

DINAMIKA POPULASI KUTU PUTIH *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) DAN MUSUH ALAMINYA PADA TANAMAN SINGKONG

Population Dynamic of Paracoccus marginatus Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) and Its Natural Enemies

Muhammad Zainal Fanani^{1*}, Aunu Rauf², Nina Maryana², Ali Nurmansyah², Dadan Hindayana²

¹ Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Djuanda
Jalan Tol Ciawi No 1, Kotak Pos 35 Ciawi-Bogor, 16720

² Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor
Jalan Raya Dramaga, Kampus IPB Dramaga Bogor, 16680

*E-mail: muhammad.zainal@unida.ac.id

Diterima 23 Februari 2024/Disetujui 30 April 2024

ABSTRACT

Paracoccus marginatus Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) is one of the most dominant mealybugs found on cassava. This pest was firstly detected in Indonesia in 2008. Parasitoid *Acerophagus papayae* Noyes & Schauff (Hymenoptera: Encyrtidae) are exotic biological agents that have the potential to control mealybugs in many countries. This study was aimed to draw the population dynamic of *P. marginatus* and its natural enemies in the field. Monitoring were conducted by observed 50 plants per month. The objects were observed including the incidence and population of mealybug attacks, the percentage of parasitization and hyperparasitization as well as the population of predator insects on three cassava fields for 12 consecutive months. The highest incidence and attack rate of mealybugs were 26% and 64% respectively during the dry season. *A. papayae* was able to suppress the population of *P. marginatus* between 1-15 individuals per plant with a parasitization rate of 9-16%. The parasitization dynamics of parasitoid depend on the abundance of mealybugs in the field. The hyperparasitoid insects found attacking *A. papayae* were *Chartocerus sp.* (Hymenoptera: Signiphoridae) and *Prochiloneurus sp.* (Hymenoptera: Encyrtidae). Hyperparasitization of *Chartocerus sp.* in *A. papayae* it ranges from 0.87-1.05%, while hyperparasitization of *Prochiloneurus sp.* in *A. papayae* it ranges from 0.47-1.35% per plant. The predators *Plesiochrysa ramburi* and *Cryptolaemus montrouzieri* have very low populations in the field so it will not have a significant impact on the mealybug population fluctuation.

Keywords: alien pest, biological control, invasive, observation

ABSTRAK

Kutu putih *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) merupakan salah satu hama yang paling dominan pada tanaman singkong (*Manihot esculenta*). Hama ini pertama kali terdeteksi di Indonesia pada tahun 2008. Parasitoid *Acerophagus papayae* Noyes & Schauff (Hymenoptera: Encyrtidae) merupakan agens hayati eksotik yang potensial mengendalikan kutu putih di banyak negeri. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji dinamika penekanan populasi *P. marginatus* oleh musuh alami di lapang. Monitoring dilakukan dengan cara mengamati 50 tanaman contoh setiap bulannya. Peubah yang diamati meliputi insidensi serangan dan populasi kutu putih, persentase parasitasi dan hiperparasitasi serta populasi predator pada tiga kebun singkong selama 12 bulan berturut-turut. Insidensi serangan dan tingkat serangan kutu putih tertinggi masing-masing sebesar 26% dan 64% terjadi pada musim kemarau. Parasitoid *A. papayae* mampu menekan populasi *P. marginatus* antara 1-15 ekor per tanaman dengan tingkat parasitasi 9-16%. Dinamika parasitasi parasitoid bergantung pada kelimpahan kutu putih di lapangan. Hiperparasitoid yang ditemukan menyerang parasitoid tersebut adalah *Chartocerus sp.* (Hymenoptera: Signiphoridae) dan *Prochiloneurus sp.* (Hymenoptera: Encyrtidae). Hiperparasitasi *Chartocerus sp.* pada *A. papayae* berkisar 0.87-1.05%, sedangkan hiperparasitasi *Prochiloneurus sp.* pada *A. papayae* berkisar 0.47-1.35% per tanaman. Predator *Plesiochrysa ramburi* dan *Cryptolaemus montrouzieri* sangat rendah populasinya di lapangan sehingga tidak memberikan dampak yang nyata terhadap fluktuasi populasi kutu putih.

Kata kunci: hama asing, invasif, observasi, parasitoid, pengendalian hayati

PENDAHULUAN

Salah satu hama penting utama pada tanaman singkong adalah *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). Hama ini secara invasif menyerang tanaman, terutama pada tunas dan daun-daun muda bagian pucuk dan daun tanaman. *P. marginatus* merusak tanaman dengan cara menusukkan stiletnya pada daun dan batang singkong, kemudian mengeluarkan cairan toksik yang dapat menyebabkan pertumbuhan tunas-tunas muda menjadi terhambat, daun-daun mengeriting, menjadi layu dan berguguran (Wardani, 2015; Sharma dan Muniappan, 2022). *P. marginatus* berasal dari Meksiko, Amerika Tengah. Hama ini bersifat polifag pada 49 famili dan 135 genus tumbuhan yang menjadi inangnya (Krishnan *et al.* 2016; Bragard *et al.* 2023). Beberapa tanaman yang seringkali terserang hama ini adalah pepaya, jarak pagar, dan singkong (Maharani *et al.* 2016). *P. marginatus* berhasil menginvasi berbagai komoditi di berbagai negara yang ada di Amerika, Afrika, Australia, dan Asia (Zhao *et al.* 2024). Akibat serangan hama ini dapat menurunkan hasil secara signifikan (Kansiime *et al.* 2023).

Sejak awal terdeteksinya *P. marginatus* pada tanaman pepaya di Indonesia, dalam kurun waktu 2.5 tahun dilaporkan hama ini menginvestasi berbagai komoditas pertanian lainnya termasuk singkong dan menyebabkan kehilangan hasil mencapai 58% (Maharani *et al.* 2016; Kansiime *et al.* 2023). Berbagai upaya pengendalian telah dilakukan, antara lain eradikasi pada tanaman terserang, mengganti dengan tanaman yang relatif tahan, dan pengendalian dengan berbagai insektisida (Gogoi *et al.* 2023). Namun demikian, dari sekian banyak upaya yang dilakukan belum ada teknik pengendalian yang efisien dan efektif dalam menghentikan invasi hama ini. Pengendalian hama *P. marginatus*

dilaporkan berhasil dilakukan dengan mengintroduksi parasitoid *A. papayae*. Kehadiran parasitoid tersebut mampu menurunkan populasi dan serangan kutu putih *P. marginatus* secara signifikan dengan tingkat parasitisasi mencapai 45% pada nimfa instar-2 *P. marginatus* (Le *et al.* 2023). Parasitoid *A. papayae* ini diperkirakan masuk di Indonesia tanpa disengaja bersamaan dengan masuknya *P. marginatus* (Zhao *et al.* 2024).

Pengendalian hayati dengan menggunakan musuh alami (parasitoid) memiliki banyak keunggulan, antara lain bersifat permanen dalam mengendalikan hama pada tingkat yang aman secara berkelanjutan, tidak mencemari lingkungan, aman bagi manusia, tidak membutuhkan banyak biaya untuk pekerja sesudah pelepasan, ketika parasitoid berhasil menetap dan menekan populasi hamanya di lapangan (Wyckhuys *et al.* 2018). Akan tetapi sejauh ini, belum dilaporkan kajian khusus terkait pengendalian hayati secara berkala terhadap *P. marginatus*, khususnya dengan menggunakan parasitoid. Oleh karena itu, diharapkan informasi ini dapat menunjukkan peranan *A. papayae* dalam mengendalikan kutu putih *P. marginatus*.

METODOLOGI

Metode

Kegiatan monitoring populasi kutu putih *P. marginatus* beserta musuh alaminya dilakukan setiap dua minggu per bulan pada kebun singkong di Kabupaten Bogor (Kecamatan Sukaraja, Dramaga, dan Rancabungur) selama musim kemarau (Mei - September 2018) dan musim hujan (Oktober 2018 - April 2019) (n = 12 lokasi). Data curah hujan di Bogor diperoleh dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Stasiun Klimatologi Bogor. Protokol survei lapang dilakukan di beberapa lokasi secara berkelanjutan selama 12 bulan (Graziosi *et al.* 2016; Wyckhuys *et al.* 2018; Le *et al.* 2018;

Fanani *et al.* 2019) dan fokus pada kebun singkong yang ditanam secara monokultur, umur tanaman seragam, dan merupakan area utama pertanaman singkong di Bogor. Sebanyak lima transek linier dipilih secara acak per kebun, masing-masing dipilih 10 tanaman sampel (jarak antar tanaman 0.8 m).

Tanaman contoh di setiap transeknya dimulai dari tanaman baris ketiga dari tanaman singkong bagian tepi kebun. Total 50 tanaman sampel per kebun diamati terkait dengan kelimpahan serangga kutu putih *P. marginatus*, musuh alami terdiri dari predator (*P. ramburi* dan *C. montrouzieri*) dan parasitoid *A. papayae*. Tingkat tanaman terserang kutu putih dikategorikan sebagai proporsi tanaman yang terserang (insidensi serangan kutu putih), rata-rata *P. marginatus* per tanaman (kelimpahan kutu putih), dan tingkat kerusakan pucuk tanaman. Pucuk tanaman diberikan skor seperti skor 0 = tanaman sehat, skor 1 = daun mengeriting, skor 2 = pucuk tanaman mengerdil (*bunchy top*), skor 3 = daun mengeriting dan terjadi pemendekan ruas-ruas batang (distorsi), skor 4 = daun-daun berguguran (Fanani *et al.* 2019). Identifikasi kutu putih di lapangan berdasarkan pada karakteristik morfologi seperti pewarnaan dan panjang filamen lilin pada abdomennya (Parsa *et al.* 2012).

Semua sampel yang diperoleh dari kebun dimasukkan ke dalam kertas sampel dan disimpan di dalam *cooler box* selama perjalanan lalu dibawa ke dalam laboratorium Bionomi kemudian Ekologi Serangga IPB untuk proses pemeliharaan sampai muncul parasitoid. Jumlah nimfa kutu putih instar-2, -3, imago, mumi berlubang dan tidak berlubang dihitung dan dicatat. Selanjutnya, mumi-mumi dikoleksi secara terpisah di dalam kapsul gelatin.

Nimfa *P. marginatus* per tanaman contoh dipelihara pada kentang G2 yang telah bertunas pada wadah plastik (d = 4.5 cm, t = 6.5 cm), kemudian ditutup dengan penutup yang dilapisi kain kasa. Semua sampel pucuk tanaman yang terinfestasi

kutu putih dipelihara di dalam laboratorium pada suhu 27 - 30 °C, kelembapan 65 - 70%, dan siklus pencahayaan harian 12 jam terang dan 12 jam gelap kemudian diamati setiap hari selama tiga hingga empat minggu untuk kemunculan parasitoid atau hiperparasitoid. Spesimen disimpan di dalam tabung *ependorf* yang berisi alkohol 70% dan diberikan label sesuai dengan kode alfanumerik dari setiap kebun yang dikunjungi untuk identifikasi.

Analisis Data

Semua data dari lapangan ditabulasi di MS. Excel yang terdiri atas kelimpahan kutu putih, dan predator, serta jumlah tanaman yang terserang kutu putih. Tingkat parasitisasi dihitung dengan cara jumlah parasitoid yang muncul dibagi dengan jumlah kutu putih per tanaman contoh, sedangkan untuk tingkat hiperparasitoid dihitung dengan cara jumlah hiperparasitoid yang muncul dibagi dengan jumlah parasitoid primer dan hiperparasitoidnya lalu dikalikan 100. Nilai insidensi serangan kutu putih dihitung dengan cara membagi total tanaman terserang dibagi total tanaman yang diamati, sedangkan intensitas kerusakan tanaman di setiap kebun (I) dihitung dengan menggunakan formula berdasarkan Townsend dan Heuberger (1943):

$$I = \frac{\sum_{i=1}^5 n_i \times v_i}{N \times V} \times 100\%$$

dengan n_i adalah jumlah pucuk tanaman dengan skor kerusakan ke- i , v_i adalah nilai skor kerusakan pucuk tanaman ke- i , N adalah total jumlah pucuk tanaman yang diamati, dan V adalah nilai skor kerusakan tertinggi.

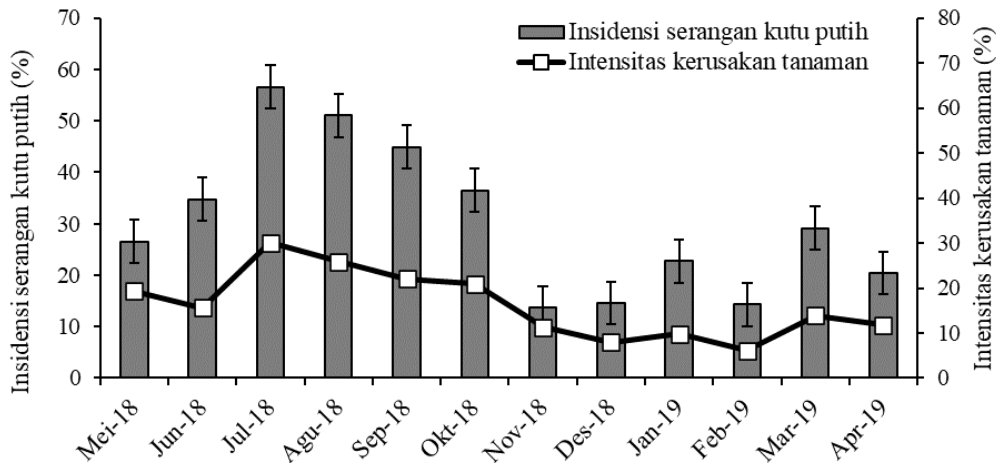
HASIL DAN PEMBAHASAN

Insidensi, Intensitas Serangan, dan Populasi Kutu Putih *P. marginatus*

Secara keseluruhan, ditemukan empat spesies kutu putih (Pseudococcidae) pada tanaman singkong yang diamati meliputi *P. manihoti*, *P. marginatus*,

Ferrisia virgata, dan *Pseudococcus jackbeardsleyi* dengan total serangga berjumlah 32.951 ekor kutu putih. Pada pengamatan serangga secara berkala menunjukkan bahwa insidensi serangan

kutu putih *P. marginatus* yang paling tinggi yaitu 64%, ± 11.13 dengan tingkat kerusakan tanaman yang terserang kutu putih mencapai $26\% \pm 5.86$ (Gambar 1).



Gambar 1. Insidensi serangan kutu putih dan intensitas kerusakan tanaman singkong

Kondisi iklim meliputi suhu, hari hujan, dan kelembaban. Kondisi ketiga unsur iklim tersebut tidak menunjukkan perbedaan secara signifikan. Adapun suhu

rata-rata bulanan berkisar antara 25-26⁰C, rata-rata hari hujan berkisar antara 23-30 hari, dan rata-rata kelembaban berkisar antara 79-84% (Tabel 1).

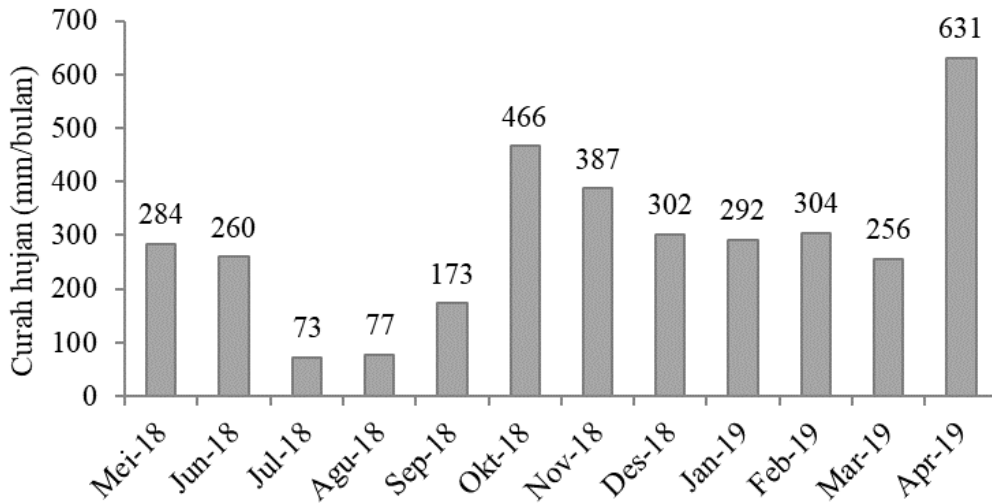
Tabel 1. Kondisi iklim selama monitoring serangga di lapangan

Data iklim	Mei-18	Jun-18	Jul-18	Agu-18	Sep-18	Okt-18	Nov-18	Des-18	Jan-19	Feb-19	Mar-19	Apr-19
Suhu (°C)	26,6	26,2	25	25,9	25,3	26,6	26,4	26,1	25,8	25,2	26	25,7
Hari hujan (hari)	26	27	28	30	28	30	28	30	23	24	24	23
Kelembaban (%)	81	79	83	84	80	79	83	84	84	83	83	84

Sumber: BMKG (2020)

Adapun populasi kutu putih *P. marginatus* ketika awal pengamatan pada saat memasuki musim kemarau di bulan Mei 2018 masih rendah berkisar 1 ekor per tanaman, seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan menunjukkan adanya peningkatan populasi kutu putih. Tingginya tingkat insidensi serangan dan kerusakan tersebut terjadi pada musim kemarau, tepatnya pada Juli 2018 dengan rata-rata curah hujan harian 73 mm (Gambar 2). Sebaliknya, pada Agustus 2018 hingga April 2019, tingkat insidensi serangan kutu putih dan kerusakan tanaman cenderung mengalami penurunan secara signifikan. Penurunan tersebut terjadi saat memasuki musim hujan dengan curah hujan yang

cenderung meningkat 466 mm pada Oktober 2018 hingga 631 mm pada April 2019 (BMKG, 2020). Wardani (2015) melaporkan bahwa tingkat serangan kutu putih paling rendah terjadi pada saat musim hujan dengan intensitas curah hujan yang tinggi 429-636 mm/bulan. Dinamika peningkatan musim hujan dan curah hujan secara tidak langsung dapat berdampak terhadap penurunan populasi serangga. Adanya curah hujan pada pertanaman singkong dapat menyebabkan kutu putih berjatuh dan membawanya berpindah ke tempat yang lebih rendah melalui aliran air hujan sehingga menyebabkan kematian serta berdampak pada menurunnya populasi kutu putih (Carrieri *et al.* 2023).

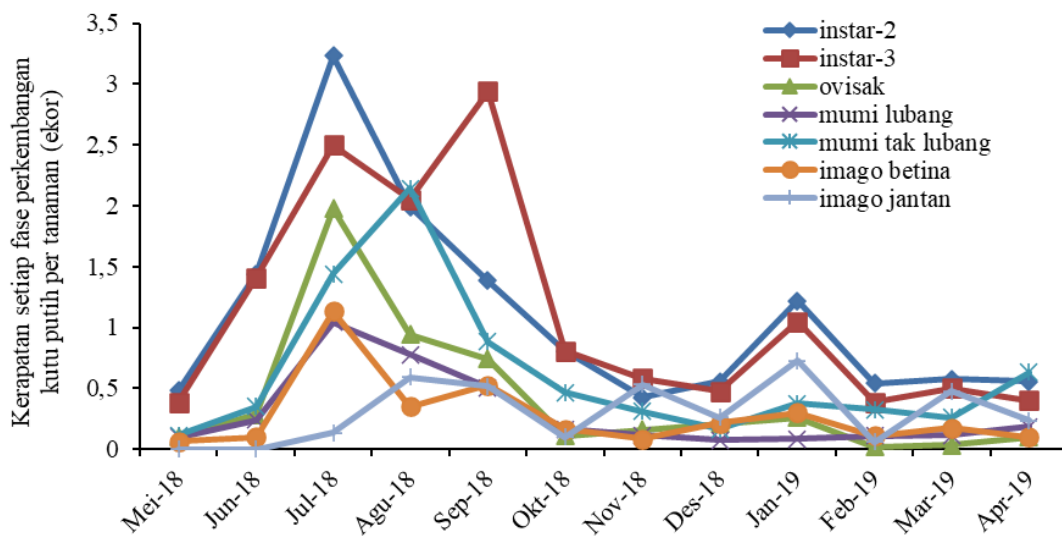


Gambar 2. Curah hujan di lokasi penelitian per bulan (BMKG, 2020)

Dinamika perubahan iklim dan curah hujan yang tinggi dapat memberikan pengaruh yang cukup signifikan terhadap dinamika penurunan dan peningkatan populasi serangga hama, akibatnya beberapa komoditi pertanian mengalami kehilangan hasil yang signifikan. Perubahan iklim yang ekstrem juga berpengaruh terhadap penyebaran serangga (Carrieri *et al.* 2023; Subedi *et al.* 2023; Bhamare *et al.* 2023; Shope *et al.* 2023; Zhao *et al.* 2024). Secara keseluruhan, puncaknya populasi kutu putih instar-2 hingga imago ditemukan pada Juli 2018 dengan jumlah rata-rata kutu putih berkisar

2-3 ekor, sedangkan populasinya paling rendah ditemukan pada Februari-April 2019. Tingginya populasi kutu putih di lapang seringkali ditemukan dengan adanya koloni semut yang memanfaatkan embun madu kutu putih sebagai salah satu sumber makanannya. Secara tidak langsung kehadiran semut dapat menurunkan tingkat keefektifan parasitoid (Fanani *et al.* 2020b).

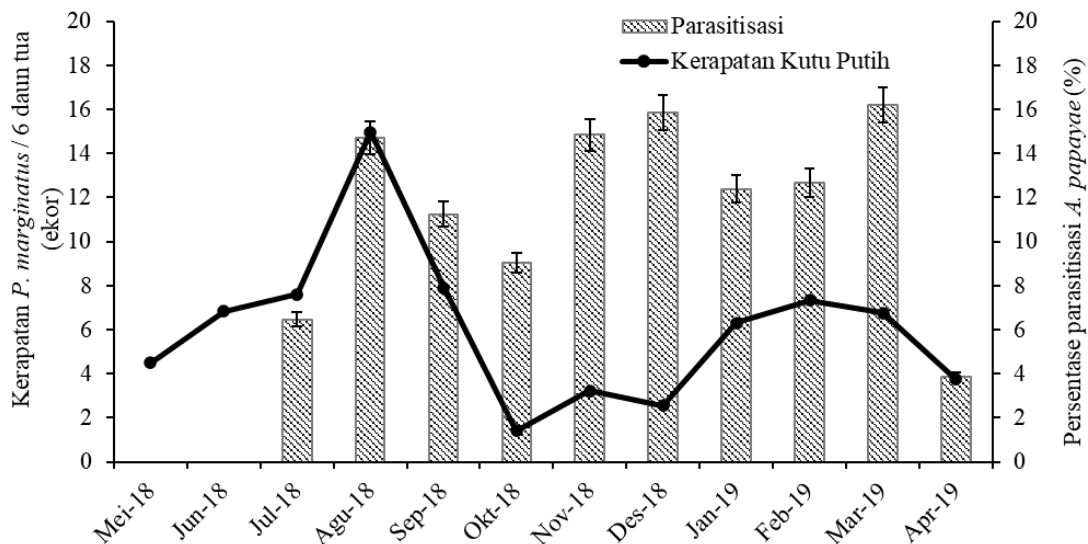
Populasi komposisi fase perkembangan kutu putih mengalami penurunan secara berkelanjutan terjadi pada musim hujan pada Oktober 2018 - April 2019 (Gambar 3).



Gambar 3. Dinamika populasi setiap fase perkembangan kutu putih *P. marginatus*

Pada waktu pengamatan awal di bulan Mei 2018 menunjukkan bahwa populasi kutu putih *P. marginatus* cukup rendah yaitu sekitar 4 ± 1.9 ekor per tanaman, sedangkan parasitoid *A. papayae* masih belum didapatkan dari lapang pada Mei-Juni 2018 (Gambar 4). Populasi kutu putih ini paling tinggi 15 ± 0.82 ekor per tanaman

pada Agustus 2018, sedangkan rata-rata parasitisasi *A. papayae* pada saat tersebut sebesar $14\% \pm 2.84$. Populasi kutu putih paling rendah terjadi di musim hujan pada Oktober 2018 dengan kerapatan kutu putih per tanaman sekitar 1.4 ± 0.65 ekor pertanaman dan diikuti dengan tingkat parasitisasi *A. papayae* $9\% \pm 6.59$.



Gambar 4. Dinamika populasi kutu putih *P. marginatus* (instar-2, instar-3, dan imago) dan tingkat parasitisasi *A. papayae*

Terjadinya sedikit kenaikan dan penurunan populasi kutu putih setiap bulannya hingga April 2019 dengan jumlah kutu putih pertanaman berkisar $1-7 \pm 0.65-0.89$ ekor per tanaman dan juga diikuti oleh naik turunnya parasitisasi *A. papayae* berkisar antara $4-16\% \pm 3.15-6.7$ per tanaman setiap bulannya. Naik turunnya tingkat parasitisasi tergantung kepadatan inangnya (Fanani *et al.* 2023; Waliyudin *et al.* 2023). Le *et al.* (2024) dan Opisa *et al.* (2024) melaporkan bahwa *A. papayae* memiliki potensi yang sangat baik mengendalikan kutu putih *P. marginatus* secara signifikan di Vietnam dan Kenya hingga populasi kutu putih tetap rendah di lapangan.

Beberapa parasitoid dilaporkan berpotensi untuk mengendalikan *P. marginatus* meliputi *Apoanagyrus* nr. *californicus*, *Pseudaphycus* sp., *A. loecki*, *A. papayae* and *Pseudleptomastix*

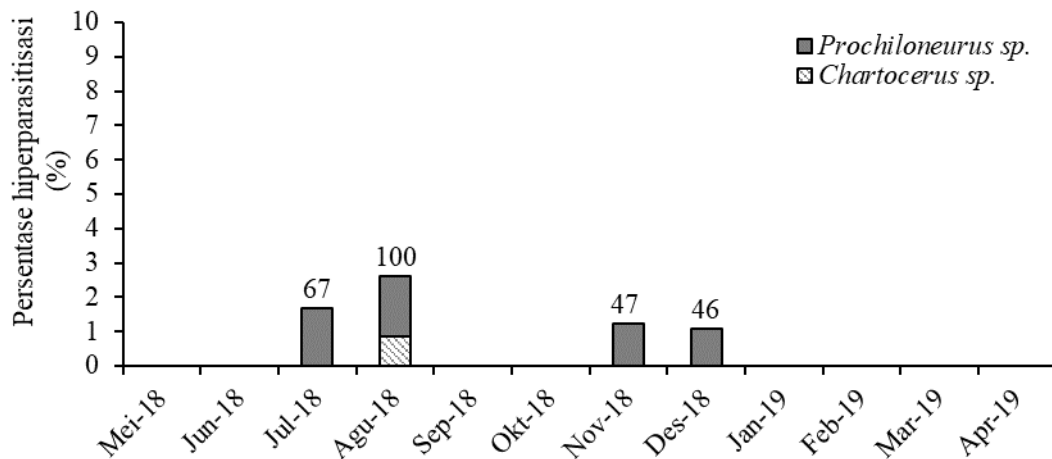
mexicana (Encyrtidae) (Sharma dan Muniappan, 2022). Parasitoid *A. papayae* merupakan parasitoid eksotik asal Meksiko, Amerika Selatan. Terjadinya pengendalian hayati klasik pada kutu putih ini berlangsung tanpa sengaja melalui proses introduksi sehingga dapat disebut sebagai pengendalian hayati yang secara kebetulan (*fortuitous biological control*) (Gutierrez *et al.* 2023; Muniappan dan Das, 2023). Hal serupa juga terjadi pada pengendalian hayati kutu putih *Phenacoccus peruvianus* Granara de Willink oleh parasitoid *Acocerophagus* n. sp. near *coccois* di Spanyol (Beltra *et al.* 2013) dan kehadiran parasitoid *A. lopezi* yang dilaporkan berhasil mengendalikan *P. manihoti* di Indonesia (Fanani *et al.* 2020a; Fanani *et al.* 2019; Fanani *et al.* 2023).

Hiperparasitisme

Dua spesies hymenopteran muncul dari mumi-mumi kutu putih *P. marginatus*

dan berhasil diidentifikasi yaitu *Chartocerus* sp. (Hymenoptera: Signiphoridae) dan *Prochiloneurus* sp. (Hymenoptera: Encyrtidae). Spesies hiperparasitoid yang berasal dari mumi *P. marginatus* hanya ditemukan pada Juli, Agustus, November, dan Desember 2018 dengan tingkat hiperparasitasi terhadap *A. papayae* sekitar $1.65\% \pm 0.17$ (Gambar 5).

Mumi yang dikoleksi dari sampel *P. marginatus*, menunjukkan adanya hiperparasitoid *Prochiloneurus* sp. daripada *Chartocerus* sp. Plata *et al.* (2023) melaporkan bahwa *Chartocerus* spp. dan *Prochiloneurus* spp. merupakan dua spesies hiperparasitoid yang paling sering ditemukan menyerang pada parasitoid kutu putih.



Gambar 5. Persentase hiperparasitisasi *Prochiloneurus* sp. dan *Chartocerus* sp. pada *A. papayae* (Jumlah kedua hiperparasitoid ditampilkan di bagian atas diagram batang).

Rendahnya populasi mumi yang dikoleksi dari lapangan dapat menjadi salah satu indikasi untuk mengevaluasi penyebab rendahnya persentase hiperparasitisasi dan juga karena kelimpahan populasi kutu putih di lapangan yang relatif rendah. Di Vietnam, dilaporkan terdapat tiga spesies hiperparasitoid, *Chartocerus* sp. near *walker* Hayat, *Prochiloneurus* sp., dan *Promuscidae un fasciati ventris* Girault (Hymenoptera: Eriaporidae) dengan tingkat hiperparasitisasi berkisar 2.79-5.38% (Le *et al.* 2018). *Prochiloneurus insolitus* (Alam) dan *Chartocerus hyalipennis* (Hayat) ditemukan berasosiasi dengan *A. lopezi* yang ada di Afrika (Plata *et al.* 2023). Di California Selatan, ditemukan dua hiperparasitoid yaitu *Chartocerus* sp. dan *Marietta* sp. dengan tingkat hiperparasitisasi yang sangat rendah (Shivakumara *et al.* 2022).

Predator

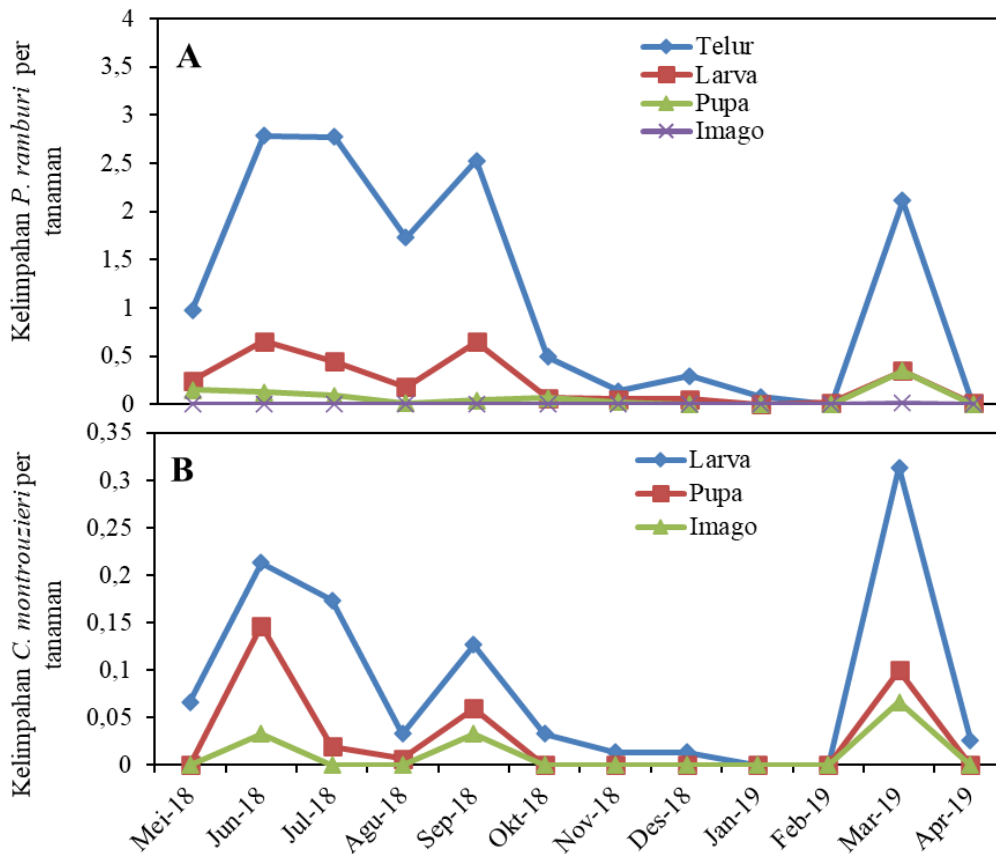
Serangga predator kutu putih yang paling dominan adalah *P. ramburi* dan *C. montrouzieri*. Akan tetapi, populasinya

selalu rendah. Hal ini diperkirakan karena rendahnya populasi kutu putih yang merupakan mangsanya. Selama Mei 2018 hingga April 2019, populasi kedua predator tersebut relatif rendah (Gambar 6A dan 6B). Di antara semua fase perkembangan kedua predator, hanya telur *P. ramburi* yang seringkali ditemukan di lapangan meskipun dengan jumlah yang relatif rendah berkisar 1-2 butir per tanaman terutama pada Mei-September 2018 dan Maret 2019. Sebaliknya, imago kedua predator tersebut sangat jarang ditemukan di lapangan.

Wardani (2015) melaporkan bahwa kehadiran dan peningkatan populasi predator *P. ramburi* biasanya agak terlambat bila dibandingkan dengan perkembangan populasi kutu putih *P. manihoti* pada pertanaman singkong. Oleh karena itu, kehadiran musuh alami (predator) tersebut sangat dipengaruhi oleh ketersediaan mangsanya (Jasrotia *et al.* 2023). Meskipun kedua predator tersebut bersifat generalis, akan tetapi adanya rata-rata curah hujan dengan intensitas yang

relatif tinggi secara tidak langsung dapat mematikan dan menurunkan populasi kutu putih dan juga beberapa serangga hama lainnya seperti kutu daun, dan tungau yang berpotensi sebagai mangsa bagi predator

sehingga dapat menurunkan kehadiran predator atau bahkan menyebabkan ketiadaan musuh alami tersebut (Bhagarathi dan Maharaj, 2023).



Gambar 6 Kelimpahan setiap fase perkembangan predator *P. ramburi* (A) dan *C. montrouzieri* (B)

Wardani (2015) melaporkan bahwa *P. ramburi* cukup efektif mengendalikan *P. manihoti* karena memiliki sifat respons fungsional tipe II yang berarti bahwa kematian mangsanya maksimal terjadi pada saat populasi mangsanya rendah. Adapun predator lain yang juga sering ditemukan pada tanaman singkong adalah *C. montrouzieri* (Wahyuningsih *et al.* 2019). Selain itu, kehadiran predator dapat berpengaruh terhadap keefektifan parasitoid (Fanani *et al.* 2023).

Pengendalian hayati kutu putih singkong memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di Indonesia karena pengendalian menggunakan parasitoid memberikan dampak berkelanjutan tanpa

batas waktu terhadap penurunan populasi hama dan tidak memerlukan biaya yang mahal karena musuh alami dapat berkembang sendiri di lapangan.

KESIMPULAN

Dinamika serangan kutu putih *P. marginatus* dan tingkat serangannya dipengaruhi oleh curah hujan yang beragam antara 73-631 mm/bulan. Parasitoid *A. papayae* mampu menekan populasi kedua kutu putih secara berkelanjutan dengan tingkat parasitisasi sebesar 46%. Hiperparasitoid yang ditemukan adalah *Chartocerus* sp. dan *Prochiloneurus* sp., akan tetapi tingkat serangannya sangat

rendah. Predator *P. ramburi* dan *C. montrouzieri* sangat rendah populasinya di lapangan. Upaya monitoring perkembangan populasi hama kutu putih singkong dan tingkat parasitisasi parasitoid pada skala wilayah yang lebih luas masih diperlukan untuk mengetahui keefektifan parasitoid dalam menekan populasi kutu putih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Diucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia atas dukungan pendanaan penelitian ini melalui program PMDSU.

DAFTAR PUSTAKA

- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Darmaga. (2020). Data temperatur dan curah hujan tahun 2018-2019 di daerah Bogor. BMKG 6 Maret 2020. Bogor.
- Bhagarathi, L. K., & Maharaj, G. (2023). Impact of climate change on insect biology, ecology, population dynamics, and pest management: A critical review. *World J Adv Res Rev.*, *19*(3), 541-68. <https://doi.org/10.30574/wjarr.2023.19.3.1843>.
- Bhamare, V. K., Thengade, D. S., Zatale, N. D., Doke, V. M., Babhare, S. V., Gambhire, V. S., & Patel, H. N. (2023). Effect of weather parameters on population dynamics of sucking insect-pests and their natural enemies infesting rabi maize. *The Pharma Innovation Journal*, *12*(8), 647-650.
- Bragard, C., Baptista, P., Chatzivassiliou, E., Di Serio, F., Gonthier, P., & MacLeod, A. (2023). Pest categorisation of *Paracoccus marginatus*. *EFSA Journal*, *21*(3), e07899. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.7899>.
- Carrieri, M., Albieri, A., Angelini, P., Soracase, M., Dottori, M., Antolini, G., & Bellini, R. (2023). Effects of the Weather on the Seasonal Population Trend of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Northern Italy. *Insects*, *14*(11), 879. <https://doi.org/10.3390/insects14110879>.
- Fanani, M. Z., 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. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d201238>.
- Fanani, M. Z., Rauf, A., Maryana, N., Nurmansyah, A., & Hindayana, D. (2020a). Parasitism of cassava mealybug by *Anagyrus lopezi*: Effects of varying host and parasitoid densities. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *21*(10), 2085-4722. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d211064>.
- Fanani, M. Z., Rauf, A., Maryana, N., Nurmansyah, A., & Hindayana, D. (2020b). Parasitism disruption by ants of *Anagyrus lopezi* (Hymenoptera: Encyrtidae), parasitoid of cassava mealybug. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *21*(6), 2337-2343. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210601>.
- Fanani, M. Z., Rauf, A., Maryana, N., Nurmansyah, A., Hindayana, D., & Rochman, N. (2023). Functional response of endoparasitic wasp, *Anagyrus lopezi* on cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* by parasitism and host-feeding. *Journal of Engineering Science and Technology*, *18*(3), 129-136.
- Gogoi, S., Phukon, M., Gogoi, I., Das, P. P. G., & Borah, R. K. (2023). Efficacy of some promising insecticides against adults of papaya mealy bug,

- Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) under laboratory condition. *Journal of Entomological Research*, 47(suppl), 944-949.
- Graziosi, I., Minato, N., Alvarez, E., Ngo, D. T., Hoat, T. X., Aye, T. M., & Wyckhuys, K. A. (2016). Emerging pests and diseases of South-east Asian cassava: a comprehensive evaluation of geographic priorities, management options and research needs. *Pest Management Science*, 72(6), 1071-1089. <https://doi.org/10.1002/ps.4250>
- Gutierrez, A. P., Sabbatini Peverieri, G., Ponti, L., Giovannini, L., Roversi, P. F., Mele, A., & Hoelmer, K. A. (2023). Tritrophic analysis of the prospective biological control of brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys*, under extant weather and climate change. *Journal of Pest Science*, 96(3), 921-942. <https://doi.org/10.1007/s10340-023-01610-y>.
- Jasrotia, P., Kumari, P., Malik, K., Kashyap, P. L., Kumar, S., Bhardwaj, A. K., & Singh, G. P. (2023). Conservation agriculture based on crop management practices impact diversity and population dynamics of the insect-pests and their natural enemies in agroecosystems. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1173048. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1173048>.
- Kansiime, M. K., Rwomushana, I., Mugambi, I., Makale, F., Lamontagne-Godwin, J., Chacha, D., & Day, R. (2023). Crop losses and economic impact associated with papaya mealybug (*Paracoccus marginatus*) infestation in Kenya. *International Journal of Pest Management*, 69(2), 150-163. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1861363>.
- Krishnan, J. U., George, M., Ajesh, G., Jithine, J. R., Lekshmi, N. R., & Deepasree, M. I. (2016). A review on *Paracoccus marginatus* Williams, papaya mealybug (Hemiptera: Pseudococcidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 4(1), 528-533.
- Le, K. H., Tran, T. H. D., Tran, D. H., Nguyen, T. D., & Van Doan, C. (2023). Parasitoid Wasp *Acerophagus papayae*: A Promising Solution for the Control of Papaya Mealybug *Paracoccus marginatus* in Cassava Fields in Vietnam. *Insects*, 14(6), 528. <https://doi.org/10.3390/insects14060528>.
- Le, T. T. N., Graziosi, I., Cira, T. M., Gates, M. W., Parker, L., & Wyckhuys, K. A. G. (2018). Landscape context does not constrain biological control of *Phenacoccus manihoti* in intensified cassava systems of southern Vietnam. *Biological Control*, 121, 129139. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.02.011>.
- Maharani, Y., Rauf, A., Sartiami, D., & Anwar, R. (2016). Biologi dan neraca hayati kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* Williams & Granara De Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) pada tiga jenis tumbuhan inang. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 16(1), 1-9. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.1161-9>.
- Muniappan, R., & Das, M. C. (2023). Fortuitous introduction of *Zygogramma bicolorata* pallister into Bangladesh. *Indian Journal of Entomology*, 11-13. <https://doi.org/10.55446/IJE.2022.986>.
- Noyes JS, Schauff ME. (2003). New Encyrtidae (Hymenoptera) from papaya mealybug (*Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink) (Hemiptera: Sternorrhyncha: Pseudococcidae). *Proc Entomol Soc. Washington*, 105, 180-185.

- <https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2088880>.
- Opisa, S., Makale, F., Nyasani, J. O., Muvea, A., Kabole, M., Chacha, D., & Rwomushana, I. (2024). Prospects of classical biological control of papaya mealybug in Kenya: Performance of its exotic parasitoid, *Acerophagus papayae*, under laboratory and field conditions. *Crop Protection*, *175*, 106476. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2023.106476>.
- Parsa, S., Kondo, T., & Winotai, A. (2012). The cassava mealybug (*Phenacoccus manihoti*) in Asia: First records, potential distribution, and an identification key. *PLoS ONE*, *7*(10): e47675. doi:10.1371/journal.pone.0047675.
- Plata, Á., Gómez-Martínez, M. A., Beitia, F. J., & Tena, A. (2023). Do hyperparasitoids disrupt the biological control of *Pseudococcus longispinus* in persimmon?. *Biological Control*, *185*, 105310. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2023.105310>.
- Sharma, A., & Muniappan, R. (2022). Ecology and Management of *Paracoccus marginatus* (Papaya Mealybug) (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Indian Subcontinent-Achievements, and Lessons. *Indian J. Entomol*, *84*(2), 475-482. <https://doi.org/10.55446/IJE.2021.43>.
- Shivakumara KT., Keerthi MC, Polaiah AC., Gupta, A., & Joshi, S. (2022). Incidence of invasive mealybugs, *Phenacoccus solenopsis* Tinsley and *Paracoccus marginatus* Williams & Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) on *Gymnema sylvestre* (R. Br) and its natural enemies in the semi-arid region of India. *International Journal of Pest Management*, 1-15. <https://doi.org/10.1080/09670874.2022.2088880>.
- Shope, J., Polk, D., Mansue, C., & Rodriguez-Saona, C. (2023). The contrasting role of climate variation on the population dynamics of a native and an invasive insect pest. *Plos one*, *18*(4), e0284600. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284600>.
- Subedi, B., Poudel, A., & Aryal, S. (2023). The impact of climate change on insect pest biology and ecology: Implications for pest management strategies, crop production, and food security. *Journal of Agriculture and Food Research*, *14*, 100733. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100733>.
- Townsend, G. R., & Heuberger, J. W. (1945). Methods for estimating losses caused by diseases in fungicide experiments. *Plant Dis Rep.* *27*:340-343.
- 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). *Jurnal Entomologi Indonesia*, *16*(1), 18-28. <https://doi.org/10.5994/jei.16.1.18>
- Waliyudin, M., Rochman, N., & Fanani, M. Z. (2023). Serangan *Spodoptera frugiperda* JE Smith (Lepidoptera: Noctuidae) dan parasitoidnya di kabupaten/ kota Bogor, Indonesia. *Jurnal Agronida*, *9*(2), 93-102. <https://doi.org/10.30997/jag.v9i2.10171>.
- Wardani N. (2015). Kutu putih singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae), hama invasif baru di Indonesia. [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Wyckhuys, K. A., Wongtiem, P., Rauf, A., Thancharoen, A., Heimpel, G. E., Le,

N. T., & 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. <https://doi.org/10.7717/peerj.5796>.

Zhao, Q., Li, H., Chen, C., Fan, S., Wei, J., Cai, B., & Zhang, H. (2024). Potential Global Distribution of *Paracoccus marginatus*, under Climate Change Conditions, Using MaxEnt. *Insects*, 15(2), 98. <https://doi.org/10.3390/insects15020098>.