

PARAMETER NERACA HAYATI DAN PERTUMBUHAN POPULASI KUTU PUTIH *PHENACOCCLUS MANIHOTI* MATILE-FERRERO (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE) PADA DUA VARIETAS UBI KAYU

Nila Wardani¹, Aunu Rauf², I Wayan Winasa², & Sugeng Santoso²

¹Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung,
Jl. ZA. Pagar Alam No. IA, Bandar Lampung

²Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Kampus IPB-Darmaga, Bogor 16680
E-mail: aunu@indo.net.id

ABSTRACT

The life history and population growth parameters of mealybug *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) on two cassava varieties. The development, reproduction, and population growth parameters of the cassava mealybug, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) on two cassava varieties were studied in laboratory. The varieties tested were UJ-5 with high cyanide content (>100 mg per kg) dan Adira-1 with low cyanide content (27.5 mg per kg). Our research revealed that *P. manihoti* performances were highly affected by cassava varieties. Incubation period of eggs of *P. manihoti* were 7.93 ± 0.09 and 8.33 ± 0.11 days, nymphal development periode 12.32 ± 0.13 and 15.67 ± 0.13 days, respectively on UJ-5 and Adira-1. Fecundity averaged 386.37 ± 5.83 on UJ-5 and 318.67 ± 2.81 eggs on Adira-1. Intrinsic rate of increase (r_m) were 0.258 ± 0.001 on UJ-5 and 0.220 ± 0.001 on Adira-1. Mean generation time (T) on UJ-5 and Adira-1 were 22.795 ± 0.050 and 25.532 ± 0.047 days, respectively. Our findings showed that variety UJ-5 was more suitable for development and population growth of the cassava mealybug.

Key words: cassava, mealybug, *Phenacoccus manihoti*

ABSTRAK

Parameter neraca hayati dan pertumbuhan populasi kutu putih *Phenacoccus manihoti* matile-ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) pada dua varietas ubi kayu. Parameter perkembangan, reproduksi, dan pertumbuhan populasi kutu putih ubi kayu, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae) pada dua varietas ubi kayu diteliti di laboratorium. Varietas ubi kayu yang diuji yaitu UJ-5 dengan kandungan sianida tinggi (>100mg) dan Adira-1 dengan kandungan sianida rendah (27,5 mg). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa kehidupan *P. manihoti* sangat dipengaruhi oleh varietas ubi kayu. Masa inkubasi telur *P. manihoti* berlangsung $7,93 \pm 0,09$ dan $8,33 \pm 0,11$ hari, masa perkembangan nimfa $12,32 \pm 0,13$ dan $15,67 \pm 0,13$ hari, berturut-turut pada varietas UJ-5 dan Adira-1. Rataan keperidian adalah $386,37 \pm 5,83$ pada UJ-5 dan $318,67 \pm 2,81$ butir telur pada Adira-1. Laju pertambahan intrinsik (r_m) adalah $0,258 \pm 0,001$ pada UJ-5 dan $0,220 \pm 0,001$ pada Adira-1. Rataan masa generasi (T) pada UJ-5 dan Adira-1 berturut-turut $22,795 \pm 0,050$ dan $25,532 \pm 0,047$ hari. Keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa varietas UJ-5 lebih sesuai bagi perkembangan dan pertumbuhan populasi kutu putih ubi kayu.

Kata kunci: ubi kayu, kutu putih, *Phenacoccus manihoti*

PENDAHULUAN

Kutu putih ubi kayu, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae), merupakan hama yang paling merugikan pada pertanaman ubi kayu di banyak negara di dunia (Belloti *et al.*, 1999). Persebaran hama ini awalnya terbatas hanya di Amerika Selatan, tetapi kemudian menyebar ke Afrika pada awal tahun 1970-an yang menimbulkan kerusakan berat dan kerugian ekonomis (Nwanze *et al.*,

1979). Kutu *P. manihoti* masuk ke Asia pada tahun 2008, yaitu ketika pertama kali ditemukan di Thailand. Hama kemudian menyebar ke beberapa negara di sekitarnya seperti Kamboja, Laos, dan Vietnam (Winotai *et al.*, 2010, Parsa *et al.*, 2012). Di Indonesia kutu *P. manihoti* pertama kali ditemukan di Bogor pada pertengahan tahun 2010 (Rauf, 2011).

Reproduksi *P. manihoti* bersifat partenogenetik telitoki yaitu menghasilkan keturunan yang semuanya betina (Catalayud & Le Ru, 2006). Setiap induk

menghasilkan telur sebanyak sekitar 500 butir yang terdapat dalam ovisak atau kantung telur. Ovisak tampak berupa gumpalan kapas berwarna putih pada ujung abdomen. Telur menetas menjadi nimfa instar-1, disebut *crawler*, yang aktif bergerak. Nimfa berganti kulit sebanyak tiga kali sebelum menjadi imago. Instar-2 dan selanjutnya serta imago hidup menetap dengan cara mengisap cairan tanaman. Pada kondisi laboratorium, masa perkembangan dari sejak telur diletakkan hingga muncul imago berlangsung sekitar 21 hari (Nwanze, 1978).

Serangan kutu *P. manihoti* umumnya terjadi pada bagian pucuk. Pada kerapatan populasi yang sangat tinggi seperti yang biasa terjadi pada musim kemarau, serangan menyebabkan pucuk mengeriting, ruas buku memendek, dan tanaman menjadi kerdil. Serangan berat dapat menyebabkan kehilangan hasil hingga 80% seperti yang terjadi di Afrika (Nwanze, 1982). Hingga kini belum dijumpai adanya varietas yang resisten penuh terhadap *P. manihoti* (Soysouvanh & Siri, 2013). Sementara itu dilaporkan bahwa ketahanan varietas ubi kayu terhadap kutu putih berkaitan dengan keberadaan senyawa sekunder seperti sianida (Catalayud *et al.*, 1994a).

Berdasarkan kandungan sianida, ubi kayu dikelompokkan ke dalam golongan pahit dan tidak pahit. Ubi kayu golongan tidak pahit digunakan untuk konsumsi langsung atau bahan tapioka, sedangkan golongan pahit untuk keperluan industri tapioka dan bioetanol (Balitkabi, 2005). Pada saat ini varietas UJ-5 yang kadar sianidanya tinggi banyak diusahakan di Lampung dan Jawa Timur untuk memenuhi kebutuhan pabrik bioetanol. Tidak diketahui dengan pasti bagaimana kehidupan kutu *P. manihoti* pada varietas ubi kayu yang berbeda kadar sianidanya. Secara umum, perkembangan serangga, sintasan, keperidian, dan berbagai parameter pertumbuhan populasi dipengaruhi oleh kualitas tumbuhan inang (Awmack & Leather, 2002).

Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh varietas ubi kayu dengan kadar sianida berbeda terhadap masa perkembangan telur, nimfa, imago, dan keperidian, serta terhadap berbagai parameter pertumbuhan populasi *P. manihoti*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat menyediakan informasi dasar untuk perancangan program pengelolaan hama terpadu kutu *P. manihoti* pada pertanaman ubi kayu.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu. Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi, Departemen Proteksi Tanaman,

Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor dari bulan Juli sampai Oktober 2012. Selama penelitian berlangsung rata-rata suhu harian 29,5°C (kisaran 28,3–30,7°C) dan kelembaban relatif 59,3% (kisaran 51–66%).

Penyiapan Tumbuhan Inang. Pada penelitian ini digunakan ubi kayu varietas UJ-5 dan Adira-1 yang memiliki kandungan senyawa sianida yang berbeda. Varietas UJ-5 memiliki kadar sianida yang tinggi (> 100 mg per kg), sedangkan Adira-1 mengandung sianida yang rendah (27,5 mg per kg) (Balitkabi, 2005). Kedua varietas ini diperoleh dari Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang. Stek ubi kayu sepanjang kurang lebih 20 cm dimasukkan ke dalam gelas plastik (diameter 8 cm, tinggi 10 cm), melalui penutupnya yang telah dilubangi terlebih dahulu. Sebelumnya gelas diisi air keran sekitar 2/3 dari volume gelas. Stek dibiarkan tumbuh hingga muncul daun. Stek siap digunakan untuk percobaan setelah berdaun sempurna atau berumur kurang lebih satu bulan. Pada penelitian ini digunakan 100 stek ubi kayu untuk setiap varietas sebagai ulangan.

Masa Perkembangan Telur, Nimfa, Imago dan Keperidian. Untuk menentukan lama stadia telur dilakukan prosedur sebagai berikut. Masing-masing empat ekor imago kutu putih dipelihara pada stek ubi kayu varietas UJ-5 dan Adira-1, dan dibiarkan meletakkan telur. Telur yang diletakkan pada hari yang sama, dengan bantuan kuas halus, kemudian dimasukkan ke dalam cawan Petri dan ditunggu sampai telur menetas. Lama waktu yang diperlukan dari sejak telur diletakkan hingga menetas dicatat, yang didasarkan pada 100 ekor nimfa instar-1 yang muncul.

Pengamatan masa perkembangan nimfa, imago dan keperidian ditentukan melalui percobaan berikut ini. Seekor nimfa instar-1 kutu putih yang baru keluar dari telur diinfestasikan dengan bantuan kuas halus pada setiap stek ubi kayu. Masing-masing stek kemudian disungkup dengan kurungan plastik (tinggi 50 cm, diameter 15 cm) dengan penutup kain kasa pada bagian atasnya. Perkembangan nimfa diamati setiap hari hingga menjadi imago. Pergantian instar ditandai oleh adanya eksuvia yang berwarna putih yang menempel pada permukaan daun.

Imago yang terbentuk diamati setiap hari hingga mati, yang dicirikan oleh tubuhnya yang mengkerut dan bila disentuh tidak bergerak. Saat imago muncul sampai terbentuk kantung telur dicatat sebagai masa praoviposisi. Karena sulitnya menghitung butiran telur, keperidian didasarkan pada banyaknya nimfa instar-1

yang terbentuk setiap hari. Persentase penetasan telur dilakukan dengan cara menghitung semua nimfa yang keluar dari kantung telur, kemudian sisa telur yang tidak menetas yang terdapat pada kantung telur dicatat. Nimfa instar-1 yang keluar bersamaan dari kantung telur diasumsikan diletakkan pada saat yang bersamaan. Oleh karena itu, masa oviposisi dihitung berdasarkan lamanya masa kemunculan nimfa instar-1.

Analisis Data. Uji t digunakan untuk memeriksa pengaruh varietas ubi kayu terhadap masa perkembangan telur dan nimfa, masa hidup imago, dan keperidian, dengan bantuan SPSS 11.5. Data kesintasan (l_x) dan banyaknya telur yang diletakkan (m_x) per hari digunakan untuk menyusun neraca hayati. Kemudian dihitung berbagai parameter neraca hayati seperti laju reproduksi bersih ($R_0 = \sum l_x m_x$), rata-rata masa generasi ($T = \ln R_0 / r_m$), laju pertumbuhan intrinsik ($r_m = e^{-rx} l_x m_x = 1$), laju pertumbuhan terbatas ($\lambda = e^r$), dan masa ganda ($Dt = \ln 2 / r_m$), berdasarkan metode Birch (1948). Seluruh parameter ini dan ragamnya diduga dengan menggunakan program LIFETABLE.SAS yang dikembangkan oleh Maia *et al.* (2000).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Perkembangan Pradewasa. Masa perkembangan pradewasa dari sejak telur diletakkan hingga terbentuk imago dipengaruhi secara nyata oleh varietas ubi kayu. Pada UJ-5 masa perkembangan telur, nimfa instar-1, instar-2, dan instar-3 lebih singkat dibandingkan pada Adira-1 (Tabel 1). Perkembangan keseluruhan instar nimfa berlangsung 12,32 hari pada UJ-5 dan 15,67 hari pada Adira-1, atau sekitar 3 hari lebih cepat pada varietas ubi kayu dengan kadar sianida tinggi. Bila masa perkembangan telur dan nimfa digabung, maka masa perkembangan pradewasa sekitar 20 dan 24 hari, berturut-turut pada UJ-5 dan Adira-1.

Masa Hidup Imago, Keperidian dan Penetasan Telur. Varietas ubi kayu yang diuji berpengaruh nyata terhadap masa praoviposisi, masa oviposisi, keperidian, dan persentase penetasan telur *P. manihoti*. Masa praoviposisi *P. manihoti* pada UJ-5 (2,49 hari) sekitar satu hari lebih singkat dibandingkan pada Adira-1 (3,20 hari) (Tabel 2). Sebaliknya masa oviposisi sekitar 3/4 hari lebih lama pada UJ-5 (9,82 hari) dibandingkan pada

Tabel 1. Rataan masa perkembangan pradewasa ($\bar{x} \pm SE$) kutu *Phenacoccus manihoti* pada dua varietas ubi kayu

Varietas	Masa perkembangan stadia (hari)				
	Telur	Nimfa-1	Nimfa-2	Nimfa-3	Nimfa
UJ-5	7,93 ± 0,09	4,05 ± 0,09	4,40 ± 0,08	3,87 ± 0,11	12,32 ± 0,13
Adira-1	8,33 ± 0,11	6,23 ± 0,08	4,92 ± 0,10	4,52 ± 0,10	15,67 ± 0,13
t	-2,79	-17,57	-3,93	-4,23	17,97
db	189,9	198	198	198	198
P	< 0,006	< 0,000	< 0,000	< 0,000	< 0,000

Tabel 2. Rataan masa hidup imago, keperidian, penetasan telur ($\bar{x} \pm SE$) kutu *Phenacoccus manihoti* pada dua varietas ubi kayu

Varietas	Imago betina				
	Masa praoviposisi (hari)	Masa oviposisi (hari)	Masa hidup (hari)	Keperidian (butir)	Penetasan telur (%)
UJ-5	2,49 ± 0,09	9,82 ± 0,28	20,24 ± 0,24	386,37 ± 5,83	98,33 ± 0,09
Adira-1	3,20 ± 0,11	9,06 ± 0,21	20,53 ± 0,18	318,67 ± 2,81	96,81 ± 0,14
t	-4,85	2,23	-0,95	10,46	9,09
db	182	171,2	171,1	135,1	182
P	< 0,000	0,027	0,342	< 0,000	< 0,000

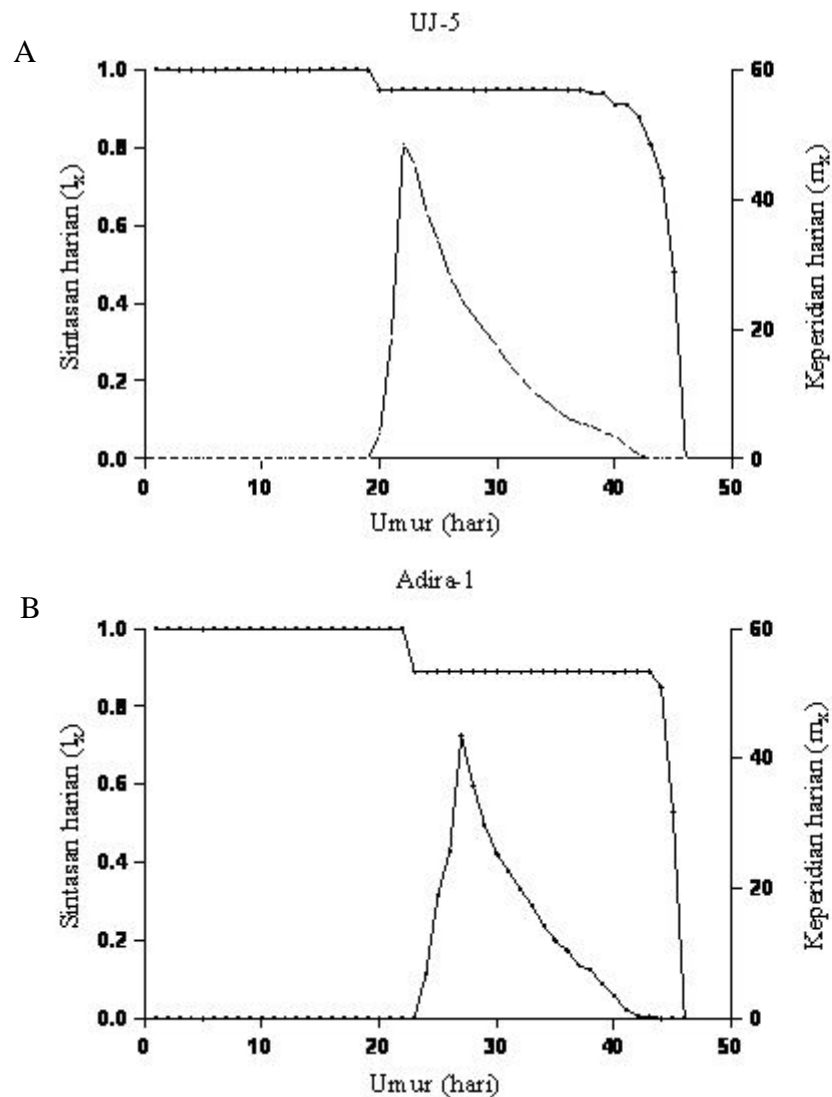
Adira-1 (9,06 hari). Kedua varietas ubi kayu yang diuji tidak berpengaruh nyata ($P = 0,342$) terhadap masa hidup imago, yaitu rata-rata 20 hari. Walaupun demikian, keperidian *P. manihoti* lebih tinggi (386 butir) pada UJ-5 dibandingkan pada Adira-1 (318 butir). Begitu pula rataan penetasan telur *P. manihoti* lebih tinggi pada UJ-5 (98%) daripada Adira-1 (96%).

Keperidian Harian dan Sintasan. Kurva keperidian harian (m_x) mencapai puncaknya beberapa hari setelah reproduksi dimulai dan berbeda di antara dua varietas ubi kayu (Gambar 1). Pada varietas UJ-5, kutu putih *P. manihoti* mulai meletakkan telur pada hari ke-18, dengan puncaknya (49 butir) terjadi pada hari ke-22.

Pada varietas Adira-1, *P. manihoti* meletakkan telur mulai hari ke -21 dengan puncaknya (43 butir) pada hari ke-27.

Kurva sintasan harian (l_x) memperlihatkan pola tipe I, yaitu kematian sebagian besar terjadi pada umur tua (Gambar 1). Pada varietas UJ-5 sebanyak 5% nimfa tidak berhasil menjadi imago, sedangkan pada varietas Adira-1 lebih tinggi yaitu 11%. Pada kedua varietas, kematian kutu putih sebanyak 50% terjadi pada hari ke-45, dan seluruh kutu mati pada hari ke-46.

Parameter Pertumbuhan Populasi. Perbedaan varietas ubi kayu berpengaruh sangat nyata ($P < 0.0001$) terhadap laju reproduksi bersih (R_0), laju penambahan



Gambar 1. Keperidian harian (m_x) dan sintasan (l_x) kutu putih *Phenacoccus manihoti* pada ubi kayu varietas UJ-5 (A) dan Adira-1 (B)

intrinsik (r_m), rata-rata masa generasi (T), masa ganda (Dt), dan laju pertumbuhan terbatas (λ). Laju reproduksi bersih (Ro) *P. manihoti* pada varietas UJ-5 adalah 1.3 kali lipat lebih tinggi dibandingkan pada varietas Adira-1 (Tabel 3). Begitu pula parameter pertumbuhan populasi lainnya (r_m , Dt, λ) lebih tinggi pada UJ-5. Sebaliknya, masa generasi (T) *P. manihoti* sekitar tiga hari lebih singkat pada varietas UJ-5 dibandingkan pada Adira-1.

Pengetahuan tentang siklus hidup hama dalam kaitan dengan tumbuhan inang diperlukan untuk memahami perkembangan dan kelimpahan kutu putih *P. manihoti* pada pertanaman ubi kayu di lapangan. Untuk hama yang bersifat monofag seperti *P. manihoti*, kehidupannya dapat dipengaruhi oleh varietas ubi kayu yang ditanam. Kualitas tumbuhan memegang peranan dalam dinamika populasi hama melalui pengaruhnya terhadap perkembangan pradewasa dan imagonya. Berbagai varietas ubi kayu yang ada di Indonesia memiliki kandungan senyawa sianida yang berbeda (Balitkabi, 2005). Dalam penelitian ini dibandingkan berbagai parameter hayati *P. manihoti* pada dua varietas ubi kayu yaitu UJ-5 dan Adira-1 yang memiliki kadar sianida yang berbeda.

Menurut hasil penelitian Tertuliano *et al.* (1993, 1999), ketahanan varietas ubi kayu terhadap kutu putih berkaitan dengan senyawa sekunder seperti sianida. Kutu *P. manihoti* merupakan serangga yang mengambil makanan dengan cara mengisap cairan pada jaringan floem, yang di dalamnya terdapat senyawa sianida. Menurut Catalayud *et al.* (1994a) senyawa sianida berperan sebagai fagostimulan untuk kutu *P. manihoti*. Tampaknya kutu putih *P. manihoti* mampu mengembangkan mekanisme fisiologis yang dapat mengubah sianida yang bersifat toksik menjadi bahan yang tidak toksik atau bahkan menjadi bahan nutrisi (Catalayud *et al.* 1994b). Catalayud *et al.* (1994a) melaporkan tidak terdapat hubungan antara laju pertumbuhan populasi (r_m) *P. manihoti* dengan

kandungan senyawa primer (asam amino dan gula) yang terdapat pada daun berbagai varietas ubi kayu.

Dalam penelitian ini ditunjukkan bahwa perbedaan varietas ubi kayu yang memiliki kadar sianida berbeda berpengaruh terhadap kehidupan pradewasa kutu putih *P. manihoti*. Masa inkubasi telur berlangsung 7,93 hari pada UJ-5 dan 8,33 hari pada Adira-1. Pengaruh yang lebih nyata tampak pada masa perkembangan nimfa. Nimfa yang hidup pada UJ-5 memerlukan waktu 12 hari, sedangkan pada Adira-1 memerlukan 15 hari untuk perkembangannya hingga menjadi imago. Perbedaan varietas ubi kayu juga berpengaruh terhadap berbagai parameter kehidupan imago *P. manihoti*, khususnya terhadap keperidian. Walaupun masa hidup imago *P. manihoti* pada kedua varietas hampir sama yaitu sekitar 20 hari, banyaknya telur yang dihasilkan berbeda. Keperidian kutu putih yang dipelihara pada UJ-5 sebanyak 386 butir, sedangkan pada Adira-1 sebanyak 318 butir. Saputro (2013) yang meneliti biologi *P. manihoti* pada varietas Manggu mendapatkan keperidian 570 butir. Selain karena varietas, perbedaan keperidian ini diperkirakan karena perbedaan teknik pengamatan. Pada penelitian ini, keperidian didasarkan pada instar-1 yang ditemukan, sedangkan pada penelitian Saputro keperidian didasarkan pada penghitungan telur.

Pengaruh varietas ubi kayu terhadap kutu putih *P. manihoti* juga dapat diperiksa dari berbagai parameter neraca hayati, yang menggambarkan tingkat kesesuaian tumbuhan inang. Rataan masa generasi (T) kutu *P. manihoti* lebih singkat pada UJ-5 (22,8 hari) dibandingkan pada Adira-1 (25,5 hari). Perbedaan ini terkait dengan perbedaan masa perkembangan pradewasa dan keperidian kutu putih pada kedua varietas seperti telah disebutkan terdahulu. Sebaliknya, laju reproduksi bersih (Ro), yang merupakan kelipatan populasi per generasi, lebih besar pada UJ-5 (361) daripada Adira-1 (274). Begitu pula terdapat perbedaan yang nyata antara laju pertumbuhan intrinsik (r_m)

Tabel 3. Parameter pertumbuhan populasi ($\bar{x} \pm SE$) *Phenacoccus manihoti* pada dua varietas ubi kayu

Parameter	Varietas		P
	UJ-5	Adira-1	
Ro	361,040±5,429	274,630±2,520	< 0,0001
r_m	0,258±0,0008	0,220±0,0005	< 0,0001
T	22,795±0,050	25,532±0,047	< 0,0001
Dt	2,683±0,008	3,152±0,007	< 0,0001
λ	1,295±0,0009	1,246±0,0006	< 0,0001

P. manihoti pada dua varietas ubi kayu yang diuji. Nilai r_m kutu *P. manihoti* pada varietas UJ-5 (0,258) lebih tinggi daripada varietas Adira-1 (0,220). Pada varietas Manggu yang kandungan sianidanya rendah, Saputro (2013) mendapatkan nilai $r_m = 0,213$. Nilai r_m yang jauh lebih rendah (0,133) dilaporkan terjadi pada varietas Incoza yang tergolong tahan terhadap *P. manihoti* di Afrika (Tertuliano *et al.*, 1993). Karena laju pertumbuhan intrinsik (r_m) menggambarkan pengaruh komposit dari perkembangan, keperidian, dan sintasan, maka r_m dapat dijadikan indeks untuk mengukur kualitas nutrisi atau tingkat resistensi tumbuhan inang (Southwood & Henderson, 2000). Lebih tingginya nilai r_m pada UJ-5 mengisyaratkan potensi peningkatan populasi *P. manihoti* yang lebih cepat pada varietas ini.

Keseluruhan hasil penelitian mengungkapkan bahwa perkembangan, reproduksi, dan sintasan *P. manihoti* sangat dipengaruhi oleh varietas ubi kayu. Dari penelitian ini juga ditunjukkan bahwa potensi laju pertumbuhan populasi *P. manihoti* lebih tinggi pada varietas UJ-5 yang mengandung sianida yang tinggi. Pengetahuan ini sangat penting, terutama karena pada saat ini pemerintah sedang menggalakkan penanaman ubi kayu varietas UJ-5 pada skala luas untuk kepentingan industri bioetanol. Dalam kaitan ini, kutu putih *P. manihoti* dapat menjadi ancaman serius bagi upaya peningkatan produksi ubi kayu di Indonesia. Hasil penelitian yang dilakukan barulah memberikan landasan awal bagi penyusunan program pengelolaan hama terpadu kutu *P. manihoti*. Penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memahami dinamika populasi *P. manihoti* di lapangan, terutama dalam kaitannya dengan peranan musuh alami lokal.

SIMPULAN

Ubi kayu varietas UJ-5 lebih sesuai bagi kehidupan dan peningkatan populasi kutu putih *P. manihoti*. Hal ini ditunjukkan oleh masa perkembangan pradewasa yang lebih singkat dan keperidian yang lebih tinggi. Analisis neraca hayati mengungkapkan nilai r_m yang lebih tinggi pada UJ-5. Oleh karena itu, penanaman ubi kayu varietas UJ-5 pada skala luas perlu mengantisipasi perkembangan serangan kutu *P. manihoti*.

SANWACANA

Penelitian ini merupakan bagian dari rangkaian penelitian yang dilakukan oleh penulis pertama dalam rangka penyelesaian studi S3 di Institut Pertanian Bogor,

dengan beasiswa dari Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Wawan Yuwandi yang telah membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Awmack CS & Leather SR. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annu. Rev. Entomol.* 47: 817–844.
- Balitkabi 2005. *Teknologi Produksi Kacang-Kacangan dan Umbi-umbian*. Balitkabi, Malang.
- Bellotti AC, Smith L, & Lapointe SL. 1999. Recent advances in cassava pest management. *Annu. Rev. Entomol* 44: 343–370.
- Birch LC. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *J. Animal Ecol.* 17: 15–26.
- Catalayud PA & Le Ru B. 2006. *Cassava-Mealybug Interactions*. Institut de Reserche Pour le Development, Paris.
- Calatayud PA, Rahbé Y, Delobel B, Khuong-Huu E, Tertuliano M, & Le Ru B. 1994a. Influence of secondary compounds in the phloem sap of cassava on expression of antibiosis towards the mealybug *Phenacoccus manihoti*. *Entomol. Exp. Appl.* 72: 47-57.
- Catalayud PA, Tertuliano M, & Le Ru B. 1994b. Seasonal changes in secondary compounds in the phloem sap of cassava in relation to plant genotype and infestations by *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae). *Bull. Entomol. Res.* 84: 453–459.
- Maia AHN, Luiz AJB, & Campanhola C. 2000. Statistical inference on associated life table parameters using jackknife technique: computational aspect. *J. Econ. Entomol.* 93: 511–518.
- Nwanze KF. 1978. Biology of the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* Mat-Ferr. in the Republic of Zaire. In: Nwanze KF & Leuschner K (Eds.). *Proceedings of the International Workshop on Cassava Mealybug Phenacoccus manihoti Mat-Ferr. (Pseudococcidae)*. pp. 20–28. INERA, M'Vuazi, Zaire, June 26–29, 1977. IITA Press, Ibadan, Nigeria.

- Nwanze KF. 1982. Relationships between cassava root yields and crop infestations by the mealybug, *Phenacoccus manihoti*. *Int. J. Pest Manage.* 28: 27–32.
- Nwanze KF, Leuschner K, & Ezumah HC. 1979. The cassava mealybug, *Phenacoccus* sp., in Republic of Zaire. *PANS* 25(2): 125–130.
- 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.
- Rauf A. 2011. Invasive pests. In: *IPM CRSP Annual Report 2010-2011*, p. 100.
- Saputro AR. 2013. Biologi dan potensi peningkatan populasi kutu putih singkong, *Phenacoccus manihoti* Matile-Ferrero (Hemiptera: Pseudococcidae): Hama pendatang baru di Indonesia. Skripsi. Fakultas Pertanian-IPB, Bogor.
- Southwood TRE & Henderson PA. 2000. *Ecological Methods*. Third Edition. Blackwell Sci., Oxford.
- Soysouvanh P & Siri N. 2013. Population abundance of pink mealybug, *Phenacoccus manihoti* on four cassava varieties. *Khon Kaen Agr. J.* 41(1): 149-153.
- Tertuliano M, Calatayud PA, & Le Rü BP. 1999. Seasonal changes of secondary compounds in the phloem sap of cassava in relation to fertilisation and to infestation by the cassava mealybug. *Insect Sci. Appl.* 19(1): 91–98.
- Tertuliano M, Dossou-Gbete S, & Le Ru B. 1993. Antixenotic and antibiotic components of resistance to the cassava mealybug *Phenacoccus manihoti* (Homoptera: Pseudococcidae) in various host-plants. *Insect. Sci. Appl* 14(5): 657–665.
- Winotai A, Goergen G, Tamò M, & Neuenschwander P. 2010. Cassava mealybug has reached Asia. *Biocontrol News Inf.* 31: 10–11.