dan keanekaragaman Hayati. Engagement: Jurnal Pengabdian Masyarakat. 1(1): 111–124.