

# Pemberian Insektisida Alami dari Ekstrak Nanoemulsi Daun Ketumpang (*Tridax procumbens* L.) untuk Pengendalian Perilaku dan Kematian Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada Tanaman Sawi

## (Effects of Natural Insecticides from the Extract of Nanoemulsion (*Tridax Procumbens* L.) Leaves on Behavior and Mortality Control of Caterpillars (*Crocidolomia pavonana* F.) in Mustard Plants)

Safrida Safrida\*, Noor Aisah Riski Wulandari, Supriatno Supriatno

(Diterima Desember 2018/Disetujui November 2019)

### ABSTRAK

Ketumpang (*Tridax procumbens* L.) mengandung senyawa bioaktif yang dapat dijadikan sebagai insektisida alami. Untuk memperkecil ukuran partikel maka dipersiapkan ekstrak dengan menggunakan teknik nanoemulsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nanoemulsi ekstrak daun ketumpang pada perilaku dan peningkatan mortalitas ulat krop pada tanaman sawi. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas tujuh perlakuan dan empat kali ulangan. Perlakuan tersebut terdiri atas K- = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 0% (K-), P1 = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 5%, P2 = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 10%, P3 = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 15%, P4 = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 20%, P5 = Pemberian ekstrak nanoemulsi sebanyak 25%, dan K+ = Pemberian insektisida kimia deltamethrin 0,04% sebagai kontrol positif. Data dianalisis secara deskriptif dan analisis varian, serta uji lanjut pada  $\alpha=0,05$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian ekstrak nanoemulsi daun ketumpang (*Tridax procumbens* L.) menyebabkan perubahan perilaku (makan, istirahat, dan bergerak) ulat krop, yaitu menjadi tidak aktif dan meningkatkan mortalitas ulat krop. Ekstrak nanoemulsi daun ketumpang dapat digunakan untuk pengendalian ulat krop.

Kata kunci: daun ketumpang, nanoemulsi, tanaman sawi, ulat krop

### ABSTRACT

Ketumpang (*Tridax procumbens* L.) contains bioactive compounds that can be used as natural insecticides. To reduce particle size, the extracts were prepared using nanoemulsion techniques. This study aims to determine the effect of nanoemulsion of intercropping leaf extract on behavior and mortality of crop caterpillars on mustard plants. This study used an experimental method with a completely randomized design (CRD) consisting of seven treatments and four replications. The treatments consisted of, K- = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 0% (K-), P1 = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 5%, P2 = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 10%, P3 = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 15 %, P4 = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 20%, P5 = Administration of nanoemulsion extract at a concentration of 25%, and K + = Administration of the chemical insecticide deltamethrin at a concentration of 0.04% as a positive control. Data were analyzed using descriptive and analysis of variance, as well as further tests at  $\alpha=0.05$ . The results showed that administration of nanoemulsion ketumpang leaf (*Tridax procumbens* L.) extract caused behavioral changes (eating, resting, and moving) of caterpillar crop which became inactive and increased mortality of crop caterpillar. Nanoemulsion extracts of overlap leaves could be used to control crop caterpillars.

Keywords: crop caterpillars, ketumpang leaf, mustard, nanonemulsion

### PENDAHULUAN

Sawi (*Brassica juncea* L.) merupakan salah satu tanaman budi daya yang mengandung serat dan gizi yang tinggi. Sawi memiliki nilai komersial dan prospek yang baik serta digemari oleh semua golongan masyarakat. Kandungan gizi yang terdapat pada sawi

adalah protein, lemak, karbohidrat, Ca, P, Fe, vitamin A, vitamin B, dan vitamin C (Haryanto 2007)

Ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) yang hidup pada tanaman sawi dapat merugikan tanaman sawi. Ulat krop adalah hama penting yang dapat mengganggu dan merusak tanaman sawi dengan memakan daun muda dan titik tumbuh, bahkan pada tingkat serangan yang tinggi dapat menghabiskan semua bagian daun. Kehilangan hasil panen akibat kerusakan yang disebabkan oleh serangan ulat krop bisa mencapai 100% pada musim kemarau

Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala Darussalam, Jln. Teuku Nyak Arief, Darussalam, Banda Aceh 23111

\* Penulis Korespondensi: Email: saf\_rida@unsyiah.ac.id

(Sastrosiswojo & Setiawati 1992; Sastrosiswojo *et al.* 2005).

Berbagai macam tindakan pengendalian ulat krop telah dilakukan, di antaranya pengendalian secara kimia, kultur teknis, mekanis, dan hayati. Insektisida kimia atau sintetik merupakan pengendalian hama yang umum digunakan oleh para petani pada saat ini dengan alasan bahan tersebut mudah diperoleh di pasaran (Kardinan 2011). Namun, bahaya yang ditimbulkan bila pemakaian insektisida kimia berlangsung dalam jangka waktu lama ialah dampak negatifnya bagi kesehatan manusia, lingkungan, dan resistensi hama (Ambarawati 2012). Oleh karena itu, untuk mengatasi bahaya yang ditimbulkan, perlu dikembangkan bahan alami sebagai bahan insektisida yang berasal dari tumbuhan.

Ketumpang (*Tridax procumbens L.*) merupakan tumbuhan dari golongan gulma yang tumbuh liar di daerah tropis. Bunga dan daun ketumpang mengandung senyawa antiseptik, insektisida, dan parasitida (Saxena & Albert 2005). Uji fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun ketumpang mengandung saponin, alkaloid, flavonoid, steroid, tannin, triterpenoid, dan polifenol (Hermanto & Solihah 2014). Senyawa-senyawa ini merupakan senyawa bioaktif yang berpotensi sebagai insektisida. Senyawa-senyawa bioaktif ini mampu mencegah serangga pengganggu (hama) mendekati tumbuhan dan menghambat perkembangan larva menjadi pupa.

Salah satu kelemahan senyawa bioaktif adalah rendahnya kelarutan dalam air karena ukuran partikel yang besar sehingga menurunkan bioavailabilitas senyawa. Bioavailabilitas senyawa flavonoid cenderung rendah pada kondisi ukuran partikel yang besar. Nanoemulsi adalah salah satu bentuk sediaan atau *delivery system* yang optimal, dapat meningkatkan bioavailabilitas senyawa karena terjadi peningkatan kelarutan bahan dan dapat diformulasikan dengan semua bahan alami (Pranowo 2015). Dengan ukuran nano (50–500 nm) maka partikel bahan aktif akan lebih mudah diserap di usus halus sehingga meningkatkan bioavailabilitas (Dewandari *et al.* 2013).

Berdasarkan kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada daun ketumpang maka tumbuhan tersebut memiliki potensi sebagai insektisida alami. Melalui pemanfaatan teknik nanoemulsi diharapkan mampu meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif dalam penyerapan sehingga mempercepat kematian ulat krop. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak nanoemulsi daun ketumpang pada perilaku ulat krop dan meningkatkan mortalitas ulat krop pada tanaman sawi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di beberapa tempat, yakni pembuatan ekstrak kental daun ketumpang di Laboratorium Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Syiah Kuala dan pembuatan nanoemulsi ekstrak daun

ketumpang di Laboratorium Biologi, Universitas Syiah Kuala. Pemberian perlakuan pada hewan uji dilakukan pada bulan Juni–Agustus 2018 di Universitas Syiah Kuala.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah timbangan, blender, gelas baker, *rotary evaporator*, neraca analitik, sentrifuse, gelas ukur, toples, pinset, *polybag*, *insect net*, dan *hand sprayer*. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun ketumpang (*Tridax procumbens L.*), etanol 96%, tween 80, maltodekstrin, larutan buffer fosfat, kertas saring, kain kasa, larva instar II *Crocidolomia pavonana*, tanaman sawi, tanah, biji sawi, pupuk kandang, dan insektisida kimia deltamethrin (decis).

Daun ketumpang ditimbang sebanyak 6 kg kemudian dicuci bersih dan dikeringanginkan tanpa sinar matahari selama  $\pm 3$  hari. Daun yang telah kering kemudian diblender sampai halus. Selanjutnya, daun direndam dengan etanol 96% dengan metode maserasi (Tompunu *et al.* 2013). Sediaan disaring sampai terpisah dari ampasnya, lalu diuapkan dengan *rotary evaporator* untuk memperoleh ekstrak murni yang memiliki konsentrasi 100%. Pembuatan nanoemulsi ekstrak daun ketumpang mengacu pada penelitian Jusnita (2014). Formulasi nanoemulsi meliputi fase minyak dan fase air. Fase minyak terdiri atas campuran 75 mL ekstrak daun ketumpang dan fase air terdiri atas 75 g maltodekstrin; 7,5 mL tween 80; dan 17,5 mL larutan buffer fosfat. Homogenisasi fase minyak dalam fase air dilakukan dengan menggunakan sentrifuse dengan kecepatan pengadukan 15.000 rpm selama 15 menit.

Pembiakan serangga uji dimulai dengan mengumpulkan ulat krop dari kebun sawi milik masyarakat di Sektor Timur Kopelma Darussalam, Aceh Besar lalu dipelihara dengan menggunakan toples plastik yang ditutupi dengan kain kasa. Makanan yang diberikan untuk ulat krop adalah daun sawi segar yang diganti setiap hari. Ketika memasuki instar IV, larva akan memasuki fase pupa yang ditandai oleh berkurangnya aktivitas makan dan bergerak. Setelah memasuki fase pupa, pupa dipindahkan ke dalam kotak serangga. Di dalam kotak serangga, dimasukkan satu tanaman sawi segar atau kertas HVS sebagai tempat peletakan telur. Selanjutnya diambil kapas yang telah dicelupkan ke dalam madu 10% kemudian digantungkan dalam kotak serangga sebagai pakan imago *Crocidolomia pavonana* F. Setelah imago berkembang biak dan meletakkan telur maka telur dipindahkan ke dalam toples yang dialasi dengan kertas merang, lalu dibiarkan sampai telur menetas dan toples tersebut ditutup dengan kain kasa. Setelah telur menetas, pakan tanaman sawi segar dimasukkan dan diganti setiap hari sampai larva memasuki instar II.

Aplikasi pada skala laboratorium dilakukan dengan mengacu pada penelitian Lumowa (2011) dengan cara menyemprotkan ekstrak yang telah dilarutkan dalam aquades sebanyak 8 kali pada daun sawi yang telah ditimbang sebanyak 10 g, lalu dimasukkan ke dalam toples. Masing-masing toples dimasukkan larva uji

instar II sebanyak 10 larva yang tidak diberi makan selama 3 jam sebelum diberi perlakuan. Perlakuan yang digunakan ialah 0% (kontrol negatif), 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% ekstrak nanoemulsi, serta 0,04% deltamethrin (kontrol positif).

Pada aplikasi skala lapangan, pelaksanaan penelitian diawali dengan persiapan media tumbuh. Benih sawi ditanam dalam *polybag* berkapasitas 0,5 kg dengan campuran berupa media tanah dan pupuk kandang (3:1). Bibit sawi yang berumur 15 hari ditanam ke dalam *polybag* berkapasitas 1 kg yang berisi media tanam yang sama dengan *polybag* berkapasitas 0,5 kg sebanyak 1 bibit tanaman. Infestasi larva dilakukan 10 hari setelah tanam (HST) dengan menggunakan sebanyak 10 larva *Crociodolomia pavonana* F. instar II. Aplikasi ekstrak dilakukan sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan.

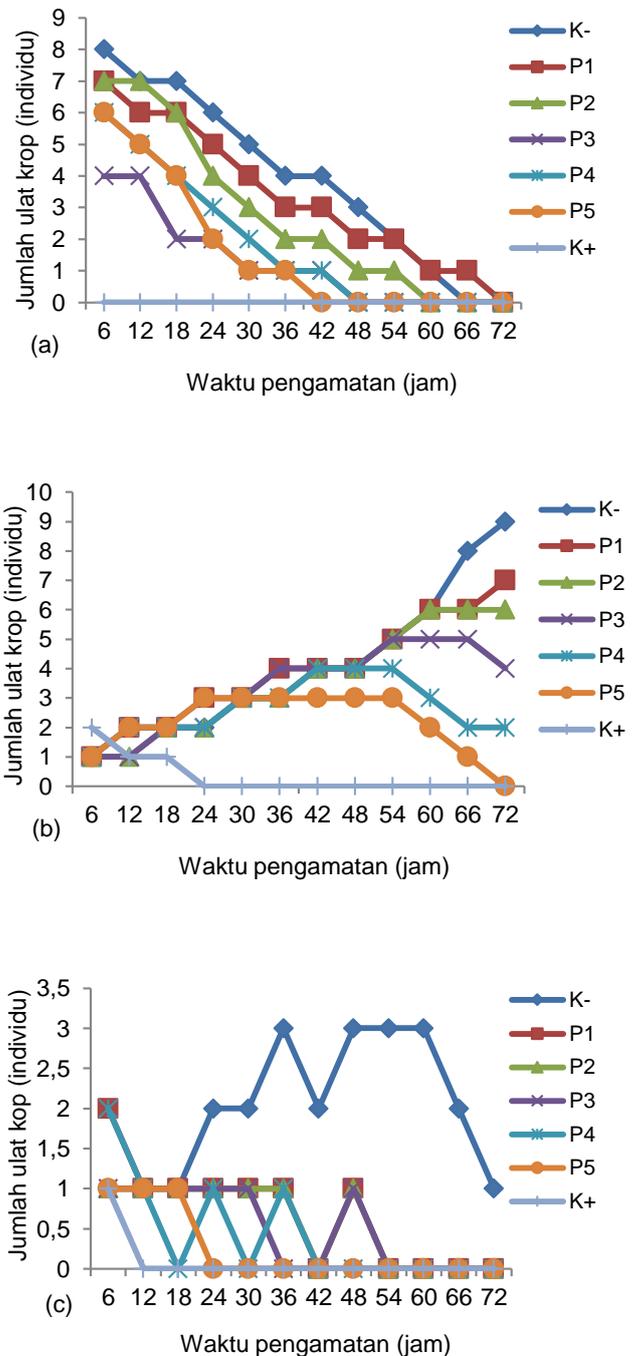
Pengamatan perilaku ulat krop dilakukan 6 jam sekali selama 72 jam bersamaan dengan pengamatan uji toksisitas nanoemulsi daun ketumpang pada ulat krop. Perubahan perilaku ulat krop yang diamati adalah perilaku makan, istirahat, dan bergerak pada kelompok ulat krop di setiap wadah penelitian. Jumlah ulat krop yang menunjukkan perilaku dihitung dan data disajikan dalam bentuk grafik. Data perilaku yang ditunjukkan ulat krop pada saat diberi perlakuan ekstrak dianalisis secara deskriptif dan data mortalitas dianalisis dengan analisis varian ( $\alpha=0,05$ ) serta dilakukan uji lanjutan dengan uji jarak nyata Duncan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah perilaku ulat krop setelah pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang selama 72 jam pengamatan mengalami penurunan baik pada skala laboratorium (Gambar 1) maupun pada skala lapangan (Gambar 2). Perilaku ulat krop yang diamati adalah perilaku makan, istirahat, dan bergerak. Perilaku yang ditunjukkan oleh ulat krop berbeda-beda seiring dengan pertambahan waktu pengamatan dan peningkatan jumlah konsentrasi nanoemulsi ekstrak daun ketumpang. Berdasarkan pengamatan yang dilakukan, ulat krop mengalami penurunan aktivitas makan. Pada kontrol negatif (K-), penurunan jumlah aktivitas makan ulat menunjukkan bahwa ulat telah menghabiskan tanaman sawi yang diberikan. Pada perlakuan pemberian nanoemulsi ekstrak, penurunan aktivitas makan terjadi karena ulat telah mengalami kematian atau ulat menghindari diri dari ekstrak yang diberikan pada tanaman sawi. Penurunan aktivitas makan ulat krop juga dapat dilihat dari jumlah kotoran (feses) yang ditemukan pada wadah pengamatan. Semakin berkurang aktivitas makan maka semakin sedikit kotoran (feses) yang ditemukan. Selain itu, penurunan aktivitas makan dapat dilihat pula pada luas daerah daun sawi yang dikonsumsi. Senyawa-senyawa bioaktif yang terkandung daun ketumpang antara lain adalah saponin, flavonoid, alkanoid, tannin/polifenol, dan steroid/

triterpenoid. Senyawa-senyawa ini adalah senyawa yang dapat menghambat aktivitas makan, mencegah hama mendekati tumbuhan, serta menghambat pertumbuhan larva menjadi pupa (Muaddibah 2016).

Perilaku istirahat yang ditunjukkan oleh ulat krop adalah berdiam diri di dalam wadah penelitian. Jumlah ulat yang melakukan aktivitas istirahat semakin meningkat pada kontrol negatif (K-), namun menunjukkan penurunan jumlah pada perlakuan lainnya



Gambar 1 Rata-rata jumlah kemunculan perilaku ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) setelah pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang skala laboratorium. a) Perilaku makan, b) Perilaku istirahat, dan c) Perilaku bergerak.

dengan pemberian nanoemulsi ekstrak yang tinggi dan pemberian insektisida kimia deltamethrin. Hal ini dikarenakan ulat krop pada perlakuan yang diberikan nanoemulsi ekstrak daun ketumpang dan insektisida kimia deltamethrin telah mengalami kematian seiring dengan pertambahan waktu pengamatan mortalitas ulat. Peningkatan perilaku istirahat yang ditunjukkan

sejalan dengan penurunan aktivitas makan ulat krop. Beberapa ulat krop menolak makan akibat senyawa bioaktif yang dipaparkan ke tanaman sawi bersifat menghambat aktivitas makan ulat.

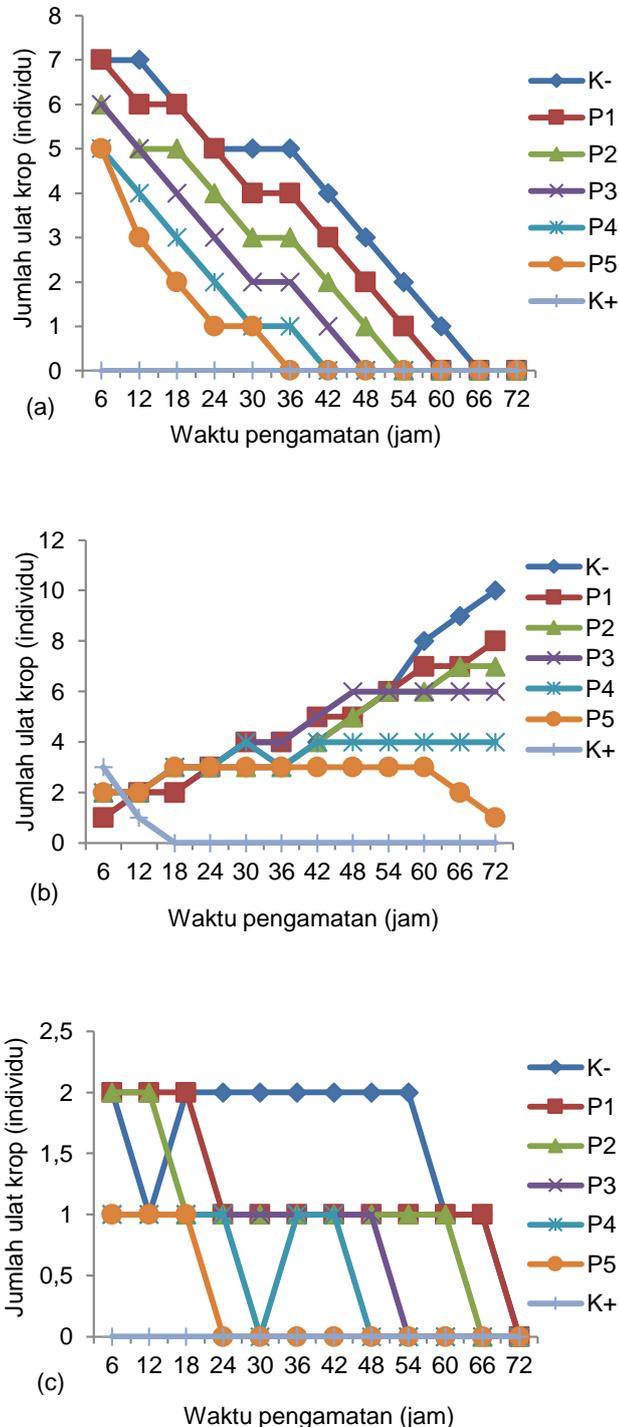
Perilaku bergerak yang ditunjukkan oleh ulat krop adalah aktivitas berpindah tempat. Ulat dapat berpindah tempat dari daun menuju ke dinding wadah penelitian untuk menghindari diri dan menjauh dari paparan nanoemulsi ekstrak daun ketumpang. Ulat yang telah terpapar nanoemulsi ekstrak akan mengalami gangguan pergerakan sehingga jumlah ulat yang menunjukkan perilaku bergerak sangat rendah. Hal ini dapat terjadi karena senyawa saponin dan flavonoid yang berfungsi sebagai larvasida mampu menghambat pertumbuhan larva, terutama hormon edikson dan hormon juvenile pada serangga. Jika hormon tersebut tidak disekresikan maka pergerakan larva akan terhambat (Widawati & Prasetyowati 2013).

Serangga yang terkena insektisida baik berupa insektisida kimia sintetik, nabati, ataupun biologi dalam jumlah subletal (tidak mematikan) dapat mengakibatkan perubahan fisiologi dan perilaku sehingga dapat menghambat perkembangan, termasuk penurunan aktivitas makan dan aktivitas bergerak yang rendah yang ditunjukkan oleh ulat krop (Herminanto 2006).

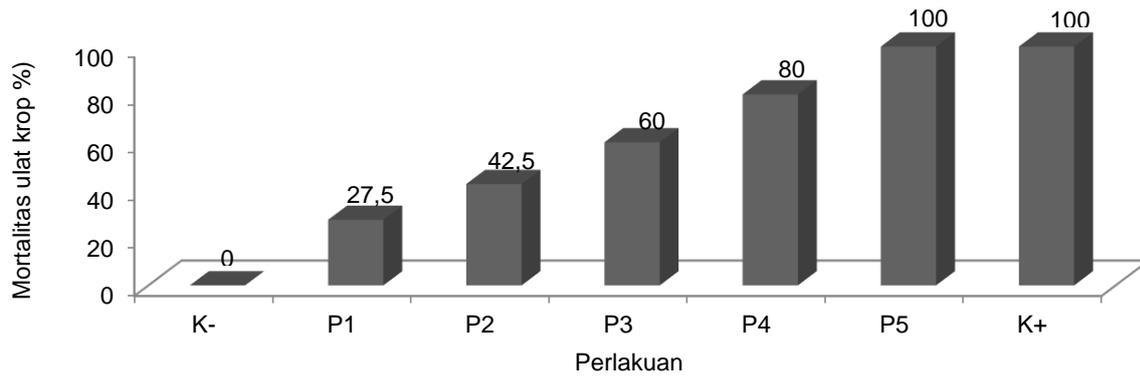
Pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang (*Tridax procumbens L.*) pada mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana F.*) menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi nanoemulsi ekstrak daun ketumpang semakin besar jumlah kematian ulat krop (Gambar 3 dan Gambar 4). Hal ini disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif yang terdapat pada daun ketumpang yang berpotensi sebagai insektisida alami. Senyawa-senyawa bioaktif tersebut antara lain adalah saponin, flavonoid, alkanoid, tannin/polifenol, dan steroid/triterpenoid. Peningkatan konsentrasi nanoemulsi ekstrak dapat mempercepat kematian ulat krop yang disebabkan oleh senyawa bioaktif yang dikandung daun ketumpang dan efeknya dapat berupa racun kontak, racun lambung/perut, maupun racun pernapasan.

Ulat krop yang terpengaruh oleh nanoemulsi ekstrak daun ketumpang mengalami penurunan nafsu makan hingga menyebabkan kematian. Ulat krop yang mati mengalami perubahan warna tubuh menjadi cokelat kehitaman, tubuhnya menyusut dan menjadi lunak, dan apabila ditekan akan mengeluarkan cairan. Senyawa bioaktif saponin, tanin, dan alkaloid menyebabkan gangguan pencernaan dan gangguan fisik pada ulat. Menurut Muaddibah (2016), saponin menyebabkan penyerapan zat makanan berkurang dan kehilangan cairan tubuh sehingga mengalami kematian.

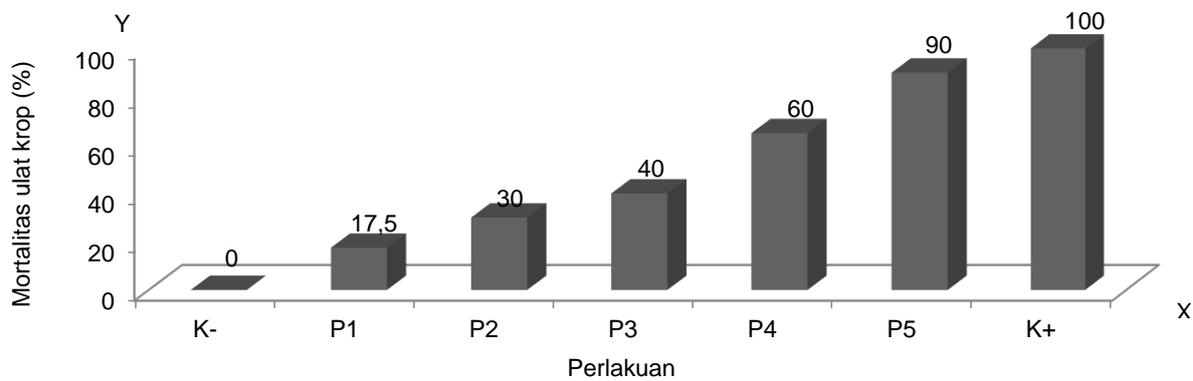
Tanin dapat menyebabkan penyusutan jaringan dan degradasi struktur protein pada kulit dan mukosa sehingga jaringan kulit ulat menyusut (Sukorini 2006). Tanin juga mempunyai kemampuan menghambat mekanisme kerja enzim protease untuk pembentukan asam amino dan pembentukan ATP. Dengan keadaan



Gambar 2 Rata-rata jumlah kemunculan perilaku ulat Krop (*Crocidolomia pavonana F.*) setelah pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang skala lapangan. a) Perilaku makan, b) Perilaku istirahat, dan c) Perilaku bergerak.



Gambar 3 Persentase mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) skala laboratorium pada setiap perlakuan.



Gambar 4 Persentase mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) skala lapangan pada setiap perlakuan.

ini, ulat mengalami kekurangan energi dan mengalami kematian (Hidayati *et al.* 2013).

Flavonoid dan alkaloid bertindak sebagai *antifeedant* bagi serangga sehingga apabila termakan melalui makanan akan mengganggu kerja organ pencernaan. Alkaloid merupakan senyawa kimia aktif yang memiliki sifat toksik, penghambat makan, dan insektisidal bagi serangga (Yogantara *et al.* 2017). Beberapa senyawa bioaktif seperti saponin, flavonoid, dan polifenol dapat mencegah hama mendekati tumbuhan serta menghambat pertumbuhan larva menjadi pupa (Muaddibah 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan teknik nanoemulsi dapat meningkatkan bioavailabilitas senyawa bioaktif yang terkandung pada daun ketumpang. Hal ini menunjukkan bahwa nanoemulsi ekstrak daun ketumpang (*Tridax procumbens* L.) memiliki pengaruh yang berbeda nyata pada mortalitas ulat krop. Teknologi ini memperbaiki sifat sensoris dan meningkatkan bioavailabilitas bahan aktif (Permatasari *et al.* 2016). Hasil ini sesuai dengan pendapat Sessa (2013) dalam Pranowo (2015) yang menyatakan bahwa nanoemulsi dapat meningkatkan bioavailabilitas senyawa karena terjadi kelarutan bahan dan dapat diformulasikan dengan semua bahan alami sehingga dapat mempercepat waktu kematian ulat.

Rendahnya kelarutan bahan aktif dalam air karena ukuran partikel yang besar menjadi salah satu ke-

lemahan senyawa bioaktif. Teknik nanoemulsi dapat meningkatkan kelarutan senyawa bioaktif dan memperluas permukaan partikel yang besar sehingga dapat meningkatkan absorpsi senyawa bioaktif (Dewandari *et al.* 2013).

Teknik nanoemulsi memiliki beberapa keuntungan, yaitu mencegah terjadinya *creaming*, *sendimentasi*, dan *koalesen* (Jusnita 2014). *Koalesen* adalah penggabungan globul-globul menjadi ukuran yang lebih besar (Al Awwaly *et al.* 2015). Ukuran butiran yang kecil dapat membuat penyebaran zat menjadi mudah sehingga penetrasi senyawa dapat ditingkatkan karena tegangan antarmuka yang rendah dan tegangan permukaan (Jusnita 2014). Nanoemulsi dibuat dalam sistem penghantaran obat yang merupakan campuran dari beberapa bahan, seperti surfaktan/*emulsifier* dan penstabil atau *stabilizer*. Pada penelitian ini, bahan yang digunakan adalah Tween 80 sebagai surfaktan/*emulsifier*, maltodekstrin sebagai penstabil, dan ekstrak daun ketumpang sebagai zat aktif yang dicampurkan (fase minyak). Penambahan surfaktan/*emulsifier* dapat mencegah koalesen (Jusnita 2014). Maltodekstrin berfungsi sebagai pengental dan penstabil yang dapat menghambat penggabungan butiran dan meningkatkan viskositas nanoemulsi (Srihari *et al.* 2010).

## KESIMPULAN

Pemberian nanoemulsi ekstrak daun ketumpang (*Tridax procumbens L.*) menyebabkan peningkatan mortalitas ulat krop dan perubahan perilaku ulat krop, yaitu menjadi tidak aktif. Konsentrasi optimal ekstrak nanoemulsi daun ketumpang (*Tridax procumbens L.*) yang memengaruhi mortalitas ulat krop adalah konsentrasi 20%. Nanoemulsi ekstrak daun ketumpang dapat digunakan untuk pengendalian hama ulat krop.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarawati N. 2012. Efektivitas Cuka Kayu Sebagai Pestisida Nabati Dalam Pengendalian Hama *Crocidolomia pavonana* dan Zat Perangsang Tumbuhan Pada Sawi. [Skripsi]. Surakarta (ID): Universitas Sebelas Maret. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v15i1.18988>
- Al Awwaly KU, Suharjono Triatmojo S, Artama WT, Erwanto Y. 2015. Komposisi Kimia dan Beberapa Sifat Fungsional Protein Paru Sapi yang Diekstraksi dengan Metode Alkali. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 10(2): 54–62. <https://doi.org/10.21776/ub.jitek.2015.010.02.6>
- Dewardari KT, Yuliani S, Yasni S. 2013. Ekstraksi dan Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Sirih Merah (*Piper crocatum*). *Jurnal Pascapanen*. 10(2): 58–65. <https://doi.org/10.21082/jpasca.v10n2.2013.58-65>
- Haryanto E. 2007. *Sawi dan Selada*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Hidayati NN, Yuliani, Kuswanti N. 2013. Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis. *LenteraBio: Berkala Ilmiah Biologi*. 2(1): 95–99.
- Hermanto F, Solihah PSD. 2014. Uji Aktivitas Antimalaria Ekstrak Etanol Herba Ketumpang (*Tridax procumbens L.*) pada Plasmodium falciparum Galur 3D7. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK)*. Universitas Jenderal Ahmad Yani.
- Herminanto. 2006. Pengendalian Hama Kubis *Crocidolomia pavonana* F. Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Jeruk. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 6(3): 167–174.
- Jusnita N. 2014. Produksi Nanoemulsi Ekstrak Temulawak dengan Metode Homogenisasi. [Tesis]. Bogor (ID): Intitut Pertanian Bogor.
- Kardinan A. 2011. Penggunaan Pestisida Nabati sebagai Kearifan Lokal dalam Pengendalian Hama Tanaman Menuju Sistem Pertanian Organik. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 4(4): 262–278.
- Lumowa S. 2011. Efektivitas Ekstrak Babadotan (*Ageratum conyzoides L.*) terhadap Tingkat Kematian Larva *Spodoptera litura* F. *Jurnal Eugenia*. 17(3): 186–191. <https://doi.org/10.35791/eug.17.3.2011.3542>
- Muaddibah K. 2016. Pengaruh Ekstrak Daun Legetan (*Synedrella nodiflora*) Terhadap Perkembangan Ulat Daun Kubis (*Plutella xylostella*). [Skripsi]. Malang (ID): UIN Maulana Malik Ibrahim.
- Permatasari D, Selma Ramadhani, Iyan Sopyan, Muchtaridi. 2016. Ko-Kristal: Teknik Pembuatan Ko-Kristal. *Farmaka*. 14(4):98–115.
- Pranowo D. 2015. Produksi Nanoemulsi Ekstrak Daun Gedi (*Abelmoschus manihot L. Medik*) dan Uji Potensinya Sebagai Hepatoprotektor. [Disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sastrosiswojo S, Setiawati W. 1992. *Biology and Control of Crocidolomia binotalis in Indonesia*. Bandung (ID): Lembang Holticultural Research Institute.
- Sastrosiswojo S, Uhan TS, Sutarya R. 2005. *Penerapan Teknologi PHT pada Tanaman Kubis*. Bandung (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Saxena VK, Albert S. 2005. B-Sitosterol-3-O-Bd-Xylopyranoside from The Flowers of *Tridax procumbens* Linn. *Journal of Chemical Sciences*. Indian Academy of Sciences. 117(3): 263–266. <https://doi.org/10.1007/BF02709296>
- Srihari E, Lingganingrum FS, Hervita R, Wijaya H. 2010. Pengaruh Penambahan Maltodekstrin pada Pembuatan Santan Kelapa Bubuk. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Sukorini H. 2006. Pengaruh Pestisida Organik Dan Interval Penyemprotan Terhadap Hama *Plutella xylostella* pada Budidaya Tanaman Kubis Organik. *GAMMA*. 2(1): 11–16.
- Tompunu C, Edy HJ, Supriati HS. 2013. Formulasi Sirup Analgesik Ekstrak Etanol Daun Songgolangit (*Tridax procumbens L.*). *Jurnal Ilmiah Farmasi*. 2(3): 71–74.
- Widawati M, Prasetyowati H. 2013. Effectivity of Beta vulgaris L. Extract with Various Solvent Fractions to Aedes aegypti Larval Mortality. *Aspirator*. 5(1): 23–29.
- Yogantara AAGB, Wijaya IN, Sritamin M. 2017. Pengaruh Beberapa Jenis Ekstrak Daun Gulma terhadap Biologi Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia pavonana F.*) di Laboratorium. *E-jurnal Agroteknologi Tropikal*. 6(4): 370–377.