

## INTERFERENSI KEHADIRAN PREDATOR TERHADAP KEEFEKTIFAN PARASITOID *Anagyrus lopezi* De Santis (Hymenoptera: Encyrtidae)

*Interference of Predator on Effectiveness of Parasitoid Anagyrus lopezi (Hymenoptera: Encyrtidae)*

MZ Fanani<sup>1\*</sup>, A Rauf<sup>2</sup>, N Maryana<sup>2</sup>, A Nurmansyah<sup>2</sup>, D Hindayana<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda  
Jl. Tol Ciawi 1, Kotak Pos 35 Bogor 16720, Jawa Barat

<sup>2</sup> Jurusan Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor  
Jl. Kamper, Kampus IPB Darmaga, Wing 7 Level 5, Bogor 16680, Jawa Barat

\*E-mail : [muhammad.zainal@unida.ac.id](mailto:muhammad.zainal@unida.ac.id)

Diterima 1 Desember 2022/Disetujui 1 Mei 2023

### ABSTRAK

Parasitoid *A. lopezi* diperkenalkan ke Indonesia pada 2014 untuk mengendalikan kutu putih asing invasif *P. manihoti*. *A. lopezi* berinteraksi dengan predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* pada pertanaman singkong yang terserang kutu putih *P. manihoti*. Penelitian bertujuan untuk mengkaji pengaruh interferensi kedua predator terhadap keefektifan *A. lopezi* pada *P. manihoti*. Percobaan dilakukan di dalam laboratorium dengan menggunakan cawan petri dan kurungan serangga. Nimfa kutu putih instar-3 dipaparkan pada kedua predator selama 24 jam. Pengamatan dilakukan terhadap perilaku parasitoid dan tingkat pemangsaan predator. Kehadiran predator berpengaruh nyata terhadap penurunan masa kunjungan, masa penemuan inang, dan jumlah telur yang berhasil diletakkan oleh *A. lopezi* pada nimfa kutu putih. Kedua larva predator mampu memangsa kutu putih yang tidak terparasit dan yang terparasit umur 1-8 hari. Predator mampu mendikriminasi kutu putih yang terparasit umur 14 hari (mumi). Pemangsaan predator terjadi pada kutu putih yang terparasit umur 1-, 3-, dan 8- hari. Kombinasi parasitoid dengan kedua predator menunjukkan adanya interaksi antagonis. Kehadiran predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* menurunkan tingkat parasitisme *A. lopezi* pada *P. manihoti*.

Kata kunci: interaksi, kutu putih, pemangsaan, *Phenacoccus manihoti*, parasitisme

### ABSTRACT

Parasitoid *A. lopezi* was introduced into Indonesia in 2014 to control *P. manihoti*. *A. lopezi* interacts with the predators *P. ramburi* and *C. montrouzieri* commonly found in cassava fields infested by mealybugs. Study was conducted with the objective to elucidate an interference of both predators on the effectiveness of *A. lopezi*. Experiments were carried out into petridish and insect cage in laboratory. The 3rd instar mealybug nymphs were exposed to both predators for 24 hours. Observations were done on parasitoid behavior and predation levels of predators. The presence of predators significantly affected the decrease in visiting period, host finding time, and the number of eggs successfully laid by *A. lopezi* on the mealybug nymphs. The two predatory insects were able to prey on unparasitized and parasitized mealybugs aged 1-8 days. Predators were able to discriminate against parasitized mealybugs aged 14 days (mummy). Predation of predators occurred on parasitized mealybugs aged 1-, 3-, and 8-days. The combination of parasitoids with both predators shows an antagonistic interaction. The presence of predators *P. ramburi* and *C. montrouzieri* reduced the parasitism rate of *A. lopezi* on *P. manihoti*.

Keywords: interaction, mealybug, parasitism, *Phenacoccus manihoti*, predation

### PENDAHULUAN

Kutu putih *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) berasal dari Amerika Selatan, selanjutnya bermigrasi ke Afrika dan menjadi serangga hama penting utama pada tanaman singkong sejak 1970an hingga mengancam nasib banyak petani miskin di Afrika (Yonow *et al.* 2017). Sejak 2008, hama ini dilaporkan berhasil menyebar dengan cepat ke wilayah Asia

(Sartiami *et al.* 2015; Graziosi *et al.* 2016; Wyckhuys *et al.* 2018; Fanani *et al.* 2019; Joshi *et al.* 2020). Hama ini pertama kali terdeteksi di Indonesia pada 2010 dan menyebar ke berbagai provinsi yang menjadi sentra singkong (Abdulchalek *et al.* 2017; Wyckhuys *et al.* 2018; Fanani *et al.* 2019) dan menyebabkan kehilangan hasil produksi singkong mencapai 50% (Wardani 2015).

*P. manihoti* memiliki siklus hidup dari telur hingga menjadi imago lebih kurang

selama 45 hari. Seekor individu betina *P. manihoti* mampu menghasilkan telur hingga 400 telur dan setiap generasi menghasilkan 200 individu nimfa yang menimbulkan gejala kerusakan pada tanaman singkong (Barilli *et al.* 2014).

Sejauh ini sebagian petani menggunakan pestisida kimia sintesis untuk mengendalikan serangga hama pertanian, meskipun banyak dampak negatif yang terjadi di lingkungan seperti adanya zat toksik berupa residu kimia yang dapat mematikan manusia dan juga berbagai serangga berguna (musuh alami) di alam seperti parasitoid dan predator (Altaf *et al.* 2022).

*Anagyrus lopezi* De Santis (Hymenoptera: Encyrtidae) adalah parasitoid yang efektif untuk mengendalikan kutu putih *P. manihoti* (Wyckhuys *et al.* 2018; Thancharoen *et al.* 2018; Le *et al.* 2018; Supartha *et al.* 2020). Pada 2014, *A. lopezi* berhasil didatangkan ke Indonesia untuk mengendalikan *P. manihoti*. Parasitoid ini berhasil diperbanyak dan di lepas di Bogor (Wyckhuys *et al.* 2014). Berbagai laporan menunjukkan bahwa *A. lopezi* mampu menekan pertumbuhan populasi *P. manihoti* dengan tingkat parasitisme mencapai 59% pada lokasi yang berbeda (Le *et al.* 2018; Thancharoen *et al.* 2018; Wyckhuys *et al.* 2018; Fanani *et al.* 2019; Supartha *et al.* 2020). Selama 24 jam, parasitoid ini mampu mematikan lebih kurang 20 ekor nimfa kutu putih *P. manihoti* (Fanani *et al.* 2020b).

*Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) adalah salah satu predator yang paling banyak digunakan sebagai agen pengendalian hayati kutu putih (Kairo *et al.* 2013; Wahyuningsih *et al.* 2019). Wardani (2015) melaporkan bahwa predator *Plesiochrysa ramburi* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) adalah musuh alami kutu putih *P. manihoti* yang banyak ditemukan pada pertanaman singkong. Predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* ditemukan dapat hidup berdampingan di area pertanaman pertanian dikarenakan memiliki sumber makanan yang sama. Adanya dua spesies atau lebih yang memanfaatkan sumber daya yang sama dan terbatas dapat menimbulkan terjadinya kompetisi di

dalamnya (Wang *et al.* 2018). Disamping parasitoid *A. lopezi*, kedua predator tersebut merupakan agen hayati potensial yang banyak ditemukan pada tanaman singkong, akan tetapi informasi terkait perilaku pemangsa antar serangga tersebut belum dilaporkan. Sebagian studi hanya terbatas menjelaskan pada tingkat pemangsa predator (Meyhofer dan Klug 2002; Chong dan Oetting 2007; Mustu dan Kilincer 2014; Pehlivan *et al.* 2017) dan belum ada yang mengkaji sampai pada perilaku interaksi predator-parasitoid secara mendalam.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi peran di antara kedua predator dengan parasitoid *A. lopezi*, mekanisme persaingan yang terjadi, dan keterkaitan di antara kedua musuh alami, serta menilai apakah kombinasi antara dua predator utama dan parasitoid *A. lopezi* dapat bersifat sinergis, antagonis, atau netral.

## BAHAN DAN METODE

### Penyediaan Tanaman Percobaan

Batang singkong dikoleksi dari pertanaman singkong petani. Stek singkong dengan panjang 15 cm dimasukkan dengan posisi tegak ke dalam wadah plastik ( $t = 11.5$  cm,  $d = 8$  cm), lalu air sebanyak 200 ml dimasukkan ke dalam wadah. Bagian atas wadah ditutup dengan sterofoam yang telah dilubangi sesuai diameter stek singkong. Stek singkong dipelihara di dalam kurungan ( $p = 75$  cm,  $l = 50$  cm,  $t = 50$  cm). Tanaman singkong dipelihara hingga muncul enam helai daun sempurna untuk perbanyak kutu putih *P. manihoti*.

Tanaman *T. triangulare* digunakan sebagai tanaman inang (Essien *et al.* 2013). *T. triangulare* ditanam dalam pot kecil ( $d = 8$  cm,  $t = 11.5$  cm). Tanaman yang sudah tumbuh dengan enam helai daun yang berkembang sempurna dapat digunakan sebagai tanaman percobaan.

### Perbanyak Kutu Putih, Parasitoid, dan Predator

Perbanyak serangga dilakukan pada kondisi  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $90 \pm 5\%$  R.H dan periode terang gelap 12:12 L:D. *P. manihoti* berasal dari Laboratorium Bionomi dan Ekologi Serangga, Institut Pertanian Bogor.

Nimfa kutuh putih instar-1 (*crawler*) diinfestasikan pada daun singkong yang masih segar. Daun yang mengandung *P. manihoti* dipotong-potong dan diinfestasikan pada tanaman singkong, sehingga nimfa kutu putih berpindah dan berkembang biak pada bibit singkong yang lainnya. Dua minggu kemudian, kutu putih menjadi nimfa instar-3 dan siap digunakan sebagai inang untuk pembiakan massal parasitoid *A. lopezi* serta untuk pengujian (Fanani *et al.* 2020a).

Sebanyak 15 bibit singkong diinfestasikan  $\pm$  300 ekor nimfa instar-3 dan imago *P. manihoti*, lalu dimasukkan ke dalam kotak kurungan kayu (p = 75 cm, l = 50 cm, t = 50 cm). Pada bagian dalam atap kurungan digantungkan kapas yang dibasahi cairan madu 10%. Selanjutnya, lebih kurang 30 pasang imago *A. lopezi* berasal dari ruang pemeliharaan serangga dimasukkan ke dalam kurungan. Setelah dua minggu, terdapat banyak mumi *P. manihoti* pada daun yang mengering. Mumi-mumi dikoleksi di dalam kapsul gelatin dan dibiarkan sampai muncul imago parasitoid untuk pengujian dan pembiakan massal. Hanya parasitoid betina dengan panjang tubuh  $\pm$  2.5 mm yang dipilih dan dipasangkan dengan seekor jantan untuk memperoleh betina yang fertil. Proses perkawinan jantan dan betina selama 24 di dalam gelas plastik transparan *polyvinyl chloride* (t = 11.5 cm, d = 8 cm). Sebanyak 2-3 tetes larutan madu murni 10% dioleskan ke dalam wadah plastik sebagai sumber makanan imago parasitoid. Tidak ada inang yang disediakan untuk oviposisi selama periode kawin.

Telur, larva, pupa atau imago predator dikoleksi dari kebun pertanaman singkong. Spesimen dibawa ke Ruang Pemeliharaan Serangga, Laboratorium Bionomi dan Ekologi Serangga IPB. Kedua predator diperbanyak secara terpisah. Imago *C. montrouzieri* dipelihara di dalam wadah plastik (d = 30 cm, t = 20 cm) dan disediakan berbagai instar kutu putih *Paracoccus marginatus* sebagai mangsanya pada bibit kentang F2 yang sudah bertunas. Setelah satu bulan kemudian muncul banyak beragam larva *C. montrouzieri* instar-2 dan instar-4 yang siap digunakan untuk percobaan. Sedangkan, imago *P. ramburi* diperbanyak di dalam kurungan kayu (p = 30

cm, l = 30 cm, t = 50 cm). Bibit singkong yang terinfestasi berbagai instar kutu putih *P. manihoti* dimasukkan ke dalam kurungan sebagai mangsanya. Imago predator diberikan makanan buatan berupa campuran madu, ragi dan air dengan perbandingan 1:1:1.

#### **Penyiapan Kutu Putih yang Terparasit *A. lopezi***

Kutu putih *P. manihoti* yang telah terparasit dengan umur hari yang berbeda didapatkan dengan cara membiarkan oviposisi seekor betina *A. lopezi* yang telah kawin berumur 1-2 hari pada nimfa *P. manihoti* instar-3 di dalam cawan petri (t = 15 mm, d = 100 mm) selama 24 jam dengan rasio parasitoid dan kutu putih (5:5). Kutu putih yang terparasit segera dipindahkan ke cawan petri lain pada sehelai daun *T. triangulare* yang masih segar. Kutu putih yang telah terparasit dibiarkan sampai larva parasitoid yang berkembang di dalam tubuhnya mencapai usia yang berbeda-beda (1, 3, 8, dan 14 hari). Umur larva parasitoid mewakili setiap tahap perkembangannya dijadikan sebagai perlakuan, yaitu parasitoid masih tahap telur pada satu hari setelah pemaparan, lalu berkembang menjadi larva instar awal pada hari ketiga, dan larva instar akhir menuju pra pupa pada hari kedelapan hari. Mumi kutu putih sepenuhnya terbentuk dan kutikula inang mengeras setelah kedua belas hingga keempat belas hari (Adriani *et al.* 2016b). Kutu putih yang tidak terparasit dan yang terparasit mengandung larva parasitoid berumur satu dan tiga hari dapat bergerak dan menetap di sepanjang daun. Kutu putih yang sudah mati yang berisi larva parasitoid berumur delapan dan empat belas hari diletakkan pada daun dengan posisi yang sama seperti yang digunakan pada kutu putih yang masih hidup. Kutu putih yang tidak terparasit dikumpulkan langsung dari kurungan pemeliharaan serangga.

#### **Interferensi Predator terhadap *A. lopezi***

Interferensi kedua jenis larva predator terhadap efisiensi *foraging* (pencarian inang) *A. lopezi* dilakukan di dalam ruang pemeliharaan serangga pada suhu  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ , kelembaban  $90 \pm 5\%$  R.H., dan periode terang gelap 12:12 L:D. Arsitektur tanaman *T. triangulare* dengan ukuran yang seragam (t = 10-12 cm, l = 2-3 cm, enam helai daun yang sepenuhnya melebar). Tanaman *T. triangulare*

yang bebas kutu putih ditanam dalam wadah plastik ( $d = 3 \text{ cm}$ ,  $t = 3.5 \text{ cm}$ ). Sebanyak 80 nimfa *P. manihoti* instar-3 yang tidak terparasit dipindahkan secara hati-hati ke daun tanaman percobaan. Tanaman ditempatkan secara individual di dalam kurungan silinder ( $t = 22.3 \text{ cm}$ ,  $d = 10 \text{ cm}$ ).

Parasitoid *A. lopezi* dan masing-masing larva predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* dilepaskan ke setiap kurungan percobaan dengan rasio jumlah parasitoid:predator sebagai berikut: 0:1, 1:0, 1:1, 1:2, dan 1:4. Rasio 0:1 dan 1:0 untuk menetapkan tingkat dasar parasitisme dan pemangsaan masing-masing predator (Chong dan Oeting 2007). Waktu kunjungan, waktu kontak dengan inang hingga frekuensi penetrasi *A. lopezi* pada inangnya dicatat selama satu jam di awal percobaan. Waktu kunjungan yaitu lamanya parasitoid tinggal pada tanaman inang. Waktu kontak parasitoid dengan inang adalah total waktu lamanya pengujian parasitoid terhadap inangnya sampai parasitoid meninggalkan inangnya. Untuk mengetahui jumlah telur parasitoid yang berhasil diletakkan, maka 48 jam setelah pemaparan dilakukan pembedahan pada setiap nimfa kutu putih yang tersisa. Kutu putih diletakkan di atas gelas objek lalu diberikan larutan fisiologis (NaCl), lalu dibedah menggunakan jarum mikro di bawah mikroskop stereo Olympus tipe SZ51 tipe lensa WHSZ10X-H/22 perbesaran empat kali lipat, lalu diamati lagi di bawah mikroskop *compound* Olympus NEA dengan perbesaran  $10\times/0.25$ .

Terjadinya interferensi dapat diketahui dengan cara mengamati penurunan tingkat parasitisisasi dan peningkatan jumlah pemangsaan oleh kedua predator. Parasitoid dan predator dibiarkan untuk mencari mangsa di dalam kurungan percobaan selama 24 jam. Setelah pemaparan, parasitoid dan predator dikeluarkan. Jumlah kutu putih yang terbebas dari pemangsaan dicatat. Selanjutnya, nimfa kutu putih yang bertahan hidup dipelihara selama 15 hari pada cawan petri yang berisi sehelai daun tanaman *T. triangulare* hingga terbentuk mumi kemudian mumi dikumpulkan dan dicatat jumlahnya. Karena jumlah sebenarnya dari kutu putih yang terparasit dan terjadi selama 24 jam tidak diketahui, maka

tidak bisa secara akurat menghitung persen parasitisisasi. Oleh karena itu, tingkat parasitisisasi diperkirakan dengan menghitung jumlah kutu putih terparasit dibagi dengan jumlah total kutu putih yang bertahan hidup dari pemangsaan selama waktu 24 jam. Tingkat pemangsaan dihitung dengan membagi jumlah kutu putih yang berkurang pada akhir periode pemaparan selama 24 jam dengan jumlah awal kutu putih yang disediakan ( $n = 80$  ekor kutu putih). Setiap percobaan ini diulang 20 kali.

#### **Pemangsaan predator pada kutu putih terparasit *A. lopezi***

Nimfa kutu putih yang tidak terparasit dan yang terparasit, dipaparkan secara terpisah pada larva instar-2, instar-3 *P. ramburi*, larva instar-2 dan instar-4 *C. montrouzieri*. Sebelum pengujian, larva predator dipuasakan selama 24 jam. Sebanyak 30 ekor nimfa kutu putih instar-3 *P. manihoti* yang telah terparasit dikoleksi dengan menggunakan kuas kecil dan dipindahkan pada sehelai daun segar *T. triangulare* yang diletakkan ke dalam cawan petri ( $d = 8.5 \text{ cm}$ ,  $t = 1.5 \text{ cm}$ ). Selanjutnya, satu ekor larva predator pada masing-masing instar dimasukkan di dalam cawan petri dan dibiarkan untuk mencari dan mengonsumsi mangsa yang tersedia selama 24 jam. Setelah periode pemaparan selama 24-jam, larva predator dikeluarkan. Jumlah kutu putih yang tidak terparasit dan yang terparasit yang masih tersisa dicatat. Setiap percobaan diulang sebanyak 20 kali.

#### **Analisis Data**

Data percobaan meliputi interferensi predator terhadap parasitisme (tingkat parasitisisasi, tingkat pemangsaan, waktu kunjungan, waktu kontak parasitoid dengan inang, jumlah penetrasi, jumlah telur yang diletakkan, dan superparasitisme) dan pemangsaan predator terhadap kutu putih terparasit *A. lopezi*. Data diperiksa dengan menggunakan ANOVA satu arah. Nilai rata-rata dibandingkan dan dilanjutkan dengan uji *Tukey's Studentized Range* (HSD) pada taraf 5%. Analisis data dilakukan dengan menggunakan program SAS 9.4 (SAS Institute 2015).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam komunitas serangga, interaksi yang kompleks dan lebih spesifik merupakan salah satu faktor penentu utama terjadinya dinamika populasi dan struktur komunitas. Beberapa musuh alami dapat digunakan untuk pengendalian hayati secara kolektif. Namun, beberapa penelitian yang lainnya menegaskan bahwa penggunaan beberapa agen musuh alami untuk mengendalikan hama dapat berdampak negatif atau saling mengganggu sistem pengendalian hayati pada suatu agro-ekosistem (Hindayana *et al.* 2001). Kemampuan musuh alami yang kompleks untuk membatasi populasi hama tergantung pada kekuatan interaksi di antara mereka sendiri. Ada kemungkinan bahwa beberapa pemangsa dapat berinteraksi secara sinergis untuk meningkatkan penekanan populasi hama atau hanya bersifat aditif (Meyhofer dan Klug 2002).

### Interferensi Predator terhadap Perilaku Parasitoid *A. lopezi*

Kehadiran predator memberikan pengaruh yang nyata terhadap waktu yang diperlukan oleh *A. lopezi* untuk menemukan inangnya ( $F_{19,139}=13.61$ ,  $P=0.0001$ ; Tabel 1). Parasitoid memerlukan waktu lebih singkat untuk menemukan inang tanpa adanya gangguan dari larva predator dibandingkan bila terdapat predator. Bahkan bila terdapat empat ekor *P. ramburi* atau *C. montrouzieri*, maka waktu yang diperlukan parasitoid 2-7 kali lebih lama (Tabel 1, kolom 2). Setelah menemukan inang, biasanya parasitoid langsung berinteraksi dan melakukan kontak fisik pada inangnya dengan cara mengetukkan antena atau dengan menusukkan ovipositornya pada bagian abdomen inangnya. Adanya kehadiran predator mampu menurunkan waktu kontak parasitoid dengan inangnya ( $F_{19,139}=9.64$ ,  $P=0.0001$ ). Akan tetapi, tidak berbeda nyata antara tanpa predator dengan kehadiran seekor larva *C. montrouzieri* (Tabel 1, kolom 3).

Tabel 1. Interferensi predator terhadap masa penemuan inang, masa kontak dengan inang, dan masa kunjungan pada tanaman oleh *A. lopezi*

Kelimpahan predator (ekor)	Masa penemuan inang (menit) <sup>1</sup>	Masa kontak dengan inang (menit) <sup>1</sup>	Masa kunjungan pada tanaman (menit)
0 predator	6.66 ± 0.55 <sup>a</sup>	3.91 ± 0.31 <sup>a</sup>	26.20 ± 2.25 <sup>a</sup>
1 <i>P. ramburi</i>	15.11 ± 1.19 <sup>b</sup>	2.09 ± 0.15 <sup>b</sup>	8.46 ± 0.68 <sup>c</sup>
2 <i>P. ramburi</i>	30.14 ± 3.54 <sup>c</sup>	1.54 ± 0.31 <sup>b</sup>	3.39 ± 0.67 <sup>c</sup>
4 <i>P. ramburi</i>	53.61 ± 3.53 <sup>d</sup>	0.12 ± 0.07 <sup>c</sup>	0.71 ± 0.32 <sup>d</sup>
1 <i>C. montrouzieri</i>	15.64 ± 1.60 <sup>b</sup>	3.65 ± 0.33 <sup>a</sup>	13.10 ± 1.91 <sup>b</sup>
2 <i>C. montrouzieri</i>	31.74 ± 4.22 <sup>c</sup>	1.49 ± 0.40 <sup>b</sup>	4.13 ± 0.98 <sup>c</sup>
4 <i>C. montrouzieri</i>	53.60 ± 2.95 <sup>d</sup>	0.58 ± 0.33 <sup>c</sup>	1.16 ± 0.72 <sup>d</sup>

Keterangan: Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan secara nyata (Uji HSD pada taraf 5%)

Kehadiran empat ekor predator *P. ramburi* menunjukkan pengaruh paling tinggi terhadap singkatnya waktu kontak parasitoid *A. lopezi* pada nimfa kutu putih *P. manihoti*. Selanjutnya, kehadiran predator berpengaruh nyata terhadap waktu kunjungan imago betina parasitoid pada tanaman inangnya ( $F_{19,139}=16.65$   $P=0.0001$ ). Parasitoid dapat menghabiskan waktunya 26 menit lebih lama dan lebih leluasa berkunjung pada tanaman inang tanpa kehadiran predator dibandingkan apabila disertai kehadiran predator, meskipun kehadiran satu atau dua ekor predator tidak berbeda nyata (Tabel 1, kolom 4). Akan tetapi,

kehadiran satu hingga empat ekor *P. ramburi* atau *C. montrouzieri* dapat menyebabkan waktu kunjungan parasitoid menjadi relatif sangat singkat. Chong dan Oetting (2007) menunjukkan bahwa predator *C. montrouzieri* dapat mengganggu waktu pencarian parasitoid pada inang *D. dactylopii*. Kehadiran larva predator *C. septempunctata* dapat menurunkan waktu tinggal dan frekuensi kunjungan parasitoid pada tanaman inangnya (Taylor *et al.* 1998). Selain itu, Chong dan Oeting (2007) melaporkan bahwa proporsi parasitoid yang meninggalkan tanaman inang semakin tinggi

dengan bertambahnya kepadatan predator pada tanaman inangnya.

### Interferensi Predator terhadap Aktivitas Oviposisi *A. lopezi*

Pada perlakuan tanpa kehadiran predator, parasitoid menetasikan ovipositorinya 7 kali lebih banyak dibandingkan bila hadir *P. ramburi* atau *C. montrouzieri* ( $F_{19,139}=16.36$ ,

$P=0.0001$ ; Tabel 2, kolom 2). Hasil pembedahan *P. manihoti* yang sebelumnya telah dipaparkan pada imago betina *A. lopezi* tanpa predator menunjukkan bahwa telur yang diletakkan oleh parasitoid mencapai 9 butir lebih banyak daripada bila hadir predator yang hanya mencapai 0-4 butir ( $F_{19,139}=8.21$ ,  $P=0.0001$ ; Tabel 2, kolom 3).

Tabel 2. Interferensi predator terhadap aktivitas oviposisi *A. lopezi*

Kelimpahan predator (ekor)	Frekuensi penetrasi (kali) <sup>1</sup>	Jumlah telur (butir) <sup>1</sup>	Superparasitisme (%) <sup>1</sup>
0 predator	7.70 ± 0.59a	9.85 ± 0.85a	26.36 ± 2.15a
1 <i>P. ramburi</i>	3.45 ± 0.31b	3.15 ± 0.38bc	14.05 ± 4.31b
2 <i>P. ramburi</i>	1.50 ± 0.26c	1.35 ± 0.20cd	1.67 ± 1.66c
4 <i>P. ramburi</i>	0.15 ± 0.11d	0.15 ± 0.08d	0.00 ± 0.00c
1 <i>C. montrouzieri</i>	3.10 ± 0.51b	4.00 ± 0.62b	10.84 ± 2.59b
2 <i>C. montrouzieri</i>	1.25 ± 0.36c	2.80 ± 0.53bc	5.59 ± 2.73bc
4 <i>C. montrouzieri</i>	0.20 ± 0.09d	1.90 ± 0.50c	2.71 ± 1.50bc

Keterangan: Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan secara nyata (Uji HSD pada taraf 5%)

Pada umumnya, imago betina parasitoid hanya meletakkan satu butir telur ke dalam tubuh inangnya. Namun, kadang-kadang juga seekor parasitoid mampu meletakkan lebih dari satu butir telur ke dalam tubuh inang yang sama (*superparasitisme*). Kehadiran kedua predator ternyata dapat mengurangi tingkat *superparasitisme* oleh *A. lopezi* ( $F_{19,79}=12.02$ ,  $P=0.0001$ ). *Superparasitisme* mencapai 26.36% tanpa adanya gangguan predator. Sebaliknya, kehadiran empat ekor larva *P. ramburi* menurunkan peluang terjadinya *superparasitisme* hingga 0% (Tabel 2, kolom 4). Adanya kejadian *superparasitisme* ini bisa jadi sengaja dilakukan oleh parasitoid sebagai bentuk perlawanan untuk menghindari terjadinya enkapsulasi pada telur atau larva parasitoid di dalam tubuh inangnya sehingga peluang hidup pradewasanya hingga berkembang menjadi imago bisa menjadi lebih tinggi dengan adanya *superparasitisme* (Adriani *et al.* 2016a).

Serangga predator dapat menyerang mangsa terparasit sehingga pemangsaan predator mencakup keduanya, baik pada mangsanya secara langsung maupun pada larva parasitoid secara tidak langsung yang berkembang di dalam tubuh mangsa (Mayhofer dan Klug 2002; Chong dan Oetting

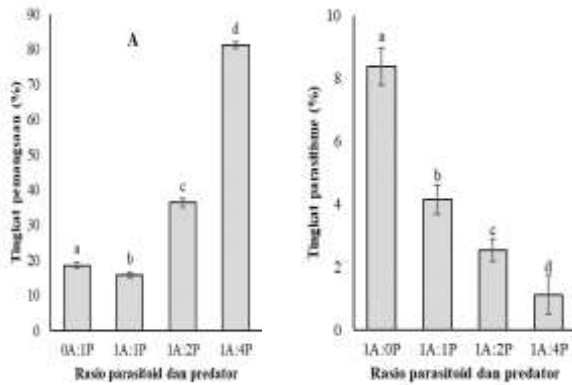
2007; Mustu dan Kilincer 2014, Pehlivan *et al.* 2017).

### Pengaruh Rasio Jumlah Parasitoid dan Predator terhadap Tingkat Pemangsaan dan Parasitisme

Pemangsaan *P. ramburi* per kapita semakin meningkat dengan makin bertambahnya jumlah larva predator. Tingkat dasar pemangsaan (bila hanya seekor predator yang bekerja secara individu) menunjukkan bahwa tingkat pemangsaan berkisar 18% (Gambar 1a). Penambahan jumlah larva *P. ramburi* secara nyata dapat semakin meningkatkan jumlah kutu putih yang dimangsa ( $F_{19,79}=17.260$ ,  $P=0.0001$ ). Adapun penambahan hingga empat ekor menyebabkan tingkat pemangsaan mencapai 81%. Dalam sistem penambahan satu hingga empat ekor larva *P. ramburi* menunjukkan perbedaan secara nyata terhadap tingkat parasitisme *A. lopezi* ( $F_{19,79}=7.660$ ,  $P=0.0001$ ). Penambahan satu hingga empat ekor larva *P. ramburi* menurunkan tingkat parasitisme *A. lopezi* menjadi 4.1-1.1% Gambar 1b).

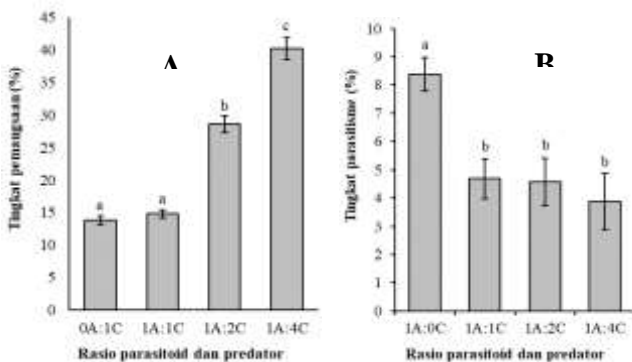
Dengan bertambahnya kerapatan larva *C. montrouzieri* semakin meningkatkan jumlah kutu putih yang dimangsa secara nyata ( $F_{19,79}=12.280$ ,  $P=0.0001$ ). Adanya penambahan satu hingga empat ekor larva *C. montrouzieri* (4.6-3.8%), sedangkan pada

pemangsaan kutu putih dengan empat ekor *C. montrouzieri* dapat mencapai 40% (Gambar 2a).



Gambar 1. Pengaruh rasio parasitoid *A. lopezi* (A) dan predator *P. ramburi* (P) terhadap tingkat pemangsaan dan parasitisme

Penambahan larva *C. montrouzieri* memperlihatkan perbedaan secara nyata terhadap penurunan tingkat parasitisme ( $F_{19,79}=15.715$ ,  $P=0.0001$ ). Selama periode pemaparan selama 24 jam menunjukkan bahwa bila tanpa adanya larva predator dapat menyebabkan tingkat parasitisme mencapai 8.4% (Gambar 2b).



Gambar 2. Pengaruh rasio parasitoid *A. lopezi* (A) dan predator *C. montrouzieri* (B) terhadap tingkat pemangsaan dan parasitisme

Hasil penelitian ini sejalan dengan Zang dan Liu (2007) yang melaporkan bahwa adanya interferensi *Delphastus catalinae* (Horn) (Coleoptera: Coccinellidae) dapat menurunkan tingkat parasitisme secara nyata sebanyak 5.5 kali lipat dari jumlah nimfa kutu kebul yang terparasit oleh *Encarsia Sophia* (Girault dan Dodd) (Hymenoptera: Aphelinidae). Dalam kasus penggunaan tiga jenis serangga predator secara bersamaan, *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae), *Macrolophus pygmaeus* (Rambur) (Hemiptera: Miridae) and *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) (Diptera: Cecidomyiidae) memberikan dampak positif (sinergis) dalam menurunkan populasi kutu daun pada tanaman sayuran (Devee *et al.* 2018). Namun, beberapa spesies predator lainnya dapat berinteraksi secara antagonis dimana mereka saling mengonsumsi dan memengaruhi sistem pengendalian hama (Hindayana *et al.* 2001).

**Pemangsaan predator pada kutu putih terparasit oleh *A. lopezi***

Hasil uji pemangsaan predator terhadap kutu putih terparasit *A. lopezi* menunjukkan bahwa larva instar-2 *P. ramburi* paling banyak memangsa pada kutu putih tidak terparasit ( $F_{19,79}=15.136$ ,  $P=0.0001$ ). Adapun larva instar-3 *P. ramburi* lebih banyak memangsa kutu *P. manihoti* yang tidak terparasit ( $F_{19,79}=7.324$ ,  $P=0.0001$ ). Larva instar-2 dan instar-3 *P. ramburi* mampu membedakan antara mumi kutu putih yang mengeras dan mengandung pupa parasitoid berumur 14-hari setelah terparasit (Tabel 3, baris 3-4)

Tabel 3. Pemangsaan predator terhadap kutu putih yang terparasit *A. lopezi* pada usia yang berbeda

Pemangsaan predator	Perlakuan tahapan usia kutu putih terparasit oleh <i>A. lopezi</i>				
	Kontrol <sup>1</sup>	1 hari <sup>1</sup>	3 hari <sup>1</sup>	8 hari <sup>1</sup>	14 hari <sup>1</sup>
<i>P. ramburi</i> instar-2	16.70 ± 0.69a	14.25 ± 0.69b	12.85 ± 0.57b	6.35 ± 0.61c	0.40 ± 0.13d
<i>P. ramburi</i> instar-3	22.00 ± 0.48a	19.25 ± 0.79b	15.60 ± 0.85c	9.60 ± 0.33d	0.85 ± 0.29e
<i>C. montrouzieri</i> instar-2	11.60 ± 0.68a	11.95 ± 0.67a	10.20 ± 0.67a	3.70 ± 0.37b	0.10 ± 0.06c
<i>C. montrouzieri</i> instar-4	19.55 ± 0.65a	18.65 ± 0.67a	14.90 ± 0.81b	6.65 ± 0.41c	0.15 ± 0.08d

Keterangan: Nilai pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan secara nyata (Uji HSD pada taraf 5%)

Perbedaan dalam tingkat kemampuan pemangsaan berbagai jenis predator yang berbeda spesies terhadap kutu putih yang tidak

terparasit ataupun yang terparasit ini berkaitan dengan adanya perbedaan morfologi mangsanya, dan adanya perubahan

karakteristik fisik dan kimia pada mangsa kutu putih yang telah terparasit. Preferensi dari predator untuk mangsa yang terparasit dengan usia pradewasa parasitoid yang berbeda-beda mungkin tergantung pada kondisi fisiologis dan perubahan morfologi terkait dengan status perkembangan larva parasitoid (Rosenheim 2005). Studi lain melaporkan bahwa predator *O. niger* mampu memangsa telur yang terparasit dan yang tidak terparasit, meskipun predator lebih banyak mengonsumsi telur yang terparasit *E. kuehniella* (Pehlivan *et al.* 2017).

Larva instar-2 *C. montrouzieri* lebih banyak memangsa pada kutu putih tidak terparasit dan yang terparasit 1-, dan 3-hari ( $F_{19,79}=11.6996$ ,  $P=0.0001$ ). Larva instar-4 *C. montrouzieri* paling banyak memangsa pada kutu putih tidak terparasit dan yang terparasit mengandung parasitoid berumur 1-hari ( $F_{19,79}=9.901$ ,  $P=0.0001$ ). Kedua larva instar-2 dan instar-4 *C. montrouzieri* juga mendiskrimasi mumi kutu putih yang mengandung pupa parasitoid berumur 14-hari (Tabel 3, baris 5-6). Hal ini sejalan dengan Mustu & Kilincer (2014) yang melaporkan bahwa pemangsaan tertinggi oleh larva instar-4 *N. kreissli* terdapat pada kutu putih yang terparasit 2-hari dan tidak berbeda dengan kutu putih yang terparasit 4-hari dan kontrol (tidak terparasit), sedangkan pemangsaannya paling rendah pada kutu putih yang terparasit 6-hari. Pehlivan *et al.* (2017) menunjukkan bahwa *Orius niger* Wolff (Hemiptera: Anthocoridae) lebih banyak mengonsumsi *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Lepidoptera) yang terparasit 3-hari daripada 6-hari oleh *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). Kutu putih yang tidak terparasit lebih disukai untuk dimangsa oleh predator instar-4 *C. montrouzieri* daripada yang terparasit 1-, 4-, 7-, dan 14-hari oleh *Leptomastix dactylopii* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) (Chong & Oetting 2007).

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kehadiran predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* dapat menimbulkan dampak negatif (antagonis)

terhadap *A. lopezi*. Penambahan 1-4 ekor predator dapat meningkatkan nilai pemangsaan oleh *C. montrouzieri* dari 13-40% dan oleh *P. ramburi* dari 18-81%. Hal ini dapat berdampak pada penurunan tingkat parasitisme *A. lopezi* dari 8% menjadi 1%. Pengendalian kutu putih singkong *P. manihoti* sebaiknya hanya menggunakan parasitoid *A. lopezi* tanpa kehadiran predator. Untuk menguatkan hasil penelitian ini, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut pada skala lapangan atau rumah kaca.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi melalui Program PMDSU.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdulchalek B, Rauf A, Pudjianto. 2017. Kutu putih singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae): Persebaran Geografi di Pulau Jawa dan rintisan pengendalian hayati. *Jurnal Hama dan Penyakit Tropika*. 17(1):1-8.
- Adriani E, Rauf A, Pudjianto. 2016a. Laju enkapsulasi parasitoid *Anagyrus lopezi* (De Santis) (Hymenoptera: Encyrtidae) oleh kutu putih singkong *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 13(3):147-155.
- Adriani E, Rauf A, Pudjianto. 2016b. Preferensi, kesesuaian dan parasitisme *Anagyrus lopezi* (De Santis) (Hymenoptera: Encyrtidae) pada berbagai instar kutu putih singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) [tesis]. Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Altaf, R, Ullah Z, Darko DA, Iqbal A, Khan MS, Asif, M. 2022. Molecularly imprinted polymers for the detection of chlorpyrifos (an organo phosphate pesticide). *ASEAN Journal of Science and Engineering*. 2(3):257-266.



- Barilli DR, Pietrowski V, Wengrat AP, Gazola D, Ringenberg R. 2014. Biological characteristics of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Hemiptera: Pseudococcidae). *Revista Colombiana de Entomología*. 40(1):21-24.
- Chong JH, Oetting RD. 2007. Functional response and progeny production of the Madeira mealybug parasitoid, *Anagyrus* sp. nov. nr. sinope: the effects of host and parasitoid densities. *Biological Control*. 39(3):320-328.
- Devee A., Arvaniti K., Perdikis D. 2018. Intraguild predation among three aphidophagous predators. *Bulletin of Insectology*. 71(1):11-19.
- Essien AR, Odebiyi AJ, Ekanem, SM. 2013. Alternate host plant of *Phenacoccus manihoti* Matile Ferrero (Homoptera: Pseudococcidae), the cassava mealybug. *Journal of Agricultural Environment and Management*. 2(12):457-466.
- Fanani MZ, Rauf A, Maryana N, Nurmansyah A, Hindayana D. 2019. Geographic distribution of the invasive mealybug *Phenacoccus manihoti* and its introduced parasitoid *Anagyrus lopezi* in parts of Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 20(12):3751-3757.
- Fanani MZ, Rauf A, Maryana N, Nurmansyah A, Hindayana D. 2020a. Parasitism disruption by ants of *Anagyrus lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoid of cassava mealybug. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21(6):2337-2343.
- Fanani MZ, Rauf A, Maryana N, Nurmansyah A, Hindayana D. 2020b. Parasitism of cassava mealybug by *Anagyrus lopezi*: Effects of varying host and parasitoid densities. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21(10):4973-4980.
- Graziosi I, Minato N, Alvarez E, Ngo DT, Hoat TX, Aye TM, Pardo JM, Wongtiem P, Wyckhuys KAG. 2016. Emerging pests and diseases of Southeast Asian cassava: a comprehensive evaluation of geographic priorities, management options and research needs. *Pest Management Science*. 72(6):1071-1089.
- Hindayana D, Meyhofer R, Scholz, Poehling H. 2001. Intraguild predation among the Hoverfly *Episyrphus balteatus* de Geer (Diptera: Syrphidae) and Aphidophagous Predators. *Biological Control*. 20(3):236-246.
- Joshi S, Pai SG, Deepthy KB, Ballal CR, Watson GW. 2020. The cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Coccothraupidae: Pseudococcidae) arrives in India. *Zootaxa*. 4772(1).
- Kairo MTK, Paraiso O, Gautam RD, Peterkin DD. 2013. *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Coccinellidae: Scymninae): A review of biology, ecology, and use in biological control with particular reference to potential impact on non-target organisms. *CAB Review* 8:1–20.
- Le TTN, Graziosi I, Ciria TM, Gates MW, Parker L, Wyckhuys KAG. 2018. Landscape context does not constrain biological control of *Phenacoccus manihoti* in intensified cassava systems of southern Vietnam. *Biological Control*. 121:129-139.
- Meyhofer R, Klug T. 2002. Intraguild predation on the aphid parasitoid *Lysiphlebus fabarum* (Marshall) (Hymenoptera: Aphididae): mortality risks and behavioral decisions made under the threats of predation. *Biological Control*. 25(3):239-248.
- Mustu M, Kilincer N. 2014. Intraguild predation of *Planococcus ficus* parasitoids *Anagyrus pseudococci* and *Leptomastix dactylopii* by *Nephus kreissli*. *Biocontrol Science and Technology*. 24(3):257-269.
- Pehlivan S, Kurtuluş A, Alinç T, Atakan E. 2017. Intraguild predation of *Orius niger* (Hemiptera: Anthoridae) on *Trichogramma evanescens* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *European Journal of Entomology*. 144:609-613.
- Rosenheim JA. 2005. Intraguild predation of *Orius tristicolor* by *Geocoris* spp. and the paradox of irruptive spider mite dynamics in California cotton. *Biological Control*. 32(1):172-179.

- Sartiama D, Watson GW, Roff MMN, Hanifah MA, Idris AB. 2015. First record of cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* (Hemiptera: Pseudococcidae) in Malaysia. *Zootaxa*. 3957(2): 235-238.
- SAS Institute. 2015. SAS 9.4 User's® Guide: Statistic. SAS Institute.
- Supartha IW, Yudha IKW, Wiradana PA, Susila IW. 2020. Response of parasitoids to invasive pest *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) on cassava crop in Bali, Indonesia. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*. 21(10):4543-4549.
- Taylor AJ, Müller CB, Godfray HCJ. 1998. Effect of aphid predators on oviposition behavior of aphid parasitoids. *Journal Insect Behavior*. 11(2):297-302.
- Thancharoen A, Lankaew S, Moonjuntha P, Wongphanuwat T, Sangtongpraow B, Ngoenklan R, Wyckhuys KAG. 2018. Effective biological control of an invasive mealybug pest enhances root yield in cassava. *Journal Pest Science*. 91(4):1199-1211.
- Wahyuningsih E, Rauf A, Santoso S. 2019. Biologi, neraca hayati, dan pemangsaan *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Coleoptera: Coccinellidae) pada *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *J Entomol Indones*. 16(1):18-28.
- Wang Y, Wul H, Wang S, Shi W. 2018. Dynamics of intraguild predation systems with intraspecific competition. *Bulletin of Mathematical Biology*. 80(9):2408-2434.
- Wardani N. 2015. Kutu putih singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae), hama invasif baru di Indonesia. [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wyckhuys KAG, Rauf A, Ketelaar J. 2014. Parasitoid introduced into Indonesia: part of a region-wide campaign to tackle emerging cassava pests and diseases. *Biocontrol News and Information*. 35(4):35-37.
- Wyckhuys KAG, Wongtiem P, Rauf A, Thancharoen A, Heimpel GE, Le NTT, Fanani MZ, Gurr GM, Lundgren JG, Burra DD, Palao LK, Hyman G, Graziosi I, Le V, Cock MJW, Tschamntke T, Wratten SD, Nguyen LV, You M, Lu Y, Ketelaar JW, Goergen G and Neuenschwander P. 2018. Continental-scale suppression of an invasive pest by a host-specific parasitoid underlines both environmental and economic benefits of arthropod biological control. *PeerJ* 6:e5796; doi:10.7717/peerj.5796.
- Yonow T, Kriticos DJ, Ota N. 2017. The potential distribution of cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*), a threat to food security for the poor. *PLoS ONE*. 12(3): e0173265. doi:10.1371/journal.pone.0173265.
- Zang LS, Liu TX. 2007. Intraguild interactions between an oligophagous predator, *Delphastus catalinae* (Coleoptera: Coccinellidae), and a parasitoid, *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae), of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *Biological Control*. 41(1):142-150.