

**BIOLOGI *Tetranychus urticae* PADA DUA VARIETAS
PEPAYA**

Oleh:

RAHMA WULAN RAMADHAN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**



BIOLOGI *Tetranychus urticae* PADA DUA VARIETAS PEPAYA

Oleh :

RAHMA WULAN RAMADHAN

155040207111139

**PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI
MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar
Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
JURUSAN HAMA PENYAKIT TUMBUHAN
MALANG
2019**

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri, dengan bimbingan pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar di Perguruan Tinggi manapun dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang dengan jelas ditunjukkan rujukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, Desember 2019

Rahma Wulan Ramadhan



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Biologi *Tetranychus urticae* pada Dua Varietas Pepaya

Nama Mahasiswa : Rahma Wulan Ramadhan

NIM : 15540207111139

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi



Disetujui

Pembimbing

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Lugman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D.
NIP. 19720919 199802 1 001



LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

Prof. Dr. Ir. Bambang Tri Rahardjo, SU.
NIP. 19550403 198303 1 003

Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.
NIP. 19580112 198203 2 002

Penguji III

Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari MS.
NIP. 1955229555 1981 031 006

Tanggal Lulus:



RINGKASAN

Rahma Wulan Ramadhan, 155040207111139. Biologi *Tetranychus urticae* pada Dua Varietas Pepaya. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.

Pepaya varietas Thailand dan Calina memiliki daya jual baik dipasaran. Produksi buah pepaya fluktuatif, salah satu kendala muncul dari serangan hama tungau *Tetranychus urticae* K. (Acarina: Tetranychidae). Tungau ini bersifat polifag. Kehilangan hasil pada tingkat serangan tinggi dapat mencapai 95%. Penelitian tentang biologi tungau *T. urticae* pada tanaman pepaya di Indonesia masih belum banyak dilakukan sehingga diharapkan dapat memberikan informasi awal yang berguna untuk menunjang pengendalian tungau *T. urticae*.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya pada bulan Januari sampai Juni 2019. Menggunakan tungau *T. urticae*, daun pepaya varietas Calina dan Thailand diperoleh dari kebun percobaan Universitas Brawijaya, Jatikerto, Malang. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pengamatan biologi meliputi lama perkembangan pradewasa, lama hidup jantan serta betina dan keperidian imago betina. Pengamatan lama perkembangan pradewasa jantan dilakukan dengan menempatkan seekor betina *T. urticae* pada fase teliokrisalis yang dibiarkan hingga meletakkan telur, setelah itu imago dikeluarkan dan hanya disisakan satu telur di dalam arena percobaan. Pengamatan lama perkembangan pradewasa betina dilakukan dengan menempatkan satu pasang imago jantan dan betina yang dibiarkan selama 24 jam hingga menghasilkan telur, selanjutnya imago dikeluarkan dan hanya disisakan satu telur di dalam arena percobaan. Pengamatan lama perkembangan pradewasa diamati 3 jam sekali sampai menjadi imago. Pengamatan lama hidup dan keperidian dilakukan dengan menempatkan sepasang imago baru yang muncul pada hari yang sama. Pengamatan keperidian imago betina *T. urticae* dilakukan dengan menghitung jumlah telur yang di letakkan oleh imago betina *T. urticae*, setelah diamati semua telur disingkirkan dari arena percobaan. Pengamatan keperidian dan lama hidup *T. urticae* diamati setiap hari dan berakhir sampai tungau tersebut mati. Selain itu dilakukan pengamatan tipe reproduksi tungau *T. urticae* menggunakan imago betina yang mengalami kopulasi dan tidak mengalami kopulasi. Pengamatan nisbah kelamin juga dilakukan untuk melihat perbandingan antara jantan dan betina tungau *T. urticae* pada suatu populasi yang dipelihara. Data biologi dianalisis menggunakan uji t pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun varietas Thailand lebih sesuai bagi kehidupan *T. urticae* dibandingkan daun pepaya varietas Calina. Hal ini terlihat dari siklus hidup *T. urticae* lebih singkat pada daun pepaya varietas Thailand (12,57 hari) dibandingkan varietas Calina (13,85 hari). Lama perkembangan pradewasa betina dan jantan *T. urticae* lebih singkat pada daun pepaya varietas Thailand (11,08 dan 9,19 hari) dibandingkan pada daun varietas Calina (12,36 dan 9,91 hari). Daun pepaya varietas Calina dan Thailand tidak mempengaruhi keperidian dan lama hidup *Tetranychus urticae* jantan serta betina.

SUMMARY

Rahma Wulan Ramadhan. 155040207111139. Biology of *Tetranychus urticae* in Two Papaya Varieties. Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.

Papaya is a fruit that almost all parts of the plant can be used. Papaya varieties of Thailand and Calina have good marketability in the market. *Tetranychus urticae* K. (Acarina: Tetranychidae) is one of the pest that attack papaya. These mites are polyphagic and cause severe damage and even death to the host. Yield loss caused by *T. urticae* attacks is 20-53%, at high attack rates it can reach 95%. Research on the biology of *T. urticae* mites on papaya plants in Indonesia is still not much done so it is expected to provide preliminary information that is useful to support the control of *T. urticae* mites on papaya plants.

The research was conducted in the Laboratory of Plant Pest, Department of Pests and Plant Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University in January to June 2019. Using *T. urticae* mites, papaya leaves of Calina and Thailand varieties were obtained from the research gardens of Universitas Brawijaya, Jatikerto, Malang. The study was conducted using a Completely Randomized Design (CRD). Biological observations include the length of development of pre-adulthood, length of life of males as well as females and fecundity. A long observation of male adult development was carried out by placing a female *T. urticae* in the telioicrisal phase which was left to lay eggs, after which the imago was removed and leaving only one egg in the Petri dish. Observation of the length of adult female development is done by placing one pair of male and female imago which is left for 24 hours to produce eggs, then the imago is removed and only one egg is left in the Petri dish. Observation of the length of adult development is observed every 3 hours until it becomes an imago. Observation of life duration and fecundity is done by placing a pair of new imago that appear on the same day. In addition, observations of the type of reproduction of *T. urticae* and sex ratio was also carried out to see the comparison between male and female *T. urticae* mites in a population that was kept. Biological data were analyzed using t test at an error level of 5%.

The results showed that the life cycle was found to be shortest on Thailand varieties (12,57 days) than Calina varieties (14,86 days) and developmental stages of female and male *T. urticae* was found to be shortest on Thailand varieties (11,08 and 9,19 days) than Calina varieties (12,36 and 9,91 days). Papaya leaves of the Thailand and Calina varieties was not affecting fecundity and longevity of female and male *T. urticae*.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya yang telah memberikan banyak kesempatan, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Biologi *Tetranychus urticae* pada Dua Varietas Pepaya”.

Skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu saya menyampaikan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS., selaku dosen pembimbing atas kebaikan hati, kesabaran telah membimbing, mengarahkan dan memberikan nasihat yang sangat berguna bagi penulis.
2. Bapak Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D., selaku ketua jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya.
3. Ibu Tatik Sukiati, SP., Bapak Ekosoni Wibowo Prayitno, SP., MM., selaku orang tua atas pengorbanannya, kebaikan hati, cinta dan kasih sayang, dukungan, kesabarannya, dan doa tiada henti yang diberikan selama ini.
4. Kakak Timur, Mbak Ayu, adik Adi, dan mas Bachtiar Widya Nanda atas pengorbanannya, kebaikan hatinya, cinta dan kasih sayang, doa, bantuan tanpa henti, dan semangat.
5. Sahabat-sahabatku Anissatur, Muzna, Meka, Ela, Roham, Julaikha, Mia, Machda, Ica, Sabet, Shinta, Risma, Vina, Dhea P., Maharani, Evi, Mbak Farah, Mas Ihsan, Mas Ito dan teman-teman HPT 2015 serta seluruh pihak atas dukungan, nasehat, ilmu, semangat, dan doa yang diberikan.

Penulis berharap semoga hasil dari penelitian ini dapat berguna bagi banyak pihak yang membutuhkan.

Malang, September 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Madiun pada tanggal 25 Januari 1998 sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Ekosoni dan Ibu Tatik.

Penulis memulai pendidikan di Sekolah Dasar pada tahun 2003 sampai dengan tahun 2009 di SD Negeri Manukan Kulon Surabaya, kemudian penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama pada tahun 2009 sampai dengan tahun 2012 di SMPK ST. Yoseph Kepanjen. Penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah keatas pada tahun 2012 sampai dengan tahun 2015 di SMA Negeri 1 Sumberpucung. Pada tahun 2015, penulis diterima sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang dan memilih minat Perlindungan Tanaman.

Selain aktif menjadi mahasiswa, penulis juga aktif menjadi wirausahawan dan memiliki merk *skincare* yaitu Nauty.



DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	vii
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	3
Hipotesis	4
Manfaat	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
Dekripsi Tungau Hama <i>Tetranychus urticae</i>	8
Dekripsi Tanaman Pepaya	12
III. METODOLOGI	16
Tempat dan Waktu	16
Alat dan Bahan	16
Metode Penelitian	16
Arena Percobaan Tungau Merah <i>Tetranychus urticae</i>	16
Identifikasi Tungau	17
Perbanyakkan <i>Tetranychus urticae</i>	18
Studi Pengaruh Dua Varietas Pepaya terhadap Biologi <i>Tetranychus urticae</i>	18
Studi Tipe Reproduksi <i>Tetranychus urticae</i>	20
Nisbah Kelamin	20
Analisis Proksimat	21
Pengukuran Suhu dan Kelembaban	21
Analisis Data	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22



Morfologi Tungau *Tetranychus urticae* 22

Biologi Tungau *Tetranychus urticae* pada Daun Pepaya Varietas Calina dan Thailand 26

Nisbah Kelamin *Tetranychus urticae* 33

V. KESIMPULAN DAN SARAN 35

DAFTAR PUSTAKA 36

LAMPIRAN 42



DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1.	Rerata lama perkembangan pradewasa <i>Tetranychus urticae</i>	26
2.	Kandungan proksimat varietas daun pepaya Calina dan Thailand	27
3.	Rerata lama hidup imago dan keperidian tungau <i>Tetranychus urticae</i>	30

Lampiran

1.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium telur betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	44
2.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium larva betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	44
3.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protokrisalis betina tungau betina <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	44
4.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protonimfa betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	45
5.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutokrisalis betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	45
6.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutonimfa betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	45
7.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium teliokrisalis betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	46
8.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama perkembangan pradewasa betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	46
9.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama siklus hidup betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand	46



10.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium telur jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	47
11.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium larva jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	47
12.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protokrisalis jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	47
13.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protonimfa jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	48
14.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutokrisalis jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	48
15.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutonimfa jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	48
16.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium teliokrisalis jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	49
17.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama perkembangan pradewasa jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	49
18.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa praoviposisi tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	49
19.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa oviposisi tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	50
20.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa pasca oviposisi tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	50
21.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama hidup imago betina tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	50
22.	Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama hidup imago jantan tungau <i>Tetranychus urticae</i> pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand.....	51



23. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap keperidian imago betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand 51

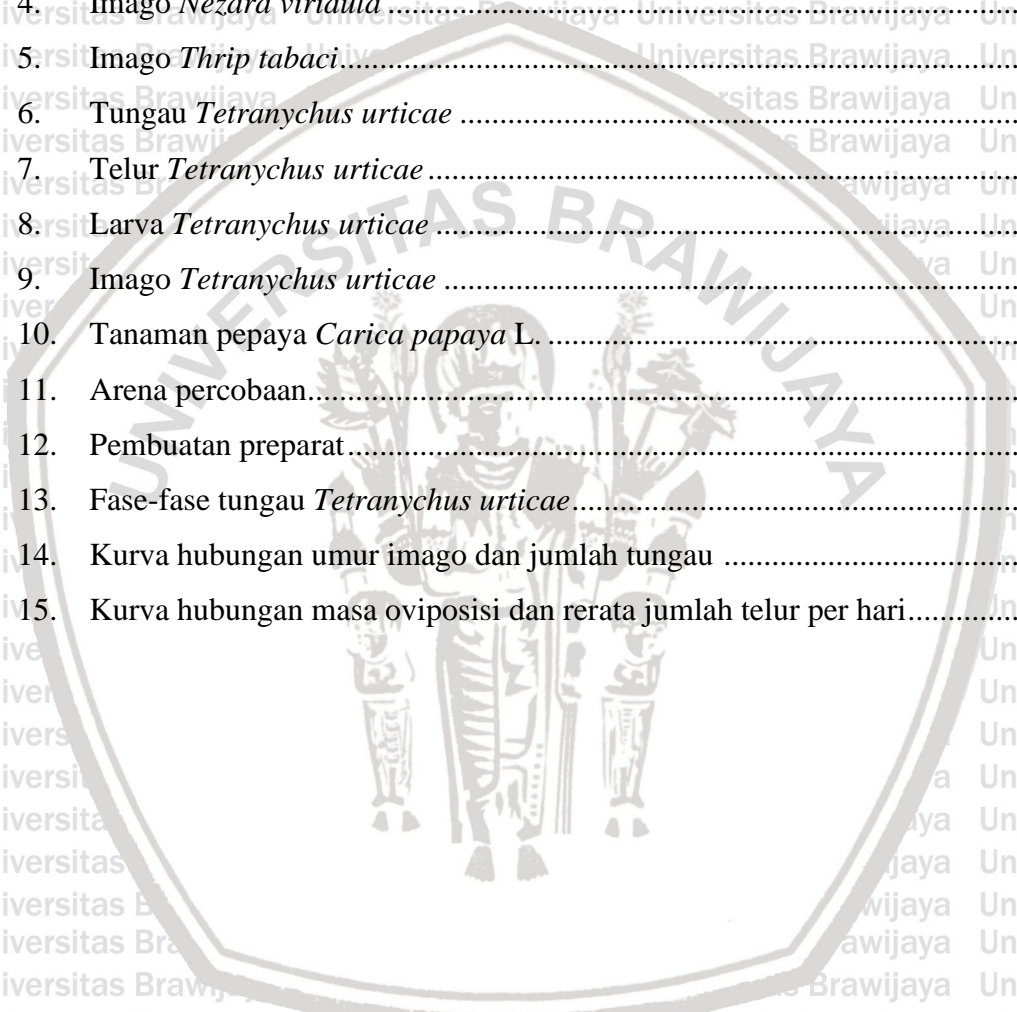
24. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap produktivitas telur harian per lama masa oviposisi imago betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand 51

25. Rata-rata suhu dan kelembaban nisbi Laboratorium Hama Tumbuhan 4 pada bulan Januari-Mei 2019 52



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Imago <i>Myzus persicae</i>	5
2.	Imago <i>Paracoccus marginatus</i>	6
3.	Imago <i>Bactrocera dorsalis</i>	6
4.	Imago <i>Nezara viridula</i>	7
5.	Imago <i>Thrip tabaci</i>	7
6.	Tungau <i>Tetranychus urticae</i>	8
7.	Telur <i>Tetranychus urticae</i>	9
8.	Larva <i>Tetranychus urticae</i>	9
9.	Imago <i>Tetranychus urticae</i>	10
10.	Tanaman pepaya <i>Carica papaya</i> L.....	12
11.	Arena percobaan.....	17
12.	Pembuatan preparat.....	18
13.	Fase-fase tungau <i>Tetranychus urticae</i>	25
14.	Kurva hubungan umur imago dan jumlah tungau.....	31
15.	Kurva hubungan masa oviposisi dan rerata jumlah telur per hari.....	32



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia sebagai negara tropis memiliki beraneka ragam buah-buahan salah satunya adalah buah pepaya. Hampir seluruh masyarakat mengenal dan menyukai buah pepaya (Sujiprihati, 2009). Pepaya mempunyai nilai nutrisi dan banyak mengandung vitamin. Buah pepaya matang mengandung sejumlah zat gizi penting terutama vitamin A. Setiap 0,5 kg buah pepaya terkandung nutrisi yaitu protein (2,5 g), karbohidrat (46 g), lemak (0,5 g), vitamin A (10.000 SI), vitamin C (300 mg), thiamin (0,30 mg), riboflavin (0,27 mg), niasin (1,75 mg), kalsium (0,15 gram), magnesium (0,25 g), potassium (1,15 g), belerang (0,15 g), fosfor (0,47 g), zat besi (0,02 g), silicon (0,02 g), klorin (0,12 g), sodium (0,2 g), dan air (399 g) (Jealani, 2009).

Pepaya memiliki banyak fungsi dan manfaat, hampir semua bagian tanaman pepaya dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan (Warisno, 2003). Daun pepaya muda, bunga dan buah dapat dibuat sebagai bahan sayuran (Sugiarto dan Tinton, 2008). Batang pepaya dapat dijadikan bahan campuran pada pakan ternak melalui proses pengeringan dan pengirisan. Produk sampingan pepaya dalam bentuk enzim papain dari getah pepaya juga sering dimanfaatkan untuk kebutuhan industri pengolahan daging kalengan, bir, permen karet serta industri farmasi sebagai bahan pemecah protein (Rahardi, 2004). Akar dan bijinya berkhasiat sebagai obat cacing, getah buahnya berkhasiat sebagai obat memperbaiki masalah pencernaan. Selain itu pepaya dapat digunakan sebagai insektisida, fungisida, rodentisida dan sebagai penolak (*repellent*) (Setiawati *et al.*, 2008).

Tanaman pepaya tumbuh di daerah-daerah basah, kering, dataran rendah, dan dataran tinggi sampai ketinggian 1.000 mdpl. Tanaman pepaya termasuk tanaman yang mudah tumbuh oleh karena itu dibudidayakan dan dikembangkan secara luas di daerah tropis maupun sub tropis (Sujiprihati, 2009). Secara agroklimatologi, tanaman ini tidak memerlukan kondisi yang spesifik sehingga dapat berkembang hampir di seluruh wilayah Indonesia. Budidaya yang dilakukan oleh sebagian petani hanya dengan memanfaatkan areal sekitar pekarangan,

namun akhir-akhir ini komoditas pepaya mempunyai peluang untuk dibudidayakan secara komersial (Muljana, 1997). Harga buah pepaya relatif terjangkau dibanding buah lainnya (Suketi, 2011). Harga jual buah pepaya di Indonesia cenderung stabil sekitar Rp 5.000 per kilogram sehingga banyak disukai oleh masyarakat dan diminati petani untuk dijadikan bisnis (Darmayuda, 2014).

Indonesia memiliki beberapa varietas pepaya dengan daya jual yang cukup baik di pasaran yaitu pepaya varietas Thailand dan Calina (Kuli, 2013). Pepaya Calina memiliki keunggulan di antaranya buah tidak terlalu besar dengan ukuran antara 0,8-2 kg/buah, berbentuk lonjong, buah matang berwarna merah cerah, rasanya manis dengan tingkat kemanisan 13 brix dan daging buahnya tebal. Pepaya Calina termasuk jenis unggul dengan usia yang lebih pendek dibanding jenis pepaya lainnya yaitu, lebih kurang 7 bulan setelah tanam bisa dipanen (Anton, 2011). Pepaya varietas Thailand didatangkan dari Thailand lebih kurang tahun 70-an. Pepaya ini diunggulkan karena ukurannya sangat besar di banding jenis pepaya yang lain. Berat mencapai 3,5 kg per buahnya, tidak hanya ukuran, keunggulan yang lain adalah rasa serta ketahanan buah. Daging buahnya berwarna jingga kemerahan, manis dengan tingkat kemanisan brix 10-11, bisa dipanen saat berumur lebih kurang 9 bulan setelah tanam, dagingnya tebal, permukaan kulit buah kasar serta tidak rata dan teksturnya keras sehingga tahan didalam pengangkutan (Muktuani, 2011).

Produksi buah pepaya di Indonesia fluktuatif dari tahun 2012-2017 berturut- turut yaitu 906.312, 909.827, 840.119, 851.528, 904.284, dan 875.112 ton (BPS, 2017). Adanya fluktuasi produksi disebabkan karena masih banyak kendala yang ditemui dalam budidaya pepaya (Rizwan, 2011).

Kendala dalam proses budidaya pepaya umumnya muncul dari serangan hama yang dapat menurunkan tingkat produksi, baik secara kualitas maupun kuantitas buah yang dihasilkan (Wiyono dan Manuwoto, 2008). Saat ini terdapat 134 spesies artropoda yang menyerang tanaman pepaya baik pada bunga, buah, daun dan akar. Sebagian besar artropoda yang menyerang berasal dari sub filum hexapoda, serta 12 spesies berasal dari ordo acarina (Sriyanti, 2004). Salah satu hama yang menyerang tanaman pepaya di Indonesia adalah tungau. Salah satu

spesies tungau yang menyerang tanaman pepaya di Indonesia adalah tungau *Tetranychus urticae* K. (Acarina: Tetranychidae). *T. urticae* dikenal sebagai tungau laba-laba (*spider mites*) karena menghasilkan benang jaring laba-laba pada tanaman inangnya. Tungau ini memiliki alat mulut menusuk menghisap (Panjota *et al.*, 2002).

T. urticae bisa hidup pada hampir semua jenis tanaman pangan maupun tanaman hias, dan seringkali menyebabkan kerusakan parah bahkan kematian pada inangnya (Krantz, 1978). Kehilangan hasil yang diakibatkan oleh serangan *T. urticae* sebesar 20-53%. Pada tingkat serangan tinggi kehilangan hasil dapat mencapai 95%. Kehilangan hasil akibat serangan *T. urticae* di Indonesia telah banyak dilaporkan salah satunya terjadi di Jawa Timur pada tahun 2010 mencapai 54% (Indiati, 2010).

Pada setiap jenis tanaman inang terdapat kandungan nutrisi dan zat kimia pada daun serta karakteristik tanaman yang berbeda (van de Vriev *et al.*, 1972). Protein merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tungau, khususnya untuk pembentukan telur (Crooker, 1985 dalam Helle dan Sabelis, 1985). Varietas tanaman berpengaruh terhadap pertumbuhan tungau hama. Tanaman dengan varietas berbeda diketahui menunjukkan ketahanan yang berbeda terhadap serangan tungau merah *T. urticae* yang ditunjukkan pada jumlah populasi tungau per daun yang berbeda (Handayani, 2013).

Penelitian tentang biologi tungau *T. urticae* pada tanaman pepaya di Indonesia masih belum banyak dilakukan. Oleh karena itu diperlukan penelitian mengenai biologi *T. urticae* pada dua varietas pepaya yang diharapkan dapat memberikan informasi awal yang berguna untuk menunjang pengendalian tungau *T. urticae* pada tanaman pepaya.

Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji biologi *T. urticae* yang meliputi lama perkembangan pradewasa, keperidian, lama hidup tungau jantan dan betina pada dua varietas pepaya yaitu varietas Calina dan Thailand.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah lama perkembangan pradewasa, keperidian, lama hidup tungau jantan dan betina tungau merah *T. urticae* lebih sesuai pada inang varietas Thailand dibandingkan varietas Calina.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat memberikan informasi mengenai biologi *T. urticae* yang meliputi lama perkembangan pradewasa, keperidian, lama hidup tungau jantan dan betina pada dua varietas pepaya yaitu varietas Calina dan Thailand, sehingga diharapkan dapat digunakan untuk informasi awal pengendalian *T. urticae* pada tananaman pepaya.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Hama Pada Tanaman Pepaya

Hama yang menyerang tanaman pepaya diperkirakan lebih kurang 35 jenis yang terdiri dari tungau, kutu, lalat buah, kumbang dan ngengat. Beberapa hama penting yang dapat menyerang tanaman pepaya diantaranya adalah kutu daun persik *Myzus persicae* S. (Hemiptera: Aphididae), kutu putih pepaya *Paracoccus marginatus* W. (Hemiptera: Pseudococcidae), kepik *Nezara viridula* L. (Hemiptera: Pentatomidae), Thrips *Thrips tabaci* L. (Thysanoptera: Thripidae), Lalat buah *Bactrocera dorsalis* H. (Diptera: Tephritidae) dan beberapa jenis tungau (Kalie, 2010).

Kutu Daun Persik. *M. persicae* sering terlihat bergerombol di bawah permukaan daun, tubuhnya lunak berwarna kehijauan dengan panjang 2-3 mm (Gambar 1). Hama ini bersifat polifag, hidup dengan cara menghisap cairan sel daun sehingga daun yang terserang mengerut dan keriting. *M. persicae* merupakan hama penting pada berbagai komoditas tanaman dan dapat menjadi vektor lebih dari 100 penyakit virus pada 30 famili tanaman yang berbeda (Hill, 1987).



Gambar 1. Imago *Myzus persicae* (Buss, 2017)

Kutu Putih Pepaya. *P. marginatus* termasuk jenis kutu-kutuan yang seluruh tubuhnya diselubungi oleh lapisan lilin berwarna putih (Gambar 2). Tubuh berbentuk oval dengan rambut-rambut berwarna putih dengan ukuran yang pendek. Hama ini memiliki beberapa fase perkembangan yaitu fase telur, nimfa, dan imago. Telur *P. marginatus* berbentuk bulat berwarna kuning kehijauan dan ditutupi oleh massa seperti kapas dan akan menetas dalam waktu lebih kurang 10 hari setelah diletakkan (Walker *et al.*, 2003). Hama kutu putih biasanya bergerombol sampai puluhan ribu ekor. Mereka merusak dengan cara menghisap cairan. Semua bagian tanaman bisa diserangnya dari buah sampai pucuk.

Serangan pada pucuk menyebabkan daun kerdil dan keriput seperti terbakar.

Hama ini juga menghasilkan embun madu yang kemudian ditumbuhi cendawan jelaga sehingga tanaman yang diserang akan berwarna hitam. Kutu putih dewasa jantan bisa berukuran 3 mm dan bersayap. Imago betina mampu bertelur hingga 500 butir yang diletakkan dalam satu kantung telur terbuat dari lilin (Rauf, 2008).



Gambar 2. Imago *Paracoccus marginatus* (Lyla *et al.*, 2010)

Lalat Buah. Imago *B. dorsalis* berukuran sekitar 3-5,5 mm berwarna hitam kekuningan. Kepala dan kaki berwarna coklat (Gambar 3). Toraks berwarna hitam, abdomen jantan berbentuk bulat tidak memiliki alat tusuk sedangkan betina terdapat alat tusuk. Siklus hidup lalat buah dari telur sampai imago berlangsung selama lebih kurang 27 hari (Siwi *et al.*, 2005). Buah yang terserang biasanya terdapat lubang kecil di bagian tengah kulitnya. Serangan lalat buah ditemukan terutama pada buah yang hampir masak. Gejala awal ditandai dengan noda atau titik bekas tusukan ovipositor (alat peletak telur) lalat betina saat meletakkan telur ke dalam buah. Selanjutnya karena aktivitas hama di dalam buah, noda tersebut berkembang meluas. Larva akan memakan daging buah sehingga menyebabkan buah busuk sebelum masak. Buah tersebut apabila dibelah pada daging buah terdapat ulat-ulat kecil berukuran 4-10 mm yang biasanya meloncat apabila tersentuh. Kerugian yang disebabkan oleh hama ini mencapai 30-60% (Muller, 2005).



Gambar 3. Imago *Bactrocera dorsalis* (Drew, 1987)

Kepik. Tubuh *N. viridula* berbentuk segilima seperti perisai, panjang tubuh sekitar 1-1,5 cm dan kepalanya bersungut (Gambar 4). Nimfa kepik hijau memiliki warna yang berbeda-beda, awalnya berwarna coklat muda, kemudian berubah menjadi hitam dengan bintik-bintik putih lalu menjadi hijau (imago). Stadia telur sampai dewasa sekitar 4-8 minggu (Nurjanah, 2008). *N. viridula* banyak ditemukan di daerah tropis, bersifat polifag dapat memakan berbagai organ tanaman. *N. viridula* menyerang tanaman pepaya, padi, jagung, tembakau, cabai, kapas, dan berbagai tanaman kacang-kacangan (Kalie, 2010). *N. viridula* sering menyerang buah yang masih berkembang dengan menimbulkan gejala nekrosis akibat tusukan, perubahan bentuk, dan bahkan buah muda yang terserang gugur (Hill, 1987).



Gambar 4. Imago *Nezara viridula* (Castner, 2017)

Thrips. *T. tabaci* merupakan serangga kecil dan ramping, panjang imago antara 1-2 mm (Gambar 5). Tubuh terdiri atas kepala, toraks, dan abdomen. Warna tubuh imago kekuningan. Telur berbentuk ginjal dengan ukuran panjang lebih kurang 0,25 mm berwarna putih (Lewis, 1973). *T. tabaci* merupakan hama polifag yang dapat menyerang tanaman pepaya, kentang, cabai, tomat, waluh, bayam dan bawang bombay. Hama ini merusak daun menjadi berbintik-bintik halus berwarna keperakan, bila serangan berat daun menjadi kering dan akhirnya mati (Kalie, 2010).



Gambar 5. Imago *Thrip tabaci* (Alston, 2006)

Tungau. Tungau banyak menyerang bagian batang, daun dan buah. Serangan mengakibatkan perubahan warna dan bentuk. Terdapat beberapa tungau yang dapat menjadi hama penting pada tanaman pepaya di Indonesia yaitu, *Polyphagotarsonemus latus*, *Tetranychus* sp, dan *Brevipalpus phoenicis* (Kalie, 2010). Ukuran tubuh tungau sangat kecil, tidak lebih dari 0,5 mm. Oleh sebab itu, sulit untuk melihatnya dengan mata telanjang, sehingga pengendalian keberadaan tungau tidak terlalu intensif. Tungau memiliki daur hidup yang lebih kurang 7-14 hari (Pracaya, 2008). Gejala kerusakan ditimbulkan oleh tungau berupa mengeringnya daun yang terserang. Pada daun yang terserang mula-mula timbul bintik-bintik berwarna kuning pada pangkal daun dan sepanjang pangkal daun. Bintik-bintik kemudian menyebar ke seluruh helai daun, lalu daun menguning seperti karat. Tungau tampak seperti bintik-bintik merah pada permukaan bawah daun (Kalshoven, 1981).

Dekripsi Tungau *Tetranychus urticae*

Dekripsi tungau hama *T. urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) (Gambar 6) yang akan dijelaskan meliputi klasifikasi, biologi, ekologi dan gejala serangan.



Gambar 6. Tungau *Tetranychus urticae* (Clark, 2000)

Klasifikasi. *T. urticae* tergolong ke dalam kelas Arachnida, ordo Acarina, subordo Trombidiformes, family Tetranychidae, sub family Tetranychinae, genus *Tetranychus* (Krantz, 1978).

Biologi. *T. urticae* mengalami beberapa tahap perkembangan yaitu telur, larva, protonimfa, deutonimfa, dan imago. Telur berwarna kuning muda berbentuk bulat dengan diameter lebih kurang 0,15 mm (Kalshoven, 1981). Stadia larva, protonimfa, dan deutonimfa masing-masing diselingi satu periode tidak aktif (diam) secara berturut-turut disebut protokrisalis, deutokrisalis, dan teliokrisalis. Telur berdiameter 0,15 mm terletak di bawah daun, berbentuk bulat

tidak berwarna, dan berubah menjadi seperti mutiara putih pada saat akan menetas (Gambar 7). Menjelang menetas pada telur tersebut terdapat bintik berwarna merah. Pada telur yang akan menetas terlihat tungkai yang akan terus mendorong hingga kulit telur pecah (Wilson dan Morton, 1993).



Gambar 7. Telur *Tetranychus urticae* (Clark, 2000)

Larva yang baru menetas berwarna kuning bening dengan tiga pasang tungkai berwarna bening dan ukuran larva tidak jauh berbeda dengan ukuran telur (Gambar 8). Perubahan warna dan ukuran terjadi sejalan dengan perkembangan larva yang menjadi kuning keruh dengan dua bintik hitam pada bagian lateral dan ukurannya akan semakin besar. Larva cenderung tidak aktif dan tidak banyak bergerak. Protokrisalis (larva inaktif) merupakan stadia inaktif antara larva dan protonimfa. Pada masa inaktif warna tidak jauh berbeda dengan larva, mengkilat



Gambar 8. Larva *Tetranychus urticae* (Kawka, 2004)

dan melekat pada substrat di permukaan daun. Posisi dua pasang tungkai merapat ke tubuh dan direntangkan lurus ke arah anterior, sedangkan satu pasang lainnya akan mengarah ke posterior. Menjelang ganti kulit warna larva menjadi keputih-putihan dan mengkilat. Protonimfa berukuran lebih besar dari larva dan memiliki dua bintik hitam pada bagian lateral dengan tungkai empat pasang tidak berwarna (bening). Pada saat keluar dari kulit lamanya berwarna kuning bening, lama kelamaan terjadi perubahan warna menjadi kuning, dan dua bintik yang terdapat di bagian lateral semakin jelas terlihat. Deutokrisalis (protonimfa inaktif)

berukuran dan berwarna tidak jauh berbeda dengan protonimfa. Sama seperti stadia protokrisalis, stadia ini juga melekat pada permukaan daun, mengkilat, dua pasang tungkainya merapat ke tubuh bagian anterior dan dua pasang lainnya mengarah ke posterior. Menjelang pergantian kulit warna akan menjadi keputih-putihan. Deutonymfa berukuran lebih besar dari protonimfa dan dua bintik hitam pada bagian lateral akan semakin melebar. Tungkai tidak berwarna dan seta pada dorsum idiosoma tampak jelas. Pada stadia ini sudah dapat dibedakan antara jantan dan betina karena tubuh jantan lebih ramping daripada betina. Teliokrisalis (deutonymfa inaktif) memiliki ukuran dan warna tidak jauh berbeda dengan deutonymfa, mengkilat dan melekat pada permukaan daun. Dua pasang tungkai depan merapat ke arah anterior dan dua pasang tungkai belakang merapat ke arah posterior. Menjelang pergantian kulit warna akan berubah keputih-putihan (Ikegami *et al.*, 2000).

Imago tungau bertungkai empat pasang, berukuran lebih besar daripada deutonymfa dengan warna lebih gelap. Ukuran imago (Gambar 9) betina lebih besar dibandingkan dengan imago jantan. Imago betina berbentuk bulat telur dan imago jantan berbentuk agak runcing pada bagian posteriornya (Krantz, 1979).



Gambar 9. Imago *Tetranychus urticae*, a: Betina, b: Jantan (Kawka, 2004)

Imago tungau betina umumnya mempunyai tiga masa yaitu praoviposisi, oviposisi, dan pascaoviposisi. Periode praoviposisi yaitu sebelum meletakkan telur pertama biasanya singkat hanya beberapa hari saja. Periode oviposisi kira-kira 10 hari. (Zhang, 2003). Tungau jantan menjadi dewasa mendahului tungau betina dan berada di dekat tungau betina yang sedang dalam fase teliokrisalis, segera setelah tungau betina muncul terjadilah kopulasi. Tungau betina berkembang biak dengan cara arenotoki, imago betina akan menghasilkan keturunan betina jika telur dibuahi oleh jantan (Krantz, 1987).

Ekologi. Perkembangan tungau sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu, kelembaban, hujan, cahaya, angin dan musuh alami. Kombinasi cuaca dengan suhu panas serta kelembaban yang rendah biasanya dapat menyebabkan ledakan populasi (van de Vrie, 1972). Pada suatu waktu populasi tungau menjadi turun dan pada waktu tertentu menjadi melimpah. Bahkan suhu panas dan kering yang berkepanjangan akan menyebabkan ledakan yang tinggi. Hujan dapat mengakibatkan kematian secara besar-besaran hingga 95% (Wrensch, 1979).

Perkembangan *T. urticae* dapat berlangsung pada suhu 12-40°C. Waktu Perkembangan dari telur hingga imago akan lebih cepat seiring meningkatnya suhu. Siklus hidup *T. urticae* dapat berlangsung kurang dari satu minggu pada suhu optimal 30-32°C. Imago betina dapat menghasilkan lebih dari 100 butir telur selama dua minggu pada suhu 25°C (Zhang, 2003). Perkembangan tungau akan sangat besar pada musim kering dan cuaca lembab, sedangkan hujan yang cukup banyak dapat dengan cepat menurunkan populasi tungau. *T. urticae* bisa menghasilkan benang seperti sutera kemudian disebar oleh angin, tetapi penyebaran juga terjadi secara pasif yaitu melalui binatang, tanah dan benih (Evans, 1998). Struktur jaringan tanaman yang berbeda pada setiap inang, bagian permukaan atas atau bawah daun dapat mempengaruhi tingkat toleransi. Nutrisi juga sangat mempengaruhi kehidupan tungau (Huffaker *et al.*, 1969).

Gejala Serangan. Tungau *T. urticae* adalah hama penting yang dapat merusak tanaman buah, sayuran, dan bunga. *T. urticae* dapat menyebabkan warna daun dan tunas tanaman menjadi kuning. Gejala serangan *T. urticae* diawali dengan terlihatnya bercak kuning sepanjang tulang daun pada daun-daun bawah dan tengah. Bercak tersebut kemudian menyebar ke seluruh permukaan daun sehingga daun berwarna kemerahan, coklat atau seperti karat. Jika sudah parah, daun-daun yang terserang akhirnya kering dan terjadi kerontokan daun total. Tungau ini sangat susah untuk dikendalikan karena resisten terhadap akarisisida (Erdogen *et al.*, 2012).

Dekripsi Tanaman Pepaya

Dekripsi tanaman pepaya yang akan dijelaskan meliputi sejarah tanaman pepaya, klasifikasi, morfologi dan syarat tumbuh.

Sejarah Tanaman Pepaya. Pepaya merupakan tanaman yang berasal dari Amerika tengah. Pepaya (Gambar 10) dapat tumbuh dengan baik di daerah yang beriklim tropis. Tanaman pepaya oleh para pedagang Spanyol disebarluaskan ke berbagai penjuru dunia. Brazil, India, dan Indonesia merupakan penghasil pepaya yang cukup besar (Warisno, 2003).



Gambar 10. Tanaman pepaya *Carica papaya* L. (Kalie, 2008)

Tanaman pepaya (*Carica papaya* L.) baru dikenal secara umum sekitar tahun 1930 di Indonesia, khususnya dikawasan Pulau Jawa. Tanaman pepaya ini sangat mudah tumbuh di berbagai cuaca. Batang, daun, dan buah pepaya tumbuh tegak dengan tinggi mencapai 2,5-10 m. Batang pepaya tak berkayu, bulat, dan berongga. Pepaya dapat hidup pada ketinggian tempat 1-1.000 mdpl pada kisaran suhu 22-26°C (Haryoto, 1998).

Klasifikasi dan Morfologi Tanaman Pepaya. Tanaman pepaya tergolong dalam kingdom Plantae, divisi Magnoliophyta, kelas Magnoliopsida, ordo Brassicales, family Caricaceae, genus *Carica*, spesies *Carica papaya* L. (Cronquist, 1981). Morfologi tanaman pepaya yang akan dijelaskan meliputi daun, batang dan akar. Daun pepaya merupakan daun tunggal, berukuran besar, menjari, bergerigi dan juga mempunyai bagian-bagian tangkai daun serta helaian daun. Daun pepaya bundar, ujung daun lancip, tangkai daun panjang dan berongga. Permukaan daun licin sedikit mengkilat susunan tulang daun menjari. Daunnya berkumpul di pucuk batang dan ujung percabangan, tangkainya bulat silindris, berongga dengan panjang 25-100 cm. Helaian daun bulat telur dengan diameter 25-75 cm (Wijayakusuma dan Setiawan, 1994).

Batang merupakan bagian yang penting untuk tempat tumbuh tangkai daun dan tangkai buah. Tingginya dapat mencapai 5-10 m. Batang pepaya tak berkayu, bulat, berongga, dan tangkai di bagian atas terkadang dapat bercabang (Haryoto, 1998).

Pepaya memiliki sistem perakaran tunggang, karena akar lembaga tumbuh terus menjadi akar pokok yang bercabang-cabang menjadi akar-akar yang lebih kecil. Bentuk akar bulat dan berwarna putih kekuningan (Tyas, 2008). Akar-akar cabang tumbuh mendatar ke semua arah pada kedalaman 1 m atau lebih menyebar lebih kurang sekitar 60-150 cm dari pusat batang tanaman (Suprapti, 2005).

Syarat Tumbuh. Syarat tumbuh tanaman pepaya yang akan dijelaskan meliputi iklim dan tanah. Setiap faktor iklim seperti sejuk atau dingin, kekurangan air, dan angin akan menekan pertumbuhan produksi pepaya.

Tanaman pepaya tumbuh dan berbuah di daerah dengan suhu hangat hingga panas (21-32°C). Pertumbuhan akar yang terbaik adalah jika suhu tanah tetap berada di atas 15,5°C. Tanaman pepaya tidak toleran terhadap suhu beku, akan rusak jika suhu di bawah -0,6 ° C, sebaliknya suhu tinggi di atas 32°C dapat menyebabkan bunga gugur, dan suhu rendah di bawah 15°C dapat menghambat pembungaan dan menyebabkan cacat buah. Curah hujan yang terdistribusi dengan baik diperlukan untuk pertumbuhan tanaman dan produksi buah (Crane, 2005).

Tanaman pepaya memiliki adaptasi terhadap lingkungan sehingga pepaya dapat tumbuh mulai 0-1.000 mdpl bahkan sampai ketinggian 1.500 mdpl, namun idealnya ketinggian tanah antara 600-700 mdpl (Agroprima, 2013). Tanaman pepaya yang ditanam di daerah pegunungan akan menghasilkan buah dengan kulit agak kusam dan rasa kurang manis (Barus dan Syukri, 2008). Tanaman pepaya memerlukan pencahayaan penuh, artinya harus langsung terkena sinar matahari atau tempat terbuka. Curah hujan yang sesuai untuk pertanaman pepaya berkisar antara 1500-2000 mm pertahun. Pada daerah-daerah dengan musim kering lebih dari 2 bulan maka diperlukan pengairan agar berbunga (Agroprima, 2013).

Tanah yang cocok untuk pertumbuhan pepaya merupakan lahan yang lembab, tetapi tanah tersebut tidak boleh tergenang karena akar-akar pepaya akan membusuk. Pada lahan yang menggenang selama 2-3 hari akan menyebabkan

kematian total tanaman. Tekstur tanah yang ideal untuk budidaya pepaya secara irigasi adalah lempung berpasir atau lempung dengan kandungan liat dari 15-30%, namun tanah dengan kandungan liat hingga 50% juga cocok. Tanah yang ideal memiliki struktur cukup longgar dan rapuh. Struktur tanah kompak atau sangat longgar akan berdampak buruk terhadap resapan air dan penetrasi akar. Tanah ini biasanya dikaitkan dengan kandungan liat yang sangat tinggi. Pepaya tumbuh baik di tanah dengan pH 6-6,5 (Barus dan Syukri, 2008).

Varietas Pepaya di Indonesia

Pepaya yang ada dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu tipe besar yang bentuk dan ukuran buahnya besar dan panjang dengan bobot rata-rata diatas 2 kg, tipe sedang yang memiliki bobot buah 1-2 kg, dan tipe kecil yang bentuk dan ukuran buahnya agak membulat dengan bobot dibawah 1 kg (Chan, 1992). Tanaman pepaya yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia adalah pepaya varietas Calina, Jingo, Meksiko, Semangka, dan Thailand.

Pepaya Calina. Varietas Calina atau yang biasa disebut pepaya california merupakan pepaya hasil pemuliaan yang dilakukan pusat kajian tropika IPB (Suketi, 2011). Harga yang lebih tinggi dibanding dengan harga pepaya lain dan memiliki keunggulan di antaranya buah tidak terlalu besar dengan ukuran antara 0,8-2 kg/buah, berkulit tebal, berbentuk lonjong, buah matang berwarna kuning, rasanya manis dan daging buahnya tebal, termasuk jenis unggul dengan usia yang lebih pendek dibanding jenis pepaya lainnya. Batangnya lebih pendek dari jenis pepaya lain yaitu sekitar 2 meter dan buah dapat dipanen setelah umur 7 bulan. Pohon dapat berbuah hingga umur 4 tahun dengan kemampuan produksi buah yang baik (Epetani, 2015).

Pepaya Jingo. Varietas Jingo mempunyai daging buah berwarna merah dan berair banyak, kulit buahnya berwarna kuning dengan bercak samar berwarna kelabu, dan berat buah lebih kurang 1,5 kg/buah. Varietas ini tahan dalam pengangkutan (Kalie, 2010).

Pepaya Meksiko. Varietas Meksiko mempunyai ciri bentuk buahnya mirip alpukat yaitu bulat berleher. Daging buah berwarna kuning, beraroma, dan rasanya manis. Beratnya lebih kurang 0,5 kilogram (Kalie, 2010).

Pepaya Semangka. Varietas Semangka mempunyai ciri daging berwarna merah seperti warna buah semangka, rasanya manis dan berair. Bila telah masak kulit buahnya berwarna kuning dan licin. Bentuk buahnya lonjong dengan berat buah lebih kurang 1 kg/buah. Varietas ini tahan dalam pengangkutan (Sobir,2009).

Pepaya Thailand. Varietas Thailand memiliki karakteristik buah berbentuk panjang besar dan lancip pada bagian ujung, permukaan buahnya tidak rata dan kulit luarnya tipis, daging buah berwarna jingga kemerahan, keras dan memiliki rasa manis. Berat per buah mencapai 3,5 kg sehingga dikenal buah pepaya yang berukuran besar (Kalie, 2010).

Pengaruh Varietas Tanaman terhadap Perkembangan Tungau

Setiap varietas tanaman akan memberikan ketahanan yang berbeda pada setiap serangan hama. Kehilangan hasil akibat serangan tungau di Uganda dapat mencapai 46%, sedangkan di Venezuela kehilangan hasil berkisar antara 15-20%. Hasil penelitian *International Center for Tropical Agriculture* melaporkan bahwa serangan empat jenis tungau secara bersamaan dapat menurunkan hasil antara 20-53%, tergantung pada umur tanaman dan lamanya serangan. Selanjutnya juga dilaporkan bahwa kehilangan hasil berbeda antara varietas yang tahan dan varietas yang rentan. Pada varietas rentan, kehilangan hasil umbi dapat mencapai 73%, akan tetapi pada varietas yang tahan kehilangan hasil umbi hanya berkisar 15% (Byrne *et al.*, 2004).

III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Januari sampai Juni 2019.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cawan Petri sedang ($d=9$ cm), cawan Petri besar ($d=15$ cm), gunting, silet, mikroskop stereo binokuler, gelas obyek, kaca penutup, kuas (nomor 00), pipet, kertas label, termohigrometer, kamera digital, *hot plate*, dan buku identifikasi tungau Zhang (2003).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Tungau *T. urticae*, daun tanaman pepaya dari varietas Calina dan varietas Thailand, spons ($p=6$ cm, $l=5$ cm), kapas ($p=6$ cm, $l=5$ cm), larutan Hoyer, dan air. Tungau merah *T. urticae* diperoleh dari kebun percobaan Universitas Brawijaya, Jaticerto, Malang.

Metode Penelitian

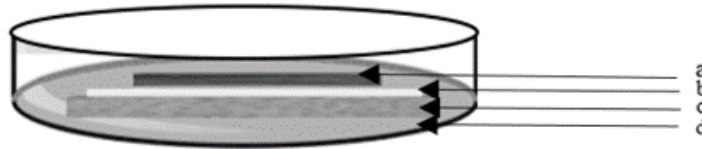
Penelitian pengaruh daun varietas Calina dan Thailand terhadap biologi tungau *T. urticae* meliputi studi lama perkembangan pradewasa, keperidian dan lama hidup betina serta jantan. Selain itu dilakukan penelitian untuk mengetahui nisbah kelamin dan studi reproduksi *T. urticae*.

Persiapan penelitian yang dilakukan meliputi pembuatan arena percobaan, setelah itu perbanyak *T. urticae* pada arena percobaan, identifikasi tungau *T. urticae*, analisis proksimat daun pepaya varietas Thailand dan Calina, dan dilakukan pengukuran suhu serta kelembaban nisbi setiap hari yaitu pada pukul 06.00, 12.00 dan 18.00 WIB selama penelitian berlangsung.

Arena Percobaan

Arena percobaan digunakan sebagai tempat perbanyak tungau dan penelitian yang berupa cawan Petri plastik yang di dalamnya ditempatkan busa dengan tinggi 1 cm dan diameter 8 cm, kemudian di atas busa diletakkan selapis kapas dan selembar daun pepaya berukuran 3x3 cm dengan posisi bagian

permukaan bawah daun berada diatas, kemudian *T. urticae* diletakkan pada daun pepaya. Daun diganti setiap 3 hari sekali, arena percobaan (Gambar 11) selalu dijenuhi air untuk menjaga agar daun tidak cepat kering, serta menjaga agar tungau tidak keluar dari arena dan menghindari serangga lain masuk ke dalam arena.



a: sepotong daun pepaya; b: kapas; c: busa karet, d: air

Gambar 11. Arena percobaan

Identifikasi Tungau

Tungau *T. urticae* yang digunakan untuk identifikasi diambil dari tanaman pepaya, daun yang diambil merupakan daun pepaya yang terdapat gejala serangan tungau berupa bercak-bercak putih kekuningan disekitar pertulangan daunnya. Daun kemudian dimasukkan ke dalam plastik dan segera dibawa ke Laboratorium Hama Tumbuhan. Imago tungau diidentifikasi untuk memastikan jenis tungau yang akan digunakan untuk penelitian. Identifikasi tungau menggunakan tungau hidup dan bentuk preparat. Identifikasi tungau hidup dilakukan secara langsung dengan melihat daun yang sudah terserang tungau *T. urticae*, lalu menaruh tungau di arena percobaan yang sudah disiapkan dan tungau hidup diamati dengan bantuan mikroskop stereo binokuler, setelah itu didokumentasikan.

Pengamatan tungau menggunakan bentuk preparat dilakukan dengan membuat preparat tungau (Gambar 12). Tungau yang sudah di letakkan di arena percobaan dibuat slide preparat menggunakan medium Hoyer menurut metode Henderson (2001). Setetes medium Hoyer ditempatkan ditengah kaca objek, setelah itu imago jantan dan betina yang sudah diambil menggunakan kuas halus diletakkan pada bagian tengah tetesan larutan Hoyer. Tungau diletakkan secara ventral agar posisi tungkai mudah diatur menggunakan jarum. Selanjutnya ditutup dengan kaca penutup preparat. Peletakan kaca penutup dilakukan dengan



Gambar 12. Pembuatan preparat, a: penetesan larutan Hoyer, b: peletakan tungau menggunakan kuas, c: penutupan kaca penutup menggunakan bantuan jarum, d: preparat siap diletakkan di *hot plate*

perlahan untuk menghindari adanya gelembung udara yang bisa mengganggu pengamatan. Preparat diletakkan pada *hot plate* dengan suhu lebih kurang 45°C selama 10 detik untuk merengangkan tungkai tungau. Pembuatan preparat diulang sebanyak lima kali dengan tujuan mendapatkan hasil yang lebih jelas.

Identifikasi tungau dalam bentuk preparat dilakukan dengan bantuan mikroskop komponen. Penciri penting *T.urticae* didokumentasikan dan diidentifikasi menggunakan buku identifikasi tungau Zhang (2003).

Perbanyakkan *Tetranychus urticae*

Tungau *T. urticae* yang telah diidentifikasi selanjutnya diperbanyak di dalam arena percobaan yang diletakkan di Laboratorium Hama Tumbuhan dengan suhu lebih kurang 27-29 °C dan kelembaban nisbi lebih kurang 70%.

Studi Pengaruh Dua Varietas Pepaya terhadap Biologi *Tetranychus urticae*

Penelitian biologi tungau *T. urticae* pada dua varietas pepaya dilakukan untuk mengetahui lama perkembangan pradewasa, studi reproduksi, nisbah kelamin, keperidian, dan lama hidup imago betina dan jantan. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap terdiri dari dua perlakuan yaitu pepaya varietas Calina dan Thailand, dilakukan sebanyak 20 kali ulangan sehingga diperoleh 40 satuan percobaan dan dibutuhkan 40 pasang tungau *T. urticae* untuk setiap parameter pengamatan.

Lama Perkembangan Pradewasa. Lama perkembangan pradewasa tungau *T. urticae* diamati mulai fase telur hingga imago pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand. Lama perkembangan pradewasa yang diamati meliputi lama perkembangan pradewasa jantan dan betina. Penelitian dilakukan

sebanyak 20 kali ulangan sehingga diperoleh 40 satuan percobaan. Lama perkembangan pradewasa jantan membutuhkan 40 imago *T. urticae* betina.

Setiap imago betina dipindahkan ke arena percobaan yang sudah ditempatkan potongan daun varietas Calina dan Thailand. Masing-masing arena berisi satu varietas daun pepaya. Lama perkembangan pradewasa betina dibutuhkan 40 pasang imago jantan dan betina. Setiap pasang imago jantan dan betina *T. urticae* kemudian dipindahkan ke arena percobaan yang sudah ditempatkan potongan daun varietas Calina dan Thailand. Masing-masing arena berisi satu varietas daun pepaya sehingga dibutuhkan 40 arena percobaan. Imago *T. urticae* kemudian dibiarkan meletakkan telur selama 24 jam.

Setelah 24 jam semua imago dan telur yang diletakkan disingkirkan menggunakan jarum dan hanya menyisakan satu telur pada setiap potongan daun di arena penelitian. Telur diamati setiap hari sampai menetas dan lama stadia telur dicatat. Selanjutnya, pengamatan dilakukan setiap 3 jam sekali untuk mengamati lama perkembangan larva, protokrisalis, protonimfa, deutokrisalis, deutonimfa, teliokrisalis, dan imago. Lama setiap stadia dicatat. Daun pepaya diganti setiap 3 hari sekali.

Keperidian dan Lama Hidup. Penelitian keperidian dan lama hidup imago betina dan lama hidup imago jantan *T. urticae* dilakukan dengan menempatkan sepasang imago jantan dan betina *T. urticae* pada arena percobaan. Penelitian dilakukan sebanyak 20 kali ulangan sehingga diperoleh 40 satuan percobaan dan dibutuhkan 40 pasang tungau *T. urticae*. Penelitian dilakukan menggunakan imago betina dan jantan *T. urticae* yang muncul pada hari yang sama, yang diperoleh dengan cara memindahkan 30 pasang imago tungau *T. urticae* pada sebuah arena percobaan yang berukuran lebih besar. Semua imago disingkirkan sesudah 24 jam dan hanya menyisakan telur. Telur pada arena percobaan dibiarkan berkembang hingga fase teliokrisalis (fase istirahat terakhir) untuk digunakan sebagai bahan percobaan.

Sebanyak 40 pasang tungau jantan dan betina pada fase istirahat terakhir dari populasi yang dipelihara bersama-sama, muncul pada hari yang sama, Masing-masing akan dipindahkan ke arena percobaan yang sudah terdapat

potongan daun pepaya varietas Calina dan Thailand. Lama praoviposisi, oviposisi dan pasca oviposisi imago betina dicatat beserta telur yang diletakkan dihitung dan dicatat setiap hari kemudian disingkirkan. Lama hidup imago jantan dan betina dicatat setiap hari sampai imago jantan dan betina mati.

Studi Tipe Reproduksi

Penelitian tipe reproduksi *T. urticae* bertujuan untuk melihat jenis kelamin yang dihasilkan oleh *T. urticae* betina yang mengalami kopulasi dan tanpa kopulasi pada daun pepaya. Penelitian dilakukan sebanyak 20 kali ulangan. Studi reproduksi *T. urticae* tanpa kopulasi membutuhkan 20 *T. urticae* betina pada fase teliokrisalis untuk setiap parameter pengamatan. Setiap *T. urticae* betina dipindahkan ke arena percobaan yang sudah ditempatkan potongan daun pepaya. Masing-masing arena berisi satu daun pepaya sehingga dibutuhkan 20 arena percobaan. Imago *T. urticae* dibiarkan meletakkan telur hingga berkembang menjadi imago dan diamati tipe reproduksi yang dihasilkan. Studi reproduksi *T. urticae* dengan kopulasi dibutuhkan 20 pasang imago jantan dan betina. Setiap pasang imago *T. urticae* kemudian dipindahkan ke arena percobaan yang sudah ditempatkan potongan daun pepaya, sehingga dibutuhkan 20 arena percobaan. Imago *T. urticae* kemudian dibiarkan meletakkan telur lalu dibiarkan hingga berkembang menjadi imago dan diamati tipe reproduksi yang dihasilkan. Jenis kelamin imago yang muncul dicatat.

Nisbah Kelamin

Penentuan nisbah kelamin tungau *T. urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand dilakukan dengan menempatkan sepasang imago jantan dan betina yang berumur 1-3 hari pada arena percobaan. Percobaan dilakukan dengan 20 kali ulangan sehingga dihasilkan 40 satuan percobaan yang membutuhkan 40 pasang imago jantan dan betina *T. urticae*. Setiap pasang imago *T. urticae* kemudian dipindahkan ke arena percobaan yang sudah ditempatkan potongan daun varietas Calina dan Thailand. Masing-masing arena berisi satu varietas daun pepaya. Imago *T. urticae* kemudian dibiarkan meletakkan telur selama tiga hari, setelah itu imago jantan dan betina disingkirkan dari dalam arena percobaan. Semua telur yang telah diletakkan oleh imago betina dibiarkan hingga menetas

dan berkembang menjadi imago baru. Penentuan nisbah kelamin dilakukan dengan cara membandingkan jumlah imago jantan dan betina yang baru muncul.

Analisis Proksimat

Analisis proksimat pada daun pepaya dilakukan untuk mengetahui kandungan protein, karbohidrat, lemak, kadar air dan kadar abu pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand. Uji proksimat dilakukan di Laboratorium Teknologi Hasil Panen Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.

Analisis Ketebalan Epidermis Daun

Analisis ketebalan epidermis daun pepaya dilakukan untuk mengetahui ketebalan epidermis pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand. Uji ketebalan epidermis daun dilakukan di Laboratorium Mikroteknik, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya.

Pengukuran Suhu dan Kelembaban

Pengukuran suhu dan kelembaban nisbi di Laboratorium Hama Tumbuhan 4 dilakukan dengan menggunakan termohigrometer. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan tiga kali dalam sehari yaitu pada pukul 06.00, 12.00 dan 18.00 WIB. Untuk mendapatkan rata-rata suhu dan kelembaban harian dihitung dari rerata nilai pada pukul 06.00, 12.00, 18.00 dan pukul 06.00 pada keesokan harinya.

Analisis Data

Data pengaruh dua varietas pepaya terhadap lama perkembangan pradewasa, keperidian imago betina, lama hidup imago betina dan lama hidup imago jantan *T. urticae* dianalisis dengan uji t pada taraf kesalahan 5%.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Tungau *Tetranychus urticae*

Bedasarkan hasil penelitian *T. urticae* memiliki delapan fase siklus hidup yaitu telur, larva, protokrisalis, protonimfa, deutokrisalis, deutonimfa, teliokrisalis, dan imago. Terdapat perkembangan aktif dan inaktif (istirahat) pada *T. urticae*. Pada fase aktif yaitu larva, protonimfa, deutonimfa, dan imago, tungau akan aktif bergerak. Pada saat fase istirahat posisi tungau diam tidak bergerak sama sekali meskipun disentuh. Posisi dua pasang tungkai depan merapat ke gnatosoma mengarah ke anterior sedangkan dua pasang tungkai belakang merapat ke epistosoma mengarah ke posterior. Terdapat sebanyak tiga kali fase istirahat berturut-turut yaitu protokrisalis, deutokrisalis dan teliokrisalis. Protokrisalis merupakan fase istirahat yang terjadi sesudah stadia larva dan sebelum ganti kulit menjadi protonimfa. Deutokrisalis yaitu fase istirahat antara protonimfa dan deutonimfa. Teliokrisalis adalah fase istirahat antara deutonimfa dan imago. Huffaker *et al.* (1969), menyatakan tetranychidae berkembang melalui beberapa stadia dalam siklus hidupnya yaitu telur, larva, protonimfa, deutonimfa, dan imago. Setiap masa aktif pradewasa diikuti oleh fase istirahat. Lebih lanjut Jeppson *et al.* (1975), menyatakan fase istirahat dari larva menjadi protonimfa disebut protokrisalis, fase istirahat dari protonimfa menjadi deutonimfa disebut deutokrisalis, dan fase istirahat dari deutonimfa menjadi imago disebut teliokrisalis.

Telur. Telur *T. urticae* berbentuk bulat dengan warna putih bening dan seiring perkembangannya akan berubah menjadi putih kekuningan dengan diameter 129,1 μm (Gambar 13a). Mendekati waktu untuk menetas maka pada telur akan terlihat bintik merah kecil. Hoover *et al.* (2002), menyatakan telur tungau merah berdiameter 0,14 mm terletak di bawah daun ubi kayu, berbentuk bulat tidak berwarna, dan berubah menjadi seperti mutiara putih pada saat akan menetas.

Larva. Larva *T. urticae* bewarna putih bening dengan dua bintik hitam kecil dibagian lateral. Seiring perkembangan larva akan bewarna kuning kehijauan. Tungkai pada *T. urticae* pada saat fase larva berjumlah tiga pasang

tungkai yang bewarna kekuningan (Gambar 13b). Panjang tubuh 186,9 μm dan lebar tubuh 123,2 μm .

Protokrisalis. Protokrisalis *T. urticae* merupakan stadia inaktif antara larva dan protonimfa. Pada masa inaktif warna tidak jauh berbeda dengan larva, bewarna kekuningan, mengkilat dan melekat erat pada substrat. Dua pasang tungkai bagian lateral merapat mengarah ke anterior dan sepasang tungkai belakang merapat mengarah ke bagian posterior (Gambar 13c). Panjang tubuh 200,1 μm dan lebar tubuh 114,3 μm . Pada fase ini *T. urticae* tidak aktif bergerak. Ayudya (2012), menyatakan pada fase protokrisalis warna tungkai tidak jauh berbeda dengan larva, mengkilat dan melekat pada substrat di permukaan daun. Posisi dua pasang tungkai merapat ke tubuh dan direntangkan lurus ke arah anterior, sedangkan satu pasang lainnya akan mengarah ke posterior.

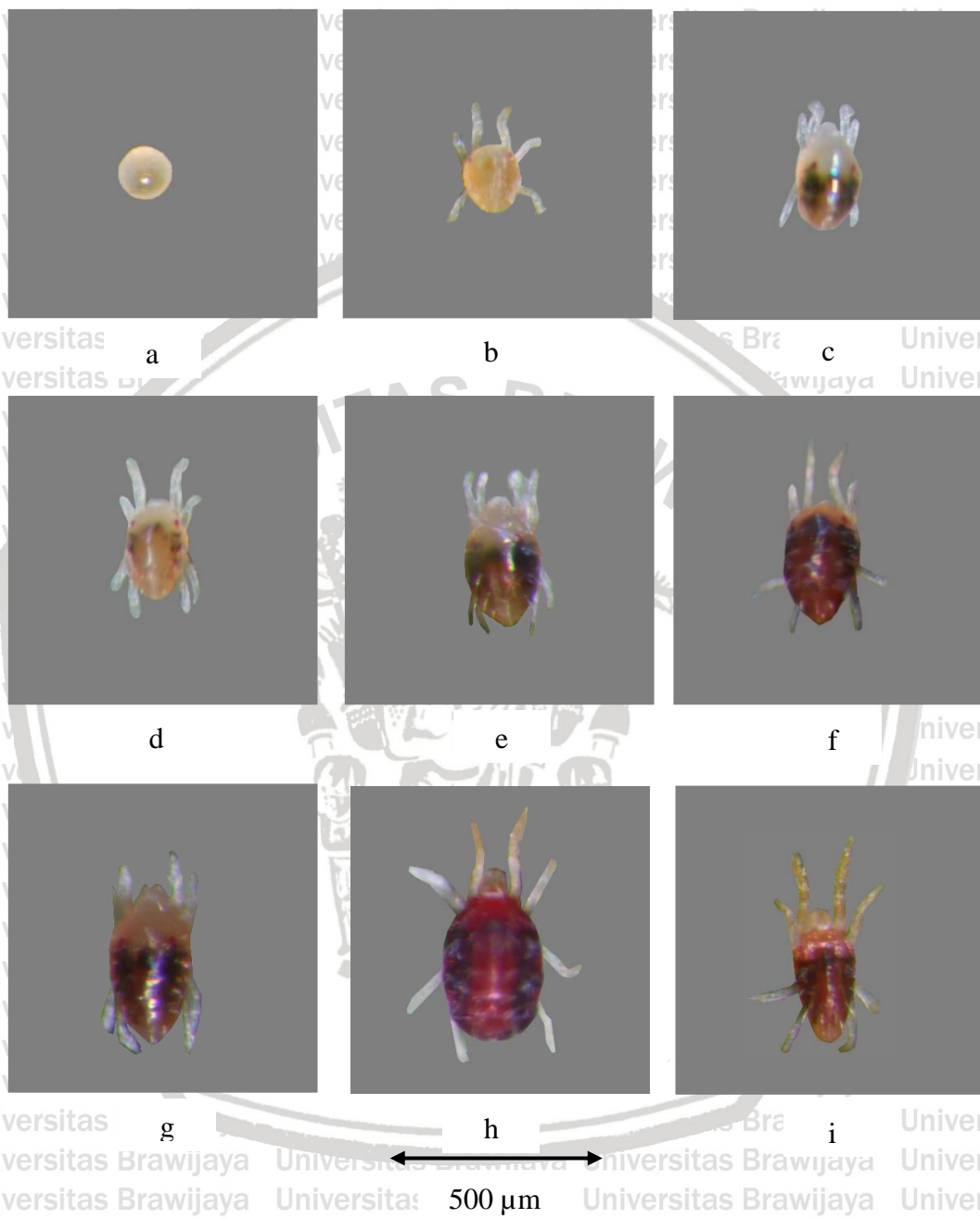
Protonimfa. Protonimfa *T. urticae* bewarna kuning kehijauan terdapat dua bintik hitam di bagian lateral. Tungkai sudah berjumlah empat pasang yaitu dua pasang tungkai mengarah ke bagian anterior dan dua pasang lain mengarah ke bagian posterior (Gambar 13d). Panjang tubuh 211,9 μm dan lebar tubuh 121,2 μm . Hal ini sesuai dengan pernyataan Santoso *et al.* (2013), protonimfa mempunyai ukuran yang lebih besar dari larva, bertungkai empat pasang, dan berwarna kehijauan. Warna hijau lebih disebabkan oleh warna hijau daun yang tergambar pada tubuh yang transparan.

Deutokrisalis. Deutokrisalis *T. urticae* merupakan stadia inaktif antara protonimfa dan deutonimfa. Pada masa inaktif bewarna kuning kemerahan mengkilat dan melekat erat pada substrat. Dua pasang tungkai bagian lateral merapat mengarah ke anterior dan dua pasang tungkai belakang merapat mengarah ke bagian posterior (Gambar 13e). Panjang tubuh 252,4 μm dan lebar tubuh 161,7 μm . Pada fase ini *T. urticae* tidak aktif dan tidak bergerak. Menurut Irawanto (2006), pada fase deutokrisalis *T. urticae* memiliki tubuh yang mengkilat, lalu dua pasang tungkai merapat ke tubuh mengarah ke anterior dan dua pasang tungkai lain mengarah ke posterior. Menjelang ganti kulit warnanya akan berubah menjadi keputih-putihan dan mengkilat.

Deutonimfa. Deutonimfa *T. urticae* bewarna kuning kemerahan dengan dua bintik hitam di bagian lateral semakin besar dan melebar. Berukuran lebih besar dibandingkan protonimfa dengan panjang tubuh 294,4 μm dan lebar tubuh 173,8 μm . Tungkai berjumlah empat pasang, seta pada dorsum idiosoma tampak jelas (Gambar 13f). Widi (2011), menyatakan deutonimfa bewarna kuning kemerahan terdapat dua bintik hitam dibagian lateral.

Teliokrisalis. Teliokrisalis *T. urticae* merupakan stadia inaktif antara deutonimfa dan imago. Pada masa inaktif warna tidak jauh berbeda dengan deutonimfa, mengkilat dan melekat erat pada substrat. Dua pasang tungkai bagian lateral merapat mengarah ke anterior dan sepasang tungkai belakang merapat mengarah ke bagian posterior (Gambar 13g). Panjang tubuh 401,1 μm dan lebar tubuh 215,9 μm . Pada fase ini *T. urticae* tidak aktif dan tidak bergerak. Nofiyah (2017), menyatakan fase teliokrisalis tungau bewarna kuning kemerahan, mengkilap dan melekat erat pada permukaan daun. Terdapat dua bintik hitam dibagian lateral, tungkai berjumlah empat pasang. Pada fase ini tungau tidak aktif bergerak.

Imago. Imago betina berbentuk oval bewarna merah dengan dua bintik hitam di bagian lateral, bentuk tubuh membulat dan lebih besar dibandingkan imago jantan. Tungkai berjumlah empat pasang, panjang tubuh 465,5 μm dan lebar tubuh 279,7 μm (Gambar 13h). Imago jantan bewarna kuning kemerahan dengan dua bintik hitam di bagian lateral. Pada bagian posterior idiosoma ramping dan meruncing (Gambar 13i). Tungkai berukuran lebih panjang dari tubuhnya, panjang tubuh 295,7 μm dan lebar tubuh 130 μm . Hal ini sesuai dengan pernyataan Takafuji *et al.* (1989), imago berwarna merah agak kekuningan dan memiliki empat pasang tungkai. Ukuran imago betina lebih besar dibandingkan dengan imago jantan. Lebih lanjut menurut Astuti (2014), selain ukuran tubuh, perbedaan antara imago jantan dan betina juga terletak pada ujung abdomen. Imago betina memiliki ujung abdomen berbentuk bulat sedangkan ujung abdomen pada imago jantan berbentuk agak kerucut.



Gambar 13. Fase-fase tungau *Tetranychus urticae*, a: telur, b: larva, c: protokrisalis, d: protonimfa, e: deutokrisalis, f: deutonimfa, g: teliokrisalis, h: imago betina, i: imago jantan (500 μm)



Biologi Tungau *Tetranychus urticae* pada Daun Pepaya Varietas Calina dan Thailand

Total waktu perkembangan pradewasa dimulai sejak telur diletakkan sampai terbentuknya imago. Hasil penelitian lama perkembangan pradewasa betina pada varietas Calina dan Thailand berturut-turut yaitu 11,08 dan 12,36 hari. Lama perkembangan pradewasa jantan pada varietas Calina dan Thailand berturut-turut yaitu 9,19 dan 9,91 hari (Tabel 1). Moro *et al.* (2012), menyatakan bahwa lama perkembangan pradewasa *T. urticae* pada kultivar pepaya dari telur sampai dewasa ialah antara 9,4 dan 10,2 hari.

Tabel 1. Rerata lama perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *Tetranychus urticae* pada daun varietas Calina dan Thailand

Fase		Lama stadia (hari) pada varietas	
		Calina $\bar{x} \pm SB$	Thailand $\bar{x} \pm SB$
Telur	Dibuahi	4,18 ± 0,22 a	4,11 ± 0,12 a
	Tidak dibuahi	3,26 ± 0,08 a	3,23 ± 0,05 a
Larva	Betina	1,81 ± 0,57 a	1,22 ± 0,37 a
	Jantan	0,92 ± 0,06 a	0,91 ± 0,05 a
Protokrisalis	Betina	1,08 ± 0,44 a	0,88 ± 0,46 a
	Jantan	1,07 ± 0,10 a	1,07 ± 0,11 a
Protonimfa	Betina	1,15 ± 0,49 a	1,03 ± 0,75 a
	Jantan	1,49 ± 0,38 a	1,46 ± 0,53 a
Deutokrisalis	Betina	0,97 ± 0,20 a	0,96 ± 0,33 a
	Jantan	1,49 ± 0,38 a	1,46 ± 0,53 a
Deutonimfa	Betina	1,10 ± 0,40 a	1,40 ± 0,67 a
	Jantan	1,36 ± 0,35 a	0,90 ± 0,41 b
Teliokrisalis	Betina	1,04 ± 0,34 a	1,39 ± 0,46 b
	Jantan	0,91 ± 0,24 a	0,59 ± 0,27 b
Perkembangan pradewasa	Betina	12,36 ± 1,06 a	11,08 ± 1,18 b
	Jantan	9,91 ± 0,64 a	9,19 ± 0,62 b
Siklus hidup	Betina	14,86 ± 1,15 a	12,57 ± 1,10 b

Keterangan: angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji t pada taraf kesalahan 5%, \bar{x} = rerata, SB = Simpangan Baku

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis varietas pada daun pepaya, memberikan pengaruh terhadap siklus hidup dan lama perkembangan pradewasa tungau *T.urticae* jantan dan betina. Siklus hidup dan lama perkembangan pradewasa *T. urticae* lebih singkat pada daun varietas Thailand dibandingkan varietas Calina. Semakin singkat waktu yang dibutuhkan *T. urticae* untuk perkembangan pradewasa dan siklus hidup, maka semakin cepat pula perkembangbiakan populasi tungau. Hal ini tampaknya dipengaruhi oleh faktor nutrisi yang terdapat pada daun varietas Calina dan Thailand. Kandungan nutrisi pada daun berpengaruh terhadap perkembangan pradewasa tungau, karena nutrisi menunjukkan nutrisi dasar yang diperlukan untuk mendukung semua sistem metabolik untuk menjalankan fungsinya masing-masing. Nutrisi yang dibutuhkan oleh tungau berupa karbohidrat, protein, lemak, vitamin, mineral dan air. Menurut Susrama (2017), nutrisi sebagai kebutuhan akan substansi kimia bagi suatu organisme untuk perkembangan, pemeliharaan jaringan, reproduksi, dan energi. Lebih lanjut White (1970), menyatakan bahwa nutrisi merupakan faktor penting yang mengatur pertumbuhan dan perkembangan. Salah satu kandungan nutrisi yang mempengaruhi perkembangan pradewasa adalah protein. Protein merupakan komponen utama dalam pertumbuhan dan perkembangan tungau. Protein pada daun berfungsi sebagai zat pembangun karena banyak menyediakan substansi dasar pembentukan jaringan tubuh yang digunakan untuk melewati fase tungau selama perkembangannya. Kandungan protein yang terdapat pada daun varietas Calina dan Thailand berturut turut yaitu 3,56 dan 4,54 (Tabel 2). Protein pada varietas Thailand lebih tinggi dibandingkan varietas Calina sehingga perkembangan pradewasa *T. urticae* lebih sesuai pada daun varietas Thailand. Kandungan protein yang lebih sesuai akan membuat tungau berkembang

Tabel 2. Kandungan proksimat varietas daun pepaya Calina dan Thailand

Kandungan Proksimat (%)	Varietas daun pepaya	
	Calina	Thailand
Protein	3,56	4,54
Lemak	1,89	1,30
Karbohidrat	15,12	11,62
Kadar Air	72,16	78,54
Abu	2,95	2,55

lebih cepat. Salah satu bukti *T. urticae* mengalami perkembangan adalah adanya pergantian kulit (*molting*) yang diakibatkan semakin membesarnya tubuh tungau.

Lestari *et al.* (2013), menyatakan protein akan berpengaruh terhadap perkembangan dan fekunditas bagi organisme. Menurut Lukman (2009), protein digunakan untuk pembentukan jaringan yang lebih banyak serta dibutuhkan untuk pembentukan hormon ecdyson. Hormon ini berfungsi sebagai pemicu pertumbuhan dan aktivitas *molting* sel-sel tubuh serangga. Chapman (1998), menyatakan bahwa hampir semua serangga membutuhkan tingkat protein yang optimum untuk pertumbuhannya. Menurut Afify *et al.* (1970), perbedaan waktu perkembangan pradewasa dapat dikaitkan dengan perbedaan nutrisi dalam pakan yang diberikan. Protein merupakan salah satu nutrisi pembangun tubuh yang menyediakan banyak materi untuk pertumbuhan. Lebih lanjut Hariyadi (1998), menyatakan bahwa serangga memanfaatkan ketersediaan senyawa dalam kandungan protein untuk pembentukan jaringan, sehingga larva lebih cepat mencapai tahap instar.

Selain kandungan nutrisi pada daun, kemungkinan perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *T. urticae* dipengaruhi oleh ketebalan jaringan epidermis daun. Dari hasil pengamatan irisan melintang daun, didapatkan perbedaan ketebalan epidermis pada ke dua varietas daun pepaya. Ketebalan epidermis daun pepaya varietas Calina dan Thailand berturut-turut yaitu 18,8 dan 16,6 μm (Tabel 3). Ketebalan epidermis daun varietas Calina lebih tinggi dibandingkan varietas Thailand. Semakin tebal lapisan epidermis daun pada suatu varietas pepaya, maka perkembangan pradewasa dan siklus hidupnya akan lebih lama dibandingkan dengan daun yang memiliki nilai ketebalan epidermis lebih rendah. Hal ini karena lapisan epidermis merupakan lapisan terluar pada daun, sehingga alat mulut *T. urticae* akan melewati lapisan epidermis terlebih dahulu, semakin tebal lapisan epidermis maka akan semakin sulit tungau *T. urticae* untuk mengambil makanan yang dibutuhkan. Kartasapoetra (1988), menyatakan semakin tebal lapisan epidermis daun maka mulut tungau akan semakin susah untuk mencapai makanan atau cadangan makanan yang tersimpan di dalam jaringan parenkim dan mesofil yang letaknya di bawah jaringan epidermis. Lebih

lanjut Muryati *et al.* (2004), menyatakan semakin tebal lapisan epidermis daun maka pertumbuhan tungau akan semakin terhambat.

Tabel 3. Rerata Ketebalan Epidermis Daun Pepaya Varietas Calina dan Thailand

Varietas daun pepaya	Rerata Tebal lapisan epidermis (μm)
Calina	18,8
Thailand	16,6

Hasil penelitian ini menunjukkan perkembangan pradewasa jantan lebih cepat dibandingkan dengan perkembangan pradewasa betina. Tampaknya imago jantan mengalami perkembangan yang lebih cepat dan terbentuk lebih dulu, agar bisa berada di samping tungau betina pada fase teliokrisalis untuk melakukan prekopulasi. Menurut Zhang (2003), perkembangan tungau merah jantan lebih cepat daripada betina. Lebih lanjut Gultom (2010), menyatakan imago jantan sering berada disamping betina untuk mendampingi betina ketika masih dalam fase teliokrisalis, proses pendampingan ini disebut dengan *precopulatory cuarding*. Hal ini juga di dukung dengan pendapat Cone *et al.* (1971), pada saat betina memasuki fase istirahat terakhir (teliokrisalis), maka jantan sudah berada disamping betina terlebih dulu untuk menunggu saat akan keluar menjadi imago.

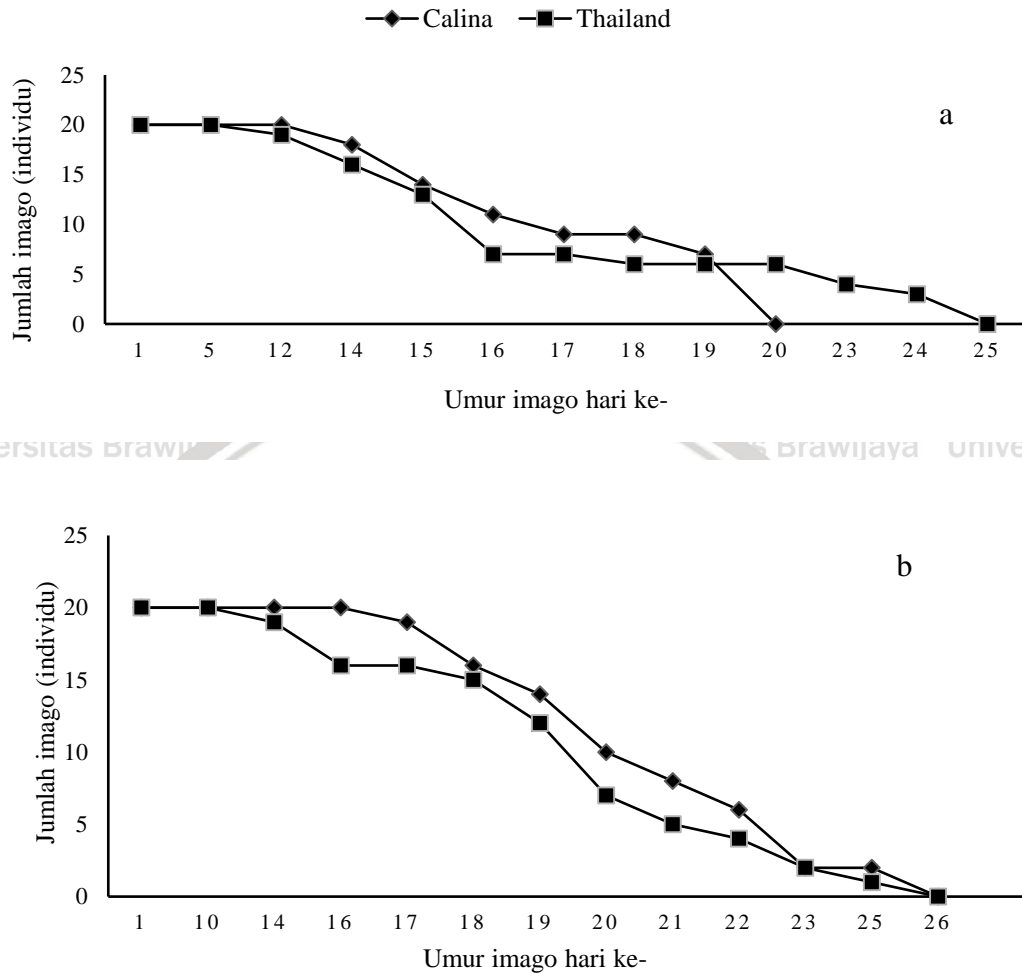
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan yang berbeda yaitu daun pepaya varietas Calina dan Thailand tidak mempengaruhi keperidian dan lama hidup imago jantan serta betina *T. urticae*. Lama hidup imago jantan pada varietas Calina dan Thailand berturut-turut ialah 20,95 dan 19,85 hari, sedangkan lama hidup imago betina pada varietas Calina dan Thailand berturut-turut yaitu 17,25 dan 17,6 hari (Tabel 4). Tampaknya kandungan nutrisi yang dibutuhkan tungau sudah seimbang dan cukup pada ke dua pakan. Tungau membutuhkan nutrisi yang seimbang untuk keperidian dan lama hidupnya, terutama protein dan karbohidrat. Keseimbangan ini bisa dilihat dari kandungan protein dan karbohidrat yang terdapat pada daun varietas Calina berturut-turut yaitu 3,56 dan 15,12 sedangkan pada varietas Thailand berturut turut yaitu 4,54 dan 11,62. Protein dibutuhkan imago betina untuk pembentukan sel baru dan reproduksi pembentukan telur, sedangkan karbohidrat digunakan sebagai sumber energi utama untuk kehidupan tungau. Menurut Southwood (1978), pertumbuhan dan

Tabel 4. Rerata lama hidup imago dan keperidian tungau *Tetranychus urticae* pada daun varietas pepaya Calina dan Thailand

Parameter	Perlakuan pada varietas	
	Calina $\bar{x} \pm SB$	Thailand $\bar{x} \pm SB$
Lama masa praoviposisi (hari)	2,50 ± 0,67	1,55 ± 0,66
Lama masa oviposisi (hari)	12,35 ± 2,25	14,50 ± 5,07
Lama masa pascaoviposisi	1,65 ± 1,77	1,65 ± 0,85
Lama Hidup Betina (hari)	17,25 ± 2,29	17,60 ± 1,46
Lama Hidup Jantan (hari)	20,95 ± 2,53	19,85 ± 2,92
Keperidian (butir)	41,30 ± 8,71	43,80 ± 17,90
Produktivitas telur per hari (butir)	3,33 ± 0,60	3,02 ± 0,61

reproduksi serangga tidak hanya tergantung pada jumlah nutrisi yang tersedia tetapi juga pada keseimbangan kandungan nutrisi di dalamnya. Maharani dan Yusrin (2010), menyatakan pada organisme yang sedang berkembangbiak, protein sangat penting dalam pembentukan sel baru. Oleh sebab itu, apabila organisme kekurangan protein maka organisme tersebut akan mengalami hambatan pertumbuhan. Lebih lanjut Beck (1965), menyatakan protein dibutuhkan serangga betina dewasa agar ovarium dan telur matang. Protein sangat penting untuk menghasilkan hormon juvenil yang dibutuhkan untuk perkembangan ovarium dan telur. Bagi serangga, karbohidrat merupakan sumber energi terbesar guna keperluan sistem reproduksi dan lama hidup, sehingga kebutuhan protein dan karbohidrat pada pakan harus seimbang. Isnawati (2009), menyatakan karbohidrat merupakan sumber utama energi dalam proses metabolisme.

Berdasarkan percobaan lama hidup dan keperidian, didapatkan kurva hubungan lama hidup dengan jumlah imago betina dan jantan *T. urticae* per harinya pada varietas Calina dan Thailand (Gambar 14). Kurva menunjukkan bahwa penurunan imago betina pertama kali terjadi pada hari ke 12 pada varietas Thailand dan terjadi pada hari ke 14 untuk varietas Calina. Imago tungau betina mati seluruhnya pada hari ke 20 untuk varietas Calina dan hari ke 25 untuk varietas Thailand. Penurunan imago jantan *T. urticae* dimulai pada hari ke 14 untuk varietas Thailand dan untuk varietas Calina dimulai pada hari ke 17. Imago jantan mati seluruhnya pada hari ke 26. Berdasarkan kurva dapat diketahui

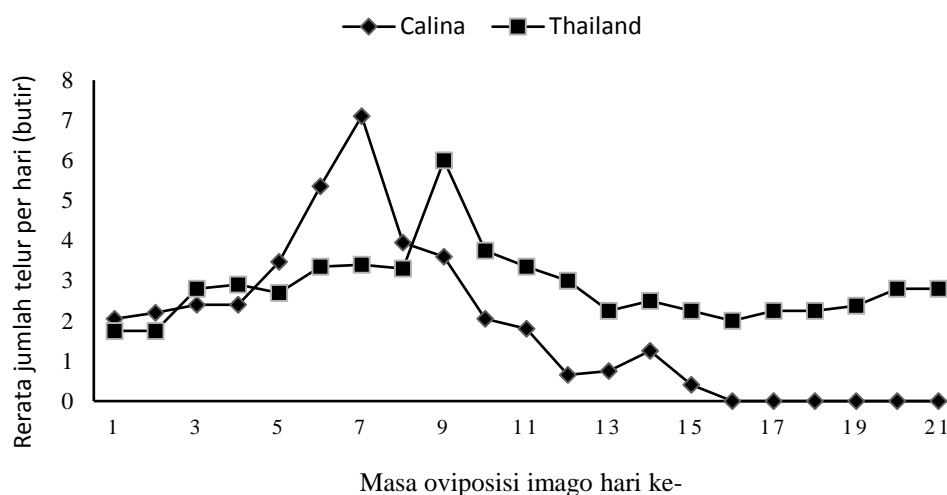


Gambar 14. Kurva hubungan umur imago dan jumlah tungau *Tetranychus urticae* per hari pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand, a: Imago betina, b: Imago jantan

bahwa imago betina memiliki lama hidup lebih singkat dibandingkan imago jantan *T. urticae*. Tampaknya lama hidup berkaitan dengan energi yang dimiliki oleh imago tungau, semakin banyak energi yang terpakai oleh tungau maka lama hidup akan semakin singkat. Imago betina mengalami masa oviposisi sedangkan imago jantan tidak. Pada masa oviposisi imago betina mengeluarkan banyak energi untuk memproduksi dan meletakkan telur. Energi yang digunakan akan semakin besar bila telur yang dihasilkan tinggi. Monteiro dan Mogor (2014), menyatakan bahwa lama hidup imago betina *T. urticae* lebih singkat dibandingkan imago jantan yang diakibatkan perbedaan energi yang dimiliki

imago jantan dan betina. Produksi telur pada imago betina membutuhkan energi yang besar.

Berdasarkan kurva hubungan masa oviposisi imago betina *T.urticae* dengan rerata jumlah telur per hari pada pakan varietas Calina dan Thailand (Gambar 15) menunjukkan bahwa oviposisi imago betina *T. urticae* mengalami pola yang sama. Jumlah telur yang diletakkan oleh seekor imago betina setiap



Gambar 15. Kurva hubungan masa oviposisi imago betina dan rerata jumlah telur per hari tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

harinya berfluktuasi. Pada awal oviposisi, telur yang diletakkan imago betina *T. urticae* rendah. Peletakan telur harian mencapai puncak pada hari ke 6 dan 7, kemudian mengalami penurunan. Jumlah telur yang dihasilkan umumnya akan semakin berkurang dengan semakin meningkatnya umur hingga akhirnya imago betina tidak meletakkan telur sama sekali. Saat imago betina sudah memasuki masa pasca oviposisi maka akan cenderung tidak aktif bergerak lalu mati.

Huffaker *et al.* (1969), menyatakan oviposisi pada tetranychidae didahului oleh masa oviposisi yang singkat dan mencapai puncaknya secara cepat dan diikuti penurunan oviposisi secara perlahan. Lebih lanjut Wrensch (1979), menyatakan jumlah telur yang dihasilkan umumnya akan semakin berkurang dengan semakin meningkatnya umur imago betina. Imago betina yang mendapatkan nutrisi lebih baik akan menghasilkan telur yang 11% lebih banyak daripada imago betina yang hidup dari sumber makanan kurang baik.

Tipe Reproduksi Tungau *Tetranychus urticae*

Berdasarkan hasil penelitian tipe reproduksi *T. urticae* pada daun pepaya, didapatkan imago betina *T. urticae* yang mengalami kopulasi akan menghasilkan telur yang menetas menjadi tungau jantan dan betina, sedangkan imago betina *T. urticae* tanpa kopulasi akan menghasilkan tungau jantan saja. Tampaknya telur yang berhasil dibuahi oleh imago jantan akan menetas menjadi betina, sedangkan telur yang tidak dibuahi akan menetas menjadi jantan. Dalam penelitian ini ditemukannya tungau jantan dan betina pada *T. urticae* yang mengalami kopulasi karena tidak semua telur dapat terbuahi dengan sempurna oleh imago jantan. Hal ini membuktikan bahwa imago betina *T. urticae* mampu melakukan reproduksi tanpa harus melakukan kopulasi. Krantz (1978), menyatakan bahwa reproduksi tungau merah bersifat parthenogenesis. Ada tiga tipe parthenogenesis yaitu arenotoki jika seluruh keturunan yang dihasilkan adalah jantan, teliotoki bila seluruh keturunan yang dihasilkan adalah betina, sedangkan deuterotoki adalah apabila keturunan yang dihasilkan jantan dan betina.

Nisbah Kelamin Tungau *Tetranychus urticae*

Bedasarkan hasil penelitian nisbah kelamin tungau *T. urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand, dengan suhu laboratorium lebih kurang 26°C dan kelembaban nisbi lebih kurang 72% nilai berturut-turut yaitu 1 : 5,3 dan 1 : 5,5. Hal ini menunjukkan bahwa ada sekitar 16% tungau berkelamin jantan dan 84% tungau berkelamin betina dalam suatu populasi tungau yang dipelihara. Jumlah betina lebih banyak dibandingkan jumlah jantan. Hal ini dimungkinkan karena saat *T. urticae* betina mengalami fase teliokrisalis, imago jantan sudah menunggu disamping betina untuk melakukan kopulasi segera setelah imago betina terbentuk. Adanya kopulasi mampu meningkatkan jumlah betina, karena telur yang telah dibuahi akan menghasilkan tungau betina dan yang tidak dibuahi akan menghasilkan tungau jantan. Astuti (2014), menyatakan hasil perkawinan tungau merah pada empat kultivar ubi kayu menunjukkan jumlah imago betina yang lebih banyak dibandingkan imago jantan. Jumlah imago betina yang lebih banyak akan menghasilkan keturunan betina yang lebih banyak pula. Lebih lanjut Huffaker *et al.* (1969), menyatakan jumlah keturunan betina pada tungau

Tetranychidae umumnya lebih banyak dibandingkan jantan. Lebih banyak jumlah telur yang menjadi betina dapat terjadi akibat adanya masa kopulasi pada awal imago betina terbentuk.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Bedasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa siklus hidup *T. urticae* lebih singkat pada daun pepaya varietas Thailand (12,57 hari) dibandingkan varietas Calina (14,86 hari). Lama perkembangan pradewasa betina dan jantan *T. urticae* lebih singkat pada daun pepaya varietas Thailand (11,08 dan 9,19 hari) dibandingkan pada daun varietas Calina (12,36 dan 9,91 hari).

Lama hidup imago betina serta jantan dan keperidian *T. urticae* tidak dipengaruhi oleh pemberian pakan yang berbeda yaitu daun pepaya varietas Calina dan Thailand.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan dalam skala lapang untuk mengetahui kelimpahan populasi tungau *T. urticae* secara langsung di lapang pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand, yang berguna untuk mengetahui varietas mana yang lebih tahan terhadap serangan *T. urticae*.

DAFTAR PUSTAKA

- Afify, A.M., El-Kady, M.H., dan Zaki, F.N. 1970. Biological Studies on *Spodoptera exigua* Hbn. in Egypt, with Record of Five Larval Parasites. J. Appl. Entomol. 66: 362-368
- Agroprima. 2013. Syarat Ideal Tumbuh Tanaman Pepaya. <http://agro.agroprima.com>. Diakses pada tanggal 2 Desember 2018
- Anton, P. 2011. Jurus Sukses Budidaya Pepaya California. Abata Press. Klaten
- Artini. 2017. Kelimpahan Populasi Tungau pada Berbagai Varietas Apel. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Astuti, W. 2014. Ketahanan Empat Kultivar Ubi Kayu Terhadap *Tetranychus Kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). Skripsi. Departemen Proteksi Tanaman Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Ayudya, A.M. 2012. Biologi *Tetranychus urticae* Pada Tanaman Mawar. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Barus, A. dan Syukri. 2008. Agroekoteknologi Tanaman Buah-buahan. USU Press. Medan
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2017. Produksi Buah-Buahan di Indonesia Tahun 2012–2017. <http://bps.go.id>. Diakses pada tanggal 1 Januari 2019
- Buss, J. L. 2017. Introduction and Distribution *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). University of Florida. Florida
- Byrne, F.J., Castle S., Prabhaker N., dan Toscano N.C. 2004. Biochemical Study of Resistance to Imidacloprid in Biotype *Bemisia tabaci* from Gutaimala. J. Pes. Manag. Sci. 59(3): 342-352
- Chan, Y.K. 1992. Development of F1 Hybrids for Papaya (*Carica papaya* L.) Seed Production and performance of F1 Hybrids. Disertasi. Universitas Malaya. Malaysia
- Clark, J.K. 2000. UC Statewide IPM Project. University of California Diunduh dari <http://www.ipmucdavis.edu/PMG/PESTNOTES/pn7405.html>. Diakses pada tanggal 10 Desember 2018
- Cone, W.W., McDonough L.M., Maitlen J.C., dan Burdajewics S. 1971. Pheromone Studies of Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch: Evidence of Sex Pheromone. J. Econ. Entomol. 64: 355-358
- Crane, J.H. 2005. Papaya Growing in the Florida Home Landscape. Institute of Food and Agricultural Science. University of Florida. Florida
- Cronquist, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Colombia University Press. New York

- Crooker, A. 1985. Embriology and Juvenile Development. dalam Helle W., Sabelis M.W. (Ed.). Spider Mites Their Biology, Natural Enemies, and Control. Elsevier. Tokyo. 1: 148-170
- Darmayuda. 2014. Pepaya California. Diunduh dari cybex.pertanian.go.id. Diakses pada tanggal 18 Februari 2019
- Direktorat Perlindungan Tanaman Hortikultura. 2005. Pemanfaatan Tantangan Selasih Sebagai Atraktan Lalat Buah
- Drew, R.A.I. dan Hancock. 1987. The *Bactrocera dorsalis* Complex of Fruit Flies in Asia. Bulletin of Entomological Research Supplement Series. Series 2. CAB Internasional. Wallingford
- Endarto, O. 2004. Tungau Karat Jeruk (Acari: *Phyllocoptruta oleivora*) Kelimpahan Populasi, Tingkat Serangan, dan Persepsi Petani. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Epetani. 2015. Cara Budidaya Pepaya California. Diunduh dari <http://epetani.pertanian.go.id>. Diakses pada tanggal 1 Februari 2019
- Erdogen, P. A., Yildirim B., dan Sever. 2012. Investigations On The Effects of Five Different Plant Extracts On The Two-Spotted Mite *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Tetranychidae). J. Researc. 3(1): 1-6
- Evans, O.G. 1992. Principles of Acarology. CABI Publishing. Wallingford
- Gultom, N.M. 2010. Biologi dan Kelimpahan Populasi Tungau Merah *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) pada Dua Kultivar Jarak Pagar *Jatropha curcas*. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Handayani, N.M. 2013. Inventarisasi dan Identifikasi Tungau Ektoparasit pada Cicak di Pasar dan Suaka Margasatwa Muara Angke. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Hariyadi, S. 1998. Seleksi Makan Ulat Grayak *Spodoptera exempta* (Lepidoptera: Noctuidae) terhadap Kasein dan Sukrosa. Tesis. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Haryoto. 1998. Teknologi Tepat Guna Membuat Saus Pepaya. Kanisius. Yogyakarta
- Hill, D.S. 1987. Agricultural Insects Pests of Temperate Regions and Their Control. Cambridge University Press. Cambridge
- Hindayati, W. 2013. Kajian Ketahanan Beberapa Genotip Mawar Bunga Potong Terhadap Penyakit Bercak Hitam dan Hama Tungau. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Timur. Malang
- Hoover, G.A. 2002. Twospotted Spider Mite. Penn State College. <http://ento.psu.edu/extension/factsheets/twospotted-spider-mite>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2019

- Hubert, J., Jarosik, Mourek, Kubatova, dan Zdarkova. 2004. Astigmatid Mite Growth and Fungi Preference Comparisons in Laboratory Experiments. *J. Pedobiolog.* 48: 205-214
- Huffaker, C.B., van de Vrie M., dan McMurtry J.A. 1969. The Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Control. *J. Ann. Rev. Entomol.* 14: 125-174
- Ikegami, Y.S., Yano J., Takabayashi dan Takafuji. 2000. Function of Quiescence of *Tetranychus kanzawai* (Acari: Tetranychidae) as a Defence Mechanism Against Rain. *J. Appl. Entomol. Zool.* 35: 339-343
- Indiati, S.W. 2010. Ketahanan Varietas Klon Ubi Kayu Genjah Terhadap Tungau Merah. *J. Penelit. Pertan. Tanam. Pang.* 31(1): 53-59
- Irawanto, A. 2006. *Tetranychus urticae* Koch. (Acari: Tetranychidae) Biologi, Keadaan Populasi dan Musuh Alamnya pada Tanaman Krisan (*Chrysanthemum* sp.). Skripsi. Fakultas Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Isnawati, 2009. Biokimia. Unesa University Press. Surabaya
- Jealani. 2009. Ensiklopedia Kosmetika Nabati. Penerbit Pustaka Populer Obor. Bandung
- Jeppson, L.R., Keifer H.H., dan Barker E.W. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California Press. California
- Kalie, M. 2010. Bertanam Pepaya. Penebar Swadaya. Jakarta
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. van der Laan PA, penerjemah. PT Ichtiar Baru-Van Hoeve. Jakarta
- Kartasapoetra, A.G. 1988. Pengantar Anatomi Tumbuhan. PT Bina Aksara. Jakarta
- Kawano, K., dan Bellotti A. 1980. Breeding Approaches in Cassava. dalam Maxwell, F.G. and Jennings P.R. (Ed). Breeding plants resistant to insects. New York. 313-335
- Kawka, B. 2004. Effect of chamomile extracts on biology of *Tetranychus urticae* Koch. feeding on Algerian Ivy (*Hedera canariensis* L.). *Annals of Warsaw Agricultural University, Horticulture Landscape Architecture*, (25): 75-79
- Khoiri, M.R. 2005. *Tetranychus kanzawai* Biologi dan Populasinya pada Tanaman Ubi Kayu di Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Krantz, G.W. 1978. A Manual of Acarology. Oregon State University Book Stores, Inc. Oregon

- Kuli, K. 2013. Jenis Pepaya Paling Populer. Diunduh dari <http://kulinermedia.blogspot.com/2013/04/4-jenis-pepaya-palingpopuler.html> Diakses 11 Februari 2019
- Lestari, S., Ambarningrum T.B., dan Pratiknyo H., 2013. Tabel Hidup *Spodoptera litura* Fabr. dengan Pemberian Pakan Buatan yang Berbeda. *J. Sain. Veter.* 31(2): 166-179
- Lewis, T. 1973. *Thrips Their Biologi, Ecology, and Economic Importance.* Academic Press. London
- Lukman, A. 2009. Peran Hormon dalam Metamorfosis Serangga. *J. Bios.* 2: 42-45
- Lyla, K.R., Philip B.M. 2010. Incidence of papaya mealybug *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) in Kerala. *Insect Environment*, 15(4): 156
- Maharani, E. T., Yusrin. 2010. Kadar Protein Kista Artemia Curah yang Dijual Petambak Kota Rembang Dengan Variasi Suhu Penyimpanan. Prosiding Seminar Nasional Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang
- Marwoto. 2011. Teknologi Pengendalian Hama Kutu Kebul *Bemisia tabaci* Pada Produksi Kedelai di Lahan Optimal Untuk Menekan Kehilangan Hasil Sebesar 30%. Laporan Penelitian Balitkabi. Malang
- Maryati, S., Murniati, dan Suhartanto. 2004. Pengaruh Sarcotesta dan Pengeringan Benih serta Perlakuan Pendahuluan terhadap Viabilitas dan Dormansi Benih Pepaya (*Carica papaya*). *J. Agron.* 33(2): 23–30
- Monteiro, L.B., Mogor A.F. 2014. Biology of The Two Spotted Spider Mite on Strawberry Plants. *J. Neotrop. Entomol.* 43: 183-188
- Moro, L. B., Ricardo A. P., José R., Dirceu P., Cláudio R. F. 2012. Biological Parameters and Life Table of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) at Papaya Cultivars. *J. Rur. Scien.* 42: 487-493
- Muktiani. 2011. Bertanam Varietas Unggul Pepaya California. Pustaka Baru Press. Yogyakarta
- Muljana, W. 1997. Bercocok Tanam Pepaya. Aneka Ilmu. Semarang
- Muryati, Istianto M., Setyobudi L. 2004. Bionomi Tungau pada Enam Kultivar Jeruk. *J. Hort.* 14(4): 274-278
- Nofiyah, K. 2017. Biologi Tungau Merah *Tetranychus urticae* pada Beberapa Kultivar Bunga Krisan. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang
- Nurjanah, S. 2008. Penyuluhan Pertanian Madya Pasbangluhtan. BPTP. Yogyakarta
- Nuswamarhaeni dan Saptarini. 1999. Mengenal Buah Unggul Indonesia. Penebar Swadaya. Jakarta

Panjota, A., Follet P.A., dan Jimenez A.V. 2002. Pest of Papaya. Cromwell Press. Ukraina

Pracaya. 2008. Pengendalian Hama dan Penyakit Tanaman Secara Organik. Penerbit Kanisius. Yogyakarta

Pramayudi, N. dan Oktarina H. 2012. Biologi Hama Kutu Putih Pepaya (*Paracoccus marginatus*) Pada Tanaman Pepaya. J. Floratek 7: 32–44

Rahardi, F. 2004. Agribisnis Buah Indonesia. Penebar Swadaya. Jakarta

Rauf, A. 2008. Hama Kutu Putih *Paracoccus marginatus*. Pusat Penelitian Ilmu Hama Tanaman. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Rizwan, M. 2011. Survei Pengetahuan, Sikap, dan Tindakan Petani Pepaya terhadap Organisme Pengganggu Tanaman di Kecamatan Rancabungur dan Desa Bojong kecamatan Kemang Kabupaten Bogor. Skripsi. Fakultas Pertanian IPB. Bogor

Sauers-Muller, A.V. 2005. Ecology, Behavior, and Bionomics: Host Plants of The Carambola Fruit Fly, *Bactrocera carambolae* Drew (Diptera: Tephritidae). South America. J. Neotrop. Entom. 34(2): 203-214

Savopoulou-soultoni, M., Stavridis D.G., Vassillou A., Stafilidis J.E., dan Irakiidis J. 1994. Response Of *Lobesia botrana* (Lepidoptera: Tortricidae) To Levels of Sugar and Protein in Artificial Diets. Laboratory of Applied Zoology and Parasitology Faculty of Geotechnical Science. Aristotelian University Thessalonik. Thessalonik Greece

Setiawati, W., Rini M., Neni G., dan Tati R. 2008. Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya Untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT). Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung

Siwi, S.S., Hidayat P., dan Suputa. 2005. Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia (Diptera: Tephritidae). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian. Bogor

Sobir. 2009. Sukses Bertanam Pepaya Unggul Kualitas Supermarket. Agromedia Pustaka. Jakarta

Southwood, T.R.E. 1978. Ecological Methods with Particular Reference to The Study of Insect Population. Second Edition. Chapman and Hall. New York

Sriyanti, W. 2004. Pengamatan Hama dan Penyakit Pepaya (*Carica papaya* L.) di Kebun Pusat Kajian Buah-buah Tropika. Skripsi. IPB. Bogor

Steinite, I., dan Ievinsh G. 2003. Wound Induced Responses in Leaves of Strawberry Cultivars Differing in Susceptibility to Spider Mite. J. Plant Physiol. 159: 491–497

Sugiarto, S., dan Tinton. 2008. Insektisida Nabati Dari Tanaman. Medika. Jakarta

Sujiprihati, S. dan Suketi. 2009. *Budidaya Pepaya Unggul*. Penebar Swadaya. Jakarta

Suketi, K. 2011. *Studi Morfologi Bunga, Penyerbukan dan Perkembangan Buah Sebagai Dasar Pengendalian Mutu Buah Pepaya IPB*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Sulistyo, A. dan Marwoto. 2011. Hubungan Antara Trikona dan Intensitas Kerusakan Daun Dengan Ketahanan Kedelai Terhadap Hama Kutu Kebul (*Bemisia tabaci*). 255–262. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2011*. Malang

Suprapti, M.L. 2005. *Aneka Olahan Pepaya Mentah dan Mengkal*. Kanisius. Yogyakarta

Susrama, I. G. K. 2017. Kebutuhan Nutrisi dan Substansi dalam Pakan Buatan Serangga. *J. Agroekotek. Trop.* 6(3): 310-318

Takafuji, A., dan Ishii T. 1989. Inheritance of Sex Ratio in The Kanzawa Spider Mite *Tetranychus kanzawai* Kishida (Acari: Tetranychidae). *Researches on Population Ecology.* 31(1): 123-128

Tyas, W.S. 2008. *Evaluasi Keragaman Pepaya (Carica papaya L.) di Enam Lokasi di Boyolali*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor

van de Vrie M, McMurty J.A., dan Huffaker C.B. 1972. Biology, Ecology, and Pests Status and Host-Plant Relations of Tetranychids. *Hilgardia* 41(13): 343-432

van Sauers-Muller, A. 2005. Host Plants of the Carmbola Fruit Fly, *Bactrocera carambolae* in Suriname South America. *Neotropical Entomology*

Walker, A., Hoy M., dan Meyerdirk D. 2003. Papaya Mealybug, *Paracoccus marginatus* Williams and Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae). *Featured Creatures. Entomology and Nematology Departement, Florida Cooperative Extension Service, Institut of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. Florida*

Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*. Kanisius. Yogyakarta

White, T.C.R. 1970. Some Aspects of The Life History, Host Selection, Dispersal and Oviposition of Adult *Cardiaspina densidextra*. *Australian J. Zool.* 18: 105-117

Widi, R., Santoso S., Rauf A., Gultom N.M., dan Karmawati, E. 2014. Biologi dan Kelimpahan Tungau Merah. (Acari: Tetranychidae) pada Dua Kultivar Jarak Pagar (*Jatropha curcas*). *J. Entomol Ind.* 11(1): 34-42

Wijayakusuma, H. dan Setiawan D. 1994. *Tanaman Berkhasiat Obat di Indonesia*. Jilid I. Pustaka Kartini. Jakarta

Wilson, L.J., dan Morton R. 1993. Seasonal Abundance and Distribution of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) on Cotton in Australia. J. of Ent. Res. 83: 297-305

Wiyono, S. dan Manuwoto. 2008. Penyakit Antraknosa Pada Tanaman Pepaya dan Potensi Pengendaliannya. Departemen Proteksi Tanaman. Bogor

Wrensch, D.L. 1979. Component of Reproductive Success in Spider mites. Academic Press, inc. New York

Zhang, Z.Q. 2003. Mites of Greenhouses, Identification, Biology and Control. CABI Publishing. Cambridge





LAMPIRAN

Tabel Lampiran 1. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium telur betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	4,18	4,11
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,05	0,12
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,00

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 2. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium larva betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,81	1,22
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,59	0,38
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,001

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 3. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protokrisalis betina tungau betina *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,08	0,88
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,44	0,47
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,178

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 4. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap lama stadium protonimfa betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,15	1,03
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,50	0,70
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,55

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 5. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap lama stadium deutokrisalis betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	0,97	0,96
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,21	0,34
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,94

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 6. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap lama stadium deutonimfa betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,10	1,40
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,40	0,69
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,18

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 7. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium teliokrisalis betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,04	1,39
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,33	0,47
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,01

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 8. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama perkembangan pradewasa betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	12,36	11,08
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	1,09	1,20
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,36

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 9. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama siklus hidup betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	14,86	12,57
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	2,04	2,64
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,00

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 10. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium telur jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	3,26	3,23
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,08	0,05
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,19

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 11. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium larva jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	0,92	0,91
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,06	0,05
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,52

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 12. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protokrisalis jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,07	1,07
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,10	0,11
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,42

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 13. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium protonimfa jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	0,90	1,00
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,27	0,22
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,18

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 14. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutokrisalis jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,49	1,46
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,39	0,54
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		0,80

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 15. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium deutonimfa jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,36	0,90
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,36	0,42
db Perlakuan		38,000
Sig. (2-tailed)		0,001

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 16. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama stadium teliokrisalis jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	0,90	0,59
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,24	0,28
db Perlakuan	38,000	
Sig. (2-tailed)	0,001	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 17. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama perkembangan pradewasa jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	9,91	9,19
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,65	0,63
db Perlakuan	38,000	
Sig. (2-tailed)	0,001	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 18. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa praoviposisi tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	2,50	1,55
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,68	0,68
db Perlakuan	38,00	
Sig. (2-tailed)	0,00	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 19. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa oviposisi tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	12,35	14,50
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	2,2	5,2
db Perlakuan		38,000
Sig. (2-tailed)		0,454

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 20. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama masa pasca oviposisi tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	1,65	1,65
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	1,78	0,87
db Perlakuan		38,00
Sig. (2-tailed)		1,00

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 21. Hasil uji t (α : 0,05) terhadap lama hidup imago betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	14,90	12,60
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	4,01	4,21
db Perlakuan		38,000
Sig. (2-tailed)		0,085

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 22. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap lama hidup imago jantan tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	16,45	14,65
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	3,75	3,54
db Perlakuan	38,000	
Sig. (2-tailed)	0,127	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 23. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap keperidian imago betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	42,55	17,65
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	23,29	7,83
db Perlakuan	38,00	
Sig. (2-tailed)	0,00	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata

Tabel Lampiran 24. Hasil uji t ($\alpha: 0,05$) terhadap produktivitas telur harian per lama masa oviposisi imago betina tungau *Tetranychus urticae* pada daun pepaya varietas Calina dan Thailand

	Daun pepaya	
	Varietas Calina	Varietas Thailand
Rata-rata	3,33	3,02
Jumlah Data	20,00	20,00
Standart Deviasi	0,60	0,62
db Perlakuan	38,00	
Sig. (2-tailed)	1,56	

Keterangan: Apabila nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 maka berbeda nyata



Tabel Lampiran 25. Rata-rata suhu dan kelembaban nisbi Laboratorium Hama Tumbuha pada bulan Januari-Juni 2019

Bulan	Suhu (°C)		Kelembaban Nisbi (%)	
	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata	Kisaran
Januari	26,32	25,30-27,43	72,90	68,50-81,50
Februari	26,37	25,28-28,15	73,41	61,25-82,25
Maret	26,21	24,64-28,20	73,53	61,25-80,75
April	26,53	25,73-27,48	72,66	67,75-78,75
Mei	26,22	25,65-26,63	74,07	70,25-76,50
Juni	26,35	25,32-27,50	73,03	69,30-81,75
Rata-rata	26,33	25,32-27,62	73,26	66,38-80,25

