

Toksisitas Ekstrak Daun Bandotan (*Ageratum Conyzoides L.*) sebagai Insektisida Nabati terhadap Mortalitas Hama Ulat *Spodoptera Frugiperda*

Opir Rumape^{1*}, Netty Ino Ischak¹, Siti Amalisa Ishak¹

¹Program Studi Kimia, Universitas Negeri Gorontalo, Jl. Prof. Ing. B. J Habibie, Gorontalo, 96554

ABSTRAK

Daun bandotan (*Ageratum conyzoides L.*) merupakan tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati karena daunnya mengandung senyawa-senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit sekunder inilah yang dapat membuat keracunan pada hama *Spodoptera frugiperda*. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada ekstrak metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan daun bandotan serta menghitung mortalitas dan mengukur tingkat toksisitas ekstrak melalui konsentrasi kematian (LC_{50}) dengan 6 macam konsentrasi yaitu 0%; 1%; 2,5; 5%; 7,5% dan 10% selama 48 jam. Metode yang digunakan pada penelitian adalah maserasi, fraksinasi, uji fitokimia, menghitung data mortalitas dan diolah melalui analisis probit untuk mendapatkan nilai LC_{50} . Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol positif mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid dan saponin. Pada ekstrak fraksi etil asetat positif senyawa flavonoid, terpenoid dan saponin sedangkan pada ekstrak fraksi n-heksan positif senyawa flavonoid, steroid, terpenoid dan saponin. Hasil rata-rata mortalitas berturut-turut ditunjukkan pada ekstrak metanol 100%, ekstrak fraksi n-heksan 89% dan fraksi etil asetat 67%. Nilai LC_{50} yang didapat pada ketiga ekstrak berturut-turut adalah 1,48% (metanol), 5,3% (fraksi etil asetat) dan 3,5% (fraksi n-heksan) yang mana ekstrak daun bandotan mengandung senyawa-senyawa yang efektif dijadikan sebagai insektisida nabati.

Kata kunci: daun bandotan; insektisida nabati; LC_{50} ; *Spodoptera frugiperda*; toksisitas

ABSTRACT

Bandotan leaves (*Ageratum conyzoides L.*) are plants that can be used as vegetable insecticides because the leaves contain secondary metabolite compounds. These secondary metabolite compounds can poison the *Spodoptera frugiperda* pest. This study aims to see the content of secondary metabolite compounds contained in methanol extracts, ethyl acetate fractions and n-hexane fractions of bandotan leaves and calculate mortality and measure the toxicity level of extracts through death concentration (LC_{50}) with 6 kinds of concentrations, namely 0%; 1%; 2.5; 5%; 7.5% and 10% for 48 hours. The methods used in the study were maceration, fractionation, phytochemical testing, calculating mortality data and processed through probit analysis to obtain the LC_{50} value. The results showed that the methanol extract positively contained alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid and saponin compounds. The ethyl acetate fraction extract was positive for flavonoids, terpenoids and saponins while the n-hexane fraction extract was positive for flavonoids, steroids, terpenoids and saponins. The average mortality results were successively shown in 100% methanol extract, 89% n-hexane fraction extract and 67% ethyl acetate fraction. The LC_{50} values obtained in the three extracts are 1.48% (methanol), 5.3% (ethyl acetate fraction) and 3.5% (n-hexane fraction), which means that bandotan leaf extracts contain compounds that are effective as vegetable insecticides.

Keywords: bandotan leaves; LC_{50} ; *Spodoptera frugiperda*; toxicity; vegetable insecticide.

Received: 14-01-2022, Accepted: 27-03-2023, Online: 30-04-2023

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara dengan tingkat kesuburan tanah yang baik, hal ini dikarenakan Indonesia termasuk daerah vulkanis. Berbagai jenis tumbuhan dapat tumbuh baik

*Corresponding author:
opirrumape@ung.ac.id

secara liar ataupun dengan diberi perawatan, akan tetapi tidak semua tumbuhan bermanfaat untuk manusia (gulma). Keberadaan tumbuhan liar ini sangat merugikan bagi petani karena sifatnya sebagai parasit. Dibalik dari sifatnya yang sebagai pengganggu, ada kelebihan tersendiri yang dimiliki yaitu dapat dijadikan sebagai insektisida nabati.

Insektisida nabati merupakan insektisida yang diolah dari tumbuh-tumbuhan serta diketahui memiliki senyawa metabolit sekunder yang dapat membasmi hama terhadap suatu tanaman. Insektisida ini dapat diperoleh dari hasil ekstrak tumbuhan melalui batang, daun, biji ataupun akar yang mengandung senyawa metabolit sekunder (Krisna et al., 2022). Pemerintah Indonesia telah mengeluarkan kebijakan nasional terhadap perlindungan tanaman dalam program Pengendalian Hama Terpadu (PHT) dalam mengutamakan pemanfaatan insektisida nabati terhadap sistem PHT yang tertuliskan dalam peraturan pemerintahan No. 6 tahun 1995 (Suhartini et al, 2017).

Salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati adalah bandotan (*Ageratum conyzoides* L.). Tumbuhan ini hidup secara liar yang awalnya merupakan tumbuhan terna semusim yang berasal dari Amerika tropis, khususnya Brazil dan sekarang telah tersebar luas di Nusantara (Hayati et al., 2020). Tumbuhan ini hidup di berbagai tempat seperti perkebunan, persawahan, pekarangan bahkan pinggiran jalan. Tumbuhan ini memiliki bunga dengan dua variasi warna yaitu ungu dan putih yang diprediksi memiliki kandungan metabolit sekunder yang berbeda. Adapun bau khas yang dikeluarkan dari tumbuhan ini adalah berbau seperti kambing sehingga dikenal dengan sebutan *goat weed*. Bau tersebut diperkirakan berasal dari jaringan sekretoris yang terdapat pada bagian tangkai dan helaian daun bandotan (Silalahi, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Nurhudiman., et al (2018) menyatakan bahwa kandungan senyawa aktif yang dimiliki oleh tumbuhan ini terutama pada bagian daun ialah saponin, alkaloid, tanin, flavonoid dan polifenol sedangkan menurut Edwin, et al (2018) bandotan mengandung senyawa monoterpenoid, diterpenoid, seskuiterpenoid dan senyawa-senyawa lainnya seperti cumarin, flavonoid, benzofuran, alkaloid, terpenoid, chromenes (*conyzorigum*) dan sterol yang membuat daun ini dapat memberikan efek penolak, antimakan, larvasida, ovisidal dan toksik pada berbagai jenis hama.

Semua senyawa aktif yang dimiliki oleh tumbuhan ini dapat mengakibatkan terhalangnya kemampuan makan sehingga hama menolak untuk makan dan dapat mengganggu perkembangan telur menjadi pupa serta membuat hama betina sulit untuk bereproduksi. Salah satu hama yang sekarang telah tersebar luas adalah *Spodoptera frugiperda*. Menurut Ramdan, et al (2018) bahwa ekstrak bandotan berpotensi sebagai insektisida, dimana dapat membunuh hama *Plutella xylostella* L. pada konsentrasi 5% terbukti dapat mengakibatkan kematian hama *Plutella xylostella* L. sebanyak 46,67% pada saat 12 jam dan kematian hama 100% terjadi pada saat 72 jam setelah pengaplikasian.

Berdasarkan penjelasan diatas, maka perlu dilakukan penelitian tentang toksisitas suatu ekstrak daun bandotan pada hama *Spodoptera frugiperda* dengan menggunakan perhitungan LC_{50} dengan melihat rata-rata mortalitas pada tabel nilai probit LC_{50} dengan pengamatan 48 jam.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini merupakan penelitian eksperimen yang menggunakan metode RAL (Rancangan Acak Lengkap) untuk enam perlakuan dan tiga pengulangan. Jadi total keseluruhan pengamatan adalah sebanyak 18. Maka dibuat konsentrasi bertingkat yaitu : 0% (kontrol), 1% ; 2,5% ; 5% ; 7,5% dan 10%.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini seperti neraca analitik, gelas ukur, tabung reaksi, rak tabung reaksi, batang pengaduk, spatula, gelas kimia, corong pisah, erlenmeyer, statif dan klem, pipet tetes, plat tetes, satu set evaporator, satu set alat redistilasi, oven, saringan, kapas, aluminium foil, botol vial, toples, blender dan wadah plastik.

Bahan umum yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu bagian daun bandotan yang diperoleh dari Desa Daenaa Kecamatan Limboto Barat dan hama ulat *Spodoptera frugiperda*. Bahan kimia yang digunakan terdiri dari methanol, n-heksan, etil asetat, kloroform amoniakal, dietil eter, HCl, NaOH, H₂SO₄, FeCl₃ dan pereaksi fitokimia (pereaksi Dragendorf, pereaksi meyer, pereaksi wagner, pereaksi hager, pereaksi Lieberman bauchard) dan aquadest.

Tahapan Penelitian

Preparasi Sampel

Diambil bagian daun dari tumbuhan bandotan kemudian dikeringkan dengan cara diangin-anginkan (sampai benar-benar kering) tanpa kontak langsung dengan sinar matahari. Setelah itu sampel dihaluskan untuk memperoleh simplisia.

Ekstraksi

Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi yaitu pemisahan senyawa dengan cara maserasi. Tujuan dari pemisahan ini ialah agar komponen senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel terekstraksi (Bialangi *et al.*, 2022). Proses ini dilakukan dengan cara menimbang sampel sebanyak 300 g yang dibagi menjadi dua bagian kedalam dua toples maserasi dengan menggunakan pelarut metanol selama 3 x 24 jam sampai larutan tidak berwarna lagi. Selanjutnya dilakukan penyaring sampai mendapatkan hasil maserat dan kemudian dipisahkan menggunakan alat *vacum rotary evaporator*.

Fraksinasi

Ekstrak kental metanol dilarutkan dengan metanol dan air dengan perbandingan (2 : 1). Kemudian dipartisi dengan larutan n-heksan sampai membentuk dua lapisan. Proses ini dilakukan berulang kali sampai warna dari pelarut pada fraksi tidak berwarna lagi (bening). Kemudian hasil fraksi metanol-air dipartisi kembali dengan larutan etil asetat sampai warna dari pelarut pada fraksi tidak berwarna lagi. Kemudian kedua hasil fraksi etil asetat dan n-heksan dipisahkan menggunakan alat *vacum rotary evaporator* pada suhu 30-45°C.

Fitokimia

Hasil ekstrak kental metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan dilakukan uji fitokimia untuk melihat kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam ketiga ekstrak tersebut.

Uji Alkaloid

Ekstrak kental metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan diambil masing-masing sebanyak ± 0,1 g yang dilarutkan dengan larutan kloroform amoniakal sebanyak 10 mL dan dibagi kedalam dua tabung reaksi. Untuk tabung reaksi I ditambahkan larutan H₂SO₄. Kemudian lapisan yang bersifat asam dipisahkan dengan membagi kedalam 3 tabung reaksi. Masing-masing tabung ditambahkan pereaksi Wagner, Mayer dan Dragendorff. Kemudian untuk tabung reaksi II ditambahkan pereaksi Hager. Hasil positif dari uji ini ditandai dengan terbentuknya endapan alkaloid.

Uji Flavonoid

Ekstrak kental metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan diambil masing-masing sebanyak $\pm 0,1$ g yang dilarutkan dengan masing-masing pelarut yang digunakan sebanyak 8 mL. Selanjutnya dibagi kedalam 4 tabung reaksi yang sudah disterilisasikan. Untuk tabung reaksi I sebagai kontrol, tabung reaksi II ditambahkan dengan larutan NaOH sebanyak 2-4 tetes, tabung reaksi III ditambahkan dengan larutan HCl sebanyak 2-4 tetes dan serbuk dari Mg. Tabung reaksi IV ditambahkan larutan H_2SO_4 sebanyak 2-4 tetes. Kemudian dilakukan pengamatan pada setiap perlakuan yang dibandingkan dengan tabung kontrol. Terjadi perubahan warna maka menunjukkan hasil positif pada uji flavonoid.

Uji Steroid dan Terpenoid

Ekstrak kental metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan diambil masing-masing sebanyak $\pm 0,1$ g yang dilarutkan dengan larutan dietil eter sebanyak 10 mL. Selanjutnya ditambahkan ± 2 tetes larutan asam asetat anhidrat dan diteteskan secara perlahan pada dinding tabung 1 tetes larutan H_2SO_4 pekat. Hasil positif dari uji ini ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna merah kecoklatan (+ steroid) dan terbentuk cincin berwarna hijau kebiruan (+ terpenoid).

Uji Saponin

Ekstrak kental metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan diambil masing-masing sebanyak $\pm 0,1$ g yang kemudian ditambahkan aquadest \pm sebanyak 2 mL dan dipanaskan \pm selama 2-3 menit. Kemudian dilakukan pengocokan, hasil positif dari uji ini ditandai dengan munculnya busa yang stabil (selama ± 1 menit) (Bialangi *et al.*, 2016).

Uji Mortalitas

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui mortalitas pada hama ulat *Spodoptera frugiperda*. Uji ini dilakukan pada hama ulat *Spodoptera frugiperda* menggunakan daun jagung segar sebagai media uji. Uji mortalitas ini digunakan 3 ekor ulat *Spodoptera frugiperda* setiap percobaan yang telah dimasukkan kedalam toples yang telah diberi daun segar dan ditutupi menggunakan kain kasa. Pengujian ini dilakukan dengan ketiga ekstrak (metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan) dengan tiga kali pengulangan. Kemudian dilakukan dengan cara dibilas secara merata pada daun menggunakan kuas. Pengamatan ini dilakukan dengan melihat jumlah larva yang mati selama pengamatan 48 jam.

Pengambilan Data Mortalitas dan LC_{50}

Mortalitas larva dihitung menggunakan rumus menurut Krisna, *et al* (2022) pada persamaan 1.

$$Mortalitas (\%) = \frac{a}{b} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan :

- a : Jumlah hama yang mati dari tiap perlakuan
b : Jumlah seluruh ulat hama dari setiap perlakuan

Perhitungan nilai LC_{50}

Menurut Nurvianthi & Asmal (2022) dalam menghitung manual nilai LC_{50} digunakan perhitungan garis regresi seperti pada persamaan 2.

$$a = \frac{\sum x \cdot \sum y - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum xy - \sum x \cdot \sum y}{n \sum x^2 - (\sum x)^2}$$

Dengan mencari nilai LC₅₀ menggunakan persamaan linier menurut Supriadi, *et al* (2022), persamaan 3.

$$y = a + bx \quad (3)$$

Keterangan :

- y = Probit mortalitas pada konsentrasi
- a = Intersep/ Konsentrasi regresi/perpotongan
- b = Kemiringan garis/ slope
- x = Log konsentrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Maserasi

Tanaman bandotan dipisahkan dari bagian batang, akar dan bunga untuk diambil bagian daunnya. Kemudian dibersihkan dan dicuci menggunakan air yang bertujuan memisahkan kotoran bagian tanaman yang rusak dan benda asing yang terdapat pada tanaman. Daun tersebut dikeringkan dengan cara diangin-anginkan (sampai benar-benar kering) tanpa kontak langsung dengan sinar matahari untuk menghindari kerusakan senyawa yang berada dalam sampel. Selain itu sampel dapat tahan lama karena menghilangkan kandungan air pada sampel dan dapat memudahkan penarikan senyawa bioaktif selama proses maserasi. Sampel dihaluskan sampai sampel berukuran kecil. Proses penghalusan sampel ini bertujuan untuk memperluas permukaan sentuh dan memudahkan proses maserasi, dimana semakin besar luas permukaan area kontak dengan pelarut maka semakin efektif proses ekstraksi (Rumape *et al.*, 2022). Hasil pengeringan sampel mendapatkan berat sampel sebanyak 2 Kg (simplisia).

Pada penelitian ini digunakan metode ekstraksi yaitu pemisahan senyawa dengan cara maserasi. Tujuan dari pemisahan ini adalah agar komponen senyawa-senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam sampel terekstraksi, dimana pada proses ekstraksi ini lebih efisien dan mudah sebab pada proses perendaman sampel dengan pelarut dapat dilakukan secara berulang-ulang kali dengan cara mengganti pelarut dengan yang baru agar proses maserasi ini lebih maksimal (Bialangi *et al.*, 2022).

Pada penelitian ini menggunakan metanol sebagai pelarut dalam proses maserasi karena sifatnya yang polar. Menurut Rumape, *et al* (2022) pemilihan pelarut metanol dalam proses maserasi dikarenakan pelarut metanol merupakan pelarut universal yang dapat mengikat semua komponen senyawa yang bersifat polar, semi polar dan non polar selain itu juga pelarut metanol memiliki kelarutan yang tinggi. Menurut Saputra, *et al* (2018) bahwa pada struktur metanol terdapat gugus hidroksil yang membuat metanol mampu menarik senyawa-senyawa yang bersifat polar, begitupun dengan adanya gugus metil yang membuat metanol mampu menarik semua senyawa yang bersifat non polar.

Hasil maserat yang didapat kemudian diuapkan menggunakan alat *vacum rotary evaporator* dengan suhu 30-45°C. Tujuan dari proses penguapan ini ialah untuk mendapatkan ekstrak kental dari maserasi (proses evaporasi), yang kemudian dilakukan proses fraksinasi. Diperoleh hasil rendemen ialah 12% dari sampel kering sebanyak 300 g.

Fraksinasi

Proses fraksinasi ini dilakukan untuk memisahkan ekstrak-ekstrak yang bersifat polar, semi polar dan non polar. Diambil ekstrak kental metanol sebanyak 23 g kemudian ditambahkan larutan metanol dengan volume larutan sebanyak 150 mL dan kemudian diaduk sampai homogen, setelah itu dimasukkan kedalam corong pisah. Ditambahkan aquades sebanyak 75 mL (perbandingan 2 : 1). Kemudian ditambahkan larutan n-heksan sebanyak 100 mL dan dilakukan pengocokan. Dilihat terbentuknya dua lapisan pada dinding corong pisah, dimana pada lapisan bawah adalah metanol dan lapisan atas ialah n-heksan. Proses ini dilakukan secara berulang kali sampai pelarutnya berwarna bening.

Menurut Rumape, *et al* (2022) bahwa pengocokan pada proses fraksinasi bertujuan untuk memperluas luas permukaan kontak antara kedua pelarut sehingga distribusi solut antara keduanya dapat berlangsung dengan baik. Setelah itu fraksi metanol-air difraksi kembali dengan menggunakan larutan etil asetat yang dimasukkan sebanyak 100 mL ke dalam corong pisah. Diketahui massa jenis dari n-heksan 0,4 g/mL dan etil asetat 0,66 g/mL lebih kecil dari massa jenis air yaitu 1 g/mL yang menunjukkan bahwa ekstrak kedua pelarut tersebut mudah dipisahkan karena masing-masing berada dalam larutan. Rendemen ekstrak n-heksan (5,87 g) lebih besar dibandingkan dengan ekstrak etil asetat (3,65 g). Semakin tinggi nilai rendemen menunjukkan bahwa bahan baku tersebut memiliki peluang yang lebih besar untuk dimanfaatkan. Hasil ekstrak fraksi etil asetat dan n-heksan diuapkan menggunakan alat *vacum rotary evaporator* sampai diperoleh ekstrak kental.

Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder apa saja yang terdapat pada ketiga ekstrak yang digunakan. Menurut Lumowa., *et al* (2018) jika hasil uji fitokimia yang didapatkan berbeda dengan hasil dari peneliti sebelumnya maka hal ini disebabkan karena adanya beberapa faktor yang memungkinkan terjadi, yaitu kondisi tempat pengambilan sampel, jenis pelarut yang digunakan pada saat maserasi ataupun metode pada saat pengujian. Tabel 1 hasil uji fitokimia pada ekstrak metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan.

Tabel 1. Hasil Uji Fitokimia pada ekstrak metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan

Senyawa/ Golongan	Pereaksi	Ekstrak / Hasil Uji					
		MeOH	Hasil Uji	Etil asetat	Hasil Uji	n-heksa n	Hasil Uji
Alkaloid	Hager	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan
	Mayer	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan
	Wagner	+	Terbentuk endapan coklat	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan
	Dragendorf	+	Terbentuk endapan coklat	-	Tidak ada endapan	-	Tidak ada endapan
Flavonoid	NaOH	-	Hijau	+	Jingga	+	Jingga
	H ₂ SO ₄	+	Hijau botol	+	Kuning	+	Hijau botol
	Mg-HCl	+	Jingga pucat	-	Kuning Pucat	-	Jingga
Steroid		+	Hijau kebiruan	-	Tidak terbentuk Hijau kebiruan	+	Hijau kebiruan

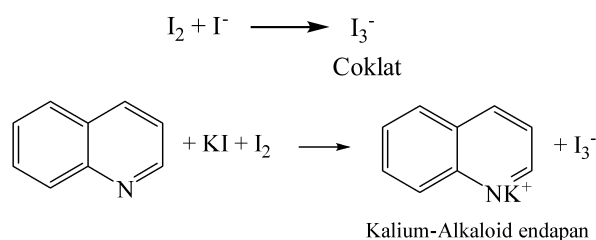
Terpenoid	+	Merah kecoklatan	+	Merah kecoklatan	+	Merah kecoklatan
Saponin	+	Terbentuk busa/buih	+	Terbentuk busa/buih	+	Terbentuk busa/buih

Uji Alkaloid

Uji alkaloid dilakukan dengan menggunakan empat jenis pereaksi yaitu pereaksi hager, mayer, wagner dan dragendorff. Diambil ketiga ekstrak yang sebelumnya dilarutkan dengan HCl. Menurut Ergina, *et al* (2014) bahwa ditambahkannya HCl pada uji ini adalah untuk meningkatkan kelarutan dari alkaloid itu sendiri, karena HCl akan bereaksi dengan senyawa alkaloid yang akan membentuk suatu garam yang larut dalam air. Selain itu penambahan asam klorida (HCl) pada uji ini dikarenakan alkaloid yang memiliki sifat basa maka biasanya diekstraksi dengan pelarut yang bersifat asam seperti HCl.

Menurut Nurjannah, *et al* (2022) bahwa prinsip kerja pada uji alkaloid adalah terjadi reaksi pengikatan yang disebabkan oleh adanya pengikatan dari suatu logam. Dimana terjadi pembentukan ikatan kovalen koordinasi antara atom nitrogen dari struktur alkaloid yang memiliki pasangan elektron bebas dengan adanya ion logam dari pereaksi. Pada pengujian alkaloid dengan menggunakan pereaksi wagner dan dragendorff mendapatkan hasil positif pada ekstrak metanol yang ditandai dengan terbentuknya endapan pada ekstrak tersebut.

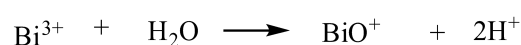
Menurut Hadi & Permatasari (2019) pada pembuatan pereaksi tersebut, dimana I_2 akan bereaksi dengan ion I^- yang didapat dari reaksi KI sehingga menghasilkan ion I_3^- yang berwarna kecoklatan. Terbentuknya endapan disebabkan karena ion logam K^+ dari KI akan membentuk suatu ikatan dengan atom nitrogen pada struktur alkaloid dan terbentuklah kompleks kalium-alkaloid endapan. Perkiraan reaksi pada uji alkaloid menggunakan pereaksi wagner ditunjukkan pada Gambar 1.

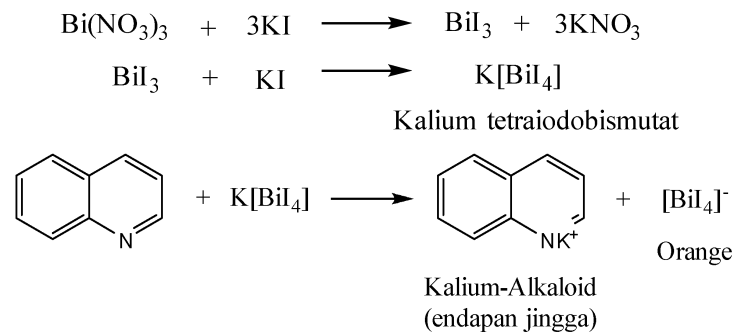


Gambar 1. Perkiraan Reaksi Uji Wagner (Hadi & Permatasari, 2019)

Menurut Alviani, *et al* (2022) pada uji alkaloid dengan penambahan pereaksi dragendorff dikatakan positif apabila terbentuk endapan yang berwarna jingga sampai warna coklat. Terbentuknya endapan dikarenakan pada penambahan pereaksi dragendorff, pereaksi ini mengandung bismut yang merupakan suatu logam berat yang menghasilkan suatu endapan. Endapan ini sering disebut kalium-alkaloid.

Pada pembuatan pereaksi ini, bismut nitrat akan dilarutkan dengan HCl untuk mencegah terjadinya reaksi hidrolisis oleh garam-garam bismut yang mudah membentuk suatu ion bismutil (BiO^+). Untuk mempertahankan ion BiO^+ dalam suatu larutan, maka ditambahkan asam (HCl), asam klorida inilah yang akan membuat kesetimbangan bergeser kearah kiri. Suatu ion Bi_3^+ dari bismut nitrat akan bereaksi dengan KI dan akan terbentuk endapan berwarna coklat (BiI_3) yang mana akan larut dalam suatu KI yang berlebih dan terbentuk kalium tetraiodobismutat. Pada uji ini terjadi juga ikatan kovalen koordinat dari atom nitrogen pada struktur alkaloid dan ion logam pada pereaksi. Perkiraan reaksi pada uji alkaloid menggunakan pereaksi dragendorff ditunjukkan pada Gambar 2.

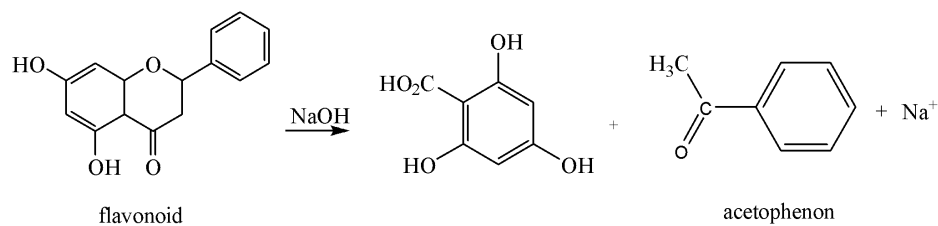




Gambar 2. Reaksi Uji Dragendorf (Hadi & Permatasari, 2019)

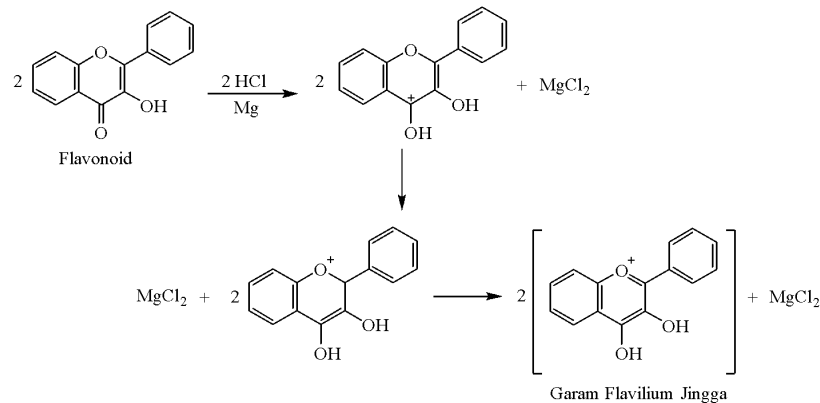
Uji Flavonoid

Langkah awal dari uji ini adalah mengambil ketiga ekstrak yang dimasukkan kedalam masing-masing tabung reaksi dan menambahkan reagen NaOH, Mg-HCl dan H₂SO₄ pada masing-masing tabung. Positif pada uji ini ditandai dengan terjadi perubahan warna pada sampel. Menurut Suharyanto & Prima (2020) terjadi perubahan warna pada uji ini ditandai dengan perubahan warna kuning pada sampel. Perubahan warna ini terjadi karena reaksi dari suatu senyawa flavonoid dari suatu ekstrak dengan larutan NaOH. Dimana suatu senyawa kristin yang merupakan salah satu turunan senyawa flavon telah mengalami suatu penguraian oleh larutan basa (NaOH) dan menjadi suatu molekul seperti asetofenon yang berwarna kuning hal ini dikarenakan terjadi pemutusan ikatan pada struktur isoprena apabila ditambahkan dengan larutan NaOH. Perkiraan reaksi pada uji flavonoid menggunakan pelarut NaOH ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi Uji Flavonoid pada NaOH (Suharyanto & Prima, 2020)

Menurut Ergina, *et al* (2014) penambahan HCl dan serbuk Mg pada uji ini ialah untuk melihat terjadinya reduksi inti dari benzopiron pada suatu struktur flavonoid. Reaksi ini yang akan membentuk suatu garam flavilium yang berwarna jingga atau merah. Menurut Alviani, *et al* (2022) penambahan larutan HCl ini bertujuan untuk menghidrolisis suatu senyawa flavonoid menjadi aglikon, dengan cara menghidrolisis O-glikosil pada struktur tersebut. Glikosil inilah yang akan tergantikan oleh ion H⁺ dari suatu asam klorida yang bersifat elektrofilik. Hasil positif pada uji ini ditandai dengan terjadinya perubahan warna pada setiap ekstrak. Perkiraan reaksi pada uji flavonoid menggunakan pereaksi Mg-HCl ditunjukkan pada Gambar 4.

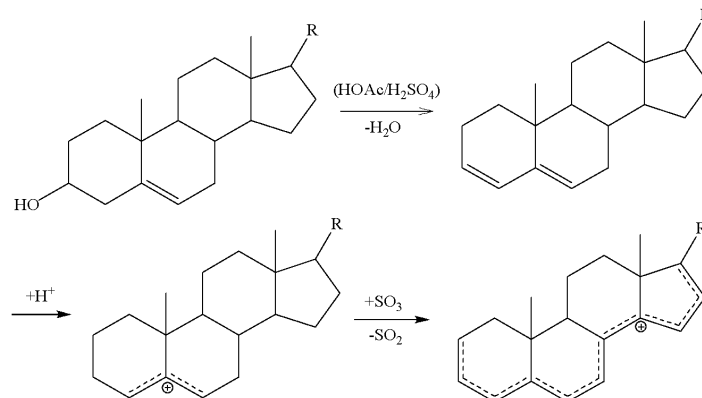


Gambar 4. Reaksi Uji Flavonoid pada Mg-HCl (Nurjannah *et al.*, 2022)

Uji Terpenoid dan Steroid

Hasil positif dari kedua uji ini ditandai dengan terbentuknya cincin berwarna hijau kebiruan yang menandakan positif pada uji steroid dan terbentuknya cincin berwarna merah kecoklatan menandakan positif terpenoid. Reaksi yang terjadi pada uji ini ialah suatu kemampuan dari senyawa terpenoid dan steroid yang akan membentuk warna dari suatu campuran larutan antara asam asetat dan larutan H_2SO_4 (*Lieberman-Bouchard*) yang sebelumnya telah dilarutkan dengan larutan kloroform (Brahmana *et al.*, 2022).

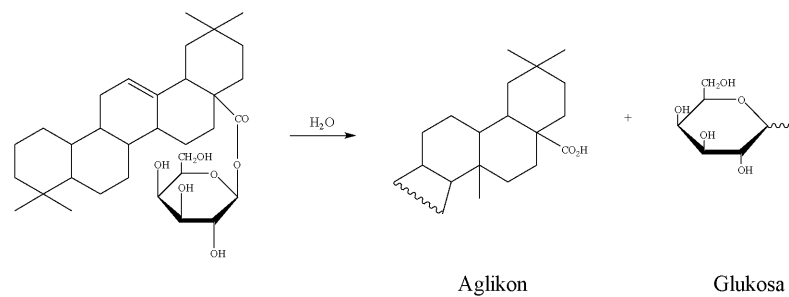
Positif terjadi pada uji steroid dikarenakan terjadi suatu pelepasan H_2O dan penggabungan dari suatu karbokation. Reaksi ini mula-mula diawali dengan terjadinya pelepasan oleh gugus hidrogen dengan elektronnya yang mengakibatkan terjadi perpindahan ikatan rangkap. Dimana elektrofilik dan karbokation pada senyawa ini mengalami resonansi. Terjadi reaksi adisi elektrofilik pada penyerangan karbokation dan diikuti oleh pelepasan gugus hidrogen. Pelepasan gugus hidrogen inilah yang menyebabkan suatu senyawa steroid mengalami perpanjangan ikatan rangkap (konjugasi) dan terbentuklah cincin berwarna hijau kebiruan (Nurjannah *et al.*, 2022). Perkiraan reaksi pada uji terpenoid dan steroid ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Reaksi Uji Steroid dan Terpenoid (Nurjannah *et al.*, 2022)

Uji Saponin

Menurut Rubianti, *et al* (2022) terdapatnya senyawa saponin dalam suatu ekstrak dikarenakan terdapatnya gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik. Pada saat dilakukan pengocokan gugus hidrofilik akan berikatan dengan air dan gugus hidrofobik inilah yang akan berikatan dengan udara. Pada struktur yang bertindak sebagai gugus polar akan menghadap kearah luar sedangkan gugus yang bertindak sebagai non polar akan menghadap kearah dalam pada struktur misel. Keadaan inilah yang membuat suatu ekstrak dapat menghasilkan busa. Perkiraan reaksi pada uji saponin ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Reaksi Uji Saponin dan Air (Hadi & Permatasari, 2019)

Uji Mortalitas

Uji mortalitas hama ialah jumlah kematian hama pada suatu tanaman yang disebabkan oleh penggunaan insektisida nabati. Menurut Musa, *et al* (2020) bahwa pada penggunaan insektisida nabati diharapkan dapat menekan populasi hama yang menyerang tanaman tanpa menimbulkan hama yang mematikan. Namun penggunaan insektisida terkadang (sangat jarang) mematikan hama tetapi hanya menimbulkan racun pada hama tersebut seperti racun perut, mengurangi nafsu makan hama dan lain-lain.

Pada konsentrasi 5% pada ekstrak metanol mendapatkan nilai rata-rata mortalitas sebesar 89% dan dibandingkan dengan ekstrak fraksi n-heksan rata-rata mortalitas 89% terjadi pada konsentrasi 10%. Hal ini dikarenakan kandungan senyawa aktif yang terdapat pada ekstrak metanol pada konsentrasi 5% sudah aktif sehingga hama target sudah tidak mampu menghambat masuknya senyawa aktif tersebut sehingga membuat hama mengalami keracunan dan berakhir dengan kematian. Begitupun yang terjadi pada pengaplikasian ekstrak pada fraksi n-heksan dengan konsentrasi 10%. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan pada hama, maka semakin tinggi pula nilai mortalitas yang didapatkan.

Hasil dari mortalitas dapat dilihat pada Tabel 2. dengan berbagai jenis pelarut yang digunakan, semua jenis pelarut dapat mematikan hama *Spodoptera frugiperda* dengan rata-rata kematian diatas 50%.

Tabel 2. Hasil Mortalitas *Ulat Spodoptera frugiperda* pada pengamatan 48 jam

Ekstrak	Konsentrasi Larutan (%)	Ulangan Pengaplikasian Ekstrak									Rata-rata Mortalitas (%)
		Ulangan I			Ulangan II			Ulangan III			
		a	b	%	a	b	%	a	b	%	
Metanol	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	1	1	3	33	1	3	33	1	3	33	33
	2,5	2	3	67	2	3	67	3	3	100	78
	5	3	3	100	3	3	100	2	3	67	89
	7,5	3	3	100	3	3	100	3	3	100	100
	10	3	3	100	3	3	100	3	3	100	100
EtilAsetat	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	1	0	3	0	1	3	33	1	3	33	22
	2,5	1	3	33	2	3	67	0	3	0	33
	5	2	3	67	1	3	33	1	3	33	44
	7,5	2	3	67	1	3	33	2	3	67	56
	10	2	3	67	2	3	67	2	3	67	67
n-Heksan	0	0	3	0	0	3	0	0	3	0	0
	1	0	3	0	1	3	33	0	3	0	11
	2,5	1	3	33	2	3	67	1	3	33	44
	5	2	3	67	2	3	67	1	3	33	56
	7,5	3	3	100	1	3	33	2	3	67	67

10 3 3 100 2 3 67 3 3 100 89

Keterangan : % = Persentase mortalitas hama, r = Jumlah hama yang mati, n = Jumlah hama seluruhnya

Aktivitas Insektisida *Ageratum conyzoides* L.

Menurut Indra Wijaya, *et al* (2018) bahwa *Ageratum conyzoides* termasuk dalam salah satu tumbuhan yang dapat dijadikan sebagai insektisida nabati karena daun dari tumbuhan ini mengandung senyawa alelopati yang bersifat toksik yang dapat dijadikan sebagai pengendali hama dan penyakit dalam mengganggu tanaman inangnya. Adapun daun dari tumbuhan ini dapat bertindak sebagai zat penolak terhadap hama karena tumbuhan ini memiliki aroma yang khas serta daunnya yang mengandung zat *antifeedant* yang didalamnya terdapat kandungan minyak atsiri yang menyebabkan turunnya nafsu makan dari hama target.

Menurut Yuliani, *et al* (2022) ada beberapa cara masuknya insektisida pada tubuh hama yang mengakibatkan hama menjadi keracunan dan akhirnya mati. Pertama, memiliki sifat sebagai racun kontak dimana semua senyawa aktif yang terkandung dalam suatu ekstrak masuk melalui dinding tubuh hama. Kedua, sebagai racun perut dimana semua senyawa aktif yang terkandung dalam suatu ekstrak masuk ke tubuh hama melalui mulut dan masuk sampai kedalam sistem pencernaan dari hama dan yang ketiga bertindak sebagai fumigan yang artinya bahwa semua senyawa aktif yang terkandung dalam suatu ekstrak masuk kedalam tubuh hama melalui sistem pernafasan.

Pada pengaplikasian ekstrak metanol, etil asetat dan n-heksan hama mengalami kematian dengan berbagai macam kondisi, seperti tubuh hama yang mengecil dan menjadi lembek, mengeluarkan cairan dari dalam tubuh serta terjadi perubahan warna kulit menjadi kehitaman. Menurut Septiono, *et al* (2020) bahwa senyawa saponin yang berada dalam ekstrak berperan dalam kematian suatu hama yang disebabkan karena lemahnya suatu sistem saraf dan terjadi kerusakan pada sel-sel saraf yang mengakibatkan hama mengalami penurunan nafsu makan dan mengalami kematian. Senyawa saponin (rasa pahit) dapat membuat larva mengalami pengecilan pada tubuh dan dapat merubah warna tubuh menjadi hitam kecoklatan. Hal ini disebabkan karena saponin bekerja dalam penghambatan enzim yang mengakibatkan turunnya kerja dari sistem pencernaan. Masuknya senyawa ini membuat hama gagal dalam melakukan pergantian kulit.

Senyawa alkaloid bereaksi dengan cara oral dimana dengan rasanya yang pahit membuat penghambatan pertumbuhan pada hama dan membuat hama tidak dapat melakukan aktivitasnya. Senyawa ini bereaksi dengan menghambat enzimatis pada sistem pencernaan hama yang membuat penyerapan makanan hama tidak maksimal. Untuk senyawa flavonoid dapat melemahkan sistem saraf pernafasan pada hama dan dapat masuk dalam saluran peredaran darah pada hama. Menurut Laksono, *et al* (2022) senyawa lain yang dapat bertindak sebagai racun bagi hama ialah terpenoid dan steroid. Dimana senyawa steroid apabila masuk kedalam tubuh hama maka dapat mencegah suatu proses molting larva.

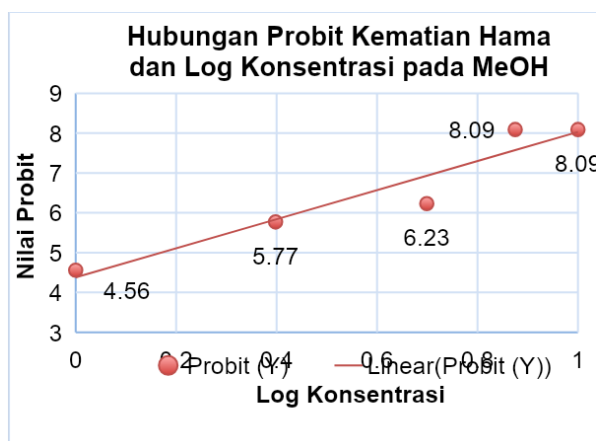
Menurut Rohimatun, *et al* (2021) terdapat kandungan senyawa yang aktif dalam suatu tumbuhan bandotan, seperti : kumarin, alkaloid, flavonoid, triterpen, tannin, saponin, polifenol, steroid dan minyak atsiri yang ditandai dengan terdapatnya turunan senyawa kromen sebanyak 80% untuk prekosen I (7-metoksi-2,2-dimetilkromen atau $C_{12}H_{14}O_2$) dan prekosen II atau ageratokromen (6,7-dimetoksi-2,2-dimetilkromen atau $C_{13}H_{16}O_3$) sebanyak 1% dalam pengendalian suatu hama. Selain itu dari hasil fraksinasi suatu ekstrak tumbuhan yang paling aktif ialah dari ekstrak n-heksan dimana terdapat tiga senyawa yang paling aktif dan bersifat sebagai *antifeedant* dan dapat menghambat pertumbuhan pada hama yaitu dua senyawa flavonoid (5,6,7,8, 3',4',5'-heptamethoxyflavone dan 5,6,7,8,3'-pentamethoxy-4',5'-methylenedioxyflavone) serta adanya senyawa kumarin.

Menurut Edwin & Kester (2018) senyawa-senyawa diatas yang terdapat pada tumbuhan *Ageratum conyzoides* diketahui memiliki aktivitas insektisida dengan senyawa utama yaitu prekosen yang dapat menurunkan aktivitas hormonal antijuvenil yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan serangga. Aksi *chromenes* (prekorsen I dan II) yang diisolasi dari tanaman ini dapat mempercepat metamorfosis larva sehingga mendapatkan bentuk tubuh larva yang lemah dan kecil. Senyawa ini menjadi alasan tingginya kematian yang diamati pada penelitian. Menurut Krisna, *et al* (2022) pada ekstrak metanol dengan konsentrasi 25% dapat memberikan mortalitas 100% pada hama ulat buah (*Helicoverpa armigera*) sedangkan menurut Singh, *et al* (2013) ekstrak metanol tanaman ini ditemukan dapat menekan populasi malaria *A. stephensi* dengan dosis yang tinggi, sedangkan pada penggunaan dosis yang rendah dapat memberikan cacat perkembangan pada larva. Menurut Rioba & Stevenson (2017) pada ekstrak n-heksan dari daun *Ageratum conyzoides* menunjukkan aktivitas insektisida yang signifikan dimana dapat menyebabkan kematian 100% pada *Oryzaephilus surinamensis* L. serta menunjukkan penghambatan sistem reproduksi hormon pada kumbang kacang Meksiko.

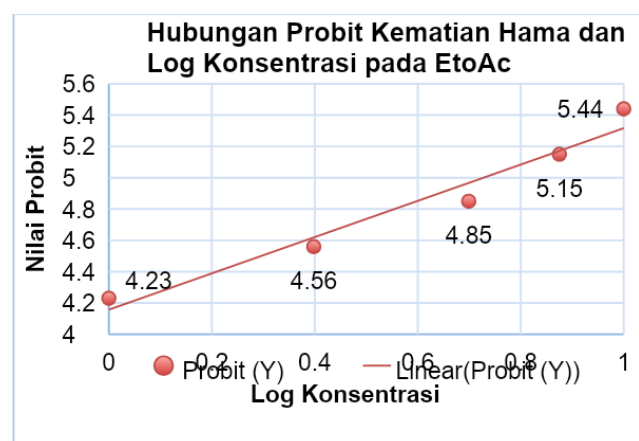
Hasil Perhitungan LC₅₀

Pengujian tingkat toksisitas pada insektisida nabati pada penelitian ini dinyatakan dalam perhitungan *Letal Concentration* (LC₅₀) dengan persamaan regresi $y = bx + a$. Dilihat pada Gambar 7 dibawah pada ekstrak metanol didapatkan hasil persamaan linier $y = 3,6517x + 4,3774$ dengan nilai $R^2 = 0,9152$ sedangkan didapatkan hasil persamaan linier pada ekstrak etil asetat dimana $y = 1,1592x + 4,157$ dengan nilai $R^2 = 0,9578$ dan pada Gambar 4.3 didapatkan persamaan linier pada ekstrak n-heksan dimana $y = 2,1647x + 3,8013$ dengan nilai $R^2 = 0,9386$ dengan waktu pengamatan selama 48 jam.

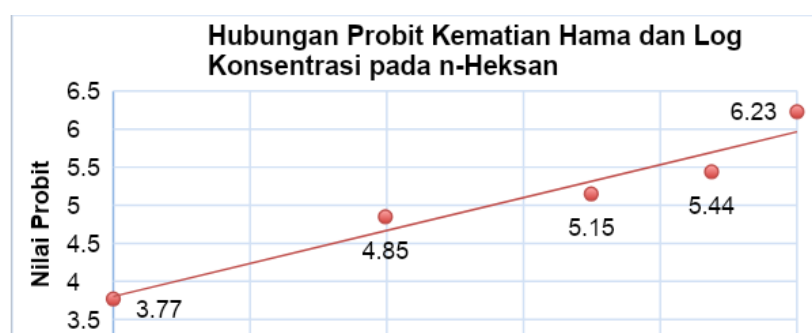
Dimana hasil yang didapat pada hasil perhitungan antara log konsentrasi dengan nilai probit kematian pada setiap ekstrak yaitu : ekstrak metanol mendapatkan nilai LC₅₀ sebesar 1,48% sedangkan untuk nilai LC₅₀ pada ekstrak fraksi n-heksan sebesar 3,57% dan pada ekstrak fraksi etil asetat sebesar 5,33%. Kurva regresi antara log₁₀ dan nilai probit mortalitas hama pada ekstrak metanol, fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan pada pengamatan 48 jam ditunjukkan pada Gambar 7, 8 dan 9.



Gambar 7. Kurva regresi antara log konsentrasi dan nilai probit



Gambar 8. Kurva regresi antara log konsentrasi dan nilai probit



Gambar 9. Kurva regresi antara log konsentrasi dan nilai probit

Menurut Jelita, *et al* (2020) semakin kecil nilai yang didapat pada LC_{50} dari suatu ekstrak maka semakin tinggi pula bioaktivitasnya. Maka dapat dilihat bahwa ekstrak metanol daun bandotan memiliki bioaktivitas yang tinggi dikarenakan nilai LC_{50} yang didapat sebesar 1,48 jika dibandingkan dengan ekstrak fraksi etil asetat dan fraksi n-heksan.

Pada penelitian ini didapatkan rata-rata kematian yang disebabkan oleh ketiga ekstrak diatas memiliki hasil mortalitas di atas dari 50%. Menurut Rindahayeni & Hayati (2019) bahwa jumlah rata-rata mortalitas yang dihitung menggunakan LC_{50} apabila suatu ekstrak dapat membunuh 50% hama target maka sudah efektif dijadikan sebagai insektisida nabati.

Menurut Hasyim, *et al* (2017) bahwa apabila didapatkan hasil perhitungan $LC_{50} \leq 5\%$ maka dapat dikatakan efektif dijadikan sebagai insektisida nabati dengan menggunakan pelarut organik. Dari ketiga ekstrak yang diuji mendapatkan nilai LC_{50} dibawah dari 5%, maka ekstrak metanol, fraksi n-heksan dan fraksi etil asetat daun bandotan efektif dijadikan sebagai insektisida nabati.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan pada ekstrak daun bandotan dapat disimpulkan bahwa ekstrak kental daun bandotan (*Ageratum conyzoides* L.) dapat mematikan hama ulat *Spodoptera frugiperda* dimana rata-rata mortalitas pada ekstrak metanol konsentrasi 7,5% dan 10% dapat mematikan 100% hama uji sedangkan pada hasil fraksi etil asetat dan n-heksan pada konsentrasi 10% dapat mematikan hama uji sebesar 67% dan 89% hama uji dengan pengamatan waktu selama 48 jam. Hasil analisis fitokimia pada ekstrak daun bandotan didapatkan hasil positif pada ekstrak metanol ialah alkaloid, flavonoid, steroid, terpenoid dan saponin sedangkan pada hasil ekstrak fraksi etil asetat mengandung senyawa flavonoid, terpenoid dan saponin dan pada hasil fraksi n-heksan terdapat senyawa flavonoid, steroid, terpenoid dan saponin. Didapatkan hasil LC_{50} daun bandotan dengan ekstrak kental metanol sebesar 1,48% sedangkan pada hasil fraksi etil asetat sebesar 5,33% dan pada hasil fraksi n-heksan sebesar 3,57% dengan waktu pengamatan 48 jam yang efektif dijadikan sebagai insektisida nabati.

DAFTAR RUJUKAN

- Alviani, S., Adelia, Fajri, R., Amri, Y., & Amna, U. (2022). Skrining Fitokimia Ekstrak Daun Benalu Kopi (*Scurrula Parasitica* L.) Dataran Tinggi Gayo. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 9–14. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4360>
- Bialangi, N., Idris, R. R., La, A., & Kadir, A. (2022). Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Metabolit

- Sekunder Ekstrak Etil Asetat Daun Sambiloto. *Jamb.J.Chem*, 4(1), 25–32.
- Bialangi, N., Mustapa, M. A., Salimi, Y. K., & Situmeang, B. (2016). Antimalarial Activity And Phitochemical Analysis From Suruhan (*Peperomia Pellucida*) Extract. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 8(3), 183–187.
- Brahmana, E. M., Mubarrak, J., & Lestari, R. (2022). Uji Skrining Fitokimia Pada Ekstrak Metanol Dari Tanaman Paku Sarang Burung (*Asplenium Nidus L.*). *Edu Research*, 11(2), 2–5.
- Edwin, I. E., & Kester, U. E. (2018). Insecticidal Toxicity Of Goat Weed, *Ageratum Conyzoides*, Linn. (Asteraceae) Against Weevil, *Dermestes Maculatus*, Degeer (Coleoptera : Dermestidae) Infesting Smoked Fish. *Jordan Journal Of Biological Sciences*, 11(2), 223–229.
- Ergina, Nuryanti, S., & Pursitasari, D. (2014). Uji Kualitatif Senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave Angustifolia*) Yang Diekstraksi Dengan Pelarut Air Dan Etanol. *Akademika Kimia*, 3(3), 165–172.
- Hadi, K., & Permatasari, I. (2019). *Uji Fitokimia Kersen (Muntingia Calabura .L) Dan Pemanfaatannya Sebagai Alternatif Penyembuhan Luka*. 1, 22–31.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Marhaeni, L. S., & Lukman, L. (2017). Bioaktivitas Enam Ekstrak Tumbuhan Untuk Pengendalian Hama Tungau Kuning Cabai *Polyphagotarsonemus Latus* Banks (*Acari : Tarsonemidae*) Di Laboratorium. *Journal Hort*, 27(2), 217–230.
- Hayati, D. D., Isa, M., & Harris, A. (2020). Antibacterial Activity Of Ethanol Extract Of Siamih Leaf (*Ageratum Conyzoides*) On *Staphylococcus Aureus* Bacteria. *Jurnal Medika Veterinaria*, 14(1), 88–98. <https://doi.org/10.21157/J.Med.Vet.V14i1.10333>
- Indra Wijaya, Saripah Ulpah, & Mardaleni. (2018). Pemanfaatan Babadotan (*Ageratum Conyzoides L*) Untuk Mengendalikan Hama Kutu Daun Pada Tanaman Cabai Rawit (*Capsicum Frutescent L.*). *Dinamika Pertanian*, 34(2), 151–162. [https://doi.org/10.25299/Dp.2018.Vol34\(2\).5424](https://doi.org/10.25299/Dp.2018.Vol34(2).5424)
- Jelita, S. F., Setyowati, G. W., Ferdinand, M., Zuhrotun, A., & Megantara, S. (2020). Uji Toksisitas Infusa *Acalypha Simensis* Dengan Metode Brine Shrip Lethality Test (BsLt). *Jurnal Farmaka*, 18(1), 14–22.
- Krisna, K. N. P., Yusnaenil, Lika, A. G., & Sudirman. (2022). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Bandoan (*Ageratum Conyzoides*) Sebagai Biopestisida Hama Ulat Buah (*Helicoverpa Armigera*). *Biological Science And Education Journal*, 2(1), 35–40.
- Laksono, F. W., Sari, N. L. S., Salsabila, & Kurniasari, L. (2022). *Pengaruh Insektisida Alami Ekstrak Daun Jelatang Terhadap Mortalitas Larva Aedes Aegypti*. 12(1), 1–8.
- Lumowa, S., & Bardin, S. (2018). Uji Fitokimia Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisiacal.*) Bahan Alam Sebagai Pestisida Nabati Berpotensi Menekan Serangan Serangga Hama Tanaman Umur Pendek. *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(9), 465–469. <https://doi.org/10.25026/Jsk.V1i9.87>
- Musa, W. J. ., Duengo, S., & Kilo, A. K. (2020). Alkaloid Compound From Tombili (*Caesalpinia Bonduc*) As Biopesticide Agent On Rice Plants. *Pendidikan Kimia*, 12(3), 156–163. <https://doi.org/10.24114/Jpkim.V12i3.21165>
- Nurhudiman, N., Hasibuan, R., Hariri, A. M., & Purnomo, P. (2018). Uji Potensi Daun Babadotan (*Ageratum Conyzoides L.*) Sebagai Insektisida Botani Terhadap Hama (*Plutella Xylostella L.*) Di Laboratorium. *Jurnal Agrotek Tropika*, 6(2), 91–98. <https://doi.org/10.23960/Jat.V6i2.2600>
- Nurjannah, I., Mustariani, B. A. A., & Suryani, N. (2022). Skrining Fitokimia Dan Uji Antibakteri Ekstrak Kombinasi Daun Jeruk Purut (*Citrus Hystrix*) Dan Kelor (*Moringa Oleifera L.*) Sebagai Zat Aktif Pada Sabun Antibakteri. *Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 4(1), 23–36. <https://doi.org/10.20414/Spin.V4i1.4801>

- Nurvianthi, R. Y., & Asmal, A. (2022). Uji Toksikitas Akut Ekstrak Etanol Akar Dan Biji Cempedak (*Artocarpus Champeden Spreng*) Asal Luwu Utara Terhadap Larva Udang (*Artemia Salina Leach*) Dengan Metode Brine Shrimp Lethality Test (Bst). *Journal Of Health Luwu Raya*, 09(01), 41–54.
- Ramdan, E., & Risnawati. (2018). Aplikasi Bakteri Pemacu Pertumbuhan Tanaman Dari Babadotan Dan Pengaruhnya Pada Perkembangan Benih Cabai. *Jurnal Pertanian Presisi*, 2(1), 1–10.
- Rindahayeni, & Hayati, I. (2019). Uji Efektifitas Ekstrak Daun Ciplukan (*Physalis Angulata L.*) Terhadap Larva Nyamuk *Aedes Aegypti L.* *Jurnal Ilmiah Farmacy*, 6(1).
- Rioba, N. B., & Stevenson, P. C. (2017). *Ageratum Conyzoides L.* For The Management Of Pets And Diseases By Small Holder Farmers. *Elsevier B. V.* <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.068>
- Rohimatus, Aisyah, M. D. N., & Wahyudin, S. (2021). *Babadotan (Ageratum Conyzoides L.) Sebagai Insektisida Nabati*. 38(76).
- Rubianti, I., Azmin, N., & Nasir, M. (2022). Analisis Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Golka (*Ageratum Conyzoides*) Sebagai Tumbuhan Obat Tradisional Masyarakat Bima. *Jurnal Sains Dan Terapan*, 1(2), 7–12.
- Rumape, O., Kilo, A. La, & Ischak, N. I. (2022). Amethyst Leaf Extract As Pest Control And Fertilizer For Soybean Plants. *Biodiversitas*, 23(7), 3355–3363. <https://doi.org/10.13057/biodiv/D230706>
- Saputra, T. R., Ngatin, A., & Sarungu, Y. T. (2018). Penggunaan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Partisi Pada Tumbuhan Cocor Bebek (*Kalanchoe Pinnata*) Dengan Kepolaran Berbeda. *Fullerene Journal Of Chemistry*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.37033/fjc.v3i1.26>
- Septiono, E., & Yuliani, Y. (2020). Efektivitas Babadotan (*Ageratum Conyzoides L.*) Untuk Pengendalian Larva Spodoptera Litura Dan Plutella Xylostella. *Lenterabio : Berkala Ilmiah Biologi*, 9(3), 233–238. <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v9n3.p233-238>
- Silalahi, M. (2019). *Ageratum Conyzoides L.* (Pemanfaatan Sebagai Obat Dan Bioaktivitasnya). *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 11(3), 197. <https://doi.org/10.33541/jdp.v11i3.891>
- Singh, S. B., Devi, W. R., Marina, A., Devi, W. I., & Swapana, N. (2013). Ethnobotany, Phytochemistry And Pharmacology Of *Ageratum Conyzoides Linn* (Asteraceae). *Journal Of Medicinal Plants Re*, 7(8). <https://doi.org/10.5897/jmpr12.897>
- Suhartini, S., Suryadarma, P., & Budiwati, B. (2017). Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama Plutella Xylostella Tanaman Sawi (*Brassica Juncea L.*) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan. *Jurnal Sains Dasar*, 6(1), 36. <https://doi.org/10.21831/jsd.v6i1.12998>
- Suharyanto, & Prima, D. A. N. (2020). Penetapan Kadar Flavonoid Total Pada Juice Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas L.*) Yang Berpotensi Sebagai Hepatoprotektor Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis. *Cendekia Journal Of Pharmacy*, 4(2), 110–119. <https://doi.org/http://cjp.jurnal.stikeskendekiautamakudus.ac.id>
- Supriadi, Rohimatus, & Miftakhurohmah. (2022). *Keamanan Biopestisida: Kunci Sukses Komersialisasi* (A. Dikin (Ed.)). Ilaard Press.
- Yuliani, Y., & Utami, A. (2022). Uji Efektivitas Daun Sirsak *Annona Muricata*) Dan Daun Cengkeh (*Syzygium Aromaticum L.*) Terhadap Pengendalian Ulat Grayak (*Spodoptera Litura*). *Pro-Stek*, 4(1), 32. <https://doi.org/10.35194/prs.v4i1.2339>