

Potensi Insektisida Nabati dalam Mengendalikan *Aphis gossypii* pada Tanaman Gerbera dan Kompatibilitasnya dengan Predator *Menochilus sexmaculatus* (The Potential of Botanical Insecticides to Control of *Aphis gossypii* on Gerbera and its Compatibility with *Menochilus sexmaculatus*)

Dedi Hutapea, Indijarto Budi Rahardjo, Budi Marwoto, dan Rudy Soehendi

Balai Penelitian Tanaman Hias, Jln. Raya Ciherang - Pacet, Cianjur, Jawa Barat, Indonesia 43252
E-mail: dedihutapea03@gmail.com

Diterima: 1 Agustus 2018; direvisi: 4 Desember 2019; disetujui: 20 Februari 2020

ABSTRAK. Kutu daun *Aphis gossypii* diketahui dapat menghambat peningkatan produksi gerbera. Upaya pengendalian hama ini masih mengandalkan penggunaan insektisida sintetik. Namun, pada beberapa kasus, praktik pengendalian hama tersebut seringkali kurang efektif. Insektisida nabati merupakan salah satu teknik pengendalian ramah lingkungan yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Penelitian ini bertujuan menguji keefektifan formulasi insektisida nabati ekstrak daun suren (*Toona sinensis*) dan bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) dalam pengendalian *A. gossypii* pada tanaman gerbera serta kompatibilitasnya dengan *Menochilus sexmaculatus*. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Hias dari bulan Februari sampai November 2017. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan 12 perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan ekstrak bunga piretrum dan daun suren serta campuran keduanya (Formula I, Formula II, Formula III) diuji keefektifannya terhadap nimfa *A. gossypii* pada tanaman gerbera koleksi plasma nutfah nomor 01200002. Pengujian dilakukan pada dua taraf konsentrasi 0,35% dan 0,40% (w/v) dengan metode semprot serangga dan residu pada daun. Uji kompatibilitas insektisida nabati terhadap *M. sexmaculatus* dilakukan dengan metode semprot serangga. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua perlakuan insektisida nabati memiliki aktivitas insektisida, namun hanya perlakuan konsentrasi 0,40% yang menunjukkan persentase kematian tertinggi hama target. Penyemprotan langsung insektisida nabati pada nimfa *A. gossypii* lebih efektif dibandingkan dengan residu pada daun gerbera. Perlakuan Formula III 0,40% menunjukkan mortalitas tertinggi, dan keefektifannya setara dengan imidakloprid dalam mengendalikan kutu daun di rumah kaca. Ekstrak insektisida nabati uji kompatibel dengan *M. sexmaculatus*, sementara imidakloprid bersifat toksik terhadap keduanya. Dengan demikian, penggunaan imidakloprid untuk pengendalian kutu daun pada tanaman gerbera perlu dibatasi.

Kata kunci: *Gerbera jamesonii*; *Aphis gossypii*; *Chrysanthemum cinerariaefolium*; *Toona sinensis*; Predator Coccinellidae

ABSTRACT. *Aphis gossypii* is known as one of the most damaging aphid species in gerbera production. The botanical insecticide is one of the environmentally-friendly control techniques to overcome this pest. The objective of research was to examine the effectiveness of the botanical insecticide from *Toona sinensis* leaf and pyrethrum flowers extract to control gerbera aphids and its compatibility with *Menochilus sexmaculatus*. The research was conducted at Segunung Research Station from February to November 2017, using a Randomized Completed Design with 12 treatments and three replications. Extract of *Toona* leaf, and pyrethrum flowers, and mixture of both (Formula I, Formula II, Formula III) were tested for its effectiveness against *A. gossypii* nymphs on gerbera. Testing was arranged at two concentration levels of 0.35% and 0.40% (w/v) by insect spraying and leaf residual methods. The compatibility test against *M. sexmaculatus* was worked by using the insect spraying method. The results showed that all botanical insecticide had insecticidal activity, but only a concentration of 0.40% showed the highest target pests mortality. Direct spraying of *A. gossypii* is more effective than residue on the leaf. The Formula III 0.40% showed the highest mortality and equal to imidacloprid for controlling aphids in greenhouses. The botanical insecticide extract was compatible with *M. sexmaculatus*, while imidacloprid was toxic them both.

Keywords: *Gerbera jamesonii*; *Aphis gossypii*; *Chrysanthemum cinerariaefolium*; *Toona sinensis*; Coccinellids predator

Gerbera (*Gerbera jamesonii* Bolus), famili Asteraceae merupakan salah satu tanaman hias tahunan potensial yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan sangat populer di Indonesia (Lifia & Hariance 2018; Hamedan *et al.* 2019). Produksi gerbera secara nasional menunjukkan tren yang meningkat sejak tahun 2009 hingga 2018, dengan rata-rata pertumbuhan sebesar 32,80% per tahun (BPS 2019). Peningkatan ini dapat dilihat dari luas area budidaya yang bertambah tiap

tahun, sejalan dengan meningkatnya permintaan pasar dan minat konsumen pada bunga potong gerbera (Nurmalinda & Yani 2009; Yuniarto *et al.* 2018). Berdasarkan data produksi BPS tahun 2019, tanaman gerbera menduduki peringkat ke-4 produksi tertinggi setelah krisan, mawar, dan sedap malam. Penanaman gerbera umumnya dilakukan di rumah lindung oleh pelaku usaha berskala besar, menengah, dan kecil (Nurmalinda & Yani 2009). Dalam penerapannya, para

pelaku usaha belum mengadopsi semua teknologi yang tersedia seperti pemupukan, mekanisasi, dan praktik pengendalian hama. Di sisi lain, tanaman gerbera dapat menjadi inang berbagai hama arthropoda seperti kutu daun, pengorok daun, trips, tungau, dan kutu kebul (Lokeshwari, Kumar & Manjunatha 2015; Yovkova *et al.* 2013). Penerapan praktik pengelolaan hama yang tidak tepat akan menyulitkan untuk menghasilkan tanaman yang sehat (Manners, Dembowski & Healey 2013; Herrick, Cloyd & Raudenbush 2019).

Di antara hama tanaman gerbera, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera : Aphididae) merupakan hama penting yang menyerang sejak awal musim tanam. Hama ini menghambat pertumbuhan dan perkembangan tanaman serta menyebabkan penurunan hasil yang signifikan dan mengurangi produksi hingga 80% apabila praktik pengendalian tidak diterapkan dengan tepat (Yovkova *et al.* 2013; Daryanto *et al.* 2018). Kutu daun *A. gossypii* merupakan hama yang mudah beradaptasi, mudah menyebar, dengan tingkat reproduksi cepat, dan memiliki kemampuan untuk menyebabkan kerusakan tanaman yang berat pada tanaman di rumah kaca (Marys *et al.* 2014; Ma *et al.* 2019). Serangan awal *A. gossypii* umumnya terjadi pada kondisi lingkungan kering dan suhu udara tinggi. Tanaman gerbera yang diserang kutu daun menunjukkan perkembangan yang tidak optimal, daunnya melengkung terutama daun muda dan bakal bunga (Ramalho *et al.* 2012). Selain kerusakan langsung akibat perilaku makan, *A. gossypii* juga mengeluarkan embun madu yang memacu tumbuhnya cendawan jelaga yang sangat merugikan tanaman gerbera. Hal ini merupakan hasil ekskresi nimfa dan imago sehingga daun menjadi kusam, hitam, dan menghambat proses fotosintesis tanaman (Liu, Xu & Lei 2017; Ma *et al.* 2019). Selain itu, *A. gossypii* juga dikenal sebagai vektor virus patogenik tanaman yang penting dan dapat menimbulkan kerugian hingga 50% (Khaled *et al.* 2018). Beberapa jenis virus yang berasosiasi dengan *A. gossypii* di antaranya: *Cucumber mosaic virus* (Gautam *et al.* 2017), *Potyvirus* (Lokeshwari, Kumar & Manjunatha 2015), *Papaya ringspot virus* - type W (PRSV-W), dan *Tomato spotted wilt virus* (Marys *et al.* 2014).

Pestisida sintetis telah menjadi pilihan utama pelaku usaha florikultura dalam pengendalian hama selama bertahun-tahun (Brownbridge & Buitenhuis 2019). Namun, penggunaan yang tidak bijaksana menimbulkan pengaruh negatif yang tidak diinginkan seperti ledakan populasi hama, resistensi hama, polusi lingkungan, dan residu pestisida pada bunga (Manners, Dembowski & Healey 2013). Di samping itu, para petani juga makin menghadapi kendala seperti keterbatasan pilihan pestisida berbahan aktif terbaru, peraturan lingkungan dan keselamatan kerja yang makin ketat, dan tuntutan pasar untuk memproduksi tanaman hias dengan cara

yang memenuhi praktik 'keberlanjutan' (Wani *et al.* 2018; Brownbridge & Buitenhuis 2019). Kondisi ini telah menjadi sorotan perlunya pengembangan metode alternatif pengendalian hama yang ramah lingkungan (Bergmann *et al.* 2019), dan pada saat yang sama tersedia dan terjangkau bagi petani (Parvin, Zeng & Islam 2012).

Salah satu upaya pengendalian hama sebagai alternatif bagi pestisida sintetis ialah menggunakan insektisida nabati dan musuh alami. Insektisida nabati ekstrak bunga piretrum (*Chrysanthemum cinerariaefolium*) dan daun suren (*Toona sinensis*) dilaporkan bersifat tidak menguntungkan terhadap berbagai jenis hama (Xu *et al.* 2017; Adfa *et al.* 2017). Insektisida nabati ekstrak *C. cinerariaefolium* diketahui mampu menekan perkembangan populasi trips *Aeolothrips intermedius* (Nikolova, Georgieva & Tahsin 2015), dan populasi *Acyrtosiphon pisum* hingga 48,2% pada tanaman *Pisum sativum* (Nikolova & Georgieva 2014). Lebih lanjut, Oliveira *et al.* (2019) melaporkan bahwa formulasi nanoteknologi ekstrak piretrum tidak memiliki pengaruh buruk terhadap serangga berguna *Apis mellifera*. Sementara itu, ekstrak biji *T. sinensis* dengan fraksi etyl asetat dengan konsentrasi 1% dapat menyebabkan kematian 58% larva *Eurema* spp (Darwiati 2013). Menurut Adfa *et al.* (2017) ekstrak metanol kayu dan kulit batang *T. sinensis* menunjukkan aktivitas termitisida pada rayap *Coptotermes curvignathus*. Selain itu, aplikasi ekstrak daun *T. sinensis* di rumah kaca mampu menekan perkembangan hama pengorok daun tanaman krisan (Rahardjo, Marwoto & Budiarto 2020).

Pengendalian hama dengan menggunakan musuh alami merupakan salah satu komponen dalam strategi pengelolaan hama secara terpadu. Secara praktis, hampir 90% serangga hama dapat dikendalikan secara alami menggunakan musuh alami khususnya predator (Bukero *et al.* 2014). Salah satu predator yang telah dimanfaatkan untuk pengendalian hama kutu daun ialah *Menochilus sexmaculatus* F. (Coleoptera: Coccinellidae). Predator ini dikenal efektif memangsa kutu daun dan kemampuan memangsa akan meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah mangsa. Imago *M. sexmaculatus* mampu memangsa 30–370 ekor kutu daun, sedangkan larva instar IV 2–40 ekor per hari (Radyanto, Rahayuningtias & Widhianingtias 2011; Efendi, Yaherwandi & Novri 2016).

Ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* dan daun *T. sinensis* serta predator *M. sexmaculatus* merupakan salah satu kandidat agens pengendalian hama kutu daun pada tanaman gerbera. Secara teknis penggunaan insektisida nabati dan musuh alami hama dapat dilakukan bersama-sama. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan menguji keefektifan formulasi insektisida

nabati ekstrak daun suren (*T. sinensis*) dan bunga piretrum (*C. cinerariaefolium*) dalam pengendalian *A. gossypii* pada tanaman gerbera serta kompatibilitasnya dengan predator *M. sexmaculatus*. Hipotesis yang diajukan ialah ekstrak *C. cinerariaefolium* dan *T. sinensis* efektif mengendalikan *A. gossypii* dan kompatibel dengan predator *M. sexmaculatus*.

BAHAN DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Februari sampai dengan November 2017 di Laboratorium Entomologi dan Rumah Kaca Balai Penelitian Tanaman Hias (Balithi).

Penyiapan Tanaman Uji Gerbera

Bahan tanaman yang dipergunakan dalam penelitian ini, yaitu *plantlet* gerbera koleksi plasma nutfah nomor 01200002 berumur 3 bulan yang berasal dari hasil perbanyakan secara *in vitro* di Laboratorium Kultur Jaringan. Tanaman ini memiliki bentuk bunga semi ganda dengan warna kuntum bunga merah muda. Bibit hasil aklimatisasi ditanam dalam *polybag* ukuran 25 cm x 25 cm, dengan media tanam campuran kompos, sekam bakar, dan *top soil* (1:1:1, w/v). Pemeliharaan bibit gerbera dilakukan dengan penyiraman air dan pemberian pupuk NPK (15:15:15) setiap 45 hari sekali dengan dosis 0,5–1 g/tanaman. Selanjutnya, tanaman gerbera diletakkan dalam kurungan kasa (diameter 40 cm, tinggi 70 cm) untuk menghindari masuknya serangga lain.

Koleksi, Identifikasi, dan Perbanyakan Kutu daun dan Predator

Koloni kutu daun diambil dari lapangan pada pertanaman gerbera petani, kemudian dipelihara di laboratorium pada tanaman gerbera. Nimfa yang baru keluar (*neonate nymphs*) diperbanyak pada daun gerbera dalam cawan petri yang terpisah selama 10 hari. Kemudian *A. gossypii* dipindahkan dari cawan petri ke tanaman gerbera dan dipelihara dalam kurungan kasa di rumah kaca untuk menghindari infestasi musuh alami. Nimfa berumur 1 hari diperoleh dengan meletakkan kutu daun dewasa pada daun bersih selama 24 jam. Setelah 5 hari, semua nimfa instar III yang dihasilkan selama periode tersebut digunakan dalam percobaan.

Imago dan larva predator *M. sexmaculatus* F. (Coleoptera: Coccinellidae) diperoleh dari pertanaman sayuran Solanaceae dan Brassicaceae milik petani di Desa Ciherang, Pacet, Cianjur dan dipelihara di rumah kaca. Identifikasi kutu daun dan predator dilakukan di Laboratorium Entomologi Balithi

dengan panduan buku determinasi serangga (Carver, Gross & Woodward 1996). Perbanyakan predator dilakukan dengan menangkap imago menggunakan jaring serangga, mengumpulkan larva, maupun pupa dari pertanaman sayuran. Setiap stadia predator yang diperoleh dipelihara pada wadah pemeliharaan serangga, sementara larva dan imago diberi pakan kutu daun setiap hari. Telur yang dihasilkan selanjutnya dipisahkan dari imago dan dipelihara dalam cawan petri hingga menetas menjadi larva. Pemeliharaan dilakukan hingga diperoleh jumlah larva instar III sejumlah 360 ekor dengan umur yang seragam.

Ekstraksi *T. sinensis* dan *C. cinerariaefolium*

Tanaman yang digunakan untuk penghasil ekstrak insektisida nabati, yaitu daun suren (*T. sinensis*) dan bunga piretrum (*C. cinerariaefolium*) diperoleh dari daerah Cianjur dan Bogor. Bagian tanaman (daun), dan bunga dipotong-potong dan dikeringkan di laboratorium pada suhu ruang (23°C). Bagian tanaman tersebut dihaluskan hingga menjadi serbuk kemudian diayak dan ditimbang sebanyak 200 g. Serbuk daun *T. sinensis* dan bunga *C. cinerariaefolium* masing-masing dimasukkan dalam labu *Erlenmeyer* dan ditambahkan pelarut metanol (CH₃OH) dengan perbandingan 1:10 (w/v) dan direndam selama 24 jam. Rendaman masing-masing serbuk kemudian disaring menggunakan corong *Buchner* yang dialasi kertas saring. Hasil saringan ini kemudian diuapkan sehingga diperoleh ekstrak kasar (Diningsih et al. 2010).

Toksistas Insektisida Nabati terhadap *A. gossypii* di Laboratorium

Insektisida nabati ekstrak bunga *C. cinerariaefolium*, ekstrak daun *T. sinensis*, dan campuran kedua bahan nabati tersebut diuji toksistasnya terhadap nimfa instar III *A. gossypii* pada konsentrasi 0,35% dan 0,40%. Ekstrak campuran diuji dengan tiga nisbah konsentrasi, yaitu 1:1, 2:1, dan 1:2. Komposisi ekstrak campuran tersebut antara lain, Formula I: *T. sinensis* 0,35% + *C. cinerariaefolium* 0,35% dan *T. sinensis* 0,40% + *C. cinerariaefolium* 0,40%. Formula II: *T. sinensis* 0,70% + *C. cinerariaefolium* 0,35% dan *T. sinensis* 0,80% + *C. cinerariaefolium* 0,40%. Formula III: *T. sinensis* 0,35% + *C. cinerariaefolium* 0,70% dan *T. sinensis* 0,40% + *C. cinerariaefolium* 0,80%. Pengujian perlakuan tunggal ekstrak bunga *C. cinerariaefolium*, dan daun *T. sinensis*, serta campuran kedua bahan nabati tersebut menggunakan metode semprot serangga dan residu pada daun dengan konsentrasi seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Metode semprot serangga

Ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* dan ekstrak daun *T. sinensis* diuji pada konsentrasi 0,35% dan 0,40%

Tabel 1. Jumlah dan konsentrasi perlakuan pengujian insektisida nabati (Concentration and number of botanical insecticides treatments)

Perlakuan (Treatments)	Konsentrasi (Concentration), %
Ekstrak <i>T. sinensis</i> (N ₁)	0,35
Ekstrak <i>T. sinensis</i> (N ₂)	0,40
Ekstrak <i>C. cinerariaefolium</i> (N ₃)	0,35
Ekstrak <i>C. cinerariaefolium</i> (N ₄)	0,40
Formula I (nisbah konsentrasi 1:1)	
N ₁ 0,35% + N ₃ 0,35%	0,35
N ₂ 0,40% + N ₄ 0,40%	0,40
Formula II (nisbah konsentrasi 2:1)	
N ₁ 0,70% + N ₃ 0,35%	0,35
N ₂ 0,80% + N ₄ 0,40%	0,40
Formula III (nisbah konsentrasi 1:2)	
N ₁ 0,35% + N ₃ 0,70%	0,35
N ₂ 0,40% + N ₄ 0,80%	0,40
Imidakloprid (pembanding sintetik)	0,10
Kontrol (air + Tween-80)	2 ml/l

(w/v), pada perlakuan tunggal maupun perlakuan campuran. Tiap ekstrak insektisida nabati dicampur dengan pelarut metanol (CH₃OH) dan pengemulsi Tween-80 (5:1, v/v), kemudian diencerkan dengan akuades sampai volume tertentu sesuai konsentrasi yang diuji. Formulasi insektisida pembanding imidakloprid 0,10% digunakan sesuai dosis anjuran dilabel kemasan. Sediaan insektisida nabati dan insektisida pembanding dimasukkan ke dalam botol semprot yang berbeda, dengan kapasitas masing-masing 250 ml.

Nimfa instar III *A. gossypii* sebanyak 20 ekor ditempatkan pada bagian dasar cawan petri berdiameter 10 cm kemudian disemprot dengan sediaan insektisida nabati uji atau insektisida pembanding imidakloprid dengan volume semprot 2–3 ml tiap perlakuan menggunakan *hand sprayer*. Kutu daun *A. gossypii* yang telah disemprot diinfestasikan pada satu helai daun gerbera yang disimpan pada stoples plastik dengan tutup yang dilapisi kain kasa. Jumlah kutu daun yang mati dicatat pada 24, 48, 72, dan 96 jam setelah perlakuan (JSP).

Metode residu pada daun

Potongan daun gerbera (5 cm x 5 cm) dicelupkan ke dalam sediaan ekstrak konsentrasi seperti pada Tabel 1, kemudian dikeringanginkan. Pada perlakuan kontrol daun dicelupkan ke dalam 100 ml larutan air yang mengandung 2% metanol dan Tween 80 (5:1). Sebanyak 20 ekor nimfa instar III *A. gossypii* di masukkan ke dalam cawan petri yang telah berisi dua lembar potongan

daun gerbera. Apabila potongan daun yang diperlakukan telah layu, ditambahkan lagi daun segar ke dalam cawan petri yang tidak diperlakukan. Pengamatan mortalitas nimfa *A. gossypii* dilakukan pada 24, 48, 72, dan 96 JSP. Rerata persentase kematian serangga dikoreksi menggunakan rumus Abbott (1925) sebagai berikut;

$$P = \frac{X-Y}{X} \times 100\%$$

Keterangan:

P = persentase banyaknya serangga yang mati setelah dikoreksi.

X = persentase serangga yang hidup pada perlakuan kontrol (mortalitas alami).

Y = persentase serangga yang hidup pada perlakuan insektisida.

X-Y = persentase banyaknya serangga yang mati karena perlakuan insektisida.

Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap dengan 12 perlakuan dan tiga ulangan. Analisis ragam data mortalitas *A. gossypii* untuk setiap waktu pengamatan dianalisis dengan sidik ragam menggunakan program perangkat lunak SAS 9.0. Pembandingan nilai tengah antar perlakuan diuji lanjut dengan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

Uji Kompatibilitas Insektisida Nabati terhadap Predator *M. sexmaculatus*

Perlakuan dan penyiapan sediaan insektisida nabati uji dan insektisida pembanding mengikuti metode pengujian pada kutu daun. Serangga uji larva instar III *M. sexmaculatus* sebanyak 10 ekor ditempatkan dalam cawan petri berdiameter 10 cm. Aplikasi insektisida nabati dilakukan sesuai dengan bahan insektisida nabati yang diuji dan insektisida pembanding dengan volume semprot 2–3 ml/perlakuan menggunakan *hand sprayer*. Larva *M. sexmaculatus* yang telah disemprot selanjutnya dipindahkan ke cawan petri yang telah dialasi kertas tisu dan selanjutnya diberi mangsa kutu daun. Jumlah serangga uji yang mati dihitung pada 24, 48, 72, dan 96 JSP. Rancangan percobaan dan analisis data sama seperti pada percobaan sebelumnya.

Efikasi Insektisida Nabati terhadap *A. gossypii* di Rumah Kaca

Pengujian konsentrasi insektisida nabati di rumah kaca sama seperti percobaan laboratorium (Tabel 1). *A. gossypii* diinfestasikan ke dalam tanaman gerbera sebanyak 50 ekor per tanaman dan diletakkan pada kurungan kasa. Penyemprotan insektisida nabati dilakukan menggunakan *hand sprayer* dengan volume semprot 15 ml per tanaman. Aplikasi pertama dilakukan saat populasi kutu daun mencapai 250

ekor per tanaman (McCarville *et al.* 2011). Aplikasi selanjutnya dilakukan pada interval 1 minggu sesudah pengamatan dan aplikasi terakhir dilaksanakan hingga pengamatan ke lima. Sebagai pembanding, insektisida golongan neonikotinoid berbahan aktif imidakloprid yang diaplikasikan sesuai dosis anjuran (0,10%), sementara perlakuan kontrol menggunakan campuran air yang mengandung 2% metanol dan Tween 80 (5:1). Perlakuan predator *M. sexmaculatus* dilakukan dengan menginfestasi imago dan larva instar III masing-masing sebanyak satu ekor per tanaman. Pengamatan jumlah individu *A. gossypii* dilakukan secara sistematis dengan menghitung jumlah imago dan nimfa. Penghitungan populasi kutu daun dilakukan 1 hari sebelum aplikasi insektisida menggunakan *hand counter* sebagai populasi kutu daun awal.

Percobaan disusun berdasarkan rancangan acak lengkap dengan 13 perlakuan dan tiga ulangan. Kombinasi perlakuan bahan insektisida nabati dan perlakuan konsentrasi sama seperti pada Tabel 1, yaitu terdiri atas 10 perlakuan insektisida nabati (*T. sinensis*: 0,35% dan 0,40%, *C. cinerariaefolium*: 0,35% dan 0,40%, Formulasi I: 0,35% dan 0,40%, Formulasi II: 0,35% dan 0,40%, dan Formulasi III: 0,35% dan 0,40%), satu perlakuan pembanding (insektisida imidakloprid), satu perlakuan predator *M. sexmaculatus* dan perlakuan kontrol. Pengamatan penurunan jumlah populasi *A. gossypii* akibat pengaruh tiap perlakuan dilakukan 1 hari sebelum perlakuan aplikasi insektisida. Persentase penurunan populasi dihitung berdasarkan persamaan berikut (Henderson & Tilton 1955):

$$\% \text{ Reduksi} = \frac{A - B}{A} \times 100\%$$

keterangan, A; jumlah populasi awal dan B: jumlah populasi setelah perlakuan.

Analisis ragam dari persentase penurunan populasi *A. gossypii* pada setiap perlakuan ekstrak insektisida nabati dianalisis menggunakan program perangkat lunak SAS 9.0. dan pembandingan nilai tengah antar perlakuan dilakukan dengan uji selang berganda Duncan pada taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Toksisitas Insektisida Nabati terhadap *A. gossypii* di Laboratorium

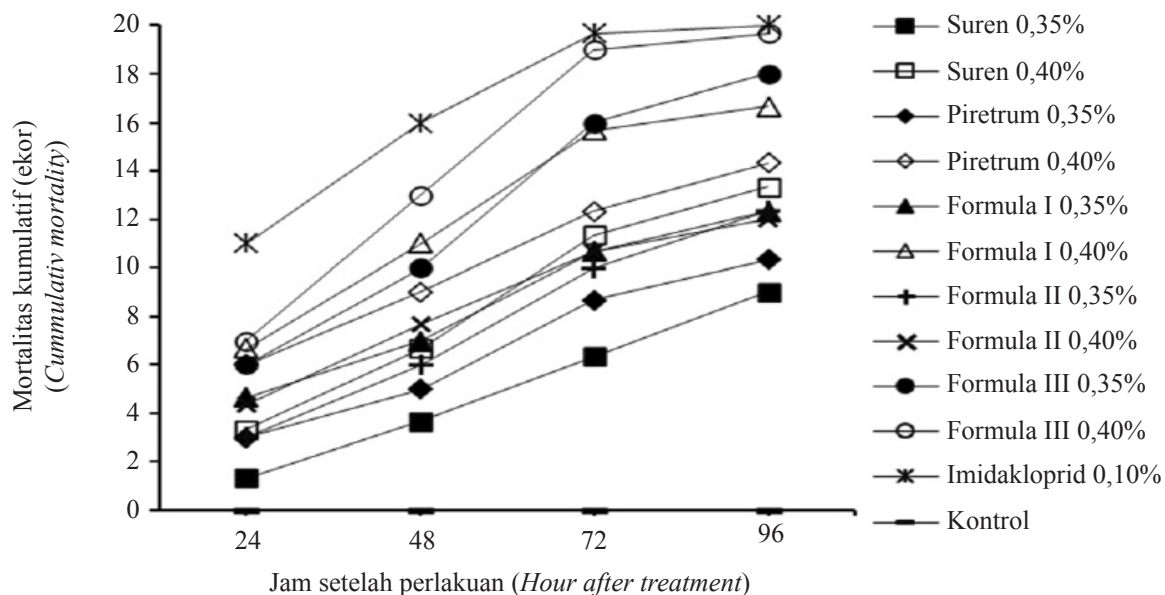
Metode semprot serangga

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan dua jenis insektisida nabati dan campurannya mengakibatkan mortalitas *A. gossypii* yang beragam dan berbeda secara signifikan dengan perlakuan kontrol (F 16,13; P <0,001) selama pengamatan 24

sampai 96 JSP. Mortalitas tertinggi kutu daun akibat perlakuan insektisida nabati tunggal terdapat pada ekstrak *C. cinerariaefolium*, sedangkan mortalitas terendah pada ekstrak *T. sinensis*. Pada perlakuan campuran (Formula I, II, dan III), Formula III 0,40% menyebabkan mortalitas *A. gossypii* tertinggi untuk semua pengamatan dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan insektisida imidakloprid 0,10% pada 48, 72, dan 96 JSP. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat kecenderungan mortalitas kutu daun lebih tinggi pada konsentrasi ekstrak *C. cinerariaefolium* yang lebih tinggi (Gambar 1). Hasil serupa juga diperoleh Nikolova & Georgieva (2014), bahwa konsentrasi insektisida nabati *C. cinerariaefolium* yang lebih tinggi dalam kombinasi dengan insektisida nabati lain efektif untuk mengendalikan kutu daun *Acyrtosiphon pisum*. Menurut Casida & Durkin 2013 dan Xu *et al.* 2017, ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* merupakan insektisida yang memiliki kandungan aktif piretrin yang menghasilkan efek *knockdown* dengan cepat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan insektisida nabati mampu mengakibatkan mortalitas *A. gossypii* dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan bahwa ekstrak daun *T. sinensis* dan ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* serta campuran keduanya memiliki aktivitas insektisida yang cukup tinggi. Selain itu, tingginya mortalitas juga disebabkan oleh efek bimodal dari perlakuan kombinasi insektisida. Ekstrak daun *T. sinensis* mengandung senyawa *flavonoid katekin* dan *procyanidin* β_3 serta satu senyawa *steroid* β -sitosterol-D-glucoside yang bersifat sebagai repelen dan penghambat makan (Adfa *et al.* 2017). Ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* memiliki enam jenis ester aktif yang dikenal sebagai piretrin (*piretrin I*, *cinerin I*, *jasmolin I*, *piretrin II*, *cinerin II*, dan *jasmolin II*), yang bekerja langsung pada sistem saraf kutu daun *A. gossypii* (Xu *et al.* 2017; Papanikolaou *et al.* 2018). Sementara itu, imidakloprid yang merupakan insektisida sintetik golongan neonikotinoid memiliki cara kerja sebagai racun saraf dan efektif terhadap beberapa jenis serangga menusuk-mengisap seperti kutu daun (Somar, Zamani & Alizadeh 2019).

Mortalitas kutu daun pada semua perlakuan insektisida nabati mengalami peningkatan cukup signifikan pada 48, 72, dan 96 JSP. Penyemprotan ekstrak insektisida secara langsung pada *A. gossypii* mengakibatkan transmisi senyawa aktif ke dalam tubuh melalui kontak kemoreseptor pada lapisan kutikula. Sementara itu, perlakuan insektisida sintetik imidakloprid 0,10% memiliki efek yang cukup kuat dan mengakibatkan mortalitas *A. gossypii* mencapai 100% pada 96 JSP (Tabel 2). Secara keseluruhan,



Gambar 1. Perkembangan mortalitas kumulatif *A. gossypii* dengan metode semprot serangga (The development of cumulative mortality of *A. gossypii* by insect spraying method)

Tabel 2. Mortalitas *A. gossypii* dengan metode semprot serangga di laboratorium (Mortality of gerbera aphids by the insect spraying method in the laboratory)

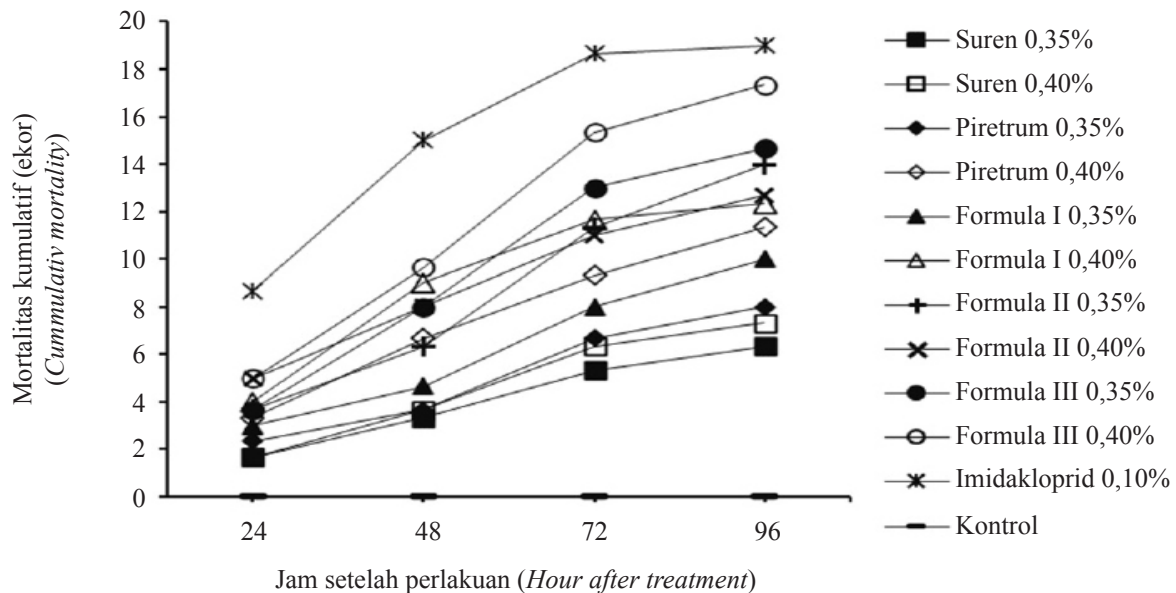
Perlakuan (Treatments)	Rata-rata mortalitas kumulatif pada n JSP (Cumulative mortality on n hour after treatment),%			
	24	48	72	96
<i>T. sinensis</i> 0,35%	6,67 e	18,33 f	31,67 e	45,00 e
<i>T. sinensis</i> 0,40%	16,67 cd	33,33 cdef	56,67 bcd	66,67 bcd
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,35%	15,00 d	25,00 ef	43,33 de	51,67 de
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,40%	30,00 bc	45,00 bcd	61,67 bcd	71,67 abc
Formula I 0,35%	23,33 bcd	35,00 cdef	53,33 cd	61,67 cde
Formula I 0,40%	33,33 bcd	55,00 abc	78,33 abc	83,33 abc
Formula II 0,35%	15,00 d	30,00 def	50,00 de	61,67 cde
Formula II 0,40%	21,67 bcd	38,33 cde	53,33 cd	60,00 cde
Formula III 0,35%	30,00 bc	50,00 bcd	80,00 ab	90,00 a
Formula III 0,40%	35,00 b	65,00 ab	95,00 a	98,33 a
Imidakloprid 0,10%	55,00 a	80,00 a	98,33 a	100,00 a
Kontrol (Control)	0,00 f	0,00 g	0,00 f	0,00 f
KK (CV), %	16,65	15,41	11,73	10,75

Data ditransformasi ke $\sqrt{(x + 0,5)}$ (The data were transformed to $\sqrt{(x + 0.5)}$). Angka rata-rata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5% (Mean followed by the same letters at the same column were not significantly different according to DMRT at $\alpha = 0,05$)

perlakuan insektisida nabati pada konsentrasi 0,40% mengakibatkan mortalitas *A. gossypii* lebih tinggi, sementara perlakuan kontrol tidak mengakibatkan kematian. Hal ini mengindikasikan bahwa mortalitas *A. gossypii* meningkat dengan peningkatan konsentrasi insektisida nabati. Hal serupa juga ditunjukkan pada campuran *C. cinerariaefolium* dengan *Azadirachta indica* (Pradani, Widawati & Wijayanti 2019) dan campuran *C. cinerariaefolium* dengan polyverzum dan biofa (Nikolova, Georgieva & Tahsin 2015),

mortalitas serangga uji linier dengan konsentrasi *C. cinerariaefolium* lebih tinggi.

Perlakuan tunggal insektisida nabati *C. cinerariaefolium* 0,40% menunjukkan mortalitas tertinggi pada 24, 48, 72, dan 96 JSP, tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan *T. sinensis* 0,40%. Sementara pada perlakuan campuran, Formula II 0,40% mortalitasnya lebih rendah dan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lain (kecuali Formula III) dengan konsentrasi yang sama (Tabel 2).



Gambar 2. Perkembangan mortalitas kumulatif *A. gossypii* dengan metode residu pada daun (*The development of cumulative mortality of *A. gossypii* by leaf residual method*)

Proporsi ekstrak *C. cinerariaefolium* pada Formula II dengan konsentrasi 0,35% maupun 0,40% hanya memiliki setengah dari konsentasi *T. sinensis*. Hal ini mengindikasikan bahwa proporsi ekstrak *T. sinensis* yang lebih tinggi tidak secara langsung menyebabkan mortalitas. Menurut Lestari & Darwiati (2014) ekstrak daun dan biji *T. sinensis* tidak langsung mengakibatkan mortalitas larva *Heortia vitessoides*, namun hanya memengaruhi fisiologi dan perilaku serangga. Pengaruh terhadap fisiologi serangga berupa gangguan aktivitas enzim pencernaan, sementara pengaruh terhadap perilaku berupa penghambatan aktivitas makan (Parvin, Zeng & Islam 2012; Adfa et al. 2017).

Metode residu pada daun

Pada pengujian ini, mortalitas *A. gossypii* akibat perlakuan tunggal insektisida nabati dan campurannya mengalami peningkatan selama periode pengamatan (24 hingga 96 JSP). Perlakuan insektisida imidakloprid 0,10% mengakibatkan peningkatan mortalitas *A. gossypii* dari 43% pada 24 JSP menjadi 95% pada 96 JSP, sementara pada perlakuan kontrol tidak ada kutu daun yang mati. Hasil pengamatan pada 96 JSP menunjukkan bahwa perlakuan imidakloprid 0,10% mengakibatkan mortalitas *A. gossypii* nyata lebih tinggi daripada mortalitas seluruh perlakuan insektisida nabati, kecuali perlakuan Formula III 0,40% (Gambar 2). Hasil ini mengonfirmasi bahwa insektisida imidakloprid memiliki aktivitas tinggi terhadap *A. gossypii*. Aktivitas yang tinggi juga dikonfirmasi pada spesies kutu daun lainnya dan serangga hama penusuk-pengisap lain seperti *Rhopalosiphum padi* dan *Bemisia tabaci* (Mohammed et al. 2018; Li et al. 2018). Pengaruh letal dan subletal imidakloprid mengganggu

proses enzimatis serangga, meningkatkan aktivitas asetil kolinesterase, memengaruhi durasi konsumsi floem dan menurunkan periode perkembangan nimfa, imago, dan fertilitas *A. gossypii* (Li et al. 2018; Ullah et al. 2019).

Pada seluruh perlakuan insektisida nabati, mortalitas kutu daun mengalami peningkatan pada 48, 72, dan 96 JSP. Mortalitas akibat perlakuan tunggal insektisida nabati dengan konsentrasi 0,40% nyata lebih tinggi pada ekstrak *C. cinerariaefolium*, lebih rendah dibandingkan perlakuan campuran Formula III (Tabel 3). Hal ini secara konsisten menunjukkan bahwa pada metode semprot serangga maupun residu pada daun, perlakuan tunggal insektisida nabati *C. cinerariaefolium* 0,40% dan campuran (Formula III) 0,40% mengakibatkan mortalitas tertinggi. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa insektisida nabati ekstrak daun *T. sinensis* dan ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* secara tunggal maupun campurannya efektif digunakan dalam pengendalian hama kutu daun. Apabila kedua jenis insektisida nabati tersebut disemprotkan secara langsung pada serangga maupun dengan efek residu pada daun, dengan konsentrasi yang tepat mampu mengakibatkan kematian hama *A. gossypii*. Pengaruh mortalitas disebabkan oleh efek tunggal dan bimodal dari masing-masing perlakuan. Insektisida nabati *C. cinerariaefolium* mengandung senyawa aktif yang mempunyai daya racun tinggi, di antaranya piretrin yang mampu bekerja sebagai racun saraf (Xu et al. 2017; Papanikolaou et al. 2018). Kematian kutu daun disebabkan oleh masuknya piretrin melalui sistem kemoreseptor kontak sehingga mengganggu transport ion Na^+ dan K^+ pada sistem

Tabel 3. Mortalitas *A. gossypii* dengan metode residu pada daun di laboratorium (*Mortality of *A. gossypii* by leaf residual method in the laboratory*)

Perlakuan (<i>Treatments</i>)	Rata-rata mortalitas pada n JSP (<i>Mortality average on n hour after treatment</i>),%			
	24	48	72	96
<i>T. sinensis</i> 0,35%	8,33 d	16,67 e	26,67 g	31,67 f
<i>T. sinensis</i> 0,40%	8,33 d	18,33 e	31,67 fg	36,67 f
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,35%	11,67 cd	18,33 e	33,33 fg	40,00 ef
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,40%	16,67 bcd	33,33 bcd	46,67 de	56,67 cd
Formula I 0,35%	15,00 bcd	23,33 de	40,00 ef	50,00 de
Formula I 0,40%	20,00 bc	45,00 bc	58,33 cd	61,67 cd
Formula II 0,35%	18,33 bc	31,67 cd	56,67 cd	70,00 bc
Formula II 0,40%	25,00 b	40,00 bc	55,00 cd	63,33 cd
Formula III 0,35%	18,33 bc	40,00 bc	65,00 bc	73,33 bc
Formula III 0,40%	25,00 b	48,33 b	76,67 b	86,67 ab
Imidaklopid 0,10%	43,33 a	75,00 a	93,33 a	95,00 a
Kontrol (<i>Control</i>)	0,00 e	0,00 f	0,00 h	0,00 g
KK (<i>CV</i>), %	16,24	12,42	7,62	8,09

Data ditransformasi ke $\sqrt{(x + 0,5)}$ (*The data were transformed to $\sqrt{(x + 0,5)}$*). Angka rata-rata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5% (*Mean followed by the same letters at the same column were not significantly different according to DMRT at $\alpha = 0,05$*)

saraf pusat. Dengan demikian daya hantar impuls saraf terhambat bahkan berhenti sama sekali (Casida & Durkin 2013; Nikolova & Georgieva 2014; Tunca, Kilincer & Ozkan 2014). Sementara itu, insektisida nabati *T. sinensis* memiliki kandungan bahan aktif *surenin*, *surenon*, dan *surenolakton* yang berfungsi sebagai penghambat aktivitas makan dan pertumbuhan (Lestari & Darwiati 2014).

Kompatibilitas Insektisida Nabati terhadap Predator *M. sexmaculatus*

Perlakuan tunggal insektisida nabati ekstrak *C. cinerariaefolium* dan *T. sinensis* serta campuran keduanya pada konsentrasi 0,35% dan 0,40% menyebabkan mortalitas larva instar III *M. sexmaculatus* antara 4,67–38,33%. Pada konsentrasi tinggi (0,40%), mortalitas larva predator juga tinggi dan tidak berbeda nyata pada masing-masing perlakuan. Pada konsentrasi yang lebih rendah, mortalitas serangga uji juga lebih rendah, sementara serangga pada perlakuan kontrol tidak ada yang mati (Tabel 4). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan ekstrak daun *T. sinensis* dan bunga *C. cinerariaefolium* serta campuran kedua bahan nabati tersebut tidak memiliki efek kontradiktif terhadap larva predator *M. sexmaculatus*. Hasil yang sama juga diperoleh Pezzini & Koch (2015) dan Hutapea, Rahardjo & Marwoto (2019) bahwa aplikasi insektisida nabati *piretrin* dan *azadirachtin* kompatibel dengan musuh alami *A. gossypii* baik di laboratorium dan rumah kaca. Lebih lanjut Papanikolaou *et al.* (2018) melaporkan bahwa formulasi nano insektisida nabati

ekstrak *C. cinerariaefolium* tidak berbahaya terhadap larva instar III predator *Coccinella septempunctata* dan larva instar IV *Macrolophus pygmaeus*.

Mortalitas larva *M. sexmaculatus* akibat perlakuan campuran dengan konsentrasi 0,40% lebih tinggi dan nyata dibandingkan perlakuan secara tunggal. Sementara itu, mortalitas larva *M. sexmaculatus* akibat perlakuan insektisida imidaklopid 0,10% mencapai 100% dan nyata pada 72 JSP dibandingkan perlakuan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa meskipun penyemprotan ekstrak insektisida nabati mengakibatkan mortalitas larva instar III *M. sexmaculatus*, namun masih tergolong aman. Tetapi, penting untuk dicatat bahwa meskipun ekstrak tersebut kompatibel dengan musuh alami, formulasi dan konsentrasi yang tepat memerlukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan pengendalian hama serangga yang lebih baik dan efek minimal terhadap musuh alami dan lingkungan. Sementara itu, insektisida sintetik imidaklopid efektif mengendalikan kutu daun dan juga mematikan larva predator *M. sexmaculatus*. Beberapa penelitian juga telah menunjukkan dampak negatif penggunaan insektisida imidaklopid secara berkesinambungan terhadap predator kutu daun (Mohammed *et al.* 2018; Wumuerhan, Yuntao & Deying 2020).

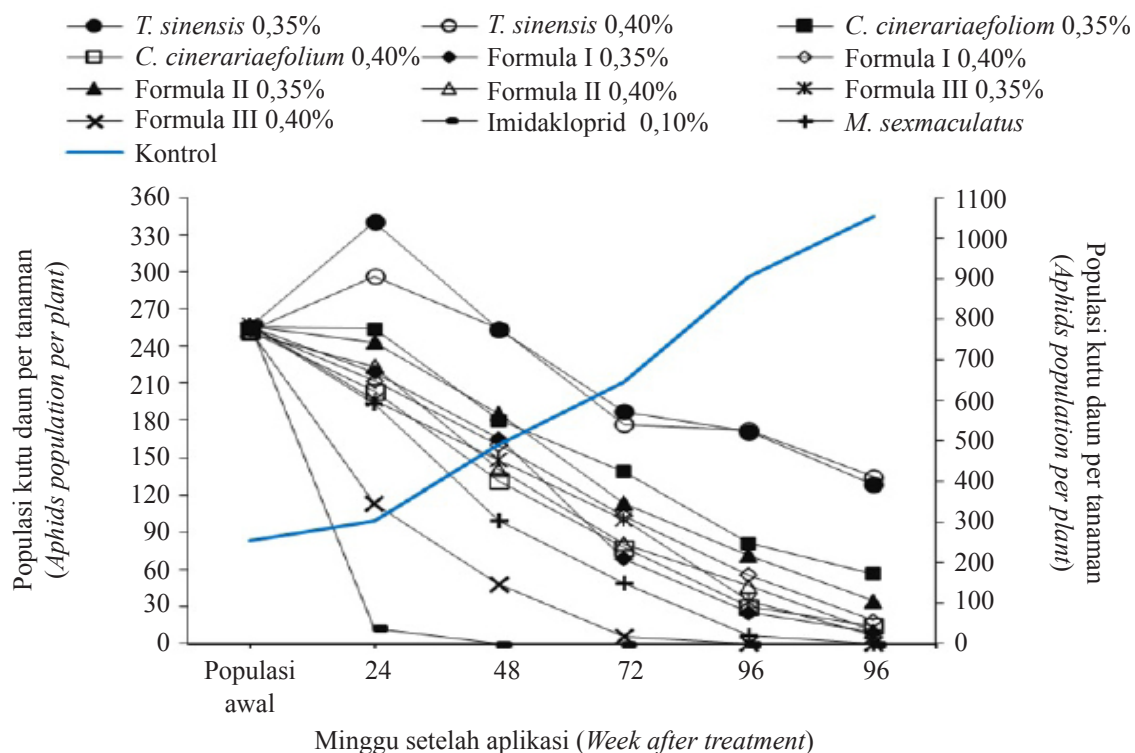
Keefektifan Insektisida Nabati terhadap *A. gossypii* di Rumah Kaca

Hasil pengujian lanjutan insektisida nabati ekstrak daun *T. sinensis* dan ekstrak bunga *C. cinerariaefolium* serta campuran keduanya di rumah kaca menunjukkan

Tabel 4. Mortalitas kumulatif larva predator *M. sexmaculatus* dengan metode semprot serangga (The cummulative mortality of *M. sexmaculatus* larvae by the insect spraying method)

Perlakuan (Treatments)	Rata-rata mortalitas pada n JSP (Mortality average on n hour after treatment),%			
	24	48	72	96
<i>T. sinensis</i> 0,35%	0,00 e	1,67 e	3,33 ef	4,67 f
<i>T. sinensis</i> 0,40%	0,00 e	1,67 e	5,00 def	10,00 ef
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,35%	1,67 de	3,33 de	5,00 def	5,00 f
<i>C. cinerariaefolium</i> 0,40%	1,67 de	5,00 cde	10,00 cde	15,00 def
Formula I 0,35%	6,67 bcd	10,00 bcd	13,33 bcd	13,33 def
Formula I 0,40%	10,00 bc	15,00 bc	21,67 bc	31,67 bc
Formula II 0,35%	3,33 cde	11,67 bcd	18,33 bc	20,33 bcd
Formula II 0,40%	6,67 bcd	15,00 bc	25,00 bc	30,00 bcd
Formula III 0,35%	8,33 bcd	15,00 bc	26,67 bc	26,67 bcd
Formula III 0,40%	15,00 b	23,33 b	33,33 b	38,33 b
Imidakloprid 0,10%	53,33 a	88,33 a	100,00 a	100,00 a
Kontrol	0,00 e	0,00 e	0,00 f	0,00 g
KK (CV), %	6,86	6,93	8,67	11,29

Data ditransformasi ke $\sqrt{(x + 0,5)}$ (The data were transformed to $\sqrt{(x + 0.5)}$). Angka rata-rata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5% (Mean followed by the same letters at the same column were not significantly different according to DMRT at $\alpha = 0,05$)



Gambar 3. Perkembangan rata-rata populasi *A. gossypii* sebelum dan sesudah perlakuan pada setiap minggu pengamatan dengan populasi awal kutu daun 255 individu (Average growth of *A. gossypii* population before and after weekly treatment by starting from 255 individuals of aphids)

hubungan yang positif antara penambahan konsentrasi dengan penurunan jumlah populasi *A. gossypii*. Hasil penelitian juga menunjukkan konsistensi yang sama dengan hasil uji laboratorium. Penyemprotan pertama semua perlakuan insektisida nabati dengan volume 15

ml per tanaman mengakibatkan penurunan populasi *A. gossypii*, kecuali perlakuan *T. sinensis* (Gambar 3). Hal ini diakibatkan karena keberadaan kutu daun cenderung membentuk koloni sehingga rasio kutu daun didominasi oleh stadia dewasa. Hal ini juga

Tabel 5. Pengaruh perlakuan insektisida nabati tunggal dan campurannya pada populasi kutu daun (jumlah rata-rata per tanaman) 7 dan 35 hari setelah aplikasi awal perlakuan dengan kepadatan populasi awal 255 kutu daun per tanaman (Effect of botanical insecticides in single and mixtures treatment on aphids (average number per plant) 7 and 35 days after initial application of treatment with initial population densities were 255 aphids per plant)

Perlakuan (Treatments)	Konsentrasi (Concentration), %	n sebelum aplikasi (n before application)	Rata-rata kutu daun pada minggu setelah aplikasi, (MSA) (Aphids population at week after treatment), (WAT)			
			1 MSA	Reduksi (%)	5 MSA	Reduksi (%)
<i>T. sinensis</i>	0,35	255,00	340,33 a	-33,64 c	128,33 b	49,83 c
<i>T. sinensis</i>	0,40	252,00	296,33 ab	-17,54 c	134,33 b	46,83 c
<i>C. cinerariaefolium</i>	0,35	255,67	254,00 abc	0,74 c	56,33 c	78,18 b
<i>C. cinerariaefolium</i>	0,40	252,67	203,33 c	19,48 c	14,33 cde	94,35 b
Formula I	0,35	255,67	218,67 bc	14,35 c	9,33 cde	96,38 b
Formula I	0,40	254,00	212,00 bc	16,53 c	18,67 cde	92,66 b
Formula II	0,35	255,67	243,33 bc	4,84 c	34,33 cd	86,50 b
Formula II	0,40	250,67	223,33 bc	11,28 c	10,00 cde	96,18 b
Formula III	0,35	257,67	196,33 c	23,85 bc	6,67 de	97,38 b
Formula III	0,40	253,33	113,33 d	55,34 ab	0,00 e	100,00 b
Imidakloprid	0,10	258,67	12,67 e	95,13 a	0,00 e	100,00 b
<i>M. sexmaculatus</i>	1 Imago + 1 Larva	257,00	193,67 c	24,57 bc	0,00 e	100,00 b
Kontrol		255,00	302,00 ab	-18,59 c	1052,00 a	-311,99 a

Data ditransformasi ke $\sqrt{x + 0,5}$ (The data were transformed to $\sqrt{x + 0,5}$). Angka rata-rata perlakuan pada kolom yang sama dan diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata pada uji DMRT taraf 5% (Mean followed by the same letters at the same column were not significantly different according to DMRT at $\alpha = 0,05$)

terlihat pada perlakuan kontrol, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3 bahwa populasi kutu daun secara konsisten lebih tinggi daripada perlakuan insektisida nabati. Menurut Hosseini *et al.* (2017) dan Sotelo-Leyva *et al.* (2019), tingkat pertumbuhan populasi kutu daun dipengaruhi oleh rasio koloni nimfa instar I-II dan biomassa tanaman. Peningkatan populasi kutu daun diawali dengan terbentuknya koloni kutu daun.

Perlakuan campuran Formula III 0,40% mampu menekan pertumbuhan populasi *A. gossypii* dengan signifikan yang terpapar sejak tahap nimfa saat aplikasi pertama dan tidak berbeda nyata dengan insektisida imidakloprid. Berdasarkan hasil pengamatan hingga aplikasi ke-lima, diketahui bahwa seluruh perlakuan insektisida nabati menunjukkan penurunan jumlah populasi kutu daun, sementara perlakuan kontrol mengalami peningkatan hingga empat kali lipat. Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa Formula III 0,40% efektif menekan pertumbuhan populasi *A. gossypii* dibandingkan dengan perlakuan insektisida nabati lainnya dan tidak berbeda nyata dengan imidakloprid dan predator *M. sexmaculatus* (Tabel 5). Hal ini menunjukkan adanya toksisitas insektisida yang diaplikasikan pada tubuh kutu daun dan memengaruhi metabolisme sehingga berdampak pada pertumbuhannya. Walaupun konsentrasi yang digunakan rendah, bahan aktif tetap mengganggu pertumbuhannya. Kandungan senyawa aktif *T. sinensis*

dan *C. cinerariaefolium* mengganggu regulasi hormon dan enzim *acetylcholine esterase* (AChE) yang menghentikan impuls saraf dengan mengkatalisis asetilkolin dalam sistem transmisi saraf serangga (Nikolova, Georgieva & Tahsin 2015; Papanikolaou *et al.* 2018). Selain bersifat toksik, insektisida *T. sinensis* dan *C. cinerariaefolium* serta campurannya juga memiliki efek *antifeedant* (Parvin, Zeng & Islam 2012; Adfa *et al.* 2017). Efek *antifeedant* ini turut berperan dalam menyebabkan kematian kutu daun *A. gossypii*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Semua konsentrasi insektisida nabati ekstrak *T. sinensis* dan *C. cinerariaefolium* serta campuran keduanya mampu menekan populasi *A. gossypii* di laboratorium dan di rumah kaca serta kompatibel dengan musuh alami *M. sexmaculatus*. Formula III 0,40% merupakan insektisida nabati yang paling efektif dan keefektifannya setara dengan imidakloprid. Penggunaan insektisida nabati ekstrak *T. sinensis*, *C. cinerariaefolium*, dan campuran keduanya dapat digunakan secara bersama-sama dengan musuh alami. Dengan demikian, insektisida nabati ini dapat dijadikan sebagai alternatif insektisida sintetik yang menjanjikan dan sebagai komponen penting dalam program pengelolaan hama terpadu kutu daun pada tanaman krisan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Saepuloh S.P., Asep Samsudin dan Ridwan Djaelani yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini dan Prof. Dr. Rosichon Ubaidillah M.Phill yang telah mereview artikel ini dalam Diklat Teknis Penulisan Ilmiah (KTI Nasional).

DAFTAR PUSTAKA

1. Abbott, W 1925, 'A method of computing the effectiveness of an insecticide', *Economic Entomology*, vol. 18, pp. 265–267.
2. Adfa, M, Kusnanda, AJ, Livandri, F, Rahmad, R, Darwis, W, Efendi, M, Ninomiya, M & Koketsu, M 2017, 'Insecticidal activity of *Toona sinensis* against *Coptotermes curvignathus* Holmgren', *Rasayan J. Chem.*, vol. 10, no. 1, pp. 153–159.
3. Bergmann, J, Tapia, J, Bravo, M, Zaviezo, T & Flores, MF 2019, 'Synthesis of citrophilus mealybug sex pheromone using chrysanthemol extracted from pyrethrum (*Tanacetum cinerariifolium*)', *Natural Product Research*, vol. 33, no. 3, pp. 303–308.
4. BPS [Badan Pusat Statistik] 2019, *Tabel dinamis produksi tanaman florikultura Indonesia*, Diakses 11 Juni 2020, <<https://www.bps.go.id/site/resultTab>>.
5. Brownbridge, M & Buitenhuis, R 2019, 'Integration of microbial biopesticides in greenhouse floriculture: the Canadian experience', *Journal of Invertebrate Pathology*, vol. 165, pp. 4–12.
6. Bukero, A, Rustamani, MA, Abro, GH & Lodhi, A 2014, 'Feeding potential of *Menochilus sexmaculatus* (Fabricius) against sucking insect pests', *Journal of Basic & Applied Sciences*, no. 10, pp. 554–558.
7. Carver, M, Gross, F & Woodward, T 1996, *Hemiptera, in the insect of Australia: a textbook for students and research workers Vol. 1* Edited by CSIRO Australia (ed.), Melbourne University Press, Melbourne, Australia.
8. Casida, JE & Durkin, KA 2013, 'Neuroactive insecticides: targets, selectivity, resistance, and secondary effects', *Annual Review of Entomology*, vol. 58, no. 1, pp. 99–117.
9. Darwiati, W 2013, 'Bioaktivitas tiga fraksinasi ekstrak biji suren terhadap mortalitas hama daun *Eurema* spp.', *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, vol. 10, no. 2, pp. 99–108.
10. Daryanto, A, Syukur, M, Maharijaya, A & Hidayat, P 2018, 'Diallel analysis of chili pepper resistance to melon aphid (*Aphis gossypii* Glover) infestation in seedling phase', *Agrotech Journal*, vol. 3, no. 2, pp. 61–68.
11. Diningsih, E, Rahardjo, IB, Saepuloh, A, Saepuloh, Samsudin, A & Qodriyah, L 2010, 'Pengendalian hama pengorok daun (*Liriomiza* sp.) (Diptera: Agromizyidae) pada tanaman krisan (*Dendranthema grandiflora* Kitam) menggunakan empat jenis insektisida nabati', *Laporan Kegiatan Penelitian T.A. 2010 BALITHI*, pp. 1–14.
12. Efendi, S, Yaherwandi & Novri, N 2016, 'Studi preferensi dan tanggap fungsional *Menochilus sexmaculatus* dan *Coccinella transversalis* pada beberapa mangsa yang berbeda', *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, vol. 2, no. 2, pp. 125–131.
13. Gautam, KK, Kaur, C, Raj, R, Kumar, S, Jaidi, M, Raj, SK, Purshottam, DK & Roy, RK 2017, 'Elimination of *Cucumber mosaic virus* from gerbera (*Gerbera jamesonii*) cv. Zingaro through in vitro chemotherapy of capitulum explants', *Indian Journal of Biotechnology*, vol. 16, no. 4, pp. 641–647.
14. Hamedan, JH, Sohani, MM, Aalami, A & Nazarideljou, MJ 2019, 'Genetic engineering of lignin biosynthesis pathway improved stem bending disorder in cut gerbera (*Gerbera jamesonii*) flowers', *Scientia Horticulturae*, vol. 245, no. October 2018, pp. 274–279.
15. Henderson, CF & Tilton, EW 1955, 'Tests with acaricides against the brown wheat mite', *Journal of Economic Entomology*, vol. 48, no. 2, pp. 157–161.
16. Herrick, NJ, Cloyd, RA & Raudenbush, AL 2019, 'Systemic insecticide applications: effects on citrus mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae) populations under greenhouse conditions', *Journal of Economic Entomology*, vol. 112, no. 1, pp. 266–276.
17. Hosseini, A, Hosseini, M, Katayama, N & Mehrparvar, M 2017, 'Effect of ant attendance on aphid population growth and above ground biomass of the aphid's host plant', *European Journal of Entomology*, vol. 114, no. February, pp. 106–112.
18. Hutapea, D, Rahardjo, IB & Marwoto, B 2019, 'Abundance and diversity of natural enemies related to chrysanthemum aphid suppression with botanical insecticides', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 399, no. 1.
19. Khaled, W, Fekih, I Ben, Nahdi, S, Souissi, R & Boukhris-Bouhachem, S 2018, 'Transmission efficiency of potato leafroll virus by four potato colonizing aphid species in Tunisian potato fields', *Potato Research*, vol. 61, no. 1, pp. 89–96.
20. Lestari, F & Darwiati, W 2014, 'Uji efikasi ekstrak daun dan biji dari tanaman suren, mimba dan sirsak terhadap mortalitas hama ulat gaharu', *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, vol. 11, no. 3, pp. 165–171.
21. Li, W, Lu, Z, Li, L, Yu, Y, Dong, S, Men, X & Ye, B 2018, 'Sublethal effects of imidacloprid on the performance of the bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi*', *PLoS ONE*, vol. 13, no. 9, pp. 1–13.
22. Lifia, YO & Hariance, R 2018, 'Bauran pemasaran bunga gerbera (*Gerbera jamesonii*) di Kelompok Tani Boemi Nursery Jawa Barat', *Journal of Agribusiness and Community Empowerment*, vol. 1, no. 1, pp. 38–43.
23. Liu, XD, Xu, TT & Lei, HX 2017, 'Refuges and host shift pathways of host-specialized aphids *Aphis gossypii*', *Scientific Reports*, vol. 7, no. 1, pp. 1–9.
24. Lokeshwari, D, Kumar, NKK & Manjunatha, H 2015, 'Molecular diversity of the *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae): a potential vector of Potyviruses (Potyviridae)', *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 108, no. 4, pp. 621–633.
25. Ma, L, Li, MY, Chang, CY, Chen, FF, Hu, Y & Liu, XD 2019, 'The host range of *Aphis gossypii* is dependent on aphid genetic background and feeding experience', *PeerJ*, vol. 7, no. e7774.
26. Manners, AG, Dembowski, BR & Healey, MA 2013, 'Biological control of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae), in gerberas, chrysanthemums and roses', *Australian Journal of Entomology*, vol. 52, no. 3, pp. 246–258.
27. Marys, E, Mejias, A, Rodriguez-Roman, E, Avilan, D, Hurtado, T, Fernandez, A, Zambrano, K, Garrido, M & Brito, M 2014, 'The first report of tomato spotted wilt virus on gerbera and chrysanthemum in Venezuela', *Plant Disease*, vol. 98, no. 8, p. 1161.

28. McCarville, MT, Kanobe, C, MacIntosh, GC & O'Neal, M 2011, 'What is the economic threshold of soybean aphids (Hemiptera: Aphididae) in enemy-free space?', *Journal of Economic Entomology*, vol. 104, no. 3, pp. 845–852.
29. Mohammed, AAAH, Desneux, N, Fan, Y, Han, P, Ali, A, Song, D & Gao, XW 2018, 'Impact of imidacloprid and natural enemies on cereal aphids: integration or ecosystem service disruption?', *Entomologia Generalis*, vol. 37, no. 1, pp. 47–61.
30. Nikolova, I & Georgieva, N 2014, 'Effects of biological insecticides NeemAzal T/S and pyrethrum FS EC and their interaction with organic products in treatments of pea aphid *Acyrtosiphon pisum* (Harris) (Hemiptera: Aphididae) on *Pisum sativum* (L.)', *Pestic. Phytomed.*, vol. 29, no. 3, pp. 177–185.
31. Nikolova, I, Georgieva, N & Tahsin, N 2015, 'Toxicity of neem and pyrethrum products applied alone and in combination with different organic products to some predators and their population density', *Romanian Agricultural Research*, vol. 32, no. 291–301.
32. Nurmalingda & Yani, A 2009, 'Preferensi konsumen hotel terhadap bunga potong gerbera', *J. Hort.*, vol. 19, no. 4, pp. 450–458.
33. Oliveira, CR, Domingues, CEC, de Melo, NFS, Roat, TC, Malaspina, O, Jones-Costa, M, Silva-Zacarin, ECM & Fraceto, LF 2019, 'Nanopesticide based on botanical insecticide pyrethrum and its potential effects on honeybees', *Chemosphere*, vol. 236, p. 124282.
34. Papanikolaou, NE, Kalaitzaki, A, Karamaouna, F, Michaelakis, A, Papadimitriou, V, Dourtoglou, V & Papachristos, DP 2018, 'Nano-formulation enhances insecticidal activity of natural pyrethrins against *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) and retains their harmless effect to non-target predators', *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 25, no. 11, pp. 10243–10249.
35. Parvin, S, Zeng, X & Islam, MT 2012, 'Bioactivity of Indonesian mahogany, *Toona sureni* (Blume) (Meliaceae), against the red flour beetle, *Tribolium castaneum* (Coleoptera: Tenebrionidae)', *Revista Brasileira de Entomologia*, vol. 56, no. 3, pp. 354–358.
36. Pezzini, DT & Koch, RL 2015, 'Compatibility of flonicamid and a formulated mixture of pyrethrins and azadirachtin with predators for soybean aphid (Hemiptera: Aphididae) management', *Biocontrol Science and Technology*, vol. 25, no. 9, pp. 1024–1035.
37. Pradani, FY, Widawati, M & Wijayanti, SPM 2019, 'Uncovering potential of neem and pyrethrum extract as biolarvacide of *Aedes aegypti* for dengue control', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 406, no. 1.
38. Radiyanto, I, Rahayuningtias, S & Widhianingtias, E 2011, 'Kemampuan pemangsaan *Menochilus sexmaculatus* F. (Coleoptera : Coccinellidae) terhadap *Rhopalosiphum maidis* Fitch (Homoptera : Aphididae)', *J. Entomol. Indon.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7.
39. Rahardjo, IB, Marwoto, B & Budiarto, K 2020, 'Efficacy of selected plant extracts to control leaf miner (*Lyriomyza* spp.) in chrysanthemum', *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, vol. 42, no. 1, pp. 37–44.
40. Ramalho, FS, Fernandes, FS, Nascimento, ARB, Nascimento, JL, Malaquias, JB & Silva, CAD 2012, 'Feeding damage from cotton aphids, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Heteroptera: Aphididae), in cotton with colored fiber intercropped with fennel', *Annals of the Entomological Society of America*, vol. 105, no. 1, pp. 20–27.
41. Somar, RO, Zamani, AA & Alizadeh, M 2019, 'Joint action toxicity of imidacloprid and pymetrozine on the melon aphid, *Aphis gossypii*', *Crop Protection*, vol. 124, p. 104850.
42. Sotelo-Leyva, C, Salinas-Sanchez, DO, Rivas-Gonzalez, JM, Dorado, O, Arias, DM, Gonzalez-Cortazar, M & Zamilpa, A 2019, 'Aphidicidal activity of an aqueous fraction of *Serjania schiedeana* against *Melanaphis sacchari*', *Southwestern Entomologist*, vol. 44, no. 3, pp. 585–594.
43. Tunca, H, Kilincer, N & Ozkan, C 2014, 'Toxicity and repellent effects of some botanical insecticides on the egg-larval parasitoid *Chelonus oculator* Panzer (Hymenoptera: Braconidae)', *Scientific Research and Essays*, vol. 9, no. 5, pp. 106–113.
44. Ullah, F, Gul, H, Desneux, N, Gao, X & Song, D 2019, 'Imidacloprid-induced hormesis effects on demographic traits of the melon aphid, *Aphis gossypii*', *Entomologia Generalis*, vol. 39, no. 3–4, pp. 325–337.
45. Wani, MA, Nazki, IT, Din, A, Iqbal, S, Wani, SA, Khan, FU & Neelofar 2018, 'Floriculture sustainability initiative: the dawn of new era', in E Lichtfouse (ed.), *Sustainable Agriculture Reviews* 27, Springer, Cham, pp. 91–127.
46. Wumuerhan, P, Yuntao, J & Deying, M 2020, 'Effects of exposure to imidacloprid direct and poisoned cotton aphids *Aphis gossypii* on ladybird *Hippodamia variegata* feeding behavior', *Journal of Pesticide Science*, vol. 45, no. 1, pp. 24–28.
47. Xu, Z, Lu, M, Yang, M, Xu, W, Gao, J, Zhang, Y, Yang, Y & Tao, L 2017, 'Pyrethrum-extract induced autophagy in insect cells: a new target?', *Pesticide Biochemistry and Physiology*, vol. 137, pp. 21–26.
48. Yovkova, M, Petrovic-Obradovic, O, Tasheva-Terzieva, E & Pencheva, A 2013, 'Aphids (Hemiptera: Aphididae) on ornamental plants in greenhouses in Bulgaria', *ZooKeys*, no. 319, pp. 347–361.
49. Yuniarto, K, Kurniati, R, Suryawati & Meilasari, R 2018, 'The phenotypic performances of gerbera local bali x rubby red hybrids', *AGRIVITA Journal of Agricultural Science.*, vol. 40, no. 1, pp. 8–14.