

**Potensi Bioinsektisida Ekstrak Biji Pangi (*Pangium edule*, Reinw)
Dalam Pengendalian Hama Ulat Bawang Daun
(*Spodoptera exigua* Hubner)**

**Potential of Pangi Seed Extract Bioinsecticide (*Pangium edule*, Reinw)
on the Control of Armyworm (*Spodoptera exigua* Hubner)**

Hartati Hutasoit^{1*}, Christny F.E. Rompas², dan Jacklin Stella S. Manoppo²

¹Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Manado

²Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Manado

Kampus Unima di Tondano, Sulawesi Utara 95618, Indonesia

*Korespondensi penulis, e-mail: hartati.hutasoit@gmail.com

Diterima 4 November 2020/Disetujui 18 November 2020

ABSTRACT

The research was aimed to investigate the potential of pangi seed extract bioinsecticide and to obtain the best concentration of pangi seed extract on the control of armyworm. This research using Completely Randomized Design (CRD) with five treatments were repeated three times and any treatment administered concentration of 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm and 1000 ppm. Each treatment filled with 10 of larvae instar III from *S.exigua*. To obtain the LC₅₀ and LT₅₀ values, a probit analysis utilizing SPSS IBM-Software ver.22 at the 5% real level. The result showed that there was potential of pangi seed extract bioinsecticide on the control of armyworm with LC₅₀ and LT₅₀ values 2.826 mg/L and 1.558 days at 72 hours after application. The highest mortality rate was obtained in the treatment with a concentration of 1000 ppm of 96.7% and 500 ppm of 83.3%.

Keywords: pangi seed extract, mortality of *Spodoptera exigua*.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bioinsektisida ekstrak biji pangi dan memperoleh konsentrasi ekstrak biji pangi terbaik dalam pengendalian hama ulat bawang daun. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan menggunakan 5 perlakuan dan 3 kali ulangan dengan konsentrasi perlakuan yaitu 0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 500 ppm dan 1000 ppm. Pada setiap perlakuan diberikan 10 larva instar III *S.exigua*. Untuk memperoleh nilai LC₅₀ dan LT₅₀ dilakukan analisis probit menggunakan program SPSS IBM versi 22 pada taraf nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada potensi bioinsektisida ekstrak biji pangi dalam pengendalian hama ulat bawang daun dengan nilai LC₅₀ dan LT₅₀ yaitu 2.826 mg/L dan 1.558 hari

pada 72 jam setelah aplikasi. Tingkat mortalitas tertinggi diperoleh pada perlakuan dengan konsentrasi 1000 ppm sebesar 96.7% dan 500 ppm sebesar 83.3%.

Kata kunci: ekstrak biji pangi, mortalitas *Spodoptera exigua*.

PENDAHULUAN

Hama *Spodoptera exigua* merupakan hama penting pada tanaman bawang daun. Hama *Spodoptera exigua* adalah salah satu jenis hama pemakan daun yang dapat menyebabkan kerusakan berat pada tanaman bawang daun. Kerusakan yang diakibatkan oleh hama ini adalah dengan menggerek daun hingga menyisakan tulang daun saja sehingga tanaman bawang daun menjadi kuning dan kering.

Menurut Moekasan *et al.* (2013), ulat bawang merupakan organisme pengganggu tanaman (OPT) utama pada tanaman bawang yang menyerang sepanjang tahun, baik musim kemarau maupun musim hujan. Jika serangan hama tidak dikendalikan sedini mungkin akan menyebabkan kegagalan panen. Pada pertanian bawang daun di Modinding dan Tomohon Sulawesi Utara, telah ditemukan adanya serangan hama *S.exigua* dan untuk pengendalian hama tersebut para petani cenderung menggunakan insektisida sintetik.

Efek dari penggunaan insektisida sintetik yaitu mengakibatkan terjadinya kontaminasi zat racun pada produksi tanaman bawang daun dan pencemaran lingkungan (Kartina *et al.* 2019). Sebagai usaha untuk mengurangi pemakaian insektisida sintetik, maka diperlukan pengendalian hama yang lebih ramah lingkungan, aman dan efektif dengan menggunakan bioinsektisida (Noerfitryani 2017). Bioinsektisida adalah hasil ekstraksi dari bagian tertentu tumbuhan baik biji, buah, batang, daun dan akar yang memiliki senyawa metabolit sekunder yang bersifat racun bagi hama (Marhaen *et al.* 2016).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan ialah tumbuhan pangi. Menurut Sakul *et al.* (2012), berdasarkan hasil uji pemeriksaan fitokimia diperoleh bahwa ekstrak dari biji pangi positif mengandung senyawa aktif seperti alkaloid, tanin, fenol dan saponin sehingga berpotensi sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama kumbang logong pada tingkatan konsentrasi 45 ppm dan sangat mempengaruhi mortalitas kumbang logong (*Sitophylus oryzae*).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bioinsektisida ekstrak biji pangi dan memperoleh konsentrasi ekstrak biji pangi terbaik dalam pengendalian hama ulat bawang daun.

BAHAN DAN METODE

Buah pangi diperoleh dari pohon pangi yang tumbuh di wilayah Universitas Negeri Manado, Tondano Selatan, Minahasa dengan kriteria kulit buah berwarna cokelat dengan permukaan kasar. Pelarut yang digunakan adalah etanol 70%.

Seperangkat alat ekstraksi, rotavapor, timbangan analitik, desikator, oven, botol sampel, toples kaca, toples plastik, kain kasa, mikropipet, penjepit tabung reaksi, lampu spiritus, tabung reaksi, rak tabung reaksi dan petri dish digunakan dalam penelitian ini.

Pengumpulan sampel biji pangi

Biji pangi segar dipisahkan dari daging buahnya dan dicuci sampai bersih, kemudian biji ditumbuk menjadi bagian-bagian kecil menggunakan palu. Biji yang telah ditumbuk kemudian dikeringanginkan di atas Koran pada suhu ruang tanpa dijemur

langsung di bawah sinar matahari kira-kira 1-2 minggu hingga kering seluruhnya (Sakul 2017).

Uji kadar air pada sampel biji pangi

Penentuan kadar air suatu bahan dalam analisis diperlukan untuk melihat seberapa banyak air yang ada dan terkandung dalam sampel yang akan dianalisis (Manoppo *et al.*, 2019). Pengukuran kadar air $\pm 10\%$ dilakukan dengan metode oven agar kestabilan temperatur dan waktu pengeringan terkontrol (Utami *et al.*, 2017). Sampel ± 3 gram ditimbang dalam cawan petri dish yang telah ditimbang dan diketahui bobotnya. Kemudian sampel dikeringkan ke dalam oven bersuhu $\pm 105^\circ\text{C}$ selama 5 jam. Setelah batas waktu dicapai, sampel dikeluarkan dari dalam oven dan didinginkan di dalam desikator ± 20 menit dan ditimbang sampai bobotnya konstan (Sakul *dkk.*, 2012).

Perhitungan kadar air dapat diukur dengan rumus:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} \times 100\%$$

Ekstraksi biji pangi melalui proses maserasi dengan pelarut etanol

Hancuran biji pangi dimasukkan ke dalam toples kaca sebanyak 500 gram dan dimaserasi menggunakan pelarut etanol 70% sebanyak 1 liter, kemudian dikocok-kocok supaya larutan tercampur rata dan larutan didiamkan selama 1×24 jam untuk menghasilkan rendemen yang baik (Sakul *et al.* 2012). Setelah maserasi tahap 1 selesai, filtrat disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42 dan ditampung pada toples kaca yang lain.

Kemudian ampas biji pangi tersebut dimaserasi ulang pada hari kedua menggunakan 1 liter pelarut etanol 70% dan dikocok-kocok hingga tercampur rata dan didiamkan selama 1×24 jam untuk maserasi tahap 2. Setelah maserasi tahap 2 selesai, filtrat disaring menggunakan kertas saring Whatman No.42 dan ditampung pada toples kaca hasil filtrat tahap 1.

Kemudian pada tahap maserasi ketiga ampas biji pangi tersebut dimaserasi menggunakan 1 liter pelarut etanol 70% dan dikocok-kocok hingga tercampur rata dan didiamkan selama 1×24 jam. Setelah maserasi tahap 3 selesai, filtrat disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 42 dan ditampung pada toples kaca hasil filtrat tahap 1 dan 2.

Proses penyaringan dilakukan sampai seluruh filtrat tersaring dengan baik, kemudian filtrat yang telah disaring dipindahkan ke dalam jerigen. Warna filtrat yang dihasilkan berwarna cokelat muda. Filtrat yang telah diperoleh kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40°C untuk menghilangkan pelarutnya sehingga diperoleh ekstrak pekat biji pangi yaitu ekstrak etanol biji pangi (Manoppo *et al.* 2019).

Pemeliharaan *S.exigua*

Ulat *S.exigua* yang diperoleh dari Perkebunan Tampusu, Remboken, Sulawesi Utara dipelihara dalam toples plastik berukuran tinggi 15 cm dengan diameter 9 cm yang ditutup dengan kain kasa dan diberi pakan bawang daun yang diganti setiap hari dengan pakan yang baru. Ulat dipelihara hingga mencapai fase imago. Kemudian menyediakan larutan madu sebagai sumber makanan imago dengan cara kapas dibasahi larutan madu dan diletakkan di atas kain kasa. Kapas yang berisi larutan madu diganti

setiap hari (Darwati 2002). Setelah imago bertelur (F₁), larva yang diperoleh kemudian dipelihara hingga mencapai instar III.

Pembuatan larutan ekstrak biji pangsi

Ekstrak etanol biji pangsi dilarutkan dalam aquadest menggunakan 4 tingkatan konsentrasi ekstrak dan 1 kontrol. Penentuan larutan sesuai dengan banyaknya ekstrak yang dipakai dan dicampurkan dengan aquadest. Pengenceran terhadap ekstrak pekat biji pangsi yang diperoleh dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

$$V_1M_1 = V_2M_2 \text{ (Zestyadi et al. 2018)}$$

Perlakuan

Bawang daun dipotong sepanjang 3 cm, dicelupkan ke dalam larutan bioinsektisida kemudian ditiriskan. Lima potong bawang daun yang telah dicelupkan dimasukkan ke dalam petri dish dan dibiarkan kering udara (Sakul *et al.* 2020). Selanjutnya ke dalam petri dish dimasukkan 10 larva instar III yang telah dipuasakan terlebih dahulu selama 2 jam. Mortalitas dihitung setelah 72 jam perlakuan. Larva dianggap mati jika sudah tidak bergerak bila disentuh dengan kuas. Larva yang masih hidup dipindahkan ke wadah baru berisi potongan bawang daun yang tidak diberi perlakuan untuk melanjutkan pertumbuhan dan perkembangan.

Uji LC₅₀ dan LT₅₀ dari aktivitas bioinsektisida ekstrak biji pangsi terhadap *S.exigua*

Lethal Concentration (LC₅₀). Uji LC₅₀ merupakan konsentrasi ekstrak biji pangsi yang dapat menyebabkan kematian sebanyak 50% terhadap hama *S.exigua* dalam jangka waktu tertentu (Robiyanto *et al.* 2018).

Tabel 1 Klasifikasi toksisitas LC₅₀ (ISO, 1982 dalam Sakul *et al.* 2012)

| LC ₅₀ (mg/L) | Toxicity Rating |
|-------------------------|-----------------|
| > 10000 | Non Toxic |
| 1000 – 10000 | Very Low Toxic |
| 100 – 1000 | Low Toxic |
| 10 – 100 | Toxic |
| 1 – 10 | High Toxic |
| 0.1 – 1 | Very High Toxic |
| < 0.1 | Extreme Toxic |

Lethal Time (LT₅₀). Uji LT₅₀ merupakan waktu (jam) yang dibutuhkan untuk menyebabkan kematian sebanyak 50% terhadap hama *S.exigua* pada konsentrasi tertentu (Hasyim *et al.* 2019).

Skrining fitokimia ekstrak biji pangsi

Uji fenol. Sebanyak 1 gram ekstrak biji pangsi dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan FeCl₃ 1% sebanyak 1 mL, lalu diamati perubahan warna yang terjadi. Kriteria uji fenol: jika terbentuk warna hijau, merah, ungu, biru atau hitam maka positif mengandung senyawa fenol (Habibi *et al.* 2018).

Uji saponin. Sebanyak 2 gram ekstrak biji pangsi dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan aquadest sebanyak 5 mL kemudian dipanaskan selama 5 menit

di atas lampu bunsen dan mengamati apakah terbentuk busa stabil. Kriteria uji saponin: jika terbentuk busa stabil maka positif mengandung senyawa saponin (Dewi 2020).

Uji tanin. Sebanyak 2 mL aquadest dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian dipanaskan di atas lampu bunsen selama 3 menit. Kemudian sebanyak 1 gram ekstrak biji pangi ditambahkan ke dalam tabung reaksi, lalu ditambah NaCl 10% sebanyak 1 mL dan FeCl₃ 1% sebanyak 1 mL. Selanjutnya mengamati perubahan warna yang terjadi. Kriteria uji tanin: jika terbentuk warna biru tua atau hitam maka positif mengandung senyawa tanin (Ergina *et al.* 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan kadar air biji pangi

Hasil perhitungan sebagai berikut: Berat cawan petri dish kecil sebesar 30.1985 gram. Berat cawan petri dish kecil + sampel biji pangi sebelum pemanasan sebesar 33.2010 gram. Berat cawan petri dish kecil + sampel biji pangi setelah pemanasan sebesar 32.9069 gram. Bobot awal = 33.2010 – 30.1985 = 3.0025 gram. Bobot akhir = 32.9069 – 30.1985 = 2.7084.

$$\begin{aligned} \text{Kadar air (\%)} &= \frac{\text{Bobot awal} - \text{bobot akhir}}{\text{Bobot awal}} 100\% \\ &= \frac{3.0025 - 2.7084}{3.0025} 100\% \\ &= 9.8\% \end{aligned}$$

Data mortalitas hasil penelitian

Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak yang diaplikasikan maka semakin sedikit waktu yang dibutuhkan terhadap tingkat mortalitas 50% hewan uji. Semakin rendah konsentrasi yang diaplikasikan maka membutuhkan waktu lebih lama terhadap mortalitas 50% hewan uji. Berdasarkan hasil penelitian Manoppo *et al.* (2019) dikatakan bahwa proses aplikasi ekstrak biji pangi diperoleh hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji pangi maka semakin tinggi jumlah larva instar III *Crocidolomia binotalis* yang mati.

Tabel 2 Jumlah mortalitas larva *S.exigua* pada tahap aplikasi ekstrak biji pangi (*P.edule*) dengan menggunakan pelarut etanol setelah 72 jam

| Ulangan | Perlakuan | | | | |
|------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| | 0 ppm (P ₀) | 50 Pppm (P ₁) | 100 ppm (P ₂) | 500 ppm (P ₃) | 1000 ppm (P ₄) |
| 1 | 0 | 2 | 4 | 9 | 10 |
| 2 | 0 | 4 | 4 | 8 | 9 |
| 3 | 0 | 3 | 3 | 8 | 10 |
| Total mortalitas | 0 | 9 | 11 | 25 | 29 |
| Rata-rata | 0 | 3 | 3.67 | 8.33 | 9.67 |
| Persentase | 0% | 30% | 36.7% | 83.3% | 96.7% |

Hasil analisis probit LC₅₀ dan LT₅₀

Hasil analisis probit LC_{50-72h} yang diperoleh pada Tabel 3 menunjukkan bahwa konsentrasi ekstrak biji pangi sebesar 2.826 mg/L (kisaran 2.514-3.134 mg/L) memberikan efek toksik terhadap 50% hewan uji (Rifai *dkk*, 2016). Semakin kecil nilai LC₅₀ bahan bioinsektisida maka bahan tersebut semakin beracun (Hasyim *dkk*, 2019). Kategori nilai yang diperoleh berada pada kisaran *high toxic* yang berarti ekstrak biji pangi berpotensi sebagai bioinsektisida dalam pengendalian hama ulat bawang daun.

Tabel 3 Hasil analisis probit LC₅₀ terhadap larva *S.exigua*

| Waktu (Hari) | LC ₅₀ (mg/L) Selang kepercayaan 95% | | |
|-----------------|--|----------------|---------------|
| | Dugaan | Batas bawah | Batas atas |
| 1 (24h) | 8.427 | 5.811 | 50.373 |
| 2 (48h) | 4.500 | 3.865 | 5.801 |
| 3 (72h) | 2.826 | 2.514 | 3.134 |

Tabel 4 Hasil analisis probit LT₅₀ terhadap larva *S.exigua*

| Konsentrasi (mg/L) | LT _{50-72h} (Hari) Selang kepercayaan 95% | | |
|-----------------------|---|----------------|---------------|
| | Dugaan | Batas bawah | Batas atas |
| 50 | 4.722 | 3.210 | 42.725 |
| 100 | 4.359 | 2.982 | 29.452 |
| 500 | 1.875 | 1.560 | 2.253 |
| 1000 | 1.558 | 1.298 | 1.818 |

Hasil analisis probit LT_{50-72h} dapat dilihat pada Tabel 4. Tabel tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ekstrak biji pangi, maka nilai *lethal time* (LT) semakin kecil. Pada konsentrasi 50 ppm diperoleh bahwa tingkat mortalitas 50% hewan uji terjadi pada kisaran 4.722 hari setelah aplikasi. Pada konsentrasi 100 ppm terjadi pada kisaran 4.359 hari setelah aplikasi. Sedangkan untuk konsentrasi 500 ppm dibutuhkan sekitar 1.875 hari, untuk konsentrasi 1000 ppm dibutuhkan sekitar 1.558 hari dan untuk konsentrasi 0 ppm tidak terjadi mortalitas pada hewan uji.

Uji kenormalan data

Berdasarkan hasil uji kenormalan data menurut Kolmogorov-Smirnov menunjukkan bahwa nilai tidak menyebar secara normal. Kemudian dilanjutkan dengan uji *Kruskal-Wallis* menunjukkan ada pengaruh yang nyata dari pemberian bioinsektisida ekstrak biji pangi dalam pengendalian hama ulat bawang daun.

Uji *Mann-Whitney*

Berdasarkan hasil uji *Mann-Whitney*, pengaruh nyata terlihat antara kontrol dengan seluruh konsentrasi yang berarti ekstrak biji pangi memiliki efek sebagai bioinsektisida terhadap larva *S.exigua*. Pada konsentrasi 50 ppm dengan 100 ppm dan 500 ppm dengan 1000 ppm tidak berbeda secara nyata. Hal ini menunjukkan bahwa

konsentrasi 50 ppm dengan 100 ppm dan 500 ppm dengan 1000 ppm tersebut memiliki pengaruh yang tidak jauh berbeda terhadap mortalitas *S.exigua*.

Menurut Hopkins dan Huner (2004) dalam Yunita *et al.* (2009), tanin dapat mengganggu serangga dalam mencerna makanan karena tanin akan mengikat protein dalam sistem pencernaan yang diperlukan serangga untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam system pencernaan menjadi terganggu. Tanin menekan konsumsi makan, tingkat pertumbuhan dan kemampuan bertahan. Tanin juga memiliki rasa yang pahit sehingga dapat menyebabkan mekanisme penghambatan makan pada larva uji. Rasa yang pahit menyebabkan larva tidak mau makan sehingga larva akan kelaparan dan akhirnya mati.

Tabel 5 Hasil uji *Mann-Whitney*

| (I) Konsentrasi Ekstrak Biji Pangi | (J) Konsentrasi Ekstrak Biji Pangi | Asymp Sig. |
|---|--|---------------|
| 0 ppm | 50 ppm | .037 |
| | 100 ppm | .034 |
| | 500 ppm | .034 |
| | 1000 ppm | .034 |
| 50 ppm | 0 ppm | .037 |
| | 100 ppm | .346 |
| | 500 ppm | .046 |
| | 1000 ppm | .046 |
| 100 ppm | 0 ppm | .034 |
| | 50 ppm | .346 |
| | 500 ppm | .043 |
| | 1000 ppm | .043 |
| 500 ppm | 0 ppm | .034 |
| | 50 ppm | .046 |
| | 100 ppm | .043 |
| | 1000 ppm | .068 |
| 1000 ppm | 0 ppm | .034 |
| | 50 ppm | .046 |
| | 100 ppm | .043 |
| | 500 ppm | .068 |

Menurut Chaieb (2010) dalam Azizah *et al* (2018), saponin merupakan senyawa yang bersifat toksik terhadap serangga karena memiliki aktivitas *antifeedant*, mengganggu proses pergantian kulit (*molting*) dan regulasi pertumbuhan pada serangga, dan menyebabkan kematian pada serangga. Aktivitas insektisida dari saponin disebabkan oleh adanya interaksi dengan kolesterol yang menyebabkan terganggunya proses sintesis ecdysteroid (enzim yang berperan dalam proses *molting*). Saponin juga sebagai penghambat enzim protease pada beberapa serangga.

Menurut Madigan (2005) dalam Sari *et al.* (2018), fenol berperan sebagai racun kontak, merusak protoplasma, menembus dinding serta mengendapkan sel. Fenol juga menyebabkan kerusakan pada sel, denaturasi protein, menginaktifkan enzim, dan menyebabkan kebocoran sel. Hal tersebut dapat berakibat pada terganggunya perkembangan serangga hingga dapat menyebabkan kematian pada serangga tersebut.

Hasil skrining fitokimia ekstrak biji pangi

Pemeriksaan metabolit sekunder dilakukan untuk senyawa-senyawa fenol, saponin dan tanin. Hasil skrining fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak biji pangi mengandung senyawa fenol, saponin dan tanin.

Ekstrak biji pangi mengandung senyawa fenol ditandai dengan perubahan warna dari cokelat keruh menuju biru (Manoppo 2017). Ekstrak biji pangi mengandung senyawa saponin ditandai dengan terbentuknya busa stabil ± 10 menit, sedangkan untuk senyawa tanin ditandai dengan perubahan warna dari cokelat keruh menuju hitam (Tanor *et al.* 2014).

KESIMPULAN

Ada potensi bioinsektisida ekstrak biji pangi dalam pengendalian hama ulat bawang daun. Ekstrak biji pangi pada konsentrasi 1000 ppm merupakan konsentrasi terbaik terhadap mortalitas larva *Spodoptera exigua* dengan tingkat kematian mencapai 96.7% dengan nilai LC_{50-72h} 2.826 mg/L dan LT_{50-72h} 1.558 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Moch RA, Mukhamad S. 2018. Potensi serbuk gergaji kayu sengon sebagai insektisida botani. *Jurnal Biosains* 4(2): 113-119.
- Darwati. 2002. Siklus hidup *Spodoptera exigua* pada pakan buatan daun bawang merah dan daun bawang prey [skripsi]. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Ergina, Siti N, Indarini DP. 2014. Uji kualitatif senyawa metabolit sekunder pada daun palado (*Agave angustifolia*) yang diekstraksi dengan pelarut air dan etanol. *Jurnal Akademika Kimia* 3(3): 165-172.
- Habibi AI, Arizal RF, Siti MS. 2018. Skrining fitokimia ekstrak *n*-heksan korteks batang salam (*Syzygium polyanthum*). *Indonesian Journal of Chemical Science* 6(1).
- Hasyim A, Setiawati W, Lukman L, Marhaeni LS. 2019. Evaluasi konsentrasi lethal dan waktu lethal insektisida botani terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di laboratorium. *Jurnal Hort* 29(1): 69-80.
- Kartina, Shulkipli, Mardhiana, Egra S. 2019. Potensi ekstrak karamunting (*Melastoma malabathricum* L.) sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan ulat grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Agrotekma* 4(1): 28-41.
- Manoppo JSS. 2017. Potential extracts of *Pangium edule* Reinw and *Derris elliptica* Wallich as botanical molluscicides for management of golden apple snail *Pomacea canaliculata* Lamarck.. *Agrotech Journal* 2(2): 14-20.
- Manoppo JSS, Sakul EH, Tengker ACC. 2019. Potensi bioinsektisida dari ekstrak daun, kulit batang dan biji tumbuhan pangi (*Pangium edule*, Reinw) dalam meningkatkan mortalitas larva *Crocidolomia binotalis*. *Jurnal Sains dan Teknologi* 2(1): 5-15.
- Marhaen LS, Fahmi A, Ahsol H, Liferdi L. 2016. Potensi campuran *Spodoptera exigua* *Nucleopolyhedrovirus* (SeNPV) dengan insektisida botani untuk meningkatkan mortalitas ulat bawang *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) di laboratorium. *Jurnal Hort* 26(1): 103-112.

- Moekasan TK, Setiawati W, Hasan F, Runa R, Somantri A. 2013. Penetapan ambang pengendalian *Spodoptera exigua* pada tanaman bawang merah menggunakan feromonoid seks. *Jurnal Hort* 23(1): 80-90.
- Noerfitriyani. 2017. Ekstrak biji kluwak (*Pangium edule*, Reinw) sebagai ovisida pada telur keong mas (*Pomacea canaliculata* L.). *Jurnal Tabaro* 1(2): 78-85.
- Rifai M, Hasriyanty, Nasir B. 2016. Efikasi dua jenis ekstrak tumbuhan dan kombinasi keduanya terhadap mortalitas hama ulat bawang merah (*Spodoptera exigua*, Hubn) (Lepidoptera: Noctuidae). *Jurnal Agrotekbis* 4(6): 684-692.
- Robiyanto, Ria K. Eka KU. 2018. Potensi antelmintik ekstrak etanol daun manga arumanis (*Mangifera indica* L.) pada cacing *Ascaridia galli* dan *Raillietina tetragona* secara *in vitro*. *Jurnal Pharmaceutical Sciences and Research* 5(2): 81-89.
- Sakul EH, Manoppo JSS, Taroreh D, Gerungan R, Gugule S. 2012. Pengendalian hama kumbang “Logong” (*Sitophilus oryzae* L.) dengan menggunakan ekstrak biji pangi (*Pangium edule*, Reinw). *Jurnal Ilmiah Eugenia* 18(3): 186-196.
- Sakul EH. 2017. Impact of botanical insecticides derived from *Pangium edule*, Reinw and *Annona muricata* L. seed extracts on the “Gay Gantung” Diamondback Moth, *Plutella xylostella* L. *Agrotech Journal* 2(2): 28-35.
- Sakul EH, Manoppo JSS, Posumah DC, Tengker ACC. 2020. Control oh the beet armyworm *Spodoptera exigua* (Hubner) (Lepidoptera: Noctuidae) utilized four minahasa plant extracts. *Indonesia Biodiversity Journal* 1(1): 77-90.
- Sari YP, Samharinto, Bambang FL. 2018. Penggunaan asap cair tandan kosong kelapa sawit sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama perusak daun tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Enviro Scienteeae* 14(3): 272-284.
- Tanor MN, Abadi AL, Rahardjo BT, Pelealu J. 2014. Isolation and identification of triterpenoid saponin from *Barringtonia asiatica* Kurz seed. *The Journal of Tropical Life Science* 4(2): 119-122.
- Utami YP, Abdul HU, Reni S, Indah K. 2017. Standardisasi simplisia dan ekstrak etanol daun leilem (*Clerodendrum minahasae* Teijsm. & Binn.). *Journal of Pharmaceutical and Medicinal Sciences* 2(1): 32-39.
- Yunita EA, Nanik HS, Jafron WH. 2009. Pengaruh ekstrak daun teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap mortalitas dan perkembangan larva *Aedes aegypti*. *Jurnal BIOMA* 11(1): 11-17.
- Zestyadi IRS, Solikhin, Yasin N. 2018. Toksisitas ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria papuena* Warb.) terhadap ulat grayak (*Spodoptera litura* F.) di laboratorium. *J. Agrotek Tropika* 6(1):21-25.