

TOKSISITAS EKSTRAK BAHAN NABATI DALAM PENGENDALIAN HAMA *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) PADA TANAMAN NYAWAI (*Ficus variegata* (Blume))

THE PLANTS EXTRACT TOXICITY AGAINST *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) IN NYAWAI *Ficus variegata* (Blume)

Fajar Lestari dan Beny Rahmanto

Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru
Jl. Ahmad Yani km 28.7 Banjarbaru, Kalimantan Selatan
Telp. (0511) 4707872; Email: fjelestari@gmail.com

Diterima: 11 Februari 2019; Direvisi: 1 April 2019; Disetujui: 15 Juni 2020

ABSTRAK

Salah satu permasalahan dalam pengembangan jenis nyawai adalah serangan hama bekicot *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) pada tingkat bibit tanaman. Kerusakan tanaman yang ditimbulkan oleh hama ini cukup besar dan menimbulkan kematian bibit. Salah satu upaya pengendalian yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan bahan nabati yang bersifat moluskisida (mampu membunuh hewan golongan moluska). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui toksisitas beberapa ekstrak bahan nabati untuk mengendalikan hama *Achatina fulica* (Ferussac, 1821). Penelitian dilakukan pada skala laboratorium. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 3 ulangan. Perlakuan terdiri empat bahan nabati dengan masing-masing tiga konsentrasi yaitu sembung (*Blumea balsamifera*), gadung (*Discorea hispida*), tuba (*Derris eliptica*), dan pinang (*Areca catechu*) dengan konsentrasi 10, 25, dan 50 g/l. Masing-masing konsentrasi menggunakan 4 ekor bekicot sebagai contoh uji. Parameter yang diamati adalah mortalitas bekicot dan Lethal Concentration (LC₅₀ dan LC₉₅). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak umbi gadung memiliki toksisitas paling tinggi yang ditunjukkan dengan mortalitas sebesar 75 % dan nilai LC₉₅ paling rendah yaitu 80,63 g/l. Sedangkan toksisitas paling rendah adalah buah pinang dengan mortalitas 49,75 % dan nilai LC₉₅ paling besar yaitu 567,75 g/l. Pada ekstrak tuba, pinang, dan sembung toksisitas tertinggi pada konsentrasi 50 g/l sedangkan pada ekstrak gadung dengan konsentrasi 10 g/l mempunyai toksisitas tertinggi. Namun demikian, aplikasi nabati harus memperhatikan tingkat serangan hama *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) karena efek toksisitas pestisida nabati tersebut lambat dibandingkan dengan penggunaan moluskisida kimia.

Kata Kunci : *Achatina fulica* (Ferussac, 1821), bahan nabati, konsentrasi, toksisitas

ABSTRACT

*One of the problems in developing Nyawai plants is the attack of snail pests *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) at seedling level of the plants. Plant damage caused by these pests is quite large and causes seedling death. One of the control efforts that can be done is utilizing biomaterials which have molluscicidal properties (can kill mollusks). This study aimed to determine the toxicity of some extracts of biomaterial to control *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) pests. The research was conducted on a laboratory scale. The study used a factorial random design with 3 replications. The treatment consisted of four biomaterials namely sembung (*Blumea balsamifera*), gadung (*Discorea hispida*), tuba (*Derris eliptica* and betel nut (*Areca catechu*) with each concentration of 10.25.50 g/l. Each concentration used 4 snails as a test sample. The parameters observed were snail mortality, and Lethal Concentration (LC₅₀ and LC₉₅). The results showed that the gadung tuber extract had the highest toxicity as indicated by mortality of 75 % and the lowest LC₉₅ value of 80.63 g/l. While the lowest toxicity is betel nut with mortality of 49.75 % and the highest LC₉₅ value is 567.75 g/l. The Toxicity of tuba, pinang, and sembung are highest on 50 g/l concentration, excepted the gadung extract. In gadung extract, the highest toxicity was obtained on 10 g/l concentration. However, the application was consideration to the attack intensity of *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) because the toxicity effect of biomaterial pesticide was slower than chemical molluscicide.*

*Keywords: *Achatina fulica* (Ferussac, 1821), biomaterial, concentration, toxicity*

PENDAHULUAN

Bekicot *Achatina fulica* (Ferussac, 1821) merupakan salah satu hama yang ditemukan menyerang tanaman nyawai *Ficus variegata* (Blume) di persemaian. Bekicot termasuk hewan moluska yang termasuk dalam famili Achatinidae yang berasal dari Afrika Timur. Jenis ini sudah menyebar luas di beberapa negara dan menjadi salah satu jenis invasif terburuk di dunia (Cowie, 2010). Kemampuan reproduksi yang tinggi mampu bertelur antara 100 – 500 butir mendukung bekicot sebagai hama tanaman yang sulit dikendalikan. Panjang cangkang berukuran ± 6 cm dengan diameter ± 3 cm. Warna cangkang didominasi oleh warna coklat kemerahan dengan garis-garis vertikal berwarna kuning pucat. Bekicot memiliki 2 pasang tentakel, 1 pasang tentakel pendek yang berfungsi sebagai peraba dan 1 pasang tentakel panjang yang terdapat titik mata di bagian ujungnya. Bekicot merupakan hewan herbivora yang memakan berbagai jenis bahan tanaman, buah maupun sayuran.

Binatang ini melakukan aktivitas makan setiap sore sampai malam hari pada saat suhu udara dalam keadaan rendah. Dengan aktivitasnya tersebut mampu menimbulkan kerusakan yang sangat besar dalam waktu singkat. Hama bekicot menyerang pada semai tanaman dengan memakan helaian daun dan tangkai daun dan hanya menyisakan sedikit bagian batang utama. Pada siang hari, bekicot akan bersembunyi di tempat-tempat yang terlindung dari cahaya matahari antara lain disela-sela polybag atau di tempat-tempat teduh lainnya. Hasil penelitian Rahmanto *et al.* (2013) menunjukkan bahwa persentase serangan bekicot di persemaian Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan (BP2LHK) Banjarbaru sebesar 51,5 % dengan intensitas serangan sebesar 45,8 %. Serangan bekicot menyebabkan semai nyawai mati karena hilangnya sebagian besar organ pertumbuhan semai yaitu daun dan batang.

Pengendalian hama tersebut diperlukan dalam rangka pencegahan kegagalan penanaman. Salah satu upaya pengendalian yang di kenal ramah lingkungan untuk hama ini dapat dilakukan dengan menggunakan bahan nabati yang bersifat moluskisida. Salah satu alternatif dalam pengendalian hama adalah penggunaan biopestisida, yang bertujuan untuk mengurangi kepadatan populasi serangga hama (Aziz, 2014). Indonesia memiliki banyak aneka macam flora yang sangat berpotensi sebagai biopestisida, pestisida maupun insektisida nabati (Siregar *et al.*, 2017). Lebih dari 400 ribu jenis tumbuhan telah teridentifikasi bahan kimianya dan

10 ribu diantaranya mengandung metabolit sekunder yang sangat potensial sebagai bahan baku pestisida nabati dan mampu mengendalikan populasi serangga hama dengan cara melindungi tanaman sebagai antifitopatogenik (antibiotik pertanian), fitotoksik atau mengatur pertumbuhan (fitotoksin, hormon), dan bahan aktif terhadap serangga (hormon serangga, feromon, antifidant, repelen, atraktan dan insektisida) (Saenong, 2017). Pestisida/insektisida nabati yang berasal dari ekstrak tumbuhan (botani) diharapkan dapat mengurangi dampak negatif penggunaan pestisida/insektisida sintetik (Hasyim *et al.*, 2017).

Menurut Kardinan & Iskandar (1997); Wibowo *et al.* (2008) beberapa pestisida/insektisida nabati yang telah terbukti berpotensi sebagai moluskisida nabati diantaranya akar tuba (*Derris elliptica* (Roxb.) Benth), pinang (*Areca catechu*), umbi gadung (*Dioscorea hispida* dan daun sembung (*Blumea balsamifera*). Akar tuba diketahui mengandung senyawa rotenone yang terdapat pada bagian akar sebesar 0,3 – 12 % sehingga sangat berbahaya untuk makhluk hidup di perairan (Smith, 2018). (Harahap *et al.*, 2018) menyatakan moluskisida nabati dari ekstrak pinang mampu mengendalikan keong mas dengan persentase mortalitas 100 % pada hari ke 3 sampai 4 pasca aplikasi dan mampu mencegah kerusakan rumpun tanaman padi. Hasil penelitian juga menunjukkan umbi gadung mengandung dioskorin yaitu sejenis alkaloid yang larut dalam air dan dapat menyebabkan muntah darah, sulit bernafas dan kematian (Posmaningsih *et al.*, 2014). Daun sembung mengandung borneol, sineol, limonen, dan dimetil eter floroasetofenol (Wijayakusuma *et al.*, 1992a) dalam (Kardinan & Iskandar, 1997).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan ekstrak bahan nabati dari beberapa tumbuhan yang mempunyai daya racun (toksisitas) terhadap bekicot (*Achatina fulica* (Ferussac, 1821)). Diharapkan hasil penelitian ini dapat bermanfaat dalam membantu menekan populasi hama bekicot sehingga mampu meningkatkan produktivitas tanaman nyawai. Selain itu juga dapat mendorong perkembangan pestisida berbahan nabati yang lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan pestisida berbahan sintetik.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di laboratorium rumah kaca Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah buah pinang (*Areca catechu*), daun sembung (*Blumea*

balsamifera), akar tuba (*Derris elliptica*), umbi gadung (*Dioscorea hispida*), moluskisida kimia, bekicot, aquades. Peralatan yang digunakan adalah blender, sprayer, ember plastik, dan alat tulis.

Prosedur Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Perlakuan menggunakan empat bahan nabati yaitu buah pinang, daun sembung, akar tuba, dan umbi gadung dengan masing-masing tiga konsentrasi. Konsentrasi ditentukan berdasarkan beberapa hasil penelitian yang berkisar antara 30 - 80 g/l (Lehmann *et al.*, 2017; Ningtyas & Cahyati, 2017; Posmaningsih *et al.*, 2014). Dalam penelitian ini kadar konsentrasi diturunkan untuk melihat toksisitas bahan dengan konsentrasi yang lebih rendah. Konsentrasi masing-masing bahan nabati adalah (10; 25; 50 g/l) dengan menggunakan 4 ekor bekicot untuk setiap ulangan sebagai contoh uji. Jumlah bekicot yang sedikit tersebut bertujuan meminimalkan penggunaan binatang uji dan masih diterima secara statistik sesuai prinsip *biological ethic* (Radin, 2018). Pengujian menggunakan bekicot berdasarkan pada metode (Banjarnahor *et al.*, 2016) dengan sedikit modifikasi. Bekicot diletakkan pada wadah sebagai satuan percobaan dan diulang sebanyak 3 kali pada setiap konsentrasi dan pestisida nabati yang digunakan. Sebagai pembanding digunakan moluskisida kimia Romero berbahan aktif *Niklosamida etanolamina* 50 % dengan dosis 5 g/l sesuai dengan petunjuk penggunaan yang tertera pada kemasan. Parameter yang diamati adalah mortalitas, *Lethal Concentration* 50 dan 95 (LC₅₀ dan LC₉₅).

Persiapan Bahan Nabati

Bahan-bahan nabati dicuci sampai bersih dan dikeringanginkan kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender hingga menjadi serbuk kasar (Dadang & Prijono, 2008). Pembuatan ekstrak dilakukan dengan menimbang masing-masing bahan nabati sesuai dengan konsentrasinya. Konsentrasi tersebut diperoleh dengan menimbang 4 jenis bahan nabati masing-masing sebanyak 10; 25; dan 50 g kemudian ditambahkan 1000 ml aquades dan diaduk hingga merata. Larutan didiamkan selama 24 jam dan disaring dengan menggunakan kain kasa. Larutan hasil penyaringan digunakan sebagai bahan dalam aplikasi pestisida nabati (Dadang & Prijono, 2008).

Uji kandungan bahan pestisida nabati dilakukan di laboratorium pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor dengan metode

kualitatif dengan pelarut etanol (Harborne, 1996) sebagai berikut:

- a. Uji Tanin Ekstrak diteteskan di atas pelat tetes dan ditambah larutan FeCl₃ 1 %. Hasil positif ditandai dengan perubahan warna larutan menjadi biru atau hitam kehijauan.
- b. Uji Alkaloid Ekstrak ditambah kloroform dan asam sulfat secara berurutan kemudian dikocok. Larutan didiamkan hingga kloroform dan asam sulfat memisah. Lapisan asam (bagian atas) diteteskan pada pelat tetes dan diuji dengan *reagen Wagner* (kalium tetraidomerkurat) dan *reagen Dragendorff* (kalium tetraidobismutat). Hasil positif ditandai dengan terbentuknya endapan coklat kemerahan pada *reagen Dragendorff* dan warna coklat pada *reagen Wagner*.
- c. Uji Triterpenoid dan Saponin Ekstrak diuapkan, ditambah kloroform dan dikocok kuat-kuat. Terbentuknya busa yang stabil selama 30 menit menandakan adanya saponin dalam ekstrak. Ekstrak yang sudah ditambah dengan kloroform, ditambah dengan asam klorida 2 N kemudian disaring. Lapisan atas diuji dengan *reagen Liebermann Bucchard*. Hasil positif triterpenoid ditandai dengan terbentuknya warna merah.
- d. Uji Flavonoid Ekstrak ditambah serbuk Mg dan 1 ml HCl pekat, selanjutnya ditambah amyl alkohol, kocok dengan kuat dan dibiarkan terpisah. Terbentuknya warna jingga dalam lapisan amyl alkohol menunjukkan adanya flavonoid.

Penentuan nilai kuantitatif dilakukan oleh Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro), Bogor sesuai dengan prosedur dari Kementerian Kesehatan. Menurut Kementerian Kesehatan, (2011) penentuan nilai kuantitatif masing-masing parameter sebagai berikut:

- a. Penentuan kadar tanin menggunakan spektrofotometer Uv-Vis. Prinsip penentuannya yakni dengan membandingkan serapan panjang gelombang 279 nm dan 300 nm. Perbandingan tersebut antara larutan pembanding (katekin dengan pelarut etil asetat P yang diendapkan selama 5 menit) dengan larutan uji dengan berat ekstrak seberat 50 mg dengan pelarut etil asetat P. Kedua larutan tersebut dikeringkan dengan suhu 105°C sebelum dilakukan pengukuran spektrofotometer Uv-Vis. Serapan larutan uji pada 300 nm tidak lebih dari 0,03 dan

penentuan kadar tanin berdasarkan persentase katekin dalam ekstrak pada panjang gelombang 279 nm.

- b. Penetapan kadar flavonoid menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Metode pengujianya terdiri dari 3 tahap yakni: 1) penentuan panjang gelombang maksimum kuersetin, 2) pembuatan kurva kalibrasi, dan 3) penentuan panjang gelombang maksimum dari larutan uji berdasarkan hasil dari tahap 1.

1) Pembuatan larutan induk kuersetin menggunakan sebanyak 10 mg kuersetin yang dilarutkan dengan pelarut etanol 80 %. Larutan sebanyak 0,5 mL tersebut dimasukkan kedalam labu ukur dan ditambahkan sebanyak 1,5 mL etanol P, 0,1 mL alumunium klorida P 10 %, 0,1 mL natrium asetat 1 M dan 2,8 mL air suling. Hasil larutan tersebut didiamkan selama 30 menit kemudian diukur serapan pada panjang gelombang serapan maksimum.

2) Pembuatan kurva kalibrasi dari larutan induk kuersetin 1 mg/mL dengan berbagai konsentrasi 30; 40; 50; 60; 70 µg/mL. Pembuatan larutan tersebut yakni larutan kuersetin dengan beberapa volume (0,3; 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 mL) dan ditambahkan 1,5 mL etanol P; 0,1 mL alumunium klorida P 10 %; 0,1 mL natrium asetat 1 M; dan 2,8 mL air suling. Hasil larutan tersebut didiamkan selama 30 menit dan diukur serapan pada panjang gelombang maksimum kuersetin dengan Spektrofotometri UV-Vis. Hasil pengukuran tersebut sebagai dasar dalam pembuatan kurva kalibrasi dan perhitungan regresi linear dari kurva tersebut.

3) Pengujian larutan uji menggunakan ekstrak sebanyak 0,5 ml dan ditambahkan 0,1 ml alumunium klorida P 10 %, 0,1 ml natrium asetat 1 M, dan 2,8 ml air suling. Pengukuran serapan pada panjang gelombang maksimum kuersetin dengan Spektrofotometri UV-Vis dilakukan pada larutan tersebut setelah didiamkan selama 30 menit.

- c. Penetapan kadar alkaloid menggunakan ekstrak sebanyak 20 ml dilarutkan dengan 100 ml metanol P dan 10 ml amoniak P. Pembuatan larutan tersebut diulang sebanyak 2 kali. Larutan tersebut dipanaskan pada tangas air selama 30 menit dan dilakukan penyaringan.

Tahapan selanjutnya yakni menambahkan 50 ml asam klorida 1 N LP pada kumpulan filtrate dan diuapkan sampai dengan volume kurang lebih 25 ml. Filtrat hasil penguapan disaring dan dibasakan dengan amoniak P sampai pH ± 10, kemudian ditambahkan 25 ml kloroform P. Larutan kloroform diuapkan dengan suhu 50 °C, dan dikeringkan sampai dengan bobot tetap. Penentuan alkaloid total yakni dengan menghitung sisa pengeringan dari seluruh proses tersebut.

Penyediaan Contoh Uji

Bekicot yang digunakan dalam penelitian diperoleh dengan mengumpulkan dari alam. Hal ini bertujuan untuk memperoleh ukuran yang seragam dan sebelum digunakan untuk percobaan, bekicot diaklimatisasi pada kondisi laboratorium selama 1 hari, sehingga bekicot dalam kondisi sehat dan siap sebagai bahan uji.

Aplikasi Bahan Nabati

Wadah untuk percobaan adalah ember plastik yang ditutup dengan kain kasa dengan alas menggunakan kain lembab. Bekicot terlebih dahulu dimasukkan ke dalam ember yang telah diberi kode perlakuan pestisida nabati agar bisa beradaptasi dengan wadah percobaan. Umpan yang digunakan pada aplikasi pestisida nabati menggunakan sawi putih. Sawi putih juga digunakan sebagai umpan dalam pengujian toksisitas *triclosan* pada bekicot (Wang *et al.*, 2014). Sawi putih direndam dalam larutan ekstrak bahan nabati selama 15 menit kemudian diumpankan ke bekicot.

Pengamatan Mortalitas Bekicot

Pengamatan LC₅₀ dan LC₉₅ dilakukan setiap 24 jam dengan menghitung jumlah bekicot yang mati pada masing-masing perlakuan. Hal ini berdasarkan pernyataan Tukimin & Rizal (2002) yang menyatakan bahwa suatu pestisida nabati pada umumnya akan bekerja secara maksimal pada 24 jam pasca aplikasi. Toksisitas pestisida nabati di tentukan menjadi 4 kategori seperti Tabel 1 (Houngbeme *et al.*, 2014).

Tabel 1. Kategori toksisitas pestisida nabati

No	Nilai LC ₅₀	Kategori
1	≥ 100 g/l	Tidak toksik
2	50 g/l ≤ LC ₅₀ < 100 g/l	Rendah
3	10 g/l ≤ LC ₅₀ < 50 g/l	Sedang
4	< 10 g/l	Tinggi

Sumber: Houngbeme *et al.* (2014)

Pengamatan dilakukan dengan menghitung bekicot yang mati setelah perlakuan. Persentase

mortalitas dihitung dengan rumus (Banjarnahor *et al.*, 2016):

$$Mt = \frac{a}{b} \times 100\%$$

Keterangan:

- Mt = mortalitas
- a = jumlah bekicot yang mati
- b = jumlah bekicot ujisawi

Perhitungan mortalitas total berdasarkan akumulasi mortalitas harian. Nilai ini digunakan dalam penentuan analisis toksisitas pestisida nabati.

Analisis Data

Data pengamatan dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis varian dan perbedaan

antar perlakuan dilakukan uji lanjut Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) 5 %. Untuk nilai LC₅₀ dan LC₉₅ dianalisis menggunakan analisis probit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak bahan nabati yang berasal dari buah pinang, daun sembung, akar tuba, dan umbi gadung dalam aplikasi dengan beberapa konsentrasi terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap mortalitas *A. fulica* (Tabel 2). Berdasarkan tabel tersebut, pengaruh dari masing-masing ekstrak (perlakuan) berbeda-beda.

Tabel 2. Mortalitas *A. fulica* akibat perlakuan bahan nabati pada masing-masing konsentrasi

Ekstrak	Konsentrasi (g/l)	Mortalitas Minggu ke-(%)			
		1	2	3	4
Umbi Gadung	10	0	8,3	41,7	41,7
	25	8,3	0	8,3	33,3
	50	0	16,7	25,0	41,6
	Rataan	2,8	8,3	25,0	38,9
Daun Sembung	10	0	8,3	0	50,0
	25	0	16,7	16,7	50,0
	50	0	16,7	20,5	41,7
	Rataan	-	13,9	13,9	47,2
Akar Tuba	10	0	8,3	0	41,7
	25	0	16,7	33,3	8,3
	50	8,3	16,7	16,7	50,0
	Rataan	2,8	13,9	16,7	33,3
Buah Pinang	10	8,3	0	16,7	8,3
	25	0	0	25	33,3
	50	0	16,7	25	16,7
	Rataan	2,8	5,6	22,2	19,4
Kimia	5	41,7	33,3	8,3	8,3

Hasil analisis statistik, jenis bahan nabati dan konsentrasi bahan nabati berpengaruh signifikan terhadap mortalitas hama (Tabel 4 & 5), sedangkan interaksi antara bahan nabati dan konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas hama (Tabel 3). Berdasarkan nilai pada Tabel 4, hasil uji lanjut menunjukkan terdapat perbedaan nyata pada ekstrak pinang terhadap ketiga jenis ekstrak lainnya. Nilai mortalitas total masing-masing bahan nabati menunjukkan bahan nabati dengan mortalitas hama yang cukup tinggi adalah daun sembung sebesar 74,75 %. Hasil analisis pendugaan daya racun (toksisitas) ekstrak bahan nabati (Tabel 4)

menunjukkan bahwa ekstrak umbi gadung mempunyai toksisitas paling tinggi yang ditunjukkan dengan nilai LC₉₅ paling rendah sebesar 80,63 g/l. Nilai LC₉₅ merupakan konsentrasi yang menyebabkan kematian pada 95 % hewan uji sehingga semakin rendah nilai LC₉₅ maka bahan nabati tersebut semakin toksik. Nilai LC₅₀ digunakan untuk menentukan aplikasi toksisitas pestisida nabati yang efektif (Dewi *et al.*, 2017; Hougbebe *et al.*, 2014). Suatu ekstrak dapat dikatakan beracun atau berpotensi sebagai pestisida apabila memiliki nilai LC₅₀ (konsentrasi yang mampu membunuh 50%) yaitu antara range 100 - 1000 ppm setelah waktu

kontak 24 jam (Meyer, *et al.*, 1982) dalam (Desiyanti *et al.*, 2016). Perbandingan toksisitas bahan nabati

tertinggi dan terendah adalah umbi gadung 7 kali lebih toksik terhadap buah pinang.

Tabel 3. Analisis keragaman mortalitas hama *A. fulica*

Parameter	Keragaman	Fhitung	F tabel	Keputusan
Mortalitas	Bahan nabati	3,27*	3,10	Fhitung > Ftabel
	Konsentrasi	8,59*	3,49	Fhitung > Ftabel
	Bahan nabati x konsentrasi	0,77 ^{ns}	3,85	Fhitung < Ftabel

Keterangan : * = berbeda nyata pada taraf 5 %; ns: not significant

Tabel 4. Uji beda nyata (Duncan) bahan nabati dan pendugaan parameter toksisitas ekstrak bahan nabati terhadap mortalitas hama *A. fulica*

Perlakuan	Mortalitas	LC ₅₀ (g/l)	LC 95 (g/l)
Bahan Nabati			
Akar Tuba	66,8% ab	12,6	81,2
Umbi Gadung	75,0% b	6,9	80,6
Buah Pinang	49,8 % a	24,0	567,8
Daun Sembung	74,8% b	4,9	122,3
Kimia (<i>niklosamida etanolamina</i>)	91,7%		

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %.

Tabel 5. Uji beda nyata (Duncan) konsentrasi terhadap mortalitas hama *A. fulica*

Konsentrasi Bahan Nabati	Mortalitas	Hasil uji
10 g/l	47,8 %	a
25 g/l	73,0 %	b
50 g/l	79,3 %	b
Kimia (<i>niklosamida etanolamina</i> 5 g/l)	91,7 %	

Keterangan: angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5 %.

Berdasarkan hasil ujicoba pengendalian ekstrak gadung menghasilkan mortalitas hama paling tinggi dibandingkan dengan ekstrak bahan nabati yang lainnya yaitu sebesar 75 %. Mortalitas pada perlakuan ekstrak umbi gadung pada ketiga konsentrasi menunjukkan bahwa mortalitas tertinggi terjadi pada minggu ke-4. Berdasarkan hasil pengujian kandungan bahan pestisida nabati pada Tabel 6 diketahui kandungan saponin umbi gadung paling tinggi jika dibandingkan ekstrak bahan lainnya sebesar 0,9 % sehingga di duga faktor ini yang menjadi penyebabnya. Umbi gadung memiliki

saponin sebagian besar berupa *dioscin* yang bersifat racun (Sumunar & Estiasih, 2015) serta mengandung 0,2 - 0,7 % *diosgenin* dan 0,044 % *dioscorine* (Putri, 2012). Ningtyas & Cahyati (2017) melaporkan kematian 100 % mencit putih *Mus musculus* pada konsentrasi 70 % disebabkan oleh senyawa aktif yang terkandung dalam umpan blok ekstrak umbi gadung yaitu alkaloid *dioscorin*, asam sianida toksik yang apabila masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan perubahan tingkah laku sehingga nafsu makan berkurang, diam, lesu, kejang-kejang, dan akhirnya mati.

Tabel 6. Hasil pengujian kandungan bahan pestisida nabati

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian			
		Akar Tuba	Umbi Gadung	Buah Pinang	Daun Sembung
1	Kadar flavonoid sebagai Kuersetin (%)	0,07	0,08	0,36	0,78
2	Kadar saponin (%)	0,65	0,69	0,59	0,51
3	Kadar tanin (%)	2,14	0,75	9,98	5,65
4	Uji fitokimia (kualitatif)				
	Saponin	+	+	-	+
	Tanin	+	+	+	+
	Alkaloid	+	+	+	+
	Fenolik	+	+	+	+
	Flavonoid	+	+	+	+
	Triterpenoid	+	+	+	-
	Steroid	-	-	-	+
	Glikosida	+	+	+	+

Sumber : Hasil Analisis Laboratorium (data primer)

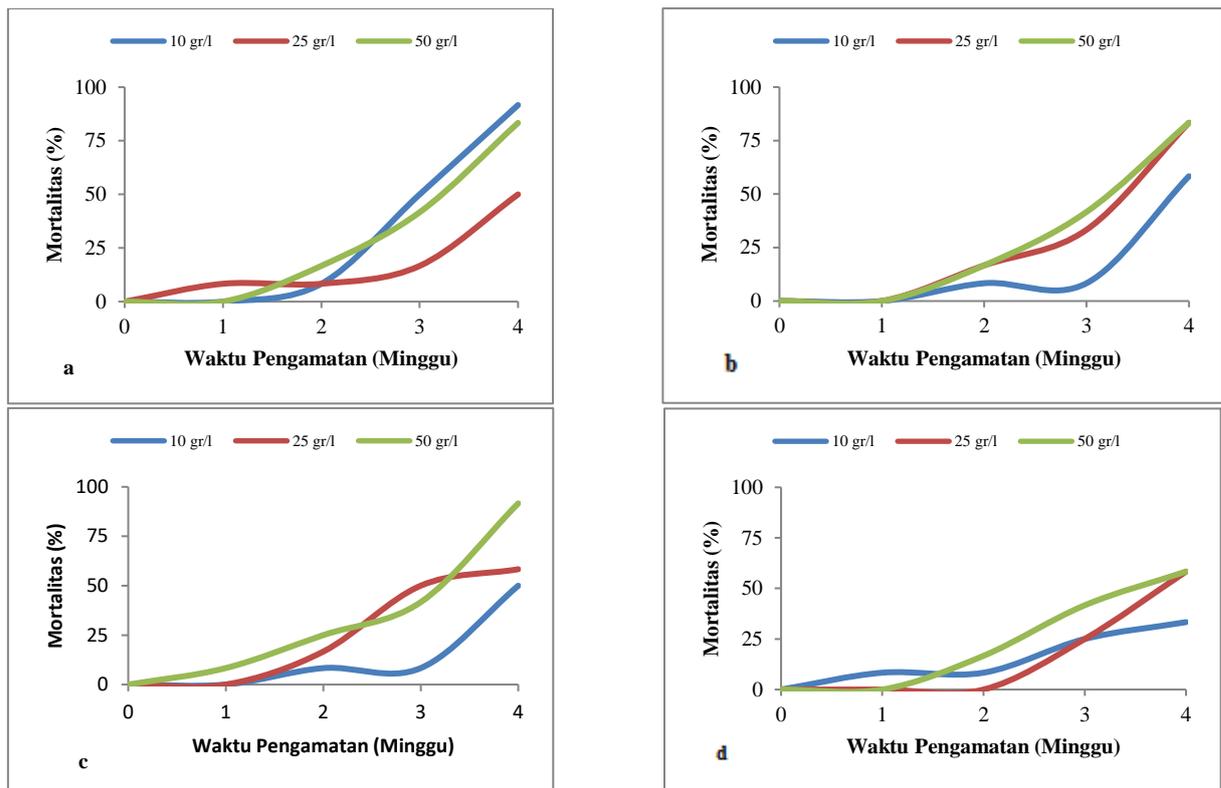
Umbi gadung diketahui mengandung bahan yang mempunyai efek penekan kelahiran (aborsi atau kontrasepsi) berupa steroid dan penekan populasi (efek mortalitas) berupa alkaloid, sehingga efektif sebagai rodentisida pada konsentrasi 30 % dengan efek berupa kemandulan (Posmaningsih *et al.*, 2014). Keunggulan penggunaan rodentisida nabati selain dapat mengurangi pencemaran lingkungan, harga relatif lebih murah dibandingkan dengan rodentisida sintetik, serta sulit menimbulkan resistensi pada tikus (Lehmann *et al.*, 2017). Terhadap walang sangit umbi gadung juga terbukti memberikan efek kematian pada perlakuan dengan konsentrasi 80 g/l (Rozi *et al.*, 2018).

Aplikasi menggunakan ekstrak daun sembung selama 4 minggu pengamatan menunjukkan bahwa mortalitas tinggi dicapai pada minggu ke-4 pasca aplikasi dengan konsentrasi 50 g/l dan 25 g/l, dan paling rendah terjadi dengan konsentrasi 10 g/l. Berdasarkan hasil pengujian kandungan bahan pestisida nabati pada Tabel 5 bahwa tepung daun sembung kering memiliki kadar saponin sebesar 0,51 % dan berdasarkan hasil skrining fitokimia mengandung steroid yang tidak ditemukan pada ketiga bahan nabati lainnya. Daun sembung (*Blumea balsamifera* (L.) DC) mengandung senyawa aktif seperti monoterpen, sesquiterpen, diterpen, flavonoid, asam organik, ester, alkohol, dihidroflavon, sterol dan komponen utamanya ada borneol (Pang *et al.*, 2014) dan ekstrak etanolnya mengandung bahan aktif seperti saponin (Mangkusari, 2017). Hasil penelitian Harti (2018) pada konsentrasi 6 cc, 24 cc, dan 48 cc, ekstrak daun sembung memberikan respon paling banyak membunuh dan menghambat aktivitas makan siput murbei (*Pomacea caniculata* Lamarck). Hasil studi literatur Pang *et al.* (2014) menyatakan ekstrak *B. balsamifera* memiliki aktivitas tahan penyakit dan

serangga yang signifikan dan potensial sebagai tanaman pestisida.

Bahan nabati yang menghasilkan mortalitas hama *A. fulica* yang cukup tinggi lainnya adalah akar tuba sebesar 66,75 % dengan mortalitas paling tinggi terjadi pada minggu ke empat pasca aplikasi dengan konsentrasi ekstrak 50 g/l (Gambar 1c). Cepatnya waktu untuk mematikan 50 % serangga uji pada perlakuan konsentrasi yang diberikan disebabkan oleh pemberian konsentrasi yang tinggi. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan akan menyebabkan semakin banyak senyawa yang bersifat toksik yang dapat masuk sebagai racun perut dan racun kontak (Juliati *et al.*, 2016). Berdasarkan hasil pengamatan dengan ekstrak akar tuba tampak bahwa daya hidup *A. Fullica* menurun pada konsentrasi 50 g/l (Gambar 1c). Jayanthi *et al.*, (2017) menyatakan bahwa semakin tinggi dosis/konsentrasi akar tuba yang di berikan sebagai perlakuan maka semakin cepat tingkat kematian *Ampullaria ampullaceae*.

Berdasarkan hasil pengujian kandungan bahan pestisida nabati pada Tabel 5 diketahui kadar saponin pada tepung akar tuba kering adalah 0,65 %. Akar tuba mengandung bahan aktif *rotenon* yang merupakan insektisida organik alami berfungsi sebagai insektisida yang menyerang permukaan tubuh hama (Jayanthi *et al.*, 2017) yang secara kimiawi digolongkan kedalam kelompok flavonoid mempunyai sifat racun sangat kuat bagi serangga dan ikan dengan 15 kali lebih toksik dibandingkan nikotin dan 25 kali lebih toksik dibanding pottasium ferrosianida (Hutabarat, 2015). *Rotenon* merupakan racun berspektrum luas yaitu bersifat racun kontak dan racun perut serta bekerja sebagai racun saraf yang menyebabkan serangga untuk berhenti makan, dengan daya kerja beberapa jam sampai dengan beberapa hari setelah hama terkena (Mukhlis, 2016).



Gambar 1. Kumulatif mortalitas *A. fullica* setelah empat minggu pasca aplikasi dengan perlakuan a. ekstrak gadung, b. ekstrak sembung, c. ekstrak tuba, dan d. ekstrak pinang

Mortalitas hama *A. fullica* terendah dihasilkan oleh aplikasi ekstrak buah pinang yaitu sebesar 49,75 %. Berdasarkan hasil penduga parameter toksisitas pada Tabel 3 diketahui ekstrak buah pinang mempunyai daya racun terendah yang ditunjukkan oleh nilai LC_{50} dan LC_{95} yang besar. Hal tersebut diduga bahwa cara ekstraksi buah pinang dengan menggunakan air/perendaman masih kurang efektif karena daya racun hasil ekstraksi rendah. Berdasarkan Tabel 2 konsentrasi berkorelasi positif dengan mortalitas hama *A. fullica*. Konsentrasi ekstrak bahan nabati 50 g/l menghasilkan mortalitas tertinggi yaitu 79,25 % dan 10 g/l menghasilkan mortalitas terendah yaitu 47,75 %. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi juga bahan aktif yang terkandung di dalam ekstrak bahan nabati. Laoh *et al.* (2013) menyatakan bahwa pemberian konsentrasi yang semakin tinggi, maka semakin cepat serangga mati di karenakan semakin banyak zat aktif yang masuk/terkena pada hama.

Biji pinang mengandung senyawa alami *arekolin* dan *arekolidin* (Fitriani *et al.*, 2014). Senyawa *arekolin* yang terkandung dalam biji pinang bekerja sebagai racun kontak yang masuk ke dalam tubuh hama melalui lubang-lubang alami dari tubuh,

sehingga racun menyebar dan menyerang aliran impuls syaraf pada akson (Eri *et al.*, 2014). Sistem syaraf yang terganggu akan mempengaruhi perilaku dan menghambat reseptor perasa daerah mulut sehingga terjadi kelumpuhan mulut. Selain itu *arekolin* juga masuk sebagai racun perut yang masuk melalui saluran pencernaan dan bekerja dengan merusak sistem syaraf sehingga mengganggu aktivitas metabolisme yang menyebabkan penurunan aktivitas atau kelumpuhan yang menyebabkan kematian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada konsentrasi 60 g/l air ekstrak tepung biji pinang mampu mematikan 95 % larva *Helicoverpa armigera* dengan waktu awal kematian 22,75 jam setelah aplikasi dan konsentrasi 50 g/l air mampu mematikan larva tersebut sebesar 90 % setelah 55 jam aplikasi (Dewi *et al.*, 2017). Sedangkan penelitian lain menemukan pemberian tepung biji pinang pada konsentrasi 40 g/l air mampu mengendalikan ulat grayak *Spodoptera litura* dengan nilai awal kematian dan LT_{50} lebih cepat yaitu 10,25 jam dan 34,50 jam (Eri *et al.*, 2014).

Berdasarkan hasil pengamatan pasca aplikasi pestisida nabati, gejala kematian *A. fullica* akibat keracunan ditandai dengan menyusutnya ukuran podium/kaki, mengeringnya lendir yang menyelimuti

tubuh (Gambar 2) serta munculnya bau busuk. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian (Sudono *et al.*, 2007) yang mengaplikasikan bakteri *Bacillus thuringiensis* sehingga menyebabkan seluruh badan *A. fulica* masuk ke dalam cangkang, mengeluarkan bau yang menyengat dan terjadi pengeringan lendir atau pengerasan tubuh yang akhirnya mati. Tanda dan gejala tersebut murni akibat keracunan dan bukan aktivitas aestivation/dormansi pada *A. fulica*. *A. fulica* melakukan aktivitas aestivation saat

terjadinya kelangkaan makanan pada saat musim kering dan ditandai dengan tertutupnya lubang cangkang dengan selaput/membrane (Omoyakhi & Osinowo, 2010). Aplikasi pemberian makan *A. fulica* dengan umpan daun sawi putih dilakukan pada malam hari saat kondisi lingkungan dengan suhu rendah dan kelembaban tinggi. Hal ini dikarenakan aktivitas *A. fulica* paling aktif terjadi pada sore hari sampai pagi hari (Albuquerque *et al.*, 2008).

Badan masuk dalam cangkang dan lendir mulai kering



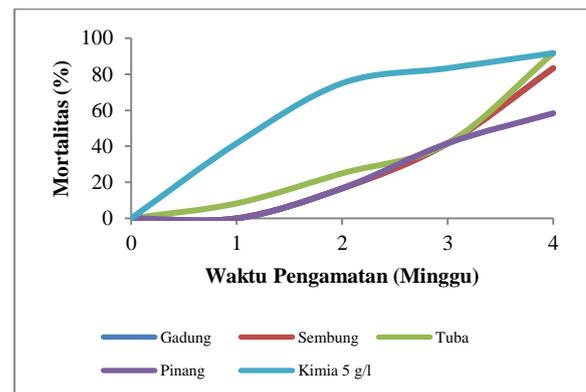
Badan masuk dalam cangkang lendir kering, dan mati

Gambar 2. Tanda-tanda kematian bekicot

Secara umum dari keempat jenis bahan nabati yang diujicobakan menunjukkan bahwa mortalitas hama tertinggi terjadi pada minggu ke-4. Beberapa penelitian pada aplikasi pestisida pada moluska juga menunjukkan hal yang sama. Hal ini sesuai dengan pernyataan Harahap *et al.* (2018) untuk jenis yang lain. Menurut Harahap *et al.* (2018) bahwa lambatnya kematian keong mas pada aplikasi dengan ekstrak mimba dikarenakan cangkang yang keras dan aktivitas sering menutup diri sehingga racun tidak segera sampai ke permukaan kulit keong mas. Namun demikian dapat dikatakan bahwa keempat bahan nabati yang diujicobakan memiliki daya kerja yang relatif lambat, jika dibandingkan dengan daya kerja moluskisida kimia (Gambar 2). Beberapa faktor yang menyebabkan ketidak efektifan pestisida nabati yaitu tingkat konsentrasi yang diberikan dan faktor lingkungan alam. Biopestisida merupakan pestisida nabati yang sangat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan sekitar, dengan beberapa kelemahan seperti 1) daya kerja yang relatif lambat, 2) tidak membunuh jasad secara langsung, 3) tidak tahan simpan dalam waktu yang lama dan 4) jika terkena hujan kepekatan zat racun biopestisida akan memudar (Arsyadana, 2014).

Hasil aplikasi dengan moluskisida kimia berbahan aktif *niklosamida etanolamina* 50 %

sebagai kontrol, pada konsentrasi 5 g/l mampu menghasilkan mortalitas lebih dari 40 % pada minggu pertama dan kecepatan mortalitasnya menurun seiring dengan lama waktu pengamatan (Gambar 2).



Gambar 3. Perbandingan mortalitas ekstrak nabati dosis 50 g/l dengan moluskida kimia konsentrasi 5 g/l

Efektivitas antara racun kimia dan pestisida nabati berbeda (Gambar 3). Pestisida nabati cenderung meracuni keong secara perlahan dibandingkan dengan penggunaan moluskida kimia. Daya kerja moluskisida kimia sangat cepat terlihat dari angka mortalitas tertinggi pada pengamatan

minggu pertama diikuti pada minggu kedua, ketiga dan keempat mortalitas kurang dari 10 %. Moluskisida yang digunakan sebagai pembanding merupakan jenis moluskisida berbahan aktif *niklosamide etanolamina* 50 % yang termasuk golongan pestisida racun lambung/perut. Moluskisida ini telah digunakan sejak tahun 1980-an yang diinformasikan beracun bagi ikan, harganya mahal, menyebabkan polusi yang lebih besar terhadap lingkungan (Nurwidayati *et al.*, 2014) dan dapat menimbulkan efek samping berupa resistensi serta resurgensi hama dan pencemaran lingkungan (Harahap *et al.*, 2018). Berdasarkan efek toksik yang dimiliki umbi gadung dan daun sembung sangat potensial sebagai pestisida nabati untuk jenis *A. fulica*. Hal ini karena toksisitas jenis ini mempunyai kategori tinggi (Houngbeme *et al.*, 2014).

KESIMPULAN

Ekstrak umbi gadung memiliki toksisitas paling tinggi yang ditunjukkan dengan mortalitas sebesar 75 % dan nilai LC₉₅ paling rendah yaitu 80,6 g/l. Sedangkan toksisitas paling rendah adalah buah pinang dengan mortalitas 49,75 % dan nilai LC₉₅ paling besar yaitu 567,75 g/l. Konsentrai 50 g/l pada ekstrak sembung, tuba, dan pinang mempunyai toksisitas tertinggi kecuali ekstrak gadung efektif pada konsentrasi 10 g/l. Daun sembung dan umbi gadung sangat potensial sebagai pestisida nabati untuk jenis *A. fulica*. Kedua pestisida nabati tersebut mengandung beberapa senyawa aktif antara lain: saponin, tanin, alkaloid, fenolik, flavonoid, dan glikosida, selain itu ekstrak daun sembung mempunyai kandungan steroid dan umbi gadung mempunyai triterpenoid sebagai senyawa aktif.

SARAN

Bahan nabati potensial untuk pengendalian hama *A. fulica* namun dalam aplikasi harus dilihat besarnya tingkat serangan. Hal ini dikarenakan toksisitasnya lebih lambat jika dibandingkan dengan moluskisida sintetik/kimia. Penelitian ini menggunakan sawi putih sebagai pakan/umpan sehingga pengujian kedepan dengan pakan semai nyawai diperlukan untuk memastikan efektivitas pestisida nabati dalam pengendalian hama *A. fulica* terhadap tanaman nyawai di lapangan. Penggunaan kontrol sangat diperlukan untuk memastikan efektifitas dan penggunaan ekstrak dalam skala yang lebih luas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai oleh Anggaran DIPA Balai Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup dan Kehutanan Banjarbaru. Penulis mengucapkan terimakasih kepada Susy Andriani, S.Hut., M.Sc. atas bantuan dalam penyusunan abstrak tulisan ini dan Edi Suryanto S.Hut. atas bantuan dalam pembuatan ekstrak bahan nabati dan pengambilan data penelitian. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Muhammad Abdul Qirom, S.Hut, M.Si. atas bantuan dalam pembimbingan dan perbaikan tulisan ini terutama dalam analisis statistik.

KONTRIBUSI

Fajar Lestari berperan sebagai kontributor utama dan Beny Rahmanto berperan sebagai kontributor anggota dalam artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Albuquerque, F., Peso-Aguiar, M., & Assunção-Albuquerque, M. (2008). Distribution, feeding behavior and control strategies of the exotic land snail *Achatina fulica* (Gastropoda: Pulmonata) in the northeast of Brazil. *Braz. J. Biol.*, 68(4), 837–842.
- Arsyadana. (2014). Efektivitas biopestisida biji mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) dengan lama fermentasi yang berbeda untuk mengendalikan hama keong mas (*Pomacea canaliculata*) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L). *Jurnal Publikasi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta*.
- Aziz, I. R. (2014). Kemampuan tumbuh *Pseudomonas putida* Strain 071 pada medium diazinon. *Jurnal Teknosaqins*, 8(1), 87–94.
- Banjarnahor, I., Wibowo, L., Hariri, A. m., & Hasibuan, R. (2016). Pengaruh Pemberian Ekstrak Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Terhadap Mortalitas Keong Emas (*Pomacea* sp.) di rumah kaca. *Jurnal Agrotek Tropika*, 4(2), 130–134.
- Cowie, R. H. (2010). Global invasive species database: *Achatina fulica*. <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=64>.
- Dadang, & Prijono, D. (2008). *Insektisida Nabati: Prinsip, Pemanfaatan dan Pengembangan*. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Desiyanti, N. M. D., Swantara, I. M., & Sudiarta, I. P. (2016). Uji efektivitas dan identifikasi senyawa aktif ekstrak daun sirsak sebagai pestisida nabati terhadap mortalitas kutu daun persik (*Myzus persicae* Sulz) pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Kimia*, 10(1), 1–6.

- Dewi, A. Y. M., Salbiah, D., & Sutikno, A. (2017). Uji beberapa konsentrasi tepung biji pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap mortalitas larva penggerak tongkol jagung manis (*Helicoverpa armigera* Hubner). *Jom Faperta*, 4(1), 1–5.
- Eri, Salbiah, D., & Laoh, H. (2014). Uji beberapa konsentrasi ekstrak biji pinang (*Areca catechu*) untuk mengendalikan hama ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) Pada tanaman sawi (brassia juncea l.). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, 2(2). <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.938188>
- Fitriani, M., Laoh, J. H., & Rustam, R. (2014). Uji beberapa konsentrasi ekstrak biji pinang (*Areca catechu* L.) Untuk mengendalikan kepik hijau (*Nezara viridula* L.) (*Hemiptera: pentatomidae*) di laboratorium. *Jurnal online mahasiswa faperta*, 1(1). Retrieved from <https://jom.unri.ac.id/index.php/jomfaperta/article/view/2657>
- Harahap, P., Oemry, S., & Lisnawita. (2018). Potensi berbagai tanaman sebagai moluskisida nabati untuk mengendalikan keong mas (*Pomacea canaliculata* lamarck) (Mollusca : Ampullariidae) pada tanaman padi di rumah kaca. *ANR Conference Series*, 1(2), 087–094.
- Harborne, J. . (1996). *Metode Fitokimia: Penentuan Cara Modern Iwang, Menganalisa Tumbuhan* (terjemahan). ITB Bandung:
- Harti, A. O. R. (2018). *Efektifitas berbagai konsentrasi ekstra tuba (Derris eliptica Roxb.) dan sembung (Blumea balsamifera (L.) Dc.) terhadap aktivitas makan siput murbei*. In *Peluang dan Tantangan Pembangunan Pertanian Berkelanjutan di Era Global dan Digital (pp. 45–49)*.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Sutji Marhaeni, L., Lukman, L., & Abdi Hudayya. (2017). Bioaktivitas enam ekstrak tumbuhan bioaktivitas enam ekstrak tumbuhan untuk pengendalian hama tungau kuning cabai *Polyphagotarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae) di laboratorium. *Jurnal Hortikultura*, 27(2), 217–230. <https://doi.org/10.21082/jhort.v27n2.2017.p217-230>
- Houngbeme, A. G., Gandonou, C., Yehouenou, B., Kpoviessi, S. D. S., Sohounhloué, D., Moudachirou, M., & Gbaguidi, F. A. (2014). Phytochemical analysis, toxicity and antibacterial activity of benin medicinal plants extracts in the treatment of sexually transmitted infection associated With Hiv/Aids. *International Journal Pharmaceutical Sciences And Research*, 5(5), 1739–1745. [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5\(5\).1739-45](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.5(5).1739-45)
- Hutabarat, K. N. (2015). Uji efektivitas termitisida nabati terhadap mortalitas rayap (*Coptotermes curvignathus* Holmgren) (*Isoptera : Rhinotermitidae*) di laboratorium. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(2337), 103–111.
- Jayanthi, S., Elfrida, & Lestari, D. (2017). Pengaruh akar tuba (*Derris eliptica*) Sebagai pestisida organik pembasmi keong sawah (*Ampullaria ampullaceae*) di Desa Tenggulun Kecamatan Tenggulun Kabupaten Aceh Tamiang. *Jurnal Jeumpa*, 4(2), 21–29.
- Juliati, Ardiansyah, M., & Arlita, T. (2016). Uji beberapa konsentrasi ekstrak daun bintaro (*Cerbera manghas* L.) sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama ulat jengkal (*Plusia* sp.) pada trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.). *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, 3(1), 99–102. <https://doi.org/10.13581/j.cnki.rdm.20161021.001>
- Kardinan, A., & Iskandar, M. (1997). Pengaruh beberapa jenis ekstrak tanaman sebagai moluskisida nabati terhadap keong mas (*Pomacea canaliculata*). *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 3(2), 86–92.
- Kementerian Kesehatan. (2011). *Suplemen II Farmakope Herbal Indonesia (edisi I)*. Jakarta.
- Laoh, H., Rustam, R., & Permana, R. (2013). Pemberian beberapa dosis tepung biji pinang (*Areca catechu* L.) lokal Riau untuk mengendalikan hama keong emas (*Pomacea canaliculata* L.) pada tanaman padi. *PEST Tropical Journal*, 1(2), 1–8.
- Lehmann E, N, T., Kolia M, K. Y., & Alencastro, D. (2017). Dietary risk assessment of pesticides from vegetables and drinking water in gardening areas in burkina faso. *Science of the Total Environment*, 601–602(1).
- Mangkusari, T. (2017). Optimasi tablet hisap ekstrak etanol daun sembung (*Blumea balsamifera*) dengan kombinasi pengisi laktosa dan manitol terhadap sifat fisik tablet. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Mukhlis. (2016). Penerapan lampu perangkap (*light trap*) dan ekstrak akar tuba untuk pengendalian hama penggerak batang kuning (*Scirpophaga* spp) pada tanaman padi (*Oryza sativa* L). *Jurnal Agrohitia*, 1(1), 1–5.
- Ningtyas, D. A. R., & Cahyati, W. H. (2017). Uji daya bunuh umpan blok umbi gadung (*Dioscorea hispida* L) terhadap Tikus. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Journal of Public Health)*, 11(2), 159–164.
- Nurwidayati, A., Veridiana, N. N., Octaviani, & L, Y. (2014). Efektivitas ekstrak biji jarak merah (*Jatropha gossypifolia*), Jarak Pagar (*J. curcas*) dan Jarak Kastor (*Ricinus communis*), Famili Euphorbiaceae terhadap *Hospes* Perantara *Schistosomiasis*, keong *Oncomelania hupensis* lindoensis. *BALABA*, 10(01), 9–14.
- Omoyakhi, J. M., & Osinowo, O. A. (2010). Modification of some biochemical activities in response to transition of giant african land snails , *Archachatina marginata* and *Achatina achatina* from aestivation to an active state, 2(3), 53–60.
- Pang, Y., Wang, D., Fan, Z., Chen, X., Yu, F., Hu, X., ... Yuan, L. (2014). *Blumea balsamifera*- A phytochemical and pharmacological review. *Molecules*, 19(7), 9453–9477. <https://doi.org/10.3390/molecules19079453>
- Posmaningsih, D. A. ., Purna, I. N., & Sali, I. W. (2014). Efektivitas pemanfaatan umbi gadung *Dioscorea Hispida* Dennusi) pada umpan sebagai rodentisida nabati dalam pengendalian tikus. *Skala Husada*, 11(1), 79–85.

- Putri, M. S. (2012). *Tingkat kejeraan tiga spesies tikus hama terhadap rodentisida dan umpan serta faktor penyebabnya*. Skripsi tidak diterbitkan, Insitut Pertanian Bogor, Bogor.
- Radin, J. (2018). Annual review of anthropology ethics in human biology: a historical perspective on present challenges. *Annu. Rev. Anthropol*, 47, 263–278. <https://doi.org/10.1146/annurev-anthro-102317>
- Rahmanto, B., Lestari, F., & Suryanto, E. (2013). Identifikasi jenis-jenis hama dan penyakit pada tanaman nyawai (*Ficus Variiegata*). Laporan Hasil Penelitian tidak diterbitkan, Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru.
- Ratna Sumunar, S., & Estiasih, T. (2015). Umbi gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) sebagai bahan pangan mengandung senyawa bioaktif: kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 3(1), 108–112.
- Rozi, Z. F., Febrianti, Y., & Telaumbanua, Y. (2018). Potensi sari pati gadung (*Dioscorea hispida* L.) sebagai bioinsektisida hama walang sangit pada tanaman padi (*Oryza sativa* L.). *Biogenesis*, 6(1), 18–22. <https://doi.org/10.24252/BIO.V6I1.4185>
- Saenong, M. S. (2017). Tumbuhan indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus* spp.). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 131. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142>
- Siregar, A. Z., Tulus, & Lubis, K. S. (2017). Pemanfaatan tanaman atraktan mengendalikan hama keong mas padi. *Agrosains dan Teknologi*, 2(2), 121–134. <https://doi.org/10.3969/j.issn.1000-7695.2017.22.014>
- Smith, A. (2018). Pengaruh pemberian akar tanaman tuba (*Derris elliptica* (Roxb.)Benth) sebagai insektisida alami pada sayuran sawi (*Brassica juncea* L.). *Bimafika Jurnal MIPA Kependidikan dan Terapan*, 9(2), 6–9.
- Sudono, S., Mardji, D., & Boer, C. (2007). Efektivitas penggunaan *Bacillus thuringiensis* Berl. dan *Beauveria bassiana* Bass. terhadap kematian beberapa jenis binatang perusak tanaman. *Jurnal Kehutanan UNMUL*, 3(1), 77–87.
- Tukimin, S. W., & Rizal, M. (2002). Pengaruh ekstrak daun gamal (*Gliricidia sepium*) terhadap mortalitas kutu daun kapas *Aphis gossypii* Glover. Balai Penelitian Pemanis dan Serat. Malang.
- Wang, X., Z. Liu, W. Wang, Z. Yan, C. Zhang, W. Wang, dan L. C. (2014). Assessment of toxic effects of triclosan on the terrestrial snail (*Achatina fulica*). *Chemosphere*, 108, 225–230.
- Wibowo, L., Indriyati, & Solikhin. (2008). Uji aplikasi ekstrak kasar buah pinang, akar tuba, patah tulang dan daun nimba terhadap keong mas (*Pomaceae* sp.) di rumah kaca. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 8(1), 17-22.