



TOKSISITAS TUNGGAL DAN CAMPURAN SERBUK DAUN PEPAYA DAN BIDURI TERHADAP KEONG MAS

TOXICITY SINGLE AND MIXTURE OF LEAF POWDER PAPAYA AND CROWN FLOWER ON GOLDEN APPLE SNAIL

Hendrival*, Ami Safriyanur, Hafifah, Muhammad Muaz Munauwar dan Baidhawi
Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Aceh Utara, Indonesia
*Email: hendrival@unimal.ac.id

* Corresponding Author, Diterima: 8 Jan. 2021, Direvisi: 11 Apr. 2022, Disetujui: 10 Jul. 2022

ABSTRACT

*The golden apple snail or *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae) is main pest of rice plants in Indonesia. The utilization of papaya leaf powder (*Carica papaya*) and crown flower (*Calotropis gigantea*) can be used as alternative botanical molluscicide to control golden apple snails. This study was aimed to determine toxicity single from leaf powder papaya and crown flower, toxicity mixture both at two different ratio concentrations against golden apple snails. Methods research was a test for single and mixed toxicity of leaf powder papaya and crown flower. Observation mortality of golden apple snail was done from 4–48 hours after application botanical molluscicide. The results showed that application a single and mixture leaf powder papaya and crown flower can cause mortality golden apple snails. Papaya leaf powder has a higher toxicity than crown flower on golden apple snails. Application a mixture papaya leaf powder and crown flower are more toxic than an single application. Application a mixture papaya leaf powder and crown flower with a ratio concentration of 2:1 were more toxic than 1:2 against golden apple snails. Based on index combination it is known that a mixture papaya leaf powder and crown flower with a ratio concentration of 1:2 and 2:1 was additive, synergistic weakly, and strongly. Papaya and crown flower leaf powder and their mixtures have potential to be used as botanical molluscicide to control golden apple snails.*

Keywords: *Crown flower leaf powder, golden apple snail, papaya leaf powder, pomacea canaliculata, toxicity.*

ABSTRAK

Keong mas atau *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae) merupakan hama utama pada tanaman padi di Indonesia. Penggunaan serbuk daun pepaya (*Carica papaya*) dan biduri (*Calotropis gigantea*) dan dapat dijadikan sebagai moluskisida nabati alternatif untuk mengendalikan hama keong mas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui toksisitas tunggal dari serbuk daun pepaya dan biduri serta toksisitas campuran kedua serbuk tersebut pada dua macam perbandingan konsentrasi terhadap keong mas. Metode pengujian meliputi pengujian toksisitas secara tunggal dan campuran. Pengamatan mortalitas keong mas sejak 4–48 jam setelah aplikasi bahan moluskisida nabati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi secara tunggal dan campuran dari serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dapat menyebabkan kematian terhadap keong mas. Serbuk daun pepaya memiliki toksisitas lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk daun biduri pada keong mas. Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan biduri lebih beracun dibandingkan aplikasi secara tunggal. Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dengan nisbah konsentrasi 2:1 lebih beracun dibandingkan dengan nisbah konsentrasi 1:2 terhadap hama keong mas. Berdasarkan indeks kombinasi diketahui bahwa campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dengan nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1 bersifat aditif, sinergistik lemah dan sinergistik kuat. Serbuk daun pepaya dan biduri serta campurannya berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai moluskisida nabati untuk mengendalikan keong mas.

Kata kunci: Keong mas, *pomacea canaliculata*, serbuk daun pepaya, serbuk daun biduri, toksisitas.

1. PENDAHULUAN

Keong mas atau *Pomacea canaliculata* (Lamarck) (Gastropoda: Ampullariidae) atau *Golden Apple Snail* merupakan jenis keong invasif tidak hanya di Indonesia tetapi juga di negara-negara lain terutama di wilayah Asia Tenggara (Isnainingsih & Marwoto, 2011). Keong mas pertama kali masuk ke Asia Tenggara pada 1980-an sebagai pangan penghasil protein (Suharto & Kurniawati, 2008). Keong mas masuk ke Indonesia pada tahun 1981 sampai 1984 yang didatangkan sebagai hewan hias di akuarium (Brito & Joshi, 2016). Keong mas menjadi hama utama tanaman padi di Indonesia dan Asia Tenggara (Halwart, 1994). Keberadaan keong mas mengakibatkan kerusakan dengan memakan bagian pangkal batang padi terutama bibit padi yang baru pindah tanam dan menghancurkan tanaman saat tanaman muda sehingga petani harus menyulam kembali tanaman padi (Suharto & Kurniawati, 2008; Yuliani & Aidannisa, 2019).

Pada serangan keong mas yang parah juga dapat mengakibatkan tanaman padi yang ditanam habis tidak tersisa (Wijayanti *et al.*, 2016). Hama keong mas tersebar di daerah ketinggian <500 dan >500 mdpl dan bersifat mengelompok (Kasidiyasa *et al.*, 2018). Keong mas dapat menyebabkan kerusakan tanaman padi berkisar 10–40% bila tidak dikendalikan secara baik dan benar. Serangan dapat terjadi pada persemaian sampai tanaman berumur dibawah empat minggu setelah tanam. Serangan keong mas yang berat dapat mengakibatkan bibit padi yang ditanam habis dimakan dan tidak tersisa lagi. Gangguan keong mas terjadi pada anakan, sehingga jumlah anakan produktif menjadi berkurang. Pada tingkat serangan yang berat, keong mas mampu merusak banyak rumpun tanaman padi, sehingga petani harus menanam ulang.

Penggunaan moluskisida sintetis secara terus menerus dapat menyebabkan pencemaran lingkungan agroekosistem sawah. Niklosamida dan metaldehid merupakan moluskisida sintetis yang banyak digunakan untuk mengendalikan hama keong mas di sawah (Nongnutch & Nanuam, 2016). Penggunaan moluskisida tersebut secara berlebihan berdampak terhadap kesehatan dan peningkatan keracunan lingkungan di ekosistem padi sawah serta berdampak juga pada organisme bukan target. Pemanfaatan moluskisida nabati dari tumbuhan untuk mengendalikan hama keong mas merupakan alternatif pengendalian untuk mengurangi kerusakan yang disebabkan oleh hama

keong mas yang lebih aman dan kurang beracun dibandingkan dengan moluskisida sintetis. Aplikasi moluskisida nabati merupakan pengendalian hama keong mas yang ramah lingkungan karena senyawa aktif dari tumbuhan diformulasikan secara alami. Beragam dan banyak jenis bahan kimia dari tumbuhan dikenal sebagai metabolit sekunder tumbuhan yang berfungsi sebagai penolak, *antifeedant*, dan serta kematian seperti lakton, fenol, terpen, furan, flavonoid, dan saponin (Prakash *et al.*, 2008; Latip *et al.*, 2018).

Penggunaan serbuk daun biduri (*Calotropis gigantea*) dan serbuk daun pepaya (*Carica papaya*) dapat dijadikan alternatif untuk mengendalikan hama keong mas. Tumbuhan biduri merupakan tumbuhan yang banyak dimanfaatkan, baik dari bagian daun, batang, ataupun akarnya. Kandungan kimia pada daun diantaranya flavonoid, polifenol, tanin, dan kalsium oksalat serta saponin (Sulaibi *et al.*, 2020). Tanaman pepaya berpotensi sebagai moluskisida nabati karena kandungan enzim papain, saponin, tanin dan flavonoid yang sangat beracun bagi hewan bertubuh lunak. Kandungan tersebut memiliki efek pestisida terhadap hama dan infeksi penyakit tanaman (Ayoola & Adeyeye, 2010; Baskaran *et al.*, 2012). Kedua tumbuhan tersebut diketahui dapat mengendalikan keong mas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui tingkat toksisitas dari serbuk daun pepaya dan biduri pada keong mas. Penelitian bertujuan untuk mengetahui toksisitas tunggal serbuk daun pepaya dan biduri serta toksisitas campuran kedua serbuk tersebut pada dua perbandingan konsentrasi terhadap keong mas.

2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh. Waktu Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada bulan Mei sampai Agustus 2020. Pembiakan keong mas bertujuan untuk memperoleh keong mas dengan umur seragam. Induk jantan dan betina keong mas diperoleh dari areal persawahan dan diperlihara sampai bertelur. Pembiakan keong mas dilakukan dalam stoples (ukuran volume 5 liter) dengan makanan berupa sayuran kangkung. Pada setiap stoples tersebut ditempatkan sebanyak tiga pasang induk keong mas. Telur keong mas yang diletakkan pada kayu, dipindahkan ke stoples lain (ukuran volume 2,5 liter) untuk penetasan, setelah 8–14 hari telur sudah menetas dan diberi air ke

dalam stoples tersebut dan diberikan makan. Keong mas yang digunakan dalam penelitian dengan ukuran diameter 2 cm.

Bahan nabati berupa daun pepaya dan biduri segar diperoleh dari lokasi yang memiliki keadaan geografis yang sama. Pembuatan moluskisida nabati dilakukan dengan memotong daun pepaya dan biduri menjadi ukuran tipis (0,5–1 mm). Bahan nabati dari daun biduri dan pepaya dikering anginkan selama satu minggu, kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Serbuk dari hasil penghancuran kemudian disaring dengan menggunakan ayakan dengan ukuran 50 mesh, untuk mendapatkan serbuk nabati yang lebih halus dan dapat digunakan sebagai bahan moluskisida nabati untuk penelitian.

2.1 Pengujian Toksisitas Tunggal

Konsentrasi serbuk daun pepaya dan biduri yang diuji secara tunggal terdiri dari lima taraf yaitu 2,5; 5, 7,5; 10, dan 12,5 g serbuk/2 liter air. Setiap konsentrasi terdiri atas tiga ulangan dengan 20 ekor keong mas per ulangan. Aplikasi bahan serbuk daun pepaya dan biduri dengan melarutkan serbuk tersebut bersama air sebanyak 2 liter (b/v). Campuran tersebut dan air ditempatkan dalam stoples plastik dengan ukuran volume 5 liter. Keong mas yang berumur 17 hari dengan tingkat populasi 20 ekor keong mas dimasukkan ke dalam stoples plastik dan disimpan selama pelaksanaan penelitian. Makanan keong mas yang diberikan berupa batang dan daun kangkung. Pengamatan mortalitas keong mas mulai di catat sejak 4–48 jam setelah aplikasi (JSA) moluskisida nabati. Mortalitas keong mas dihitung dengan menggunakan rumus mortalitas = (jumlah keong mas yang mati/jumlah keong mas keseluruhan) x 100%. Hubungan mortalitas keong mas dengan konsentrasi serbuk daun pepaya dan biduri ditentukan dengan analisis probit menggunakan program POLO-PLUS.

2.2 Pengujian Toksisitas Campuran

Pengujian toksisitas campuran serbuk daun pepaya dan biduri menggunakan perbandingan konsentrasi berdasarkan perbandingan nilai konsentrasi letal 50% (LC_{50}) secara tunggal pengamatan 48 JSA 1:2 dan 2:1. Konsentrasi serbuk daun pepaya dan biduri pada perbandingan 1:2 yaitu 2,54; 5,09; 10,19; 20,38; dan 40,77 g serbuk/2 liter air, dan perbandingan 2:1 yaitu 2,39; 4,79; 9,59; 19,18; dan 38,37 g serbuk/2 liter air, dan kontrol.

Pengujian toksisitas campuran serbuk daun pepaya dan biduri menggunakan metode yang sama pada pengujian secara tunggal. Campuran serbuk moluskisida nabati yang komponennya berasal dari jenis tumbuhan yang berbeda, sifat aktivitas campuran serbuk daun pepaya dan biduri dianalisis berdasarkan model kerja bersama berbeda dengan menghitung indeks kombinasi pada taraf LC_{50} . Indeks kombinasi (IK) pada taraf LC_x (campuran) tersebut dihitung dengan rumus berikut (Chou & Talalay, 1984).

$$IK = \frac{LC_x^{1(cam)}}{LC_x^1} + \frac{LC_x^{2(cam)}}{LC_x^2} + \left[\frac{LC_x^{1(cam)}}{LC_x^1} \times \frac{LC_x^{2(cam)}}{LC_x^2} \right] \quad (1)$$

LC_x^1 dan LC_x^2 masing-masing merupakan LC_x serbuk daun pepaya dan biduri pada pengujian tunggal; $LC_x^{1(cam)}$ dan $LC_x^{2(cam)}$ masing-masing LC_x serbuk daun pepaya dan biduri dalam campuran yang mengakibatkan mortalitas x (misal 50% dan 90%). Nilai LC tersebut diperoleh dengan cara mengalikan LC_x campuran dengan proporsi konsentrasi serbuk biduri dan pepaya dalam campuran. Kategori sifat interaksi campuran yaitu

1. bila $IK < 0,5$ maka komponen campuran bersifat sinergistik kuat
2. bila $0,5 \leq IK \leq 0,77$ maka komponen campuran bersifat sinergistik lemah
3. bila $0,77 < IK \leq 1,43$ maka komponen campuran bersifat aditif
4. bila $IK > 1,43$ maka komponen campuran bersifat antagonistik

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

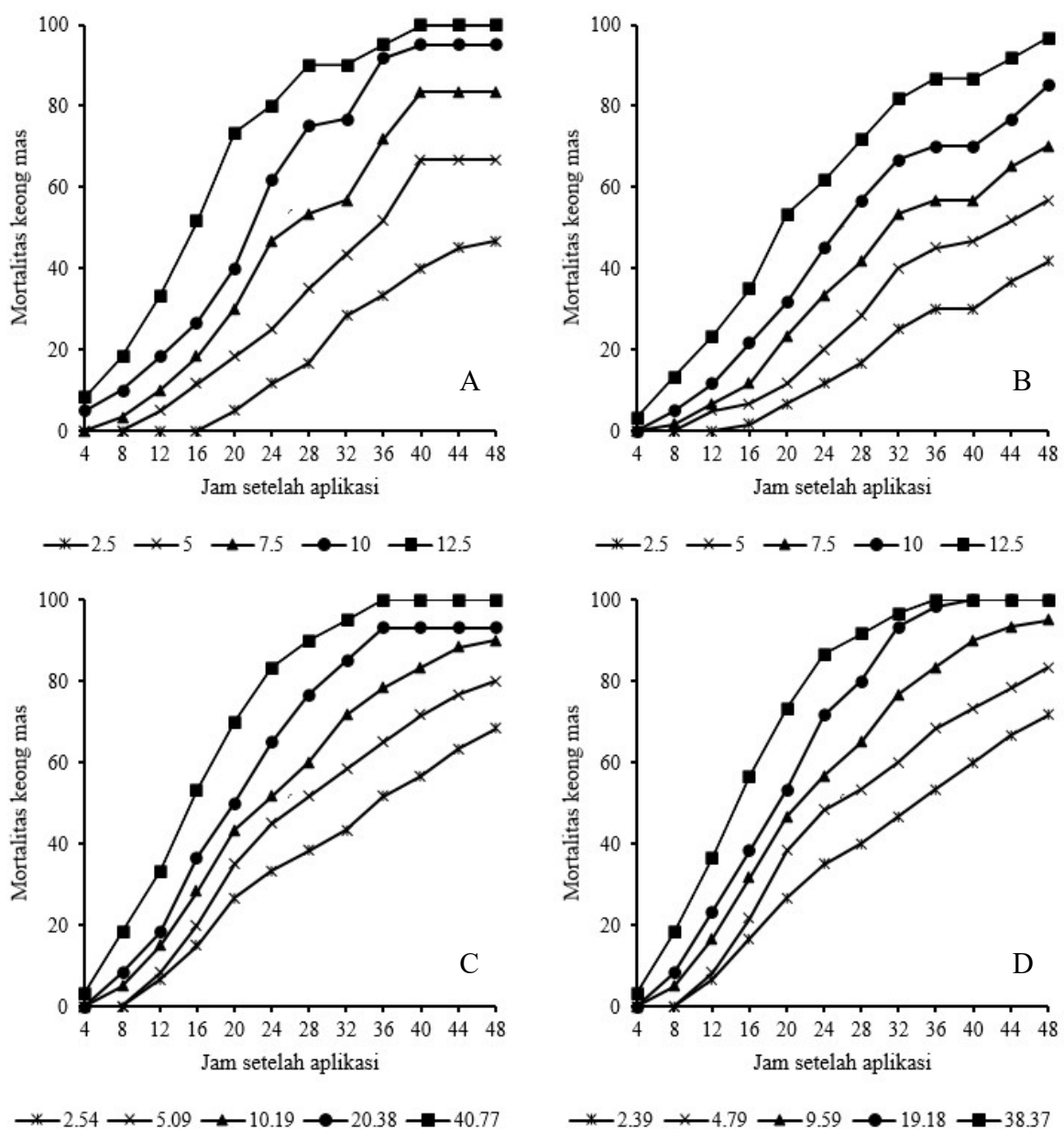
3.1 Toksisitas Tunggal Serbuk Daun Pepaya dan Biduri

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kematian keong mas mulai terjadi pada 4 JSA pada kedua serbuk nabati. Kematian keong mas paling tinggi terjadi pada aplikasi serbuk daun pepaya dibandingkan serbuk daun biduri sampai pengamatan 48 JSA. Aplikasi serbuk daun pepaya pada konsentrasi 2,5–7,5 g serbuk/2 liter air menyebabkan kematian keong mas berkisar antara 46,67–83,33%, sedangkan pada konsentrasi 10–12,5 g serbuk/2 liter air sebesar 90% dan 100%. Aplikasi serbuk daun biduri pada konsentrasi 2,5–7,5 g/liter air menyebabkan kematian keong mas berkisar antara 41,67–70%, sedangkan pada konsentrasi tinggi dari 10–12,5 g serbuk/2 liter air berkisar antara 85–96,67%. Peningkatan konsentrasi serbuk

daun pepaya dan biduri mengakibatkan peningkatan kematian keong mas. Aplikasi serbuk daun pepaya dan biduri menyebabkan kematian keong mas yang bervariasi pada berbagai konsentrasi. Secara keseluruhan kematian keong mas tertinggi untuk semua konsentrasi serbuk daun pepaya pada 48 JSA dengan sebaran kematian mencapai 46,67–100%. Serbuk daun biduri menunjukkan efek kematian keong mas yang rendah dibandingkan dengan serbuk daun pepaya (Gambar 1A dan 1B).

Penilaian hubungan konsentrasi serbuk daun pepaya dengan kematian keong mas ditentukan

pada 16–48 JSA, sedangkan pada serbuk daun biduri ditentukan pada 20–48 JSA. Penentuan berdasarkan data kematian keong mas pada sebagian besar taraf konsentrasi telah melampaui > 50%. Nilai LC_{50} pada 16–48 JSA serbuk daun pepaya yaitu 13,327; 10,005; 7,534; 6,040; 5,106; 4,055; 3,272; 3,069; dan 2,998 g/2 liter. Nilai LC_{50} untuk serbuk daun biduri pada 20–48 JSA yaitu 14,020; 10,768; 8,153; 5,938; 5,162; 5,099; 4,175; dan 3,598 g/2 liter (Tabel 1). Nilai LC_{50} dari kedua serbuk daun mengalami penurunan karena terjadinya peningkatan jumlah keong mas yang



Gambar 1. Perkembangan kumulatif mortalitas keong mas. A. aplikasi serbuk daun pepaya secara tunggal, B. aplikasi serbuk daun biduri secara tunggal, C. aplikasi serbuk daun pepaya + biduri pada nisbah konsentrasi 1:2, dan D. aplikasi serbuk daun pepaya + biduri pada nisbah konsentrasi 2:1

mati. Berdasarkan hasil analisis probit diketahui bahwa toksisitas serbuk daun pepaya lebih kuat daripada serbuk daun biduri.

3.2 Toksisitas Campuran Serbuk Daun Pepaya dan Biduri

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kematian keong mas mulai terjadi pada 4 JSA pada kedua nisbah konsentrasi dengan tingkat kematian yang masih rendah. Aplikasi campuran pada perbandingan konsentrasi 1:2 dan 2:1 menyebabkan kematian keong mas mencapai 100% terjadi pada 36 JSA. Aplikasi campuran serbuk dengan nisbah 1:2 pada konsentrasi 2,54 dan 5,09 g/2 liter air menyebabkan kematian keong mas berkisar antara 68,33–80% dan pada konsentrasi 10,19–20,38 berkisar antara 90–98,33%, sedangkan konsentrasi 40,77 g/2 liter air mencapai 100%. Campuran serbuk daun pepaya dan biduri pada nisbah 2:1 dengan konsentrasi 2,39 dan 4,79 g/2 liter air menyebabkan kematian berkisar antara 71,67–83,33% dan pada konsentrasi 9,59 dan 38,37 berkisar antara 95–100% (Gambar 1C dan 1D). Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan biduri dapat menyebabkan kematian keong mas yang bervariasi pada berbagai konsentrasi. Aplikasi campuran pada nisbah konsentrasi 2:1 memiliki kecepatan kematian keong mas yang tinggi dibandingkan dengan nisbah 1:2.

Penilaian hubungan konsentrasi campuran kedua serbuk dengan mortalitas keong mas ditentukan pada pengamatan 16–48 JSA karena telah mencapai mortalitas 50%. Nilai LC_{50} campuran serbuk daun pepaya dan biduri pada konsentrasi 1:2 dan 2:1 pada 4–48 JSA terjadinya peningkatan jumlah keong mas yang mati. Nilai toksisitas yang diperoleh terhadap data mortalitas pada 16–48 JSA diketahui bahwa nilai LC_{50} mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya waktu pengamatan. Nilai LC_{50} campuran serbuk daun pepaya dan biduri pada nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1 mengalami penurunan tajam pada 16–48 JSA. Penurunan nilai toksisitas tersebut karena terjadinya peningkatan jumlah keong mas yang mati. Nilai LC_{50} campuran serbuk daun pepaya dan biduri pada nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1 pada 48 JSA yaitu 1,545 dan 1,382 g/2 liter. Nilai LC_{50} campuran serbuk daun pepaya dan biduri pada nisbah konsentrasi 1:2 lebih tinggi dibandingkan dengan 2:1 (Tabel 2).

Aplikasi serbuk daun pepaya dan biduri dapat menyebabkan mortalitas pada keong mas. Perbedaan mortalitas keong mas pada berbagai konsentrasi moluskisida nabati dipengaruhi oleh perbedaan kandungan senyawa aktif moluskisida dari pengujian secara tunggal dan campuran. Semakin tinggi konsentrasi moluskisida nabati yang digunakan semakin banyak kandungan senyawa

Tabel 1. Pendugaan Parameter Toksisitas Tunggal Serbuk Daun Pepaya dan Biduri terhadap Mortalitas Keong Mas

Jenis serbuk daun	Waktu pengamatan (JSA) ¹	Intersep garis probit ($a \pm g.b^4$)	Kemiringan regresi probit ($b^3 \pm g.b^4$)	LC_{50} (sk 95%) ⁵ (b/v)
Serbuk daun pepaya	16	1,226 \pm 0,534	3,356 \pm 0,560	13,327 (11,465–17,158)
	20	1,924 \pm 0,594	3,075 \pm 0,649	10,005 (7,383–20,336)
	24	2,449 \pm 0,320	2,908 \pm 0,364	7,534 (6,657–8,589)
	28	2,612 \pm 0,302	3,058 \pm 0,355	6,040 (5,314–6,799)
	32	3,286 \pm 0,398	2,421 \pm 0,477	5,106 (2,727–7,280)
	36	3,248 \pm 0,278	2,881 \pm 0,348	4,055 (3,382–4,663)
	40	3,357 \pm 0,287	3,192 \pm 0,384	3,272 (2,679–3,792)
	44	3,553 \pm 0,284	2,972 \pm 0,379	3,069 (2,435–3,613)
	48	3,617 \pm 0,283	2,900 \pm 0,378	2,998 (2,349–3,552)
Serbuk daun biduri	20	2,322 \pm 0,372	2,335 \pm 0,406	14,020 (11,408–20,089)
	24	2,785 \pm 0,317	2,147 \pm 0,355	10,768 (9,004–14,078)
	28	3,017 \pm 0,293	2,176 \pm 0,335	8,153 (6,957–9,860)
	32	3,360 \pm 0,273	2,119 \pm 0,320	5,938 (4,949–6,989)
	36	3,514 \pm 0,267	2,085 \pm 0,319	5,162 (4,194–6,094)
	40	3,537 \pm 0,267	2,068 \pm 0,318	5,099 (4,125–6,029)
	44	3,681 \pm 0,264	2,125 \pm 0,321	4,175 (3,252–4,982)
	48	3,694 \pm 0,408	2,349 \pm 0,509	3,598 (1,021–5,327)

Keterangan: JSA : jam setelah aplikasi, a : kemiringan garis probit, b : kemiringan regresi, gb : galat baku, sk : selang kepercayaan pada taraf.

Tabel 2. Pendugaan Parameter Toksisitas Campuran Serbuk Daun Pepaya dan Biduri pada Perbandingan Konsentrasi 1:2 dan 2:1 terhadap Mortalitas Keong Mas

Perbandingan konsentrasi	Waktu pengamatan (JSA) ¹	Intersep garis probit ($a^2 \pm g.b^4$)	Kemiringan regresi probit ($b^3 \pm g.b^4$)	LC ₅₀ (sk 95%) ⁵ (b/v)
Serbuk daun pepaya dan biduri (1:2)	16	3,603 \pm 0,213	0,862 \pm 0,186	41,779 (24,862–122,758)
	20	3,976 \pm 0,197	0,902 \pm 0,178	13,688 (9,408–21,919)
	24	4,034 \pm 0,196	1,128 \pm 0,184	7,188 (4,975–9,733)
	28	4,127 \pm 0,198	1,255 \pm 0,192	4,963 (3,308–6,649)
	32	4,193 \pm 0,239	1,445 \pm 0,209	3,622 (2,369–4,839)
	36	4,200 \pm 0,222	1,762 \pm 0,252	2,841 (1,881–3,739)
	40	4,264 \pm 0,239	1,942 \pm 0,292	2,394 (1,539–3,168)
	44	4,480 \pm 0,248	1,877 \pm 0,311	1,891 (1,059–2,640)
	48	4,665 \pm 0,254	1,772 \pm 0,310	1,545 (0,731–2,296)
Serbuk daun pepaya dan biduri (2:1)	16	3,617 \pm 0,207	0,927 \pm 0,186	31,096 (19,924–71,233)
	20	4,009 \pm 0,192	0,946 \pm 0,179	11,158 (7,742–16,810)
	24	4,128 \pm 0,191	1,171 \pm 0,187	5,556 (3,744–7,488)
	28	4,201 \pm 0,194	1,301 \pm 0,197	4,110 (2,695–5,519)
	32	4,210 \pm 0,206	1,650 \pm 0,229	3,007 (2,019–3,952)
	36	4,207 \pm 0,230	2,007 \pm 0,289	2,483 (1,682–3,211)
	40	4,319 \pm 0,250	2,149 \pm 0,340	2,074 (1,324–2,727)
	44	4,526 \pm 0,265	2,102 \pm 0,372	1,681 (0,931–2,325)
	48	4,711 \pm 0,279	2,054 \pm 0,404	1,382 (0,636–2,026)

Keterangan: JSA : jam setelah aplikasi, a : kemiringan garis probit, b : kemiringan regresi, gb : galat baku, sk : selang kepercayaan pada taraf.

aktif moluskisidal, sehingga menyebabkan semakin tinggi mortalitas keong mas. Kandungan senyawa aktif moluskisidal dari serbuk daun pepaya menyebabkan kematian keong mas lebih tinggi dibandingkan serbuk daun biduri. Spesies-spesies tumbuhan tersebut diketahui memiliki aktivitas moluskisidal yang menyebabkan mortalitas keong mas. Seperti yang dikemukakan oleh Latip *et al.* (2018) dan Rosli *et al.* (2021) bahwa kandungan senyawa aktif moluskisidal dari daun pepaya yang efektif untuk mengendalikan hama keong mas. Farista *et al.* (2013) dan Arma *et al.* (2019) menyatakan bahwa tumbuhan biduri memiliki sifat anti moluska terhadap keong mas.

Kandungan kimia dari daun pepaya yaitu alkaloid, saponin, papain, tannin, dan flavonoid (Baskaran *et al.*, 2012; Ayoola & Adeyeye, 2010; Akhila & Vijayalakshmi, 2015), sedangkan pada daun biduri yaitu alkaloid, steroid, asam fenolat, dan saponin (Farista *et al.*, 2013; Sulaibi *et al.*, 2020). Latip *et al.* (2018) menyatakan bahwa senyawa bioaktif yang paling banyak dari daun pepaya adalah saponin. Keong mas yang diberi serbuk daun pepaya dan biduri mengalami keracunan karena kedua serbuk tersebut mengandung zat yang bersifat toksik yaitu saponin. Gejala keracunan saponin menyebabkan keong mas memproduksi lendir sehingga mengakibatkan proses pernafasan

keong mas terhambat (Francis *et al.*, 2002; Manueke, 2016). Saponin mampu menyebabkan gangguan sel dan mempengaruhi organ pernafasan pada keong mas melalui interaksi hidrofobik (Latip *et al.*, 2018). Saponin bersifat sebagai surfaktan yang mempunyai struktur bipolar yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik sehingga dapat menyatukan senyawa nonpolar dan senyawa polar, termasuk mengikat lapisan lemak dalam air. Saponin berinteraksi dengan membran sel dengan cara menurunkan tegangan permukaan membran sel sehingga terjadi peningkatan permeabilitas membran sel (Tekeli *et al.*, 2007; Wina, 2012). Dampak yang terjadi mengakibatkan kebocoran membran sel dan gangguan metabolisme pada sel-sel lainnya sehingga menyebabkan kematian keong mas.

Serbuk daun pepaya juga memiliki kandungan senyawa bioaktif yaitu papain (Jaiswal *et al.*, 2008; Latip *et al.*, 2018). Papain merupakan enzim yang terdapat pada semua bagian tanaman pepaya kecuali akar (Islam *et al.*, 2015). Enzim papain yang merupakan racun kontak yang langsung masuk ke dalam tubuh hama melalui lubang-lubang alami dan menyebar ke seluruh tubuh dan menyerang sistem saraf. Enzim ini secara signifikan menghambat aktivitas asetilkolinesterase (AChE) pada keong mas. AChE bekerja dengan

mendegradasi asetilkolin (ACh) menjadi kolin dan asam asetat pada celah sinapsis (Mukherjee *et al.*, 2007). Saat aktivitas AChE dihambat, mengakibatkan terjadi penumpukkan pesan yang berlebihan tanpa kendali sehingga terjadi kelumpuhan, kejang, dan kematian (Ezemonye & Ikpesu, 2011). Keong mas yang mati ditandai dengan tubuh menjorok keluar dan operculum terbuka serta dan mengeluarkan lendir yang berlebihan, karena otot keong mas berkontraksi dan kejang akibat pemberian moluskisida nabati dari serbuk daun pepaya dan biduri.

3.3 Sifat Aktivitas Campuran Serbuk Daun Pepaya dan Biduri

Berdasarkan nilai indeks kombinasi diketahui bahwa campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dengan nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1 bersifat aditif, sinergistik lemah dan sinergis kuat. Sifat campuran tersebut yang dominan adalah sinergistik lemah pada taraf LC_{50} (Tabel 3). Sifat aditif menunjukkan bahwa tingkat mortalitas keong mas akibat perlakuan campuran serbuk tidak berbeda dengan jumlah tingkat mortalitas akibat perlakuan kedua serbuk tunggal secara terpisah, sementara sifat sinergistik lemah menunjukkan bahwa perlakuan dengan campuran serbuk tersebut mengakibatkan tingkat mortalitas keong mas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan jumlah tingkat mortalitas akibat perlakuan kedua serbuk tunggal secara terpisah. Sifat sinergistik kuat mencerminkan bahwa terjadinya peningkatan mortalitas

keong mas yang tinggi pada perlakuan campuran serbuk dibandingkan dengan peningkatan mortalitas pada perlakuan serbuk tunggal. Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri lebih beracun dibandingkan aplikasi secara tunggal.

Sifat campuran dari serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri pada perbandingan 1:2 dan 2:1 cenderung berubah pada setiap waktu pengamatan. Trijanti *et al.* (2015) mengemukakan pernyataan yang sama bahwa sifat campuran dari ekstrak *Piper retrofractum*, *Annona squamosa*, dan *Tephrosia vogelii* terhadap imago kutu putih pepaya cenderung berubah pada setiap waktu pengamatan. Sifat campuran pada perbandingan 1:2 belum stabil pada pengamatan 20 sampai 28 JSA dan mengalami perubahan pada pengamatan 32 sampai 48 JSA, terlihat sifat dari sifat aktivitas campurannya yang cenderung sama yaitu sinergistik lemah. Sifat perbandingan 2:1 terlihat stabil pada pengamatan 24 sampai 44 JSA dengan sifat aktivitas campuran sama yaitu sinergistik lemah dan menjadi sinergistik kuat pada 48 JSA, hal tersebut menunjukkan bahwa serbuk daun biduri memerlukan senyawa sinergis pada proporsi yang lebih tinggi dari serbuk daun pepaya. Hasil penelitian yang sama dilaporkan oleh Russianzi & Priyono (2019), spinetoram memerlukan senyawa sinergis pada proporsi yang lebih tinggi daripada abamektin dan klorfenapir. Sementara itu, menurut Ironi *et al.* (2012) dan Izah *et al.* (2018), daun pepaya mengandung senyawa yang dapat bersifat sinergis bila dicampurkan dengan senyawa dari akar pepaya atau daun nimba. Pada penelitian ini

Tabel 3. Sifat Aktivitas Campuran Serbuk Daun Pepaya dan Biduri pada Perbandingan Konsentrasi 1:2 dan 2:1 terhadap Mortalitas Keong Mas

Perbandingan konsentrasi	Waktu pengamatan (JSA)	Indeks kombinasi	Sifat aktivitas campuran
Serbuk daun pepaya dan biduri (1:2)	20	1,404	Aditif
	24	0,791	Aditif
	28	0,739	Aditif
	32	0,553	Sinergistik lemah
	36	0,628	Sinergistik lemah
	40	0,633	Sinergistik lemah
	44	0,569	Sinergistik lemah
	48	0,530	Sinergistik lemah
Serbuk daun pepaya dan biduri (2:1)	20	1,100	Aditif
	24	0,675	Sinergistik lemah
	28	0,639	Sinergistik lemah
	32	0,600	Sinergistik lemah
	36	0,541	Sinergistik lemah
	40	0,540	Sinergistik lemah
	44	0,500	Sinergistik lemah
	48	0,449	Sinergistik kuat

diketahui bahwa serbuk daun pepaya bersifat sinergistik ketika dicampurkan dengan serbuk daun biduri dengan perbandingan 1:2 dan 2:1.

Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan biduri dapat meningkatkan aktivitas dan efisiensi karena bersifat sinergi sehingga penggunaannya sangat dianjurkan untuk mengendalikan keong mas di sawah. Pemanfaatan campuran moluskisida nabati dalam pengendalian hama keong mas merupakan alternatif pengendalian untuk mengurangi dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan pestisida kimia sintetik. Campuran serbuk daun pepaya dan biduri tersebut, khususnya dengan nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1, berpotensi untuk digunakan sebagai alternatif pengendalian hama lain. Penggunaan campuran moluskisida nabati pada dosis yang lebih rendah juga dapat mengurangi dampak samping terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan. Russianzi & Prijono (2019) menyatakan bahwa penggunaan campuran yang bersifat sinergis terhadap hama sasaran dapat menurunkan dosis aplikasi insektisida sehingga dapat memperkecil kemungkinan dampak negatif terhadap organisme bukan sasaran. Selain itu, penggunaan campuran moluskisida nabati yang komponennya memiliki cara kerja berbeda dapat menunda terjadinya resistensi hama.

4. KESIMPULAN

Aplikasi secara tunggal dan campuran serbuk daun pepaya dan biduri dapat menyebabkan kematian keong mas. Serbuk daun pepaya memiliki toksisitas lebih tinggi dibandingkan serbuk daun biduri pada keong mas. Aplikasi campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dengan nisbah konsentrasi 2:1 lebih beracun di bandingkan dengan nisbah konsentrasi 1:2 terhadap hama keong mas.

Berdasarkan indeks kombinasi diketahui bahwa campuran serbuk daun pepaya dan serbuk daun biduri dengan nisbah konsentrasi 1:2 dan 2:1 bersifat aditif, sinergistik lemah dan sinergistik kuat. Serbuk daun pepaya dan biduri serta campurannya berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai moluskisida nabati untuk mengendalikan keong mas.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Akhila, S & N.G. Vijayalakshmi. 2015. Phytochemical Studies on *Carica papaya* Leaf Juice. *IJPSR*. 6 (2): 880–883.
- Arma, R., D.E. Sari, St. Zulaiha & N. Fauziah. 2019. Mortalitas Keong Mas (*Pomacea canaliculata*) terhadap Aplikasi Beberapa Ekstrak Tanaman. *Jurnal Agrominansia*. 4 (2): 176–182.
- Ayoola, P. B. & A. Adeyeye. 2010. Phytochemical and Nutrient Evaluation of *Carica papaya* (Pawpaw) Leaves. *IJRRAS*. 5 (3): 325–328.
- Baskaran, C., V. R. Bai, S. Velu & K. Kumaran. 2012. The Efficacy of *Carica papaya* Leaf Extract on Some Bacterial and A Fungal Strain by Well Diffusion Method. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease*. 2: S658–S662.
- Brito, F. C. & R. C. Joshi. 2016. The Golden Apple Snail *Pomacea canaliculata*: A Review on Invasion, Dispersion and Control. *Outlooks on Pest Management*. 27: 157–163.
- Chou, T.C. & P. Talalay. 1984. Quantitative Analysis of Dose-effect Relationships: the Combined Effects of Multiple Drugs or Enzyme Inhibitors. *Advances in Enzyme Regulation*. 22: 27–55.
- Ezemonye L. I. & T. O. Ikpesu. 2011. Evaluation of Sub-lethal Effects of Endosulfan on Cortisol Secretion, Glutathione S-transferase and Acetylcholinesterase Activities in *Clarias gariepinus*. *Food Chemical Toxicology*. 49 (9): 1898–903.
- Farista, B., Suropto, E. R. Gunawan & K. Sukenti. 2013. Konsorsium Tumbuhan Anti Moluska untuk Mengendalikan Keong Mas Hama Tanaman Padi. *Jurnal Biologi Tropis*. 13 (1): 87–101.
- Francis, G, Z. Kerem, H. P. S. Makkar & K. Becker. 2002. The Biological Action of Saponins in Animal Systems: A Review. *The British Journal of Nutrition*. 88 (6): 587–605.
- Halwart, M. 1994. The golden apple snail *Pomacea canaliculata* in Asian Rice Farming Systems: Present Impact and Future Threat. *International Journal of Pest Management*. 40 (2): 199–206.
- Ironi, A.E., G. Oboh & J. K. Akintunde. 2012. Comparative and Synergistic Antioxidant properties of *Carica papaya* and *Azadirachta indica* Leaves. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*. 3 (12): 4773–4779.
- Islam, A., M. A. Al-Mamun, S. Parvin, M. Sarker, M. K. Zaman, P. Farhana, Z. Shahriar, & U. M. Salah. 2015. Evaluation of Antibacterial Activities of Latex of Caricaceae (*Carica papaya* L.). *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*. 8 (1): 308–311.

- Isnaningsih, N.R. & R.M. Marwoto. 2011. Keong Hama *Pomacea* di Indonesia: Karakter Morfologi dan Sebarannya (Mollusca, Gastropoda: Ampullariidae). *Berita Biologi*. 10 (4): 441–447.
- Izah, S. C. , E. J. Uhunmwangho & K. E. Dunga. 2018. Studies on The Synergistic Effectiveness of Methanolic Extract of Leaves and Roots of *Carica papaya* L. (Papaya) Against Some Bacteria Pathogens. *International Journal of Complementary & Alternative Medicine*. 11(6): 375–378.
- Jaiswal, P., V. K. Singh & D.K. Singh. 2008. Enzyme Inhibition by Molluscicidal Component of *Areca catechu* and *Carica papaya* in The Nervous Tissue of Vector Snail *Lymnaea acuminata*. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 92 (3): 164–168.
- Latip, S. N. H. M., F. W. M. Nawir, E. S. Shari & S. H. P. Mansur. 2018. Potential of *Carica papaya* and *Artocarpus integer* Extracts as Botanical Pesticides for Controlling, Golden Apple Snail, *Pomacea canaliculata*. In: Yacob, N.A., Noor, N.A.M., Yunus, N.Y. M., Yussof, R. L. & Zakaria, S. A. K. Y. (editor). *Regional Conference on Science, Technology and Social Sciences*. 963–973.
- Manueke, J. 2016. Pengendalian Hama Keong Emas (*Pomacea canaliculata* Lamarck) pada Tanaman Padi Sawah dengan Menggunakan Ekstrak Buah Bitung (*Barringtonia asiatica* L.). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*. 3 (1): 19–26.
- Mukherjee, P. K., V. Kumar, M. Mal & P.J. Houghton. 2007. Acetylcholinesterase Inhibitors from Plants. *Phytomedicine*. 14 (4): 289–300.
- Nongnutch, K. & J. Nanuam. 2016. Alternative Bio-pesticide for Golden Apple Snail (*Pomacea canaliculata*). *Suranaree Journal of Science and Technology*. 23(1): 1–4.
- Prakash, A., J. Rao & V. Nandagopal. 2008. Future of Botanical Pesticides in Rice, Wheat, Pulses and Vegetables Pest Management. *Journal Biopesticides*. 1 (2): 154–169.
- Rosli, R., S. N. H. M. Latip, A. S. N. Othman & F. W. M. Nawir. 2021. Potential Control of *Pomacea canaliculata* Using Botanical Extracts in Paddy Field. *International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies*. 12 (9): 1–11.
- Russianzi, W. & D. Prijono. 2019. Aktivitas Sinergistik Campuran Ekstrak Buah *Piper aduncum* dan Tiga Jenis Insektisida Turunan Metabolit Mikrob Terhadap Ulat *Plutella xylostella*. *Jurnal Cropsaver*. 2 (1): 7–14.
- Suharto & N. Kurniawati. 2008. Keong Mas, dari Hewan Peliharaan Menjadi Hama Utama Padi Sawah. 385–403. dalam Darajat, A.A., A. Setyono, A. K. Makarim & A. Hasanuddin. (Editor). *Padi: Inovasi Teknologi Produksi*. Balai Besar Penelitian Tanaman Padi. LIPI Press. Jakarta.
- Sulaibi, M. A. A., C. Thiemann & T. Thiemann. 2020. Chemical Constituents and Uses of *Calotropis procera* and *Calotropis gigantea*—A review (Part I—The Plants as Material and Energy Resources). *Open Chemistry Journal*. 7: 1–15.
- Tekeli, A., L. Çelik & H.R. Kutlu. 2007. Plant Extracts; A New Rumen Moderator in Ruminant Diets. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 4: 71–79.
- Trijanti, A., W. Asnan, D. Sartiami, R. Anwar & Dadang. 2015. Keefektifan Ekstrak *Piper retrofractum* Vahl., *Annona squamosa* L. dan *Tephrosia vogelii* Hook. serta Campurannya terhadap Imago Kutu Putih Papaya *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 12 (2): 80–90.
- Wijayanti, R., L. Wibowo & Solikhin. 2016. Pengaruh Varietas Padi (*Oryza sativa* L.) dan Jenis Kelamin Keong Emas (*Pomacea* sp.) terhadap Daya Rusak Keong Emas pada Tanaman Padi. *Jurnal Agrotek Tropika*. 4 (2): 141–145.
- Wina, E. 2012. The Use of Plant Bioactive Compounds to Mitigate Enteric Methane in Ruminants and Its Application in Indonesia. *Wartazoa*. 22: 24–34
- Yuliani & Aidannisa. 2019. Uji Ketertarikan Hama Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.) terhadap Berbagai Umpan Perangkap di Lahan Padi Pandanwangi. *Jurnal Pro-Stek*. 1 (2): 80–88.