

**KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN POPULASI TUNGAU
PADA PERTANAMAN PEPAYA KULTIVAR CALINA DENGAN
POLA TANAM MONOKULTUR DAN TUMPANGSARI**

Oleh
YOGI NASRUL ANNAS



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019**

**KEANEKARAGAMAN DAN KELIMPAHAN POPULASI TUNGAU
PADA PERTANAMAN PEPAYA KULTIVAR CALINA DENGAN
POLA TANAM MONOKULTUR DAN TUMPANGSARI**

OLEH

YOGI NASRUL ANNAS

135040201111154

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 DAN PENYAKIT TUMBUHAN

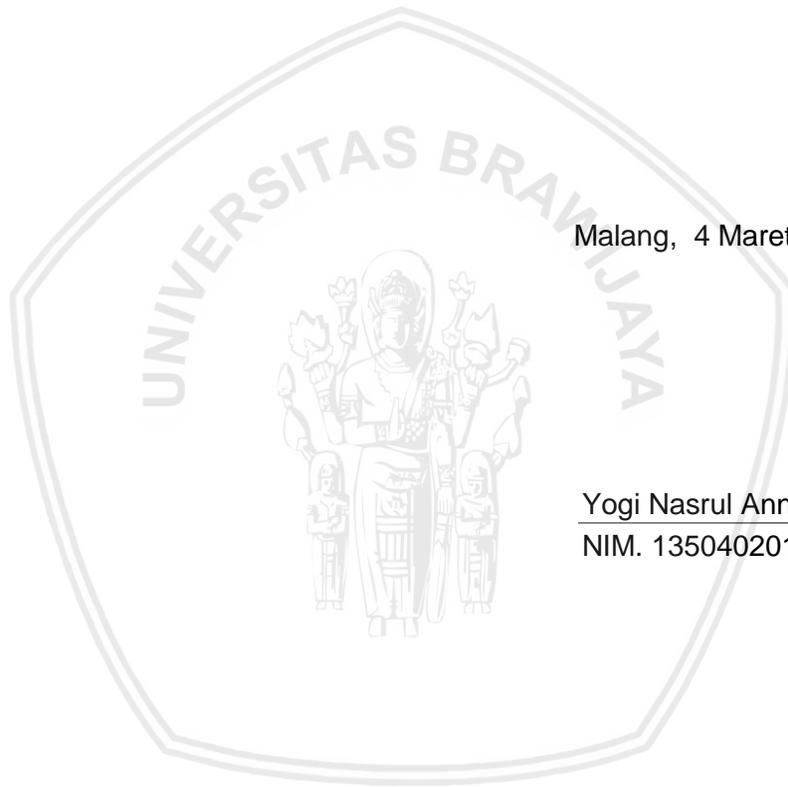
MALANG

2019



PERNYATAAN

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan gagasan atau hasil penelitian saya sendiri dengan bimbingan komisi pembimbing, kecuali dengan jelas ditunjukkan rujukannya. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar pada program sejenis di perguruan tinggi manapun. Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya.



Malang, 4 Maret 2019

Yogi Nasrul Annas
NIM. 135040201111154

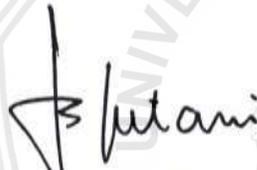
LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi
Tungau pada Pertanaman Pepaya Kultivar
Calina dengan Pola Tanam Monokultur dan
Tumpangsari
Nama Mahasiswa : Yogi Nasrul Annas
NIM : 135040201111154
Jurusan : Hama Penyakit Tumbuhan
Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



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



Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.
NIK. 201405 770415 1 001

Diketahui,
Ketua Jurusan

Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.
NIP. 19551018 198601 2 001

Tanggal Persetujuan :

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II



Dr. Ir. Aminudin Affandhi, MS.
NIP. 19580208 198212 1 001



Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.
NIK. 201405 770415 1 001

Penguji III

Penguji IV



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



Dr. Ir. Syamsuddin Djauhari, MS.
NIP. 19550522 198103 1 006

Tanggal lulus : 30 APR 2019

RINGKASAN

Yogi Nasrul Annas. 135040201111154. Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Tungau pada Pertanaman Pepaya Kultivar Calina dengan Pola Tanam Monokultur dan Tumpangsari . Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. dan Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.

Pepaya *Carica pepaya* L. (Caricaceae) merupakan salah satu buah unggulan komoditas ekspor Indonesia. Pada tahun 1995 sampai 2011, produksi buah pepaya di Indonesia terus meningkat. Selanjutnya, pada tahun berikutnya produksi pepaya di Indonesia selalu mengalami penurunan. Hama merupakan salah satu faktor penting dalam penurunan produksi tanaman pepaya. Salah satu hama yang menyerang tanaman pepaya adalah tungau. Pola tanam mampu mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman Arthropoda di dalam ekosistem pertanian. Penanaman dengan pola tanam monokultur dapat menghasilkan panen yang berlimpah, namun resiko serangan hama dan penyakit juga tinggi sedangkan pertanaman dengan pola tanam tumpangsari mampu mengurangi serangan hama dan penyakit. Penelitian tentang jenis-jenis tungau dan kelimpahannya pada tanaman pepaya dilahan monokultur dan tumpangsari belum banyak dilakukan di Indonesia. Pengendalian tungau pada pertanaman pepaya membutuhkan informasi dasar berupa jenis tungau dan kelimpahannya. Dengan diketahuinya jenis-jenis tungau dan populasinya diharapkan bisa digunakan dalam penyusunan strategi pengendalian tungau pada tanaman pepaya dan mencegah terjadinya kerusakan pada tanaman pepaya yang menurunkan produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji keanekaragaman dan kelimpahan jenis-jenis tungau termasuk persentase daun yang dihuni tungau, preferensi bagian permukaan daun dan umur yang disukai oleh tungau serta musuh alaminya pada tanaman pepaya kultivar Calina di lahan monokultur dan tumpangsari

Penelitian dilakukan di dua lokasi yaitu Desa Rembun Kecamatan Dampit Kabupaten Malang dengan pola tanam monokultur dan Desa Jeru Kecamatan Turen Kabupaten Malang dengan pola tanam tumpangsari. Setiap lahan dipilih 25 tanaman pepaya secara acak dan setiap tanaman diambil dua daun contoh, sehingga jumlah daun contoh pada masing-masing lahan adalah 50 helai. Daun contoh yang diambil adalah daun muda dan daun tua. Pengambilan daun contoh dilakukan dengan interval satu minggu selama dua bulan. Setiap daun contoh diamati semua tahap kehidupan tungau dan musuh alami, dihitung, dicatat dan diuji dengan uji Mann Whitney.

Dari hasil penelitian ini ditemukan tungau fitofag *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), *Panonychus citri* McGregor (Tetranychidae), *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Tenuipalpidae) dan tungau predator *Neoseiulus fallacis* Garman (Phytoseiidae). Populasi tungau *T. urticae* pada lahan monokultur lebih tinggi dibandingkan lahan tumpangsari. Sedangkan populasi tungau *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* pada kedua lahan adalah sama. Presentase daun yang dihuni tungau lebih banyak dibandingkan presentase daun yang tidak dihuni tungau. Tungau lebih banyak ditemukan pada permukaan bawah daun dibandingkan permukaan atas daun pepaya. Selain itu, daun pepaya tua lebih disukai tungau dibandingkan daun pepaya muda. Fase tungau *T. urticae*, *P. citri* yang paling banyak dijumpai adalah telur, sedangkan pada tungau *B. phoenicis* dan *N. fallacis* adalah imago betina. Musuh alami selain tungau predator yang ditemukan di lahan penelitian adalah larva *Oligota* sp. instar 1 dan instar 2, serta kumbang predator *Stethorus* sp.

SUMMARY

Yogi Nasrul Annas. 135040201111154. Diversity and Abundance of Population of Mite on Papaya Plant Cultivar Calina in the Monoculture and Intercropping Land. Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. and Dr. Akhmad Rizali, SP., M.Si.

Papaya *Carica papaya* L. (Caricaceae) is one of the leading fruits of Indonesian exports. From 1995 to 2011, papaya fruit production in Indonesia continued to increase, then in the following year papaya production in Indonesia always declined. Pests are one of the important factors in decreasing the production of papaya plants. One that attacks papaya plants is mites. Cropping patterns are able to optimize the abundance and variation of Arthropods in agricultural ecosystems. Planting with monoculture planting patterns can produce increased yields, but the risk of high pest and disease attacks related to planting with intercropping cropping patterns can reduce pests and diseases. Research on the types of mites and their abundance in papaya plants in monoculture and intercropping areas has not been widely used in Indonesia. Mite control in papaya plantations requires basic information in the form of mites and their abundance. By knowing the types of mites and population, it is expected to be used in the preparation of mite control strategies in papaya plants and prevent improvements in papaya plants which reduce production. The purpose of this research is to study the diversity and abundance of mite species, including the percentage of leaves that inhabited by mites, preferences of leaf surface section, preferences of age leaf and their natural enemies in papaya plant Calina variety on monoculture and intercropping land

The study was conducted in two location. The first land was in Rembun Village, Sub District Dampit, Malang with monoculture planting patterns and the second land was in Jeru Village, Sub District Turen, Malang with intercropping planting patterns. Each lands was selected 25 plants randomly and every plant sample was taken two leaf which were young leaves and old leaves. The observation was done every week in two months. All of stages of mites natural enemy's mites was observed, calculated and tested with Mann Whitney test.

The results showed there were phytophagous mites *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), *Panonychus citri* McGregor (Tetranychidae), *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Tenuipalpidae) and predatory mites *Neoseiulus fallacis* Garman (Phytoseiidae). The population of *T. urticae* on monoculture land was higher than intercropping land. However, the population of *P. citri*, *B. phoenicis* and *N. fallacis* on the two fields were the same. The percentage of leaves inhabited by mites was more than the percentage of leaves that was not inhabited by mites. More mites were found on the lower surface of papaya leaves than the top surface of papaya leaves. In addition, the old papaya leaves were preferred by mites compared to the young papaya leaves. The most common mite phase of *T. urticae* and *P. citri* was eggs, whereas in *B. phoenicis* and *N. fallacis* mites was female adults. Natural enemies other than predatory mites found in the study were *Oligota* sp. larvae. instar 1 and instar 2, and predatory beetle *Stethorus* sp.



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang dengan segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dengan segala keterbatasannya dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Tungau pada Pertanaman Pepaya Kultivar Calina dengan Pola Tanam Monokultur dan Tumpangsari".

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan banyak terima kasih kepada Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS., selaku dosen pembimbing utama dan Dr. Akhmad Rizali SP., M.Si. selaku dosen pembimbing pendamping yang telah sabar memberikan bimbingan, pengarahan serta motivasi mulai dari awal penelitian sampai terselesaikannya penulisan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT) yang memberikan izin untuk penyusunan skripsi ini.

Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada orang-orang tersayang, kedua orang tua tercinta yang selalu memberikan doa, nasehat dan dukungan yang tiada hentinya. Keempat saudara penulis yaitu Agus Siswanto, Sri Utami, Sagitarius Bambang Ermawan dan Lulus Kristiana yang selalu memberikan semangat, dukungan, bantuan dan selalu ada saat dibutuhkan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada petugas laboratorium HPT atas bantuannya; Yayasan Bina Insani Pondok Pesantren Mahasiswa Baitul Jannah, para sahabat terbaik Mohamad Lambang Pribadi dan Ida Wijayanti, rekan-rekan mahasiswa HPT 2013 serta seluruh pihak atas bantuan, dukungan, semangat dan kebersamaan selama ini.

Penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak yang membaca serta memberikan sumbangan pemikiran bagi kemajuan ilmu pengetahuan di masa yang akan datang.

Malang, Maret 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Dusun Tinampuh, Desa Puhkerep, Kecamatan Rejoso, Kabupaten Nganjuk, Jawa Timur pada tanggal 20 Desember 1994 sebagai putra keempat dari lima bersaudara dari pasangan suami istri Alm. Bapak Saipan dan Ibu Suwarti.

Penulis menempuh pendidikan dasar di SDN Puhkerep II pada tahun 2001 sampai tahun 2007, kemudian penulis melanjutkan ke SMPN 4 Nganjuk pada tahun 2007 sampai 2010. Pada tahun 2010 sampai tahun 2013 penulis melanjutkan studi di SMAN 1 Gondang. Pada tahun 2013 penulis diterima di Program Studi Agroekoteknologi dan mengambil jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan di Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah lolos pendanaan PIMNAS tahun 2017 dan lolos tahap I lomba kewirausahaan Bisnis Model Canvas (BMC) tahun 2017. Penulis melaksanakan Magang kerja di Dusun Berek, Kecamatan Lawang, Kota Malang, Jawa Timur. Sebagai tugas akhir, penulis melaksanakan penelitian dengan judul Keanekaragaman dan Kelimpahan Populasi Tungau pada Pertanaman Pepaya Kultivar Calina dengan Pola Tanam Monokultur dan Tumpangsari

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
KATA PENGANTAR	iii
RIWAYAT HIDUP	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
I. PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	3
Hipotesis	3
Manfaat	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
Morfologi Tungau	4
Tungau Fitofag pada Tanaman Pepaya	5
Musuh Alami Tungau	7
Tanaman Pepaya	8
Pola Tanam	10
III. METODOLOGI	12
Tempat dan Waktu	12
Alat dan Bahan	12
Metode Penelitian	12
Analisis Data	15
IV. HASIL dan PEMBAHASAN	16
Praktek Pemeliharaan Pertanaman Pepaya di Lokasi Penelitian	16
Keanekaragaman dan Kelimpahan Tungau pada Lahan Monokultur dan Tumpangsari	17

Musuh Alami selain Tungau Predator	31
KESIMPULAN	34
DAFTAR PUSTAKA.....	35



DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Luas lahan dan jumlah tanaman pada masing-masing lahan penelitian	13
2.	Perlakuan agronomi pertanaman pepaya di lokasi penelitian.....	16
3.	Tungau-tungau yang ditemukan selama penelitian	18
4.	Rerata kelimpahan tungau fitofag dan tungau predator per tanaman pepaya.....	18
5.	Hubungan kelimpahan populasi tungau fitofag dan tungau predator pada lahan monokultur dan tumpangsari	22
6.	Persentase daun pepaya pada lahan monokultur dan tumpangsari yang dihuni oleh tungau fitofag dan predator	22
7.	Preferensi populasi tungau pada umur daun di lahan monokultur	26
8.	Preferensi populasi tungau pada umur daun di lahan tumpangsari.....	27
9.	Musuh alami selain tungau yang ditemukan pada semua daun contoh	31

Lampiran

1.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>T. urticae</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari.....	42
2.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>P. citri</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari.....	42
3.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>B. phoenicis</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari	42
4.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>N. fallacis</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari	42
5.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>T. urticae</i> pada daun muda dan tua di lahan monokultur	43
6.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>P. citri</i> pada daun muda dan tua di lahan monokultur	43
7.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>B. phoenicis</i> pada daun muda dan daun tua di lahan monokultur.....	43
8.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>N. fallacis</i> pada daun muda dan daun tua di lahan monokultur.....	43
9.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>T. urticae</i> pada daun muda dan daun tua di lahan tumpangsari.....	44
10.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>P. citri</i> pada daun muda dan daun tua di lahan tumpangsari.....	44
11.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>B. phoenicis</i> pada daun muda	



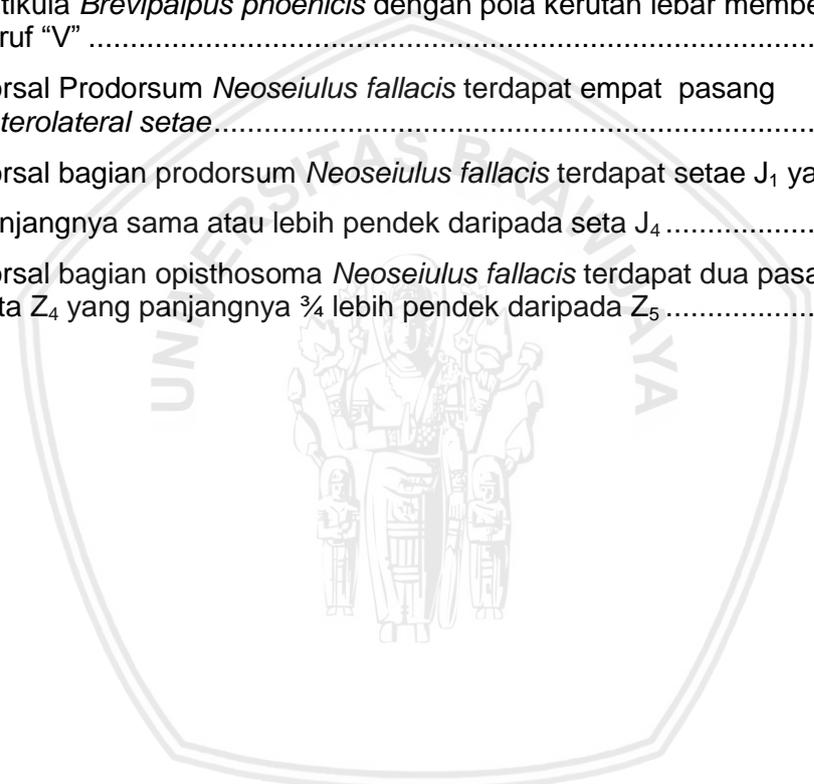
	dan daun tua di lahan tumpangsari.....	44
12.	Hasil uji t terhadap populasi tungau <i>N. fallacis</i> pada daun muda dan daun tua di lahan tumpangsari.....	44
13.	Curah hujan di Kecamatan Dampit dan Turen pada Bulan Juli-Agustus 2018	45
14.	Suhu dan Kelembapan pada saat Pengambilan Daun Contoh di Lahan Monokultur dan Tumpangsari pada Bulan Juli-Agustus 2018	45



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Bagian tubuh tungau.....	4
2.	Denah Penentuan Tanaman Sampel Contoh pada Lahan Monokultur.....	13
3.	Denah Penentuan Tanaman Sampel Contoh pada Lahan Tumpangsari.....	13
4.	Populasi tungau <i>T. urticae</i> , <i>P. citri</i> , <i>B. phoenicis</i> dan <i>N. fallacis</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari.....	20
5.	Proporsi populasi tungau pada permukaan daun.....	25
6.	Proporsi populasi tungau pada daun muda dan daun tua di lahan monokultur.....	26
7.	Proporsi populasi tungau pada daun muda dan daun tuadi lahan tumpangsari.....	27
8.	Proporsi fase tungau fitofag pada lahan monokultur.....	28
9.	Proporsi fase tungau fitofag pada lahan tumpangsari.....	29
10.	Proporsi fase tungau predator <i>N. fallacis</i> pada lahan monokultur dan tumpangsari.....	30
11.	Larva <i>Oligota</i> instar 1 dan instar 2.....	32
12.	Kumbang predator <i>Stethorus</i> sp.....	32
Lampiran		
1.	Lahan Monokultur.....	46
2.	Lahan Tumpangsari Pepaya dan Tebu.....	46
3.	<i>Tetranychus urticae</i> ; telur, larva, nimfa dan imago betina.....	47
4.	<i>Panonychus citri</i> ; telur, imago betina dan imago jantan.....	47
5.	Imago betina <i>Brevipalpus phoenicis</i>	48
6.	<i>Neouseulus fallacis</i> ; telur, imago jantan dan imago betina.....	48
7.	Dua pasang <i>anal setae</i> pada imago Betina <i>Tetranychus urticae</i>	49
8.	Imago Betina <i>Tetranychus urticae</i> terdapat satu pasang <i>para anal setae</i>	49
9.	Tarsus I <i>Tetranychus urticae</i> terdapat dua pasang <i>duplex setae</i> yang jaraknya berjauhan.....	49
10.	Empodium <i>Tetranychus urticae</i> terdiri dari tiga pasang rambut.....	50
11.	Aedagus jantan <i>Tetranychus urticae</i>	50
12.	Identifikasi <i>Panonychus citri</i>	50

13.	Hysterosoma <i>Panonychus citri</i> terdapat clunal setae (h1) yang sama panjang dengan outer sacral setae (f2).....	51
14.	<i>Empodium claw Panonychus citri</i> terdapat 3 pasang <i>proximoventral hairs</i>	51
15.	Tarsus I <i>Panonychus citri</i> terdapat dua pasang duplex seta yang jaraknya berjauhan	51
16.	Tuberkel <i>Panonychus citri</i>	52
17.	Tarsus tungkai II <i>Brevipalpus phoenicis</i> memiliki dua solenidia	52
18.	Bagian opistosoma <i>Brevipalpus phoenicis</i> terdapat tiga pasang seta hysterosoma.....	52
19.	Kutikula <i>Brevipalpus phoenicis</i> dengan pola kerutan lebar membentuk huruf "V"	53
20.	Dorsal Prodorsum <i>Neoseiulus fallacis</i> terdapat empat pasang <i>anterolateral setae</i>	53
21.	Dorsal bagian prodorsum <i>Neoseiulus fallacis</i> terdapat setae J ₁ yang panjangnya sama atau lebih pendek daripada seta J ₄	53
22.	Dorsal bagian opisthosoma <i>Neoseiulus fallacis</i> terdapat dua pasang seta Z ₄ yang panjangnya $\frac{3}{4}$ lebih pendek daripada Z ₅	54



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Pepaya *Carica pepaya* L. (Caricaceae) merupakan tanaman buah yang segar dan banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Selain sebagai buah segar, pepaya juga memiliki banyak manfaat antara lain sebagai bahan olahan minuman segar, bahan baku industri penyamakan kulit serta digunakan dalam industri farmasi dan kosmetik. Buah pepaya sangat penting dalam pemenuhan kalsium keseharian dan sebagai sumber vitamin A, C dan sebagai obat pelancar air seni (Nakasone dan Paull, 1998). Pepaya mengandung zat yang bersifat *laksatif* yang mampu memperlancar pencernaan (Sunarjono, 2003). Selain buahnya, beberapa bagian tanaman pepaya seperti daun, akar dan biji juga memiliki banyak manfaat. Daun pepaya mengandung senyawa karpain yang berguna untuk mengurangi gangguan jantung, obat anti amuba, obat penyembuh penyakit malaria dan sakit panas. Bagian akar tanaman pepaya dapat digunakan sebagai obat penyembuh sakit ginjal dan kandung kemih (Villegas, 1997). Hasil ekstrak biji pepaya memiliki kandungan toksik yang berpotensi sebagai bahan fungisida nabati untuk penyakit antraknosa *Colletotrichum gloesporioides* Penz pada pepaya (Hutari, 2005). Getah pepaya mengandung enzim proteolitik yang digunakan sebagai pelunak daging, obat jerawat, penjernih bir dan penyembuh luka (Margono, 2000 dalam Hutari, 2005)

Selain memiliki manfaat yang banyak, pepaya merupakan salah satu buah unggulan komoditas ekspor Indonesia. Pada tahun 2008 sampai 2010, Indonesia merupakan produsen pepaya terbesar ketiga di dunia yang menyediakan 6.89 % kebutuhan pepaya dunia, setelah India (38.61 %) dan Brasil (17.5 %) (NIPHM, 2014). Pada tahun 1995 sampai 2011, produksi buah pepaya di Indonesia terus meningkat, dari 586,082 ton menjadi 958,251 ton. Jawa Timur, Lampung dan Jawa Barat merupakan tiga provinsi penyumbang terbesar produksi nasional pepaya pada tahun 2011 (BPS, 2011). Pada tahun berikutnya produksi pepaya di Indonesia selalu mengalami penurunan. Produksi pepaya pada tahun 2012 sampai 2015 berturut-turut adalah 906,312; 909,827; 840,119 dan 851,528 ton (BPS 2015).

Hama merupakan salah satu faktor penting dalam penurunan produksi tanaman pepaya. Ribuan pohon pepaya di Bogor mati karena serangan hama baru pada pertengahan tahun 2008. Hama yang menyerang tanaman pepaya

yaitu *Pseudaulacaspis pentagona* Targioni Tozzetti (Hemiptera: Diaspididae) dan kutu putih *Paracoccus marginatus* Williams dan Granara de Wilink (Hemiptera: Pseudococcidae), serta beberapa jenis tungau fitofag dari famili Tetranychidae, Tarsonemidae dan Tenuipalpidae (Vasquez *et al.*, 2009; Mendonca *et al.*, 2010; Abato-Zarate *et al.*, 2014; CABI, 2016).

Tungau merupakan salah satu jenis hama penting pada tanaman yang mengakibatkan penurunan produktivitas pepaya. Tungau adalah salah satu organisme pengganggu tanaman yang beraneka ragam dan mudah beradaptasi dengan berbagai keadaan lingkungan. Ukuran tungau sangat kecil sehingga kurang menarik perhatian hewan pemangsa besar dan mengakibatkan tungau mudah menyebar (Kalshoven, 1981). Tungau menyerang bagian daun dan dalam populasi yang tinggi dapat menyebabkan kematian pada bibit pepaya. Di Taiwan, dua spesies tungau laba-laba yaitu *T. kanzawai* dan *P. citri* sering ditemukan menyerang secara bersamaan pada pepaya di rumah kaca dan dikendalikan dengan larva *Mallada baselis* Walker (Neuroptera: Crysophidae) (Cheng *et al.*, 2009). Di Hawaii, tungau kuning *Hemitarsonemus latus* Banks (Acari: Tarsonemidae), tungau merah *Tetranychus cinnabarinus* Koch (Acari: Tetranychidae) dan *Calacarus brionese* Keifer (Acari: Eriophyidae) dikenal merusak tanaman pepaya (McCafferty, 2007).

Pola tanam mampu mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman Arthropoda di dalam ekosistem pertanian (Wardani, 2015). Sistem pola tanam yang berbeda mempengaruhi populasi tungau yang ada pada pertanaman apel (Artini, 2017). Pola tanam yang biasanya digunakan untuk pertanaman pepaya yaitu pola tanam monokultur dan tumpangsari. Penanaman dengan pola tanam monokultur dapat menghasilkan panen yang berlimpah, namun resiko serangan hama dan penyakit juga tinggi (Sujiprihati dan Suketi, 2009). Selain itu, keanekaragaman Arthropoda termasuk predator pada pola tanam monokultur cenderung rendah (Wardani, 2015). Berbeda halnya dengan pola tanam monokultur, pertanaman dengan pola tanam tumpangsari mampu mengurangi serangan hama dan penyakit (Moreno, 1978). Selain itu, keanekaragaman Arthropoda termasuk musuh alami pada pola tanam tumpangsari lebih tinggi dibandingkan pola tanam monokultur. Hal ini dikarenakan peran senyawa volatil yang dikeluarkan oleh tumbuhan sehingga mampu menarik beberapa jenis serangga (Rohman, 2008)

Saat ini penelitian tentang jenis-jenis tungau dan kelimpahannya pada tanaman pepaya belum banyak dilakukan di Indonesia. Keberadaan tungau pada tanaman pepaya masih dianggap hama sekunder yang kurang diperhatikan dan belum diketahui jenis dan populasinya. Karena tanaman pepaya merupakan tanaman yang mempunyai nilai ekonomis tinggi, serangan dari tungau fitofagi dapat berpotensi menurunkan produksi pepaya. Pengendalian tungau pada pertanaman pepaya membutuhkan informasi dasar berupa keanekaragaman tungau dan kelimpahannya. Dengan diketahuinya keanekaragaman tungau dan populasinya diharapkan bisa digunakan dalam penyusunan strategi pengendalian tungau pada tanaman pepaya dan mencegah terjadinya kerusakan pada tanaman pepaya yang menurunkan produksi.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari (1) keanekaragaman dan kelimpahan tungau pada tanaman pepaya kultivar Calina di lahan monokultur dan tumpangsari yang meliputi persentase daun yang dihuni tungau, preferensi bagian permukaan daun dan umur daun serta struktur populasi tungau (2) musuh alami tungau.

Hipotesis

Hipotesis pada penelitian ini adalah kelimpahan populasi tungau pada pertanaman pepaya dengan pola tanam monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan pertanaman pepaya dengan pola tanam tumpangsari. Presentase daun yang dihuni tungau lebih besar dibandingkan presentase daun yang tidak dihuni tungau. Tungau lebih menyukai permukaan bawah daun dibandingkan permukaan atas daun. Tungau lebih menyukai daun tua dibandingkan daun muda.

Manfaat

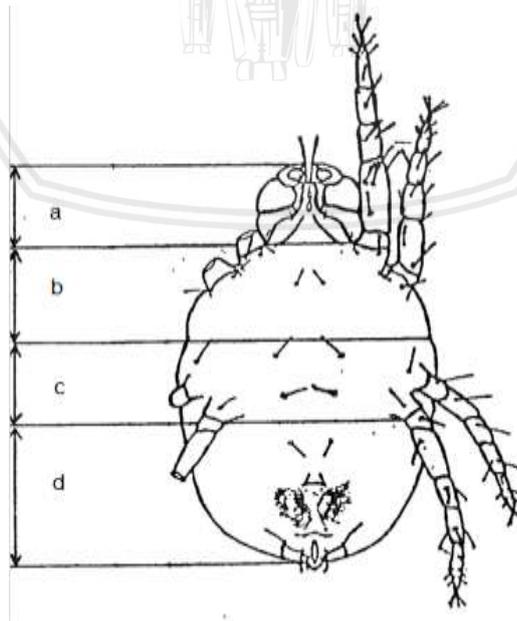
Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang jenis-jenis tungau dan kelimpahan tungau termasuk persentase daun yang dihuni tungau, preferensi bagian permukaan daun dan umur daun serta musuh alaminya, sehingga bisa menjadi dasar pengembangan pengendalian hama-hama dari golongan tungau pada pertanaman pepaya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Morfologi Tungau

Tungau termasuk dalam Filum Arthropoda, Kelas Arachnida, Sub Kelas Acari. Tungau berjumlah lebih dari 30.000 spesies dan 1.700 genus. Ukuran tubuh tungau kecil yaitu antara 300 – 500 μm . Siklus hidup tungau umumnya adalah telur, larva, protonimfa, deutonimfa, dan dewasa (Zhang, 2003). Perkembangan tungau mulai dari telur sampai dewasa berbeda-beda. Stadia larva tungau bertungkai tiga pasang, sedangkan nimfa dan dewasa bertungkai empat pasang. Berbeda dengan tungau pada umumnya, tungau dari famili Eriophyidae hanya bertungkai dua pasang (Zhang, 2003).

Tubuh tungau terdiri dari bagian depan yaitu gnathosoma dan bagian belakang yaitu idiosoma. Gnathosoma berbentuk seperti kepala serangga. Diatas rongga mulut terdapat kelisera yang berfungsi untuk menusuk dan menghisap cairan pada tanaman inang. Bagian tubuh dibelakang gnathosoma adalah idiosoma yang terdiri dari propodosoma, metapodosoma dan opistosoma. Propodosoma adalah bagian yang terdapat tungkai ke-1 dan ke-2, metapodosoma adalah bagian yang terdapat tungkai ke-3 dan ke-4, sedangkan opistosoma adalah bagian posterior belakang tungau (Gambar 1) (Wharton dan Baker, 1952).



Gambar 1. Bagian tubuh tungau, a; Gnatosoma, b; Propodosoma, c; Metapodosoma, d; Opistosoma (Wharton dan Baker, 1952)

Tungau Fitofag pada Tanaman Pepaya

Tungau fitofag yang ditemukan menyerang tanaman pepaya yaitu dari famili Tetranychidae, Tarsonemidae dan Tenuipalpidae. Tungau dari famili Tetranychidae adalah *Tetranychus* sp., *Panonychus citri* McGregor dan *Eutetranychus orientalis* Klein. Tungau dari famili Tarsonemidae adalah *Polyphagotarsonemus latus* Banks dan tungau dari famili Tenuipalpidae adalah *Brevipalpus phoenicis* Geijskes. (Barantan 2013; CABI 2016).

***Tetranychus* sp.** Tungau *Tetranychus* sp. merupakan hama kosmopolit yang menyerang lebih dari 150 spesies tanaman (Jones, 1990). Tungau ini menjadi hama pada tanaman kapas, strawberi, tomat, kedelai, kacang panjang dan tanaman hias (Silva *et al.*, 2009). Siklus hidup tungau *Tetranychus* sp. yaitu telur, larva, protonimfa, deutonimfa, dan dewasa. Telur berbentuk bulat dan berwarna transparan. Larva bertungkai tiga pasang sedangkan nimfa bertungkai empat pasang. Larva dan Nimfa berwarna hijau kekuningan. Imago *Tetranychus* sp. berbentuk oval. Ukuran tubuh betina lebih besar daripada jantan. Panjang tubuh imago betina adalah 0,4 mm dan bagian tubuh dorsal terdapat 12 pasang seta. Warna imago *Tetranychus* sp. bervariasi tergantung pada jenis makanan dan musim. Tungau yang aktif makan berwarna hijau sampai merah kecoklatan dengan bercak-bercak hitam pada setiap sisinya. Bercak ini dapat melebar dan menutupi hampir sebagian tubuhnya (Meyer dan Ryke, 1959). Siklus hidup dipengaruhi oleh keadaan suhu dan kelembapan. Siklus hidup tungau merah berkisar 9,5 hari pada suhu 30°C, dan 22 hari pada suhu 18°C (Krantz, 1977). Tungau merah betina menghasilkan jaring-jaring sutera pada permukaan daun dan batang (Brandenburg *et al.*, 1987). Jaring-jaring yang dihasilkan berfungsi sebagai tempat makan, bereproduksi dan melindungi diri dari predator (Clotuche *et al.*, 2009).

***Panonychus citri*.** Tungau *P. citri* merupakan tungau eksotik yang masuk ke Indonesia sekitar tahun 1992 dan menyerang tanaman jeruk (Sosromarsono, 1997). Tungau *P. citri* masuk ke Indonesia diduga terbawa oleh tanaman, buah jeruk impor atau bagian tanaman lain yang berasal dari daerah persebaran tungau ini. Tungau *P. citri* melewati empat fase sebelum menjadi dewasa yaitu telur, larva, protonimfa, dan deutonimfa. Telur dari tungau ini berbentuk bulat berwarna jingga kemerahan. Pada puncak telur terdapat tangkai lurus dan dari bagian ujung tangkai terdapat benang-benang sutera yang terentang mengarah

ke permukaan daun dan melekat di sekitar daun. Larva yang baru muncul berwarna jingga dengan tungkai tiga pasang. Nimfa *P. citri* berwarna kehitam-hitaman dengan tungkai empat pasang. Imago betina praoviposisi dan imago oviposisi dibedakan dari warna dan ukuran tubuh. Tubuh imago betina praoviposisi seperti beludru berwarna merah kusam. Setelah telur pertama diletakkan, warna imago betina berubah menjadi merah cerah. Ukuran tubuhnya lebih besar dibandingkan ukuran tubuh betina praoviposisi. Di Belanda, siklus hidup *P. citri* rata-rata mencapai 12 hari dengan jumlah rata-rata telur sekitar 20-30 butir per betina. Tungau *P. citri* menempati kedua permukaan daun jeruk tetapi populasinya lebih banyak terdapat pada permukaan atas daun dibandingkan permukaan bawah. Tungau *P. citri* menghisap cairan daun, buah dan kadang-kadang ranting yang masih hijau yang menyebabkan timbulnya bercak-bercak pucat atau keperakan pada daun dan buah (Puspitarini, 2005).

Eutetranychus orientalis. Panjang tubuh tungau *E. orientalis* lebih kurang 0,4 mm. Tungau ini berbentuk oval telur dan berwarna hijau kecoklatan sampai hijau gelap dan terdapat bercak-bercak gelap pada bagian dorsal. Seta pada tubuh bagian dorsal terletak pada tuberkel dan memiliki panjang dan bentuk yang bervariasi. Tungau *E. orientalis* jantan berwarna kemerah-merahan dan tungkai yang memanjang (Sangeetha *et al.*, 2013). Ukuran tubuh jantan tungau *E. orientalis* lebih kecil dibandingkan ukuran tubuh imago betina yaitu lebih kurang 0,36 mm (Vacante, 2010). Tungau jantan lebih aktif bergerak dibandingkan tungau betina (Sangeetha *et al.*, 2013).

Polyphagotarsonemus latus. Tungau *P. latus* dikenal dengan sebutan tungau putih, tungau perak jeruk atau tungau tropis. Tungau ini menjadi hama utama diseluruh daerah tropis dan juga rumah kaca. *P. latus* menyerang lebih dari 60 famili tanaman termasuk tanaman komersial dan tanaman hias (Zhang, 2003). Tungau *P. latus* sering menyerang tanaman sayuran, teh, karet, pepaya, jeruk, kisan, stroberi dan kapas (Kalshoven, 1981). Telur *P. latus* berbentuk oval dan rata pada permukaan daun. Telur berwarna transparan dengan bagian permukaan atas telur ditutupi oleh tuberkel berwarna putih. Larva bertungkai tiga pasang dan berwarna keputihan atau pucat setelah pertama kali menetas dari telur, kemudian larva berubah warna menjadi transparan (Zhang, 2003). Nimfa bertungkai empat pasang. Sepasang tungkai ke empat pada tungau ini tereduksi atau semu. Nimfa berwarna kuning kehijauan atau hijau gelap sampai kuning

kecoklatan (Kalshoven, 1981). Imago berukuran lebih kurang 1,5 mm dan berwarna transparan sampai kuning kecoklatan (Tukimin dan Purwati, 2011).

Brevipalpus phoenicis. Tungau *B. phoenicis* merupakan spesies yang banyak tersebar luas di daerah tropis dan subtropis di dunia. Di Jawa, tungau jingga paling banyak menyerang tanaman teh. Tungau ini bersifat polifag dan hidup di semak, pohon, tanaman hias, dan tanaman kentang. Tungau *B. phoenicis* ditemukan pada jaringan pembuluh, sehingga pangkal daun menjadi nekrotik. Tungau menyerang bagian daun muda atau tunas. Jika serangan berat seluruh teh berwarna kuning, layu dan tidak bisa dipanen. Tubuh tungau betina berbentuk oval dengan ukuran 0,25x0,12 mm. Tungau jantan berbentuk segitiga dan ukurannya lebih kecil dari betina. Reproduksi bersifat partenogenesis, telur berwarna kemerahan dan diletakkan secara tunggal atau berkelompok pada permukaan daun sekitar pelepah atau di celah-celah kulit ranting (Kalshoven, 1981).

Musuh Alami Tungau

Musuh alami merupakan komponen utama penyusun ekosistem pertanian. Keberadaan musuh alami sangat penting untuk kelangsungan proses ekologi seperti predasi dan parasitisme yang berguna untuk menekan populasi hama. Tungau yang paling berperan sebagai musuh alami pada tungau fitofag adalah famili Phytoseiidae dan famili Stigmaeidae.

Phytoseiidae. Tungau famili Phytoseiidae merupakan predator untuk tungau laba-laba dan tungau kecil lainnya serta serangga pada tanaman. Fase tungau phytoseiid yaitu telur, larva, protonimfa, deutonimfa dan dewasa (Zhang, 2003). Telur berbentuk oval dan transparan serta berwarna putih bening. Larva bertungkai tiga pasang dan hidup secara berkelompok. Larva bergerak secara pasif dan cenderung lebih banyak diam (Rachman, 2011). Protonimfa dan deutonimfa serta imago bertungkai empat pasang dan aktif mencari mangsa. Panjang tubuh protonimfa lebih panjang dibandingkan tubuh larva. Deutonimfa bertubuh ramping dan sedikit lebih panjang dibandingkan tubuh protonimfa (Puspitarini, 2005). Imago berwarna bening mengkilat, namun setelah memangsa Arthropoda, warna tungau menjadi keruh. Ukuran tungau dewasa jantan lebih kecil dibandingkan tungau dewasa betina. Panjang imago betina 350 μm (Zhang 2003). Famili Phytoseiidae selain sebagai predator hama tungau pada tanaman budidaya, juga memangsa banyak jenis kutu tanaman serta telur *Thrips* sp. kupu-

kupu dan ngengat (Kalshoven, 1981). Di China, spesies *Neoseiulus newsomi* Evans (Phytoseiidae) merupakan tungau predator yang memangsa *P. citri*. Tungau *Neoseiulus* juga diketahui memangsa telur tungau Acarid pada produk simpanan yang mengandung kadar air tinggi (Zhang, 2003).

Stigmaeidae. Tungau famili Stigmaeidae mempunyai lebih dari 400 spesies dan 25 genus yang tersebar di seluruh dunia. Tungau ini berukuran lebih kurang 0,2-0,5 mm. Tungau ini berbentuk bulat telur dan berwarna kuning, oranye atau merah (Zhang, 2003). Siklus hidup tungau ini meliputi telur, larva, protonimfa, deutonimfa dan imago. Telur berbentuk bulat dan berwarna kuning bening. Larva bertungkai tiga pasang sedangkan nimfa bertungkai empat pasang (Zhang, 2003). Tungau famili Stigmaeidae yang berperan memangsa tungau tetranychid adalah Genus *Zetzellia* dan *Agistemus* (Zhang, 2003). *Agistemus longisetus* Gonzales-Rodriguez (Acari: Stigmaeidae) merupakan tungau yang berperan sebagai predator penting dari tungau tetranychid dan eriophiid (Khodayari et al., 2008). Di wilayah timur Amerika Utara, tungau ini cukup efektif dalam mengendalikan tungau fitofag, terutama pada awal musim semi dan pertengahan musim panas sampai musim gugur (Khodayari et al., 2008). *A. exsertus* Gonzales (Stigmaeidae) merupakan predator yang efektif untuk mengendalikan tungau *Aceria dioscoridis* Soliman dan Abou-Awad (Acari: Eriophyidae) (El-Bagoury dan Reda, 1985)

Tanaman Pepaya

Morfologi Tanaman Pepaya

Tanaman pepaya termasuk dalam Kelas Dicotyledoneae, Ordo Caricales, Famili Caricaceae, Genus *Carica* dan Spesies *Carica papaya* L. Pepaya merupakan tanaman buah herba yang berbatang tunggal, agak lunak, berongga dengan diameter antara 10-30 cm. Tinggi tanaman ini mencapai 2-10 meter (Nakasone dan Paull, 1998). Tanaman ini berasal dari Amerika Tengah kemudian menyebar ke Karibia, Asia tenggara dan bahkan sudah menyebar ke seluruh daerah di dunia (Villegas, 1997). Bagian tanaman pepaya meliputi daun, batang, bunga, buah dan akar.

Daun dan batang. Batang tanaman berbentuk bulat lurus, di bagian tengahnya berongga, dan tidak berkayu. Ruas-ruas batang merupakan tempat melekatnya tangkai daun yang panjang, berbentuk bulat, dan berlubang. Daun

pepaya bertulang menjari dengan warna permukaan atas hijau-tua, sedangkan warna permukaan bagian bawah hijau-muda (Suprapti, 2005)

Bunga. Bunga pepaya terletak pada ketiak daun dengan tunggal atau dalam rangkain. Pepaya tergolong penyerbuk silang dengan perantara angin. Bunga berwarna putih dan berbentuk terompet kecil. Mahkota bunga berwarna kekuningan (Sunarjono, 2008). Berdasarkan struktur bunga tanaman pepaya dibagi menjadi tiga jenis yakni pohon pepaya betina, pohon pepaya hemaphrodite dan pohon pepaya jantan (Eliana *et al.*, 2002). Tipe pohon pepaya dapat diketahui apabila tanaman sudah berbunga (Nishijima, 1994). Satu pohon pepaya jantan mampu menyerbuki 15-20 pohon pepaya betina (Nakasone dan Paull, 1998).

Buah. Buah pepaya diklasifikasikan sebagai buah buni dengan kulit luar tipis, daging buah tebal dengan rongga ditengah dari bakal buah yang menumpang serta biji yang menempel pada daging buah. Perkembangan buah dari penyerbukan hingga warna kulit buah semburat kuning memerlukan waktu 145-150 hari pada kondisi lembab dan untuk perubahan biji dari putih menjadi hitam dimulai sesudah 130 hari dari perkembangan buah (Selvara *et al.*, 1982). Buah pepaya yang sudah masak ditandai dengan kulit berwarna kekuningan atau jingga dan daging buah berwarna oranye sampai merah cerah (Villegas, 1997). Selama proses pemasakan terjadi perubahan-perubahan secara fisik dan kimia yang mempengaruhi kualitas buah. Perubahan-perubahan yang terjadi yaitu kandungan Total Padatan Terlarut (TPT), vitamin C, tingkat kelunakan, bobot buah, rasa serta perubahan warna kulit dan daging buah (Santoso dan Purwoko, 1995). Bobot buah berkisar antara 0,25-5 kg bahkan bisa mencapai 6,8 kg, dengan TPT mencapai 5—19% (Nishijima, 1994; Nakasone dan Paull, 1998).

Akar. Tanaman pepaya mempunyai akar tunggang dan akar samping yang lunak dan agak dangkal. Akar pepaya tumbuh panjang, cenderung mendatar. Jumlahnya tidak banyak dan lemah (Sunarjono, 2008).

Syarat Tumbuh Tanaman Pepaya

Iklim yang cocok bagi pertumbuhan tanaman pepaya adalah daerah dengan curah hujan 1000-2000 mm per tahun, daerah dataran rendah sampai dataran tinggi dengan ketinggian mencapai 1000-1500 meter diatas permukaan laut (Arsyad dan Zelvia, 1993), suhu udara optimum 22-26 °C dan kelembapan udara sekitar 40%. Tanaman pepaya di Indonesia banyak dibudidayakan pada

ketinggian 700 meter dengan angin yang tidak terlalu kencang untuk membantu penyerbukan bunga (Arsyad dan Zelvia, 1993).

Tanah yang baik untuk tanaman pepaya adalah tanah yang subur, gembur, mengandung banyak humus dan mampu menahan banyak air. Derajat keasaman (pH) yang ideal untuk tanaman pepaya adalah 6-7 (Arsyad dan Zelvia, 1993). Kandungan air dalam tanah merupakan syarat penting dalam budidaya tanaman ini. Apabila air menggenang, tanaman pepaya akan dengan mudah terserang jamur perusak akar sehingga tanaman menjadi layu kemudian mati. Apabila tanaman pepaya mengalami kekeringan, maka tanaman akan kurus sehingga menyebabkan daun dan bunga rontok. Kedalaman air yang baik untuk tanaman pepaya berkisar antara 50-150 cm dari permukaan tanah (Nakasone dan Paull, 1998).

Pola Tanam

Pola tanam adalah usaha penanaman pada sebidang tanah dengan mengatur susunan tata letak dan urutan tanaman selama periode tertentu termasuk masa pengolahan tanah dan masa tidak ditanami pada periode tertentu (BPTP, 2017). Pola tanam mampu mempengaruhi kelimpahan dan keanekaragaman atrophoda di dalam ekosistem pertanian (Wardani, 2015). Sistem pola tanam yang berbeda mempengaruhi populasi tungau yang ada pada pertanaman apel (Artini, 2017). Pola tanam yang biasanya digunakan untuk pertanaman pepaya yaitu pola tanam monokultur dan tumpangsari.

Pola tanam monokultur merupakan pertanian dengan menanam tanaman sejenis. Penanaman dengan pola tanam monokultur dapat menghasilkan panen yang berlimpah, dan biaya produksi yang rendah, namun resiko serangan hama dan penyakit juga tinggi. Penanaman dengan satu jenis tanaman yang memiliki sifat genetik yang sama akan mempercepat persebaran serangan hama secara menyeluruh (Sujiprihati dan Suketi, 2009). Selain itu, keanekaragaman Arthropoda termasuk predator pada pola tanam monokultur cenderung rendah (Wardani, 2015).

Pola tanam tumpangsari adalah penanaman lebih dari satu jenis tanaman pada lahan dan waktu yang bersamaan (Thahir, 1999).. Berbeda halnya dengan pola tanam monokultur, pertanaman dengan pola tanam tumpangsari mampu mengurangi serangan hama dan penyakit (Moreno, 1978). Hal ini dikarenakan peran senyawa kimia yang menggagu visual serangga hama sehingga

mempengaruhi tingkah laku dan menghambat kolonisasi serangga pada tanaman inang (Oka, 2005). Selain itu, keanekaragaman athrophoda termasuk musuh alami pada pola tanam polikultur lebih tinggi dibandingkan pola tanam monokultur (Wardani, 2015). Hal ini dikarenakan peran senyawa volatil yang dikeluarkan oleh tumbuhan sehingga mampu menarik beberapa jenis serangga (Rohman, 2008).



I. BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian lapang dilakukan di Desa Rembun Kecamatan Dampit Kabupaten Malang ($8^{\circ}09'68''-8^{\circ}18'06''$ LS dan $112^{\circ}42'71''-112^{\circ}48'49''$ BT) dan Desa Jeru Kecamatan Turen Kabupaten Malang ($8^{\circ}10'28''$ LS dan $112^{\circ}41'58''$ BT). Kemudian dilanjutkan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan (HPT), Fakultas Pertanian (FP), Universitas Brawijaya (UB) untuk pengamatan populasi dan identifikasi tungau. Penelitian dilakukan pada bulan Agustus sampai bulan September 2018.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu mikroskop, gunting, kantong plastik, kertas label penanda, kotak pendingin, lemari pendingin, kuas, cawan Petri, kaca objek, tisu, kaca penutup, termohigrometer, altimeter, dan buku identifikasi tungau Fan dan Zhang (2005) serta Zhang (2003).

Bahan yang digunakan yaitu daun contoh pepaya kultivar Calina dan larutan Hoyer.

Metode Penelitian

Studi Kelimpahan Tungau di Pertanaman Pepaya

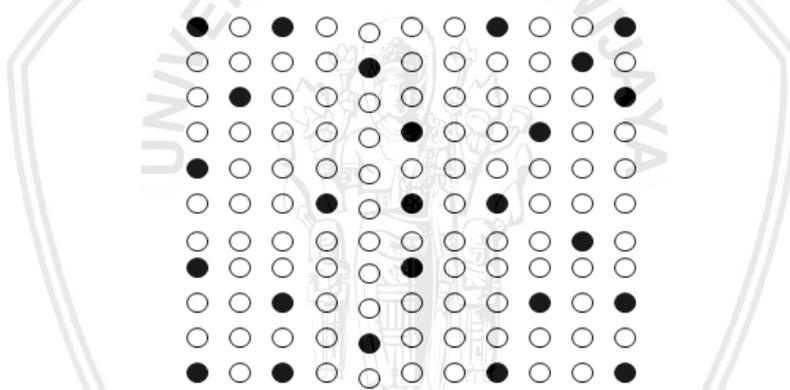
Pengambilan contoh daun pepaya dilakukan di dua lokasi dengan pola tanam yang berbeda. Lahan pertama terletak di Desa Jeru dengan pola tanam monokultur. Lahan dengan pola tanam monokultur dalam penelitian ini adalah lahan pekarangan. Di sebelah utara dan timur lahan dibatasi oleh perkampungan warga, sedangkan di sebelah barat dan selatan lahan adalah lahan persawahan yang ditanami tanaman tebu dan padi. Lahan ini terdiri dari 48 bedeng. Pada setiap bedeng terdiri dari 5-6 tanaman pepaya. Lahan yang kedua terletak di Desa Rembun dengan pola tanam Tumpangsari. Lahan dengan pola tanam tumpangsari dalam penelitian ini adalah hamparan sawah yang ditanami tanaman pepaya dan tebu. Di sebelah barat lahan terdapat lahan perkebunan jeruk, sedangkan di sebelah utara, timur dan selatan adalah lahan persawahan yang ditanami tebu dan jagung. Lahan ini terdiri dari 44 bedeng. Pada setiap bedeng terdiri dari 4-5 tanaman pepaya. ditanami tanaman tebu Pada kedua

lahan ditanami satu jenis kultivar pepaya yaitu Calina (Tabel 1). Jarak antara kedua lahan penelitian adalah 7,9 km.

Tabel 1. Luas lahan dan jumlah tanaman pada masing-masing lahan penelitian

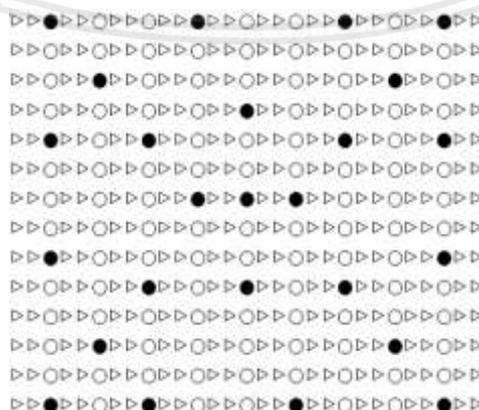
Pola tanam	Jenis Kultivar	Luas lahan (m ²)	Jumlah tanaman (Pohon)	Ketinggian tempat (meter diatas permukaan laut)
Monokultur	Calina	5000	250	369
Tumpangsari	Calina	5000	220 Pepaya + 616 Tebu	399

Tanaman contoh ditentukan secara acak pada masing-masing lahan penelitian. Setiap lahan penelitian ditetapkan 25 tanaman contoh. Pada setiap tanaman contoh ditetapkan dua daun contoh, sehingga jumlah daun contoh pada masing-masing lahan adalah 50 helai (Gambar 2 dan 3). Pengambilan daun contoh dilakukan dengan interval satu minggu selama dua bulan.



Keterangan: ● : tanaman contoh, ○ : bukan tanaman contoh

Gambar 2. Denah penentuan tanaman contoh pada lahan monokultur



Keterangan: △ : tanaman tebu, ● : tanaman contoh, ○ : bukan tanaman contoh

Gambar 3. Denah penentuan tanaman contoh pada lahan Tumpangsari

Daun contoh yang diambil adalah satu daun pepaya muda dan satu daun pepaya tua. Daun muda berwarna hijau cerah dan umumnya berada di bagian atas tanaman pepaya. Daun tua berwarna hijau pekat dan umumnya berada di bagian tengah atau bawah tanaman pepaya. Daun contoh yang telah diambil kemudian ditempatkan dalam satu kantong plastik yang telah diberi label penanda, kemudian kantong plastik yang berisi daun contoh dimasukkan ke dalam kotak untuk menjaga agar tungau tidak berpindah tempat. Daun contoh dari lapang kemudian disimpan dalam almari pendingin dengan suhu 5°C di laboratorium. Hal ini bertujuan untuk menjaga kesegaran daun dan supaya tungau tidak bergerak aktif saat dilakukan pengamatan dan identifikasi. Selanjutnya dilakukan perhitungan populasi dan identifikasi tungau di laboratorium Hama Tumbuhan.

Perhitungan populasi tungau. Perhitungan populasi tungau dilakukan pada permukaan atas daun dan bawah daun. Pengamatan dilakukan dibawah mikroskop digital untuk menghitung kelimpahan populasi tungau dari semua fase pada setiap unit daun contoh. Selain tungau fitofag dan tungau predator, dilakukan pula pencatatan jenis musuh alami yang ditemukan pada setiap daun contoh.

Identifikasi Tungau. Identifikasi tungau dilakukan untuk menentukan jenis tungau yang ditemukan saat penelitian. Tungau yang ditemukan diambil dari daun dengan kuas halus, kemudian tungau diletakkan pada gelas obyek yang telah ditetesi larutan Hoyer dengan posisi terlentang agar mudah untuk diamati. Preparat yang telah jadi kemudian didiamkan selama tujuh hari, kemudian ciri morfologi tungau diamati di bawah mikroskop *compound* dan didokumentasikan. Bagian-bagian tubuh penciri penting kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi Fan dan Zhang (2005) serta Zhang (2003).

Pengukuran Suhu, Kelembaban, Curah Hujan, dan Ketinggian Tempat

Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan dengan menggunakan termohigrometer. Pengukuran suhu dan kelembaban dilakukan setiap kali pengambilan daun contoh. Data curah hujan pada setiap lokasi penelitian didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. Pengukuran ketinggian lokasi penelitian diukur dengan menggunakan altimeter.

Praktek Pemeliharaan Pertanaman Pepaya pada Setiap Lahan Penelitian

Informasi mengenai praktek pemeliharaan yang dilakukan pada masing-masing lahan penelitian didapatkan dari hasil wawancara dengan petani pemilik lahan. Informasi mengenai hasil wawancara meliputi penggunaan pupuk organik dan kimia, pestisida, perangsang bunga dan tunas, penyiangan dan pengairan.

Analisis Data

Hasil perbandingan kelimpahan populasi tungau pada lahan monokultur dan tumpangsari serta perbandingan populasi tungau pada daun muda dan daun sedang atau tua dianalisis dengan menggunakan uji non parametrik Mann Whitney pada taraf kesalahan 5%. Uji ini digunakan untuk membandingkan dua perlakuan dan tidak menggunakan rancangan percobaan.

Jika hasil perhitungan nilai standar deviasi populasi tungau lebih besar daripada nilai rata-rata maka keragaman data besar artinya data tidak normal. Namun, jika nilai standar deviasi lebih kecil daripada nilai rata-rata maka keragaman data kecil artinya data menyebar secara normal. Karena penelitian ini menggunakan non parametrik maka analisis tidak memperhatikan sebaran data. Nilai standar deviasi hanya digunakan untuk mengetahui kenormalan data.

Hubungan antara kelimpahan tungau hama dan tungau predator diuji dengan uji korelasi Rank Spearman.

Analisis korelasi didefinisikan sebagai metode statistika yang digunakan untuk mengukur keeratan hubungan antara dua variabel. Koefisien korelasi dapat bernilai positif atau negatif. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai +1. Nilai koefisien korelasi digolongkan menjadi empat yaitu tidak ada korelasi (0,00), sangat lemah (0,01-0,20), lemah (0,21-0,40), sedang (0,41-0,70), kuat (0,71-0,99) dan sempurna (1,00) (Astuti, 2017)

Analisis data non parametrik Mann Whitney dan uji korelasi Rank Spearman diolah dengan menggunakan aplikasi SPSS 15.0.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Praktek Pemeliharaan Pertanaman Pepaya di Lokasi Penelitian

Praktek pemeliharaan pada lahan monokultur dan tumpangsari dilakukan dengan sistem pertanian secara konvensional. Pada pertanaman pepaya di lahan monokultur mendapat perawatan secara intensif sedangkan lahan tumpangsari cenderung tidak mendapat perawatan. Pada lahan monokultur dilakukan pemupukan NPK, pupuk kandang dan pupuk daun serta pengaplikasian pestisida sedangkan lahan tumpangsari tidak demikian (Tabel 2).

Tabel 2. Perlakuan agronomi pertanaman pepaya di lokasi penelitian

Perlakuan Agronomi	Frekuensi (kali)	
	Lahan Monokultur	Lahan Tumpangsari
Pupuk NPK	4	-
Pupuk kandang	2	1
Pupuk daun	2 ^a	-
Perangsang bunga dan tunas	-	-
Pestisida	4 ^b	-
Penyiangan	Menyesuaikan	Menyesuaikan
Pengairan	Terjadwal	Terjadwal
Keterangan	-: tidak mendapat perlakuan a: Genoldirachtin 50 gram/liter (g/l) b: Imidakloprid 50 g/l dan Profenofos 500 g/l c. Fipronil 66 g/l	

Pada lahan monokultur, pemupukan NPK dilakukan sebanyak empat kali yaitu dua kali pada bulan pertama, selanjutnya hanya diberikan satu kali dalam satu bulan secara berkala. Pemupukan dilakukan untuk menambah unsur hara di dalam tanah sehingga meningkatkan hasil produksi tanaman pepaya. Menurut Nath (2013), pemupukan merupakan cara yang sangat penting untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mutu tanah. Pemberian pupuk kandang dilakukan sebanyak dua kali yaitu saat awal tanam dan saat tanaman akan berbuah. Jumlah pupuk kandang yang diberikan lebih kurang 3 ton dalam satu kali aplikasi. Pupuk kandang yang digunakan berbahan dasar kotoran ayam dan sekam padi. Pupuk daun diberikan pada saat tanaman memasuki fase pembuahan. Pupuk daun yang diberikan berbahan aktif Genoldirachtin. Dosis yang digunakan dalam satu kali aplikasi yaitu sebanyak dua botol kemudian ditambah 20 liter air.

Aplikasi pestisida dilakukan secara berkala yaitu sebanyak dua kali dalam satu bulan. Pestisida yang digunakan berbahan aktif imidaklopid, profenofos dan fipronil. Pestisida tersebut digunakan untuk mengendalikan hama kutu daun *Aphid* sp., kutu putih *Paracoccus marginatus* Williams dan Granara de Wilink (Hemiptera: Pseudococcidae) dan tungau. Penyiangan tidak dilakukan secara intensif sehingga di bawah kanopi tanaman masih ditumbuhi gulma. Penyiangan hanya dilakukan jika kondisi gulma dirasa pemilik lahan sudah mulai tinggi.

Berbeda halnya dengan lahan monokultur, kondisi lahan tumpangsari tampaknya tidak terawat. Pemupukan tidak pernah diberikan selama dua bulan terakhir, sehingga kondisi tanaman pepaya tampak merana dengan daun kekuningan. Selain itu, banyak tanaman yang kerdil, kering dan mati. Aplikasi pestisida juga sudah tidak lagi dilakukan pada lahan tersebut. Sama halnya dengan lahan monokultur, penyiangan pada lahan tumpangsari dilakukan jika kondisi gulma dirasa pemilik lahan sudah mulai tinggi.

Keanekaragaman dan Kelimpahan Tungau pada Lahan Monokultur dan Tumpangsari

Selama delapan kali pengamatan di lahan monokultur dan tumpangsari, ditemukan total 13.847 individu tungau dari empat famili yang berbeda. Pada lahan monokultur ditemukan tungau sebanyak 9.497 individu sedangkan pada lahan tumpangsari ditemukan sebanyak 4.350 individu. Dua dari empat spesies tungau yang ditemukan berasal dari famili Tetranychidae, satu spesies dari famili Tenuipalpidae dan satu spesies dari famili Phytoseidae.

Berdasarkan sumber pakannya, tungau-tungau yang di temukan diklasifikasikan ke dalam dua golongan yaitu tungau fitofag dan tungau predator. Tiga spesies tungau yang termasuk dalam golongan tungau fitofag adalah *Tetranychus urticae* Koch (Tetranychidae), *Panonychus citri* McGregor (Tetranychidae) dan *Brevipalpus phoenicis* Geijskes (Tenuipalpidae), sedangkan tungau yang termasuk ke dalam golongan tungau predator adalah *Neoseiulus fallacis* Garman (Phytoseiidae) (Tabel 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa keanekaragaman tungau yang ditemukan pada penelitian ini tergolong rendah dibandingkan dengan penelitian lain yang pernah dilakukan pada pertanaman pepaya di Pulau Lombok. Hasil penelitian Dina (2017), ditemukan 30.205 individu tungau dari 12 spesies yang berbeda pada pertanaman pepaya kultivar Calina dan Thailand di Pulau Lombok.

Tabel 3. Tungau-tungau yang ditemukan selama penelitian

Tungau	Status
<i>Tetranychus urticae</i>	Fitofag
<i>Panonychus citri</i>	Fitofag
<i>Brevipalpus phoenicis</i>	Fitofag
<i>Neoseiulus fallacis</i>	Predator

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelimpahan populasi tungau *T. urticae*, *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* pada lahan monokultur selalu lebih tinggi dibandingkan pada lahan tumpangsari. Namun, pada analisis uji non parametrik Mann Whitney menunjukkan bahwa kelimpahan populasi tungau *T. urticae* pada lahan monokultur lebih tinggi dibandingkan dengan lahan tumpangsari (t hitung= 4,538; $P < 0,05$) sedangkan kelimpahan populasi *P. citri* (t hitung= 1,215; $P < 0,05$), *B. phoenicis* (t hitung= 0,272; $P < 0,05$) dan *N. fallacis* (t hitung= 1,646; $P < 0,05$) pada kedua pola tanam adalah sama (Tabel 4). Hal ini mengindikasikan bahwa pola tanam mempengaruhi tinggi rendahnya populasi tungau *T. urticae*, tetapi tidak mempengaruhi tinggi rendahnya populasi tungau *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Meita (2018) bahwa kelimpahan populasi tungau *P. citri* dengan pola tanam monokultur lebih tinggi dibandingkan pola tanam tumpangsari pada lahan pertanaman apel.

Tabel 4. Rerata kelimpahan tungau fitofag dan tungau predator per tanaman pepaya

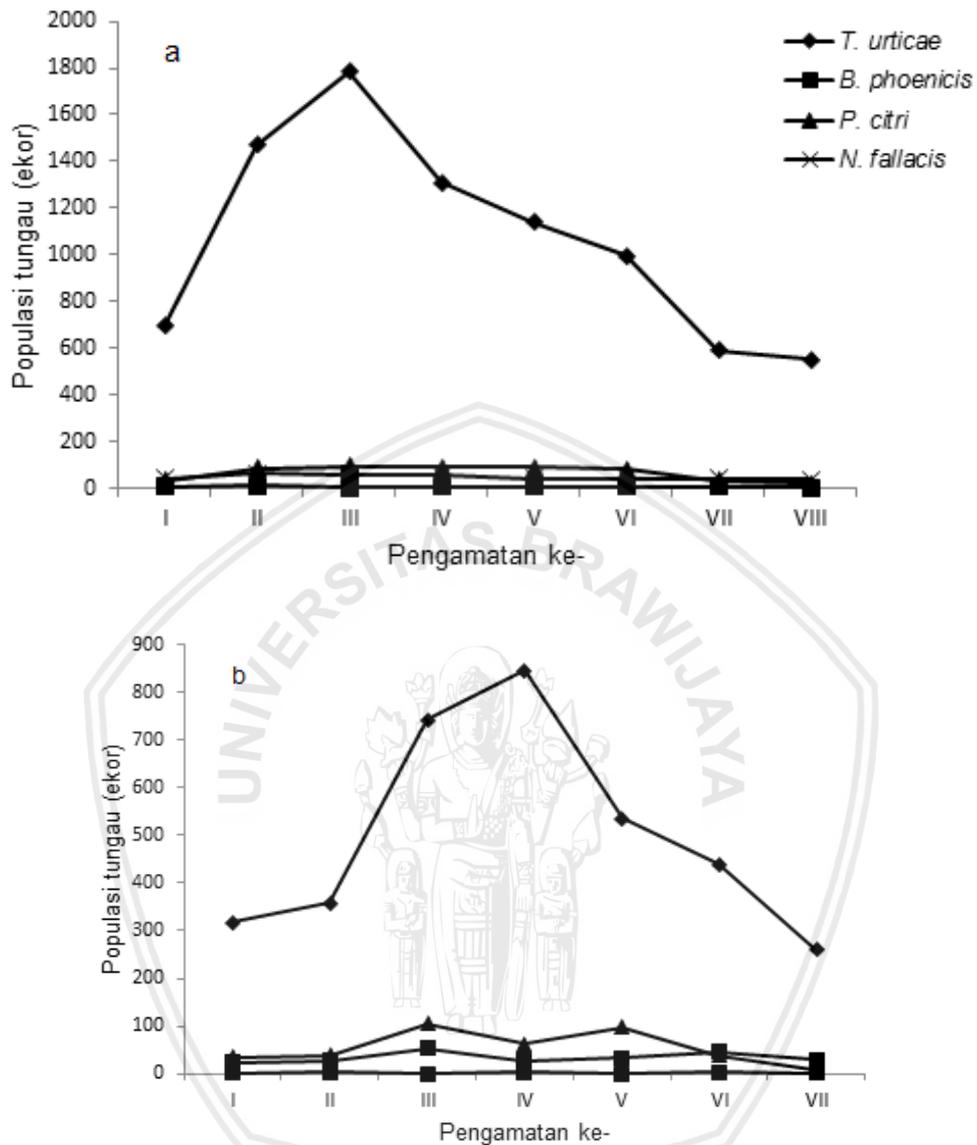
Jenis Tungau	Pola Tanam	
	Monokultur ($x \pm SD$)	Tumpangsari ($x \pm SD$)
<i>T. urticae</i>	170,74 \pm 99,86 a	73,48 \pm 38,89 b
<i>P. citri</i>	11,64 \pm 13,53 a	8,06 \pm 5,80 a
<i>B. phoenicis</i>	0,84 \pm 0,99 a	0,28 \pm 0,54 a
<i>N. fallacis</i>	7,58 \pm 5,76 a	5,18 \pm 4,46 a

Keterangan Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kesalahan 5% berdasarkan uji Mann whitney

Tingginya kelimpahan populasi tungau *T. urticae* pada lahan monokultur dibandingkan lahan tumpangsari diduga karena pada lahan monokultur dibudidayakan satu jenis tanaman secara terus menerus dalam kurun waktu yang relatif lama sedangkan pada lahan tumpangsari dibudidayakan dua jenis

tanaman. Kondisi ini tampaknya membuat tungau *T. urticae* lebih mudah dalam menemukan tanaman inang sehingga secara tidak langsung nutrisi yang dibutuhkan untuk perkembangan tungau pada lahan monokultur tersedia dalam jumlah yang cukup dan kurun waktu yang lama. Menurut Jeppson *et al.*, (1975) tungau fitofag akan lebih berkembang di lahan monokultur karena nutrisi makanan yang lebih baik serta pola tanam monokultur akan membatasi perkembangan populasi tungau predator. Nutrisi yang terkandung di dalam tanaman akan meningkatkan laju perkembangan pradewasa, keperidian, viabilitas telur, dan menurunkan mortalitas pradewasa (Cheng, 1971). Selain itu, perbedaan perlakuan agronomi yang meliputi pemupukan dan aplikasi pestisida diduga juga mempengaruhi tingginya kelimpahan populasi tungau *T. urticae*. Pemberian pupuk NPK di lahan monokultur dilakukan secara intensif sedangkan pada lahan tumpangsari tidak dilakukan pemupukan. Pemberian pupuk dalam jumlah yang banyak tampaknya mempengaruhi kandungan kimia pada tanaman sehingga meningkatkan kualitas nutrisi tanaman. Kondisi seperti ini tampaknya secara tidak langsung dapat mempercepat perkembangan dan meningkatkan keperidian tungau *T. urticae*. Menurut Lu *et al.*, (2005) bahwa kualitas tanaman inang terutama kandungan nitrogen memiliki peran penting terhadap ketahanan dan keperidian tungau merah. Hal ini didukung oleh pernyataan Sogawa (1972) bahwa tanaman yang memiliki kandungan nitrogen yang tinggi akan menghasilkan serangga hama dengan ketahanan dan tingkat reproduksi yang lebih baik. Selain itu, aplikasi pestisida secara terjadwal tampaknya telah menyebabkan perubahan fisiologi pada tungau *T. urticae* sehingga tungau *T. urticae* menjadi resisten terhadap pestisida. Hal ini tampaknya menjadikan pengaplikasian pestisida tidak bisa mencegah perkembangan populasi tungau *T. urticae*. Menurut Heinrichs (1977) bahwa pengaplikasian insektisida menyebabkan perubahan fisiologi serangga seperti meningkatnya aktivitas makan dan menjadikan umur imago betina lebih lama sehingga telur yang diletakkan imago betina lebih banyak.

Kelimpahan populasi tungau *T. urticae* di lahan monokultur dan tumpangsari pada setiap minggu menunjukkan perubahan yang signifikan tetapi pada tungau *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* menunjukkan peningkatan populasi yang hampir sama (Gambar 4).



Gambar 4. Populasi tungau *T. urticae*, *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* pada lahan; a. Monokultur, b. Tumpangsari

Di lahan monokultur, puncak populasi tungau *T. urticae* dan *P. citri* berturut-turut terjadi pada minggu ketiga yaitu 1786 individu dan 95 individu. Selanjutnya, puncak populasi tungau *B. phoenicis* yaitu pada minggu kedua yaitu 9 individu. Populasi terendah tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis* berturut-turut terjadi pada minggu kedelapan yaitu 551 individu, 18 individu dan 2 individu. Di lahan tumpangsari, puncak populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis* berturut-turut terjadi pada minggu keempat (846 individu), minggu ketiga (105 individu) dan minggu keempat (4 individu). Selanjutnya, populasi terendah tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis* berturut-turut terjadi pada minggu

kedelapan (172 individu), minggu ketujuh (8 individu) serta minggu kelima dan kedelapan yaitu tidak ditemukan tungau *B. phoenicis*.

Di lahan monokultur, puncak populasi tungau *N. fallacis* terjadi pada minggu kedua yaitu 62 individu, sedangkan populasi terendah pada minggu kelima yaitu 37 individu. Di lahan tumpangsari, puncak populasi tungau *N. fallacis* pada minggu ketiga yaitu 53 individu, sedangkan populasi terendah pada minggu kedelapan yaitu 22 individu.

Populasi tungau fitofag dan tungau predator pada minggu pertama sampai minggu keempat di kedua pola tanam cenderung mengalami peningkatan. Pada penelitian ini, diketahui rerata suhu di lahan monokultur pada minggu pertama sampai minggu keempat adalah 28,1 °C dengan rentang suhu berkisar antara 25,6 °C hingga 31,7 °C dan kelembapan relatif dari minggu pertama hingga minggu keempat berkisar antara 49 % hingga 73 %. Sementara di lahan tumpangsari, Rerata suhu pada minggu pertama sampai minggu keempat adalah 27,7 °C (rentang suhu berkisar antara 25,1 °C hingga 30,3 °C) dengan kelembapan relatif antara 53 % hingga 71 %.

Sementara itu, pada minggu kelima sampai minggu kedelapan populasi tungau cenderung mengalami penurunan. Rerata suhu di lahan monokultur pada minggu kelima sampai minggu kedelapan adalah 22,5 °C dengan rentang suhu berkisar antara 19,7 °C hingga 26,6 °C dan kelembapan relatif dari minggu kelima sampai minggu kedelapan berkisar antara 63 % hingga 72 %. Sementara di lahan tumpangsari, Rerata suhu pada minggu kelima sampai minggu kedelapan adalah 22,2 °C (rentang suhu berkisar antara 18,3 °C hingga 25,1 °C) dengan kelembapan relatif antara 72 % hingga 74 %.

Perubahan kelimpahan populasi tungau diduga dipengaruhi oleh perubahan kondisi lingkungan seperti suhu dan kelembapan. Rerata suhu pada minggu pertama hingga minggu keempat cenderung lebih tinggi dibandingkan pada minggu kelima hingga minggu kedelapan. Suhu yang relatif tinggi tampaknya mempercepat perkembangan populasi tungau. Menurut Krantz (1977) bahwa periode perkembangan siklus hidup tungau merah akan berjalan lebih singkat dari 16 hari (22 °C) menjadi 9,5 hari pada suhu 30°C. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Widodo (1984) bahwa keperidian imago betina tungau famili Tetranychidae akan meningkat dari 28 butir telur pada suhu 15 °C menjadi 68–123 butir telur pada suhu 26,8 °C butir telur selama masa hidupnya.

Periode praoviposisi tungau merah adalah satu hari pada suhu 24-29 °C. Peningkatan suhu juga mampu meningkatkan laju oviposisi tungau merah (Zhang, 2003). Suhu optimum untuk perkembangan *P. citri* adalah 25–30 °C (Vacante, 2010).

Dari hasil perhitungan nilai korelasi Rank Spearman antara kelimpahan populasi tungau fitofag dan tungau predator di kedua lahan didapatkan nilai positif dan negatif (Tabel 5). Nilai korelasi yang positif menggambarkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara populasi tungau fitofag dan tungau predator, sedangkan nilai korelasi negatif menggambarkan hubungan yang berlawanan antara populasi tungau fitofag dan tungau predator.

Tabel 5. Hubungan kelimpahan tungau fitofag dan tungau predator pada lahan monokultur dan tumpangsari

Jenis Tungau	Pola Tanam			
	Monokultur		Tumpangsari	
	r	P	r	P
<i>T. urtica</i> dan <i>N. fallacis</i>	0,20	0,14	0,17	0,22
<i>P. citri</i> dan <i>N. fallacis</i>	0,19	0,17	0,13	0,30
<i>B. phoenicis</i> dan <i>N. fallacis</i>	-0,24	0,24	0,17	0,93

Pada lahan monokultur, nilai korelasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis* dengan tungau *N. fallacis* berturut-turut menunjukkan korelasi yang rendah yaitu 0,20, 0,19 dan -0,24. Sementara itu, pada lahan tumpangsari, nilai korelasi antara tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis* dengan populasi *N. fallacis* berturut-turut adalah 0,17, 0,13 dan 0,17. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang signifikan antara populasi tungau fitofag dan tungau predator ($P > 0,05$). Tidak signifikannya nilai korelasi antara populasi tungau fitofag dan tungau predator di lahan monokultur dan tumpangsari diduga karena predator *N. fallacis* selain memangsa tungau *T. urticae* juga memangsa tungau fitofag lain. Pada penelitian ini ditemukan beberapa jenis tungau fitofag selain *T. urticae* yaitu *P. citri* dan *B. phoenicis*. Menurut Gerson *et al.*, (2003) bahwa tungau *N. fallacis* digolongkan ke dalam tipe III, yang mana selain memangsa tungau tetranychid, tungau ini juga memangsa tungau famili lain. Hal ini didukung oleh pernyataan Kalshoven (1981) bahwa famili Phytoseiidae selain sebagai predator hama tungau pada tanaman budidaya, juga memangsa banyak jenis kutu tanaman serta telur *Thrips* sp. dan ngengat.

Presentase Daun Pepaya yang Dihuni oleh Tungau. Pada lahan monokultur dan tumpangsari, presentase daun pepaya yang dihuni oleh tungau fitofag dan tungau predator lebih banyak dibandingkan dengan daun yang tidak dihuni (Tabel 6).

Tabel 6. Persentase daun pepaya pada lahan monokultur dan tumpangsari yang dihuni oleh tungau fitofag dan predator

Jenis tungau	Pola tanam (%)	
	Monokultur	Tumpangsari
<i>T. urticae</i>	33,50	35,25
<i>B. phoenicis</i>	0,00	1,00
<i>P. citri</i>	1,00	1,25
<i>T. urticae</i> + <i>N. fallacis</i>	11,50	9,00
<i>T. urticae</i> + <i>B. phoenicis</i>	4,25	1,75
<i>T. urticae</i> + <i>P. citri</i>	16,00	24,75
<i>T. urticae</i> + <i>P. citri</i> + <i>N. fallacis</i>	9,00	0,75
<i>P. citri</i> + <i>B. phoenicis</i>	0,00	0,00
<i>T. urticae</i> + <i>B. phoenicis</i> + <i>P. citri</i>	1,25	0,50
Daun yang tidak dihuni oleh tungau fitofag	20,00	25,75
Jumlah (%)	100	100

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa kelimpahan populasi tungau *T. urticae* mendominasi daun pepaya pada kedua lahan penelitian. Hampir setengah dari daun pepaya contoh yang diteliti dihuni oleh tungau *T. urticae*, sedangkan tungau *P. citri* dan *B. phoenicis* hanya menghuni sebagian kecil dari daun contoh. Hal ini sesuai dengan penelitian Sriyanti (2004) bahwa tungau merah *Tetranychus* sp. merupakan hama utama pada pertanaman pepaya di Pasir Kuda, Ciomas. Lebih mendominasinya populasi tungau *T. urticae* dibandingkan dengan populasi tungau *P. citri* dan *B. phoenicis* yang menempati daun pepaya, mengindikasikan bahwa terjadi persaingan tempat tinggal antar tungau fitofag pada daun pepaya. Hal ini diperkirakan bila kondisi mendukung perkembangan populasi tungau *T. urticae* maka populasi tungau *T. urticae* dapat dengan cepat meningkat dan mampu menggeser populasi tungau lainnya.

Tingginya populasi daun pepaya yang dihuni oleh tungau fitofag dan tungau predator pada lahan monokultur dan tumpangsari diduga karena pada saat penelitian bertepatan dengan musim kemarau sehingga kondisi lingkungan mendukung perkembangan tungau. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gultom (2010) bahwa di pertanaman jarak pagar, populasi tungau merah yang

ditemukan pada musim kemarau lebih tinggi dibandingkan pada musim penghujan. Menurut Wright *et al.*, (2006) bahwa cuaca yang kering dan panas mendukung produksi telur dan kelangsungan hidup tungau tetranychid. Hal ini didukung oleh pernyataan Van de vrie (1972) bahwa kombinasi cuaca dengan suhu yang tinggi dan kelembaban udara yang rendah menyebabkan terjadinya peningkatan populasi tungau hama.

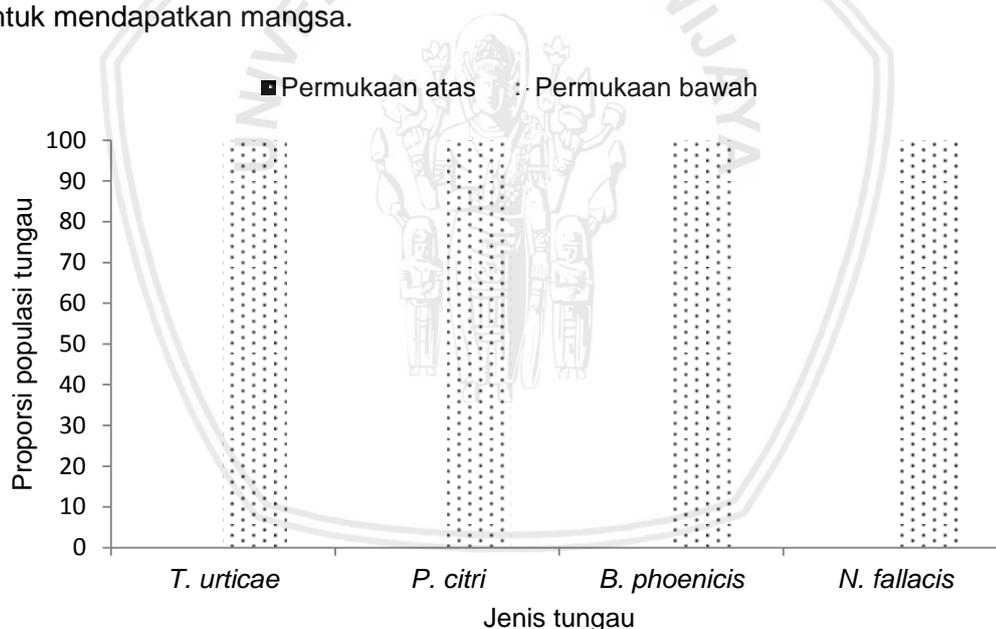
Preferensi Tungau. Preferensi tungau meliputi permukaan daun dan umur daun. Merujuk pada penelitian Puspitarini (2005) bahwa preferensi populasi *T. urticae*, *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* pada permukaan daun hanya didasarkan pada banyaknya telur yang diletakkan, karena larva, nimfa, dan imago aktif bergerak. Selama pengamatan tidak ditemukan telur *B. phoenicis* sehingga preferensinya pada permukaan daun tidak diuraikan dalam penelitian ini. Berbeda halnya dengan preferensi pada permukaan daun, perhitungan preferensi populasi tungau pada umur daun dihitung dari banyaknya semua fase tungau yang ditemukan.

Hasil pengamatan preferensi permukaan daun menunjukkan bahwa semua telur tungau *T. urtica* dan *P. citri* hanya ditemukan pada permukaan bagian bawah daun dan tidak ditemukan pada permukaan atas daun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hermawan (2006) bahwa tidak ada stadia tungau *Tetranychus* sp yang menempati permukaan atas daun pepaya. Zhang (2003) menyebutkan bahwa tungau menusuk dan menghisap jaringan sel daun dan menimbulkan bercak-bercak halus berwarna lebih terang dibandingkan bagian daun yang tidak terserang terutama di dekat tulang daun utama di permukaan daun bagian bawah.

Tungau fitofag lebih menyukai permukaan bawah daun dibandingkan permukaan atas daun diduga karena struktur permukaan atas daun lebih keras dibandingkan permukaan bawah daun sehingga menyulitkan tungau dalam menghisap cairan tanaman di bagian tersebut. Menurut Qomaroodin (2006) bahwa permukaan daun yang keras dan kasar menyulitkan hama untuk menghisap cairan tanaman. Hal ini didukung oleh pernyataan Aisah (2012) bahwa pepaya kultivar Calina memiliki daun yang lebih kasar dibandingkan dengan kultivar lain seperti kultivar Bangkok dan Taiwan. Selain itu, berada dibawah permukaan bawah daun lebih melindungi tungau dari gangguan-gangguan lingkungan terutama saat musim penghujan. Menurut Zhang (2003)

Tungau menyukai permukaan daun bagian bawah dan terlindung di dekat tulang daun utama. Perpindahan tungau dari permukaan daun bagian atas ke permukaan daun bagian bawah disebabkan oleh variasi suhu dan untuk mendapatkan perlindungan dari hujan yang deras (Cutierrez, 1985).

Sama halnya dengan tungau fitofag, telur tungau predator *N. fallacis* hanya ditemukan di permukaan bawah daun dan tidak ditemukan pada permukaan atas daun. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Widyana (2008) bahwa *Amblyseius* sp (Phytoseidae) lebih banyak meletakkan telur pada permukaan bawah daun apel. Tungau predator lebih menyukai permukaan daun bagian bawah dibandingkan permukaan atas diduga karena populasi tungau fitofag pada permukaan bawah daun lebih banyak dibandingkan permukaan atas sehingga memudahkan tungau predator dalam menemukan mangsa. Menurut Artini (2017) bahwa tungau predator akan berpindah ke permukaan bawah daun untuk mendapatkan mangsa.



Gambar 5. Proporsi populasi tungau pada permukaan daun

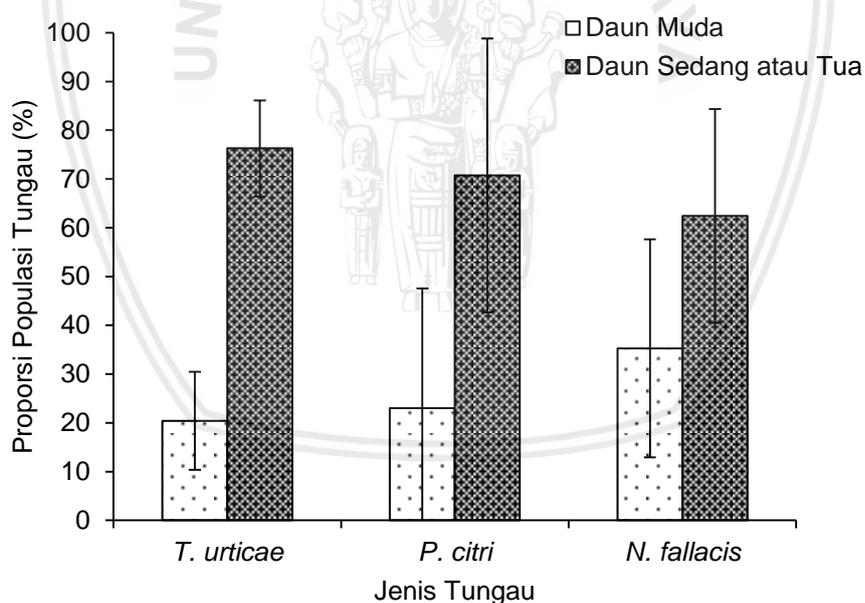
Dari hasil analisis uji Mann Whitney preferensi umur daun menunjukkan bahwa pada lahan monokultur, umur daun berpengaruh secara nyata terhadap populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* tetapi tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi tungau, *B. phoenicis*. Populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* yang ditemukan pada daun sedang atau tua lebih tinggi dibandingkan daun muda. Hal ini mengindikasikan bahwa tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* lebih menyukai daun sedang atau tua dibandingkan daun

muda (Tabel 7). Presentase populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* berturut-turut yang menempati daun sedang atau tua adalah 77,6 %; 64,7 % dan 68 %. Sedangkan presentase populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* berturut-turut yang menempati daun muda adalah 22,4; 35,1 dan 32 % (Gambar 6).

Tabel 7. Preferensi populasi tungau pada umur daun di lahan monokultur

Jenis Tungau	Lahan Monokultur	
	Daun Muda ($x \pm SD$)	Daun Sedang atau Tua ($x \pm SD$)
<i>T. urticae</i>	76,5 ± 65,60 a	264,9 ± 141,9 b
<i>P. citri</i>	8,2 ± 15,10 a	15,0 ± 13,7 b
<i>B. phoenicis</i>	0,13 ± 0,23 a	0,28 ± 0,6 a
<i>N. fallacis</i>	0,6 ± 0,40 a	1,2 ± 1,3 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kesalahan 5% berdasarkan uji Mann whitney



Gambar 6. Proporsi populasi tungau pada daun muda dan daun tua di lahan monokultur

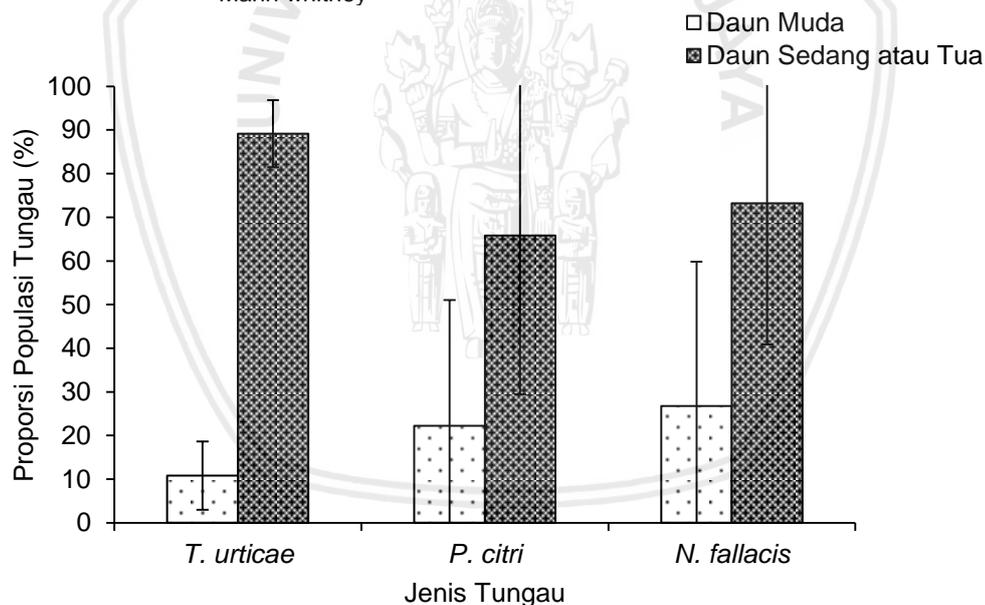
Pada lahan tumpangsari, umur daun berpengaruh secara nyata terhadap populasi tungau *T. urticae* dan *N. fallacis* tetapi tidak berpengaruh secara nyata terhadap populasi tungau *P. citri* dan *B. phoenicis*. Populasi tungau *T. urticae* dan *N. fallacis* yang ditemukan pada daun tua lebih tinggi dibandingkan daun muda. Sama halnya seperti lahan monokultur, hal tersebut mengindikasikan

bahwa tungau *T. urticae* dan *N. fallacis* lebih menyukai daun tua dibandingkan daun muda (Tabel 8). Presentase populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* berturut-turut yang menempati daun sedang atau tua adalah 88,8 % dan 74,6 %. Presentase populasi tungau *T. urticae*, *P. citri* dan *N. fallacis* berturut-turut yang menempati daun muda adalah 11,2 % dan 25,2 % (Gambar 7).

Tabel 8. Preferensi populasi tungau pada umur daun di lahan tumpangsari

Jenis Tungau	Lahan Tumpangsari	
	Daun Muda ($x \pm SD$)	Daun Sedang atau Tua ($x \pm SD$)
<i>T. urticae</i>	16,4 ± 22,8 a	130,4 ± 61,7 b
<i>P. citri</i>	3,6 ± 5,4 a	12,4 ± 9,5 b
<i>B. phoenicis</i>	0,3 ± 0,1 a	0,3 ± 0,07 a
<i>N. fallacis</i>	0,3 ± 0,4 a	0,9 ± 1,1 b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf kesalahan 5% berdasarkan uji Mann whitney

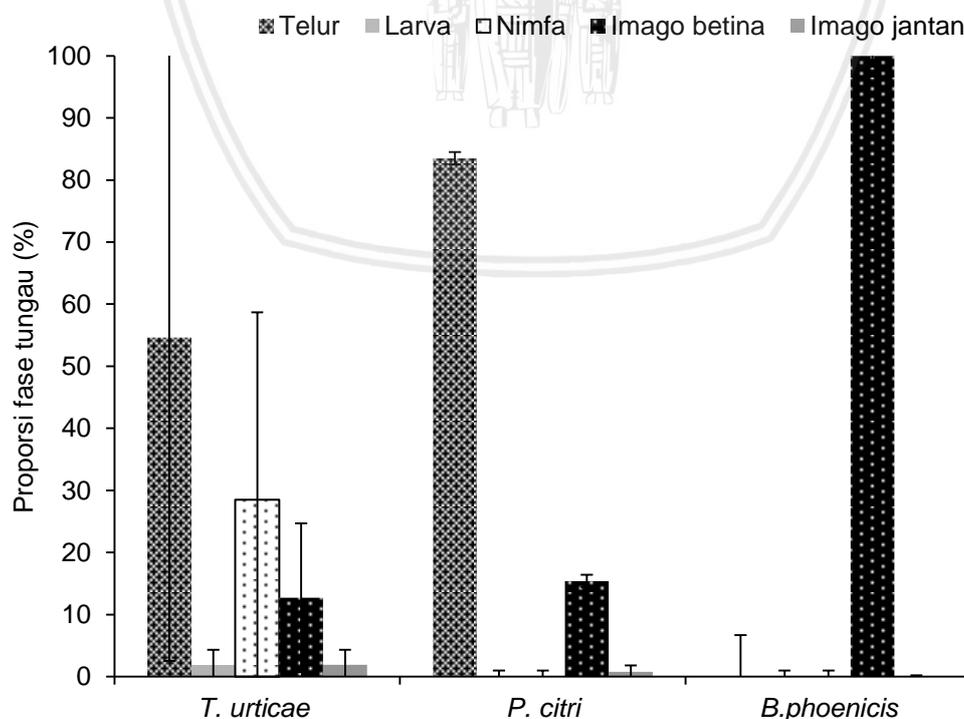


Gambar 7. Proporsi populasi tungau pada daun muda dan daun tua di lahan tumpangsari

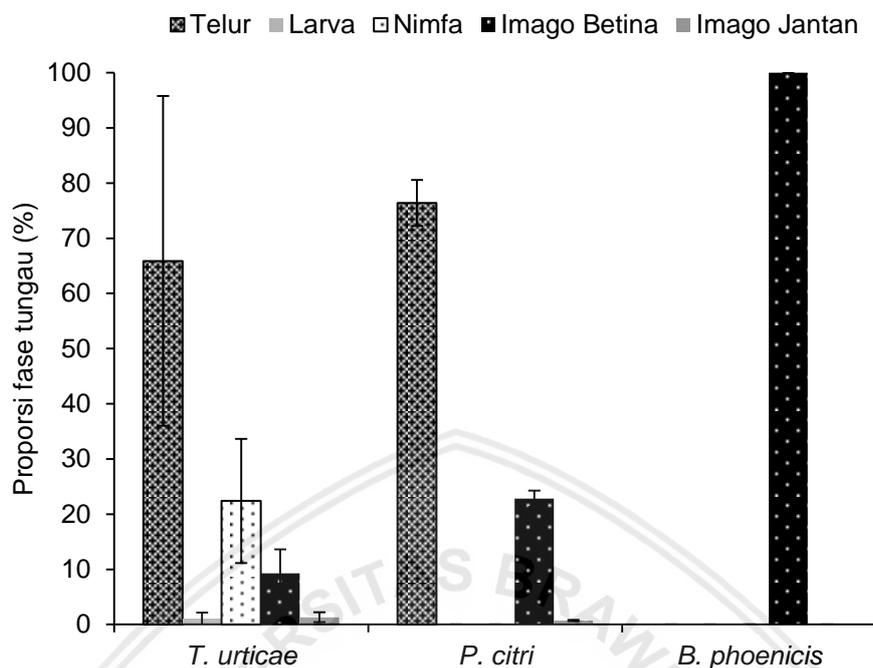
Tungau lebih menyukai daun yang berumur tua diduga karena nutrisi yang terkandung di dalam daun sedang atau tua lebih memenuhi kebutuhan tungau. Hal ini sesuai dengan pernyataan Huffaker *et al.*, (1969) bahwa tungau merah lebih menyukai daun tanaman yang lebih tua karena memiliki jaringan tanaman yang mencukupi kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tungau. Menurut Lakitan, (2012) bahwa nutrisi dan klorofil yang terkandung di dalam

daun akan meningkat seiring dengan bertambahnya umur daun. Daun pepaya mengandung nitrogen, kalsium, kalium, magnesium, tembaga, zat besi, zink dan mangan (Milind dan Guardita, 2011). Umur daun yang tua lebih lama dibandingkan daun muda. Hal ini tampaknya menyebabkan tungau menghasilkan telur yang lebih banyak dalam waktu yang lebih lama pada daun tua dibandingkan daun muda sehingga menghasilkan keturunan yang lebih banyak. Selain itu, permukaan daun sedang atau tua memiliki permukaan yang lebih luas dibandingkan daun muda sehingga memungkinkan lebih banyak tungau yang menetap di daun tersebut. Menurut hasil penelitian Dina (2017) bahwa permukaan daun sedang atau tua lebih lebar dibandingkan daun muda sehingga populasi tungau yang ditemukan lebih tinggi.

Struktur Populasi Tungau. Fase tungau *T. urticae* yang ditemukan pada lahan dengan pola tanam monokultur dan Tumpangsari adalah telur, larva, nimfa, imago betina dan imago jantan. Fase tungau *P. citri* yang ditemukan pada lahan dengan pola tanam monokultur dan Tumpangsari adalah fase telur, imago betina dan imago jantan sedangkan tungau *B. phoenicis* hanya dijumpai fase imago betina pada kedua lahan tersebut (Gambar 8 dan 9).



Gambar 8. Proporsi fase tungau fitofag pada lahan monokultur



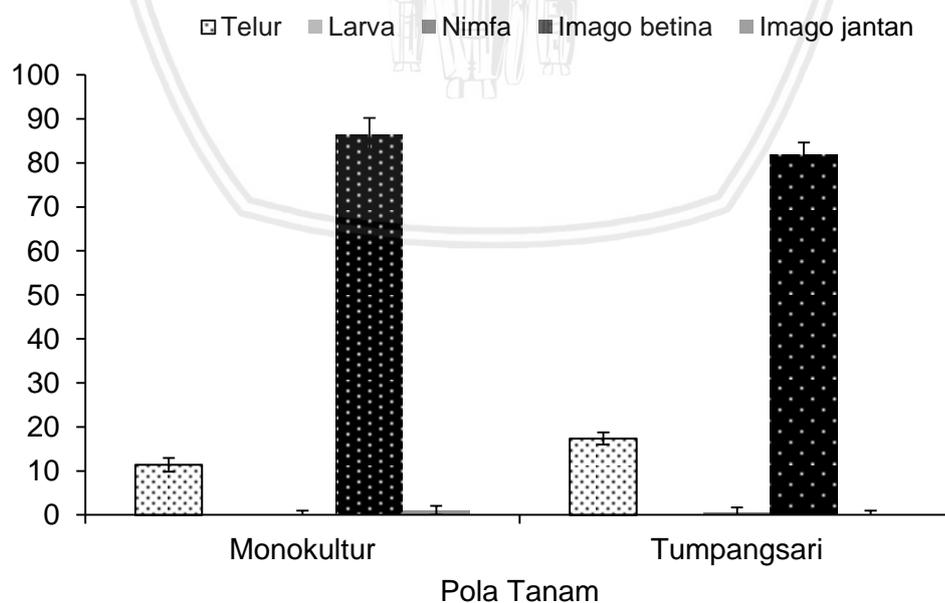
Gambar 9. Proporsi fase tungau fitofag pada lahan tumpangsari

Dari grafik menunjukkan bahwa fase tungau *T. urticae* yang paling banyak dijumpai adalah fase telur, disusul oleh fase nimfa, imago betina, imago jantan dan larva. Rata-rata fase telur *T. urticae* pada lahan dengan pola tanam monokultur adalah 54,6% dari semua fase sedangkan pada lahan dengan pola tanam Tumpangsari adalah 65,9% dari semua fase. Fase tungau *P. citri* yang paling banyak dijumpai adalah fase telur disusul oleh fase imago betina dan imago jantan. Rata-rata fase telur *P. citri* pada lahan dengan pola tanam monokultur adalah 83,5% dari semua fase sedangkan pada lahan dengan pola tanam Tumpangsari adalah 76,4% dari semua fase. Fase tungau *B. phoenicis* yang paling banyak dijumpai adalah fase imago betina (selama pengamatan hanya ditemukan imago betina sebanyak 43 ekor). Fase telur, larva dan nimfa tungau *B. phoenicis* tidak diuraikan karena selama pengamatan tidak ditemukan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Hermawan (2006) bahwa struktur populasi tungau *Tetranychus* sp. terbanyak yang ditemukan di berbagai lokasi pertanaman pepaya di Bogor adalah fase telur. Dengan proporsi telur yang memiliki presentase paling tinggi dimungkinkan untuk menjaga keseimbangan telur yang dimakan predator, sehingga masih ada telur yang bisa menetas untuk melestarikan keturunannya. Menurut Huffaker *et al.*, (1969) tingginya jumlah telur

yang diletakkan oleh imago betina dimaksudkan untuk menghadapi tingginya kehilangan telur akibat dimangsa predator maupun limpasan hujan. Tungau predator *Amblyseius longispinosus* Evans (Phitoseidae) lebih suka memangsa telur *P. citri* bila dibandingkan dengan fase lainnya (Puspitarini, 2005).

Fase telur tidak aktif bergerak dan menempel erat pada permukaan daun. selain itu, fase telur dilindungi oleh jaring-jaring sutera yang dihasilkan oleh imago betina sehingga tahan terhadap pengaruh lingkungan yang kurang menguntungkan bagi perkembangan tungau. Menurut Jeppson (1963) bahwa fase telur merupakan fase yang paling tahan terhadap pengaruh lingkungan. Keperidian yang tinggi merupakan suatu strategi untuk mempertahankan diri terhadap pengaruh kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan bagi kehidupan tungau fitofag (Kranz, 1978). Banyaknya fase telur tungau fitofag karena tungau dilindungi oleh jaring-jaring agar telur terhindar dari air, angin dan serangan tungau predator (Puspitarini, 2005)..

Fase tungau *N. fallacis* yang ditemukan di lahan dengan pola tanam monokultur adalah telur, imago betina dan imago jantan, sedangkan pada lahan dengan pola tanam Tumpangsari adalah telur, nimfa dan imago betina (Gambar 10).



Gambar 10. Proporsi fase tungau *N. fallacis* pada lahan monokultur dan Tumpangsari

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa fase imago betina lebih banyak daripada fase lainnya. Hal ini sesuai dengan penelitian Meita (2018) bahwa pada tanaman apel manalagi, fase tungau *N. fallacis* yang paling banyak ditemukan adalah fase betina. Banyaknya fase imago betina yang ditemukan diduga karena siklus hidup tungau *N. fallacis* yang relatif singkat sehingga telur akan cepat menjadi imago. Menurut Zhang (2003) perkembangan tungau phytoseiid lebih cepat dibandingkan tungau merah. Perkembangan tungau phytoseiid fase telur hingga dewasa mencapai 4-7 hari. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Puspitarini (2005) menunjukkan bahwa masa perkembangan pradewasa *A longispinusus* berlangsung 4,78 hari dan lama hidup imago betina yaitu 15,42 hari.

Musuh Alami selain Tungau Predator

Selain tungau predator, ditemukan juga serangga predator yang diduga memangsa tungau fitofag. Serangga predator yang ditemukan dalam penelitian adalah larva *Oligota* sp. instar 1 dan instar 2 serta kumbang predator *Stethorus* sp. (Tabel 9).

Tabel 9. Musuh alami selain tungau yang ditemukan pada semua daun contoh

Jenis Predator	Pola Tanam (Individu)	
	Monokultur	Tumpangsari
Larva <i>Oligota</i> sp.		
- Instar 1	0	2
- Instar 2	0	1
<i>Stethorus</i> sp.	16	5

Pada lahan monokultur, tidak ditemukan larva *Oligota* sp. sedangkan pada lahan tumpangsari larva *Oligota* sp yang ditemukan berjumlah 2 individu (instar 1) dan 1 individu (instar 2). Tubuh larva instar 1 berukuran 0,68 mm dan berwarna transparan. Tubuh bagian abdomen akan berwarna kekuningan setelah memangsa telur tungau tetranychid (Gambar 11a). Menurut Setyawan (2014), panjang tubuh larva instar 1 *Oligota* sp. lebih kurang 0.75 mm dan berwarna transparan. Selain itu, larva instar 1 cenderung mengkonsumsi telur dari tungau sampai mengalami proses ganti kulit. Panjang tubuh larva instar 2 yaitu 1,38 mm dan berwarna kuning transparan (Gambar 11b). Menurut Setyawan (2014) bahwa panjang larva instar 2 lebih kurang 1.25 mm dan

berwarna kuning transparan. Rerata lama perkembangan larva instar 2 pada jantan 1,6 hari dan betina 1,5 hari. Larva instar 2 sudah mulai mengkonsumsi tungau namun dalam jumlah yang sedikit. Larva *Oligota* sp. mampu mengkonsumsi telur tungau *P. citri* sebanyak 100 butir ketika memasuki fase instar 3.



Gambar 11. Larva *Oligota* sp., a. Larva instar 1, b. Larva instar 2

Pada lahan monokultur, kumbang predator *Stethorus* sp. yang ditemukan berjumlah 16 individu, sedangkan pada lahan tumpangsari kumbang predator *Stethorus* sp. yang ditemukan berjumlah 5 individu. Tubuh kumbang ini berukuran 1,3 mm dan berwarna hitam (Gambar 12). *Stethorus* sp. merupakan predator yang spesies-spesiesnya hidup sebagai predator tungau. Pada masa oviposisi, predator ini mampu mengkonsumsi tungau imago atau nimfa tua lebih dari 40 ekor perhari. Laju konsumsi akan meningkat bila memangsa tungau *P. citri*. Rataan harian jumlah telur *P. citri* yang dikonsumsi mencapai 50-100 telur (Huffaker *et al.*, 1969 dalam Puspitarini, 2005). *Stethorus punctillum* Weise ditemukan sebagai predator penting tungau *P. ulmi* di Selandia Baru (McMurtry *et al.*, 1970).



Gambar 12. Kumbang predator *Stethorus* sp.

Dari hasil pengamatan menunjukkan bahwa jenis musuh alami pada lahan tumpangsari lebih bervariasi dibandingkan lahan monokultur. Hal ini sesuai dengan penelitian Wardani (2015) bahwa keanekaragaman Athrophoda termasuk musuh alami pada pola tanam polikultur lebih tinggi dibandingkan pola tanam monokultur. Hal ini diduga karena peran senyawa yang dikeluarkan oleh tanaman tumpangsari. Menurut Dudareva dan Pichersky (2008) bahwa secara alami tanaman menghasilkan senyawa volatil yang dikenal dengan istilah *Herbivore-induced plant volatiles* yang berfungsi untuk mempertahankan tanaman terhadap herbivora dan patogen serta menarik polinator dan organisme menguntungkan lainnya. Hal ini didukung oleh pernyataan Rohman (2008) bahwa peran senyawa volatil yang dikeluarkan oleh tumbuhan mampu menarik beberapa jenis serangga.



V. KESIMPULAN

Kesimpulan

Keanekaragaman tungau pada penelitian ini tergolong rendah. Tungau fitofag yang ditemukan pada pertanaman pepaya Calina di lahan monokultur dan tumpangsari adalah *T. urticae*, *P. citri* dan *B. phoenicis*, sedangkan tungau predator yang ditemukan adalah *N. fallacis*.

Kelimpahan tungau *T. urticae* pada lahan monokultur lebih tinggi dibandingkan lahan tumpangsari, sedangkan kelimpahan tungau *P. citri*, *B. phoenicis* dan *N. fallacis* pada kedua lahan adalah sama. Presentase daun yang dihuni tungau lebih banyak dibandingkan presentase daun yang tidak dihuni tungau. Tungau lebih menyukai permukaan bawah daun pepaya dibandingkan permukaan atas daun pepaya. Selain itu, daun pepaya tua lebih disukai tungau dibandingkan daun pepaya muda. Struktur populasi tungau *T. urticae* berturut-turut yang paling banyak ditemukan adalah fase telur, nimfa, imago betina, imago jantan dan larva. Struktur populasi tungau *P. citri* berturut-turut yang paling banyak ditemukan adalah fase telur, imago betina dan jantan. Struktur populasi tungau *B. phoenicis* yang paling banyak ditemukan adalah fase telur, imago betina dan jantan dan struktur populasi tungau *B. phoenicis* yang paling banyak ditemukan adalah fase imago betina, telur dan jantan.

Musuh alami selain tungau predator yang ditemukan di lahan penelitian adalah larva *Oligota* sp. instar 1 dan instar 2, serta kumbang predator *Stethorus* sp.

Saran

Perlu dilakukan penelitian terhadap kelimpahan populasi kelimpahan tungau pada pertanaman pepaya dengan kultivar yang berbeda sehingga faktor yang mempengaruhi perkembangan tungau seperti nutrisi dan kerapatan trikoma dapat dikaji secara terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Abato, Z.M., Villanueva, J.J., Otero, C.G., Avila, R.C., Hernandez, C.E., Perez, R.N. 2014. Acarofauna Associated to papaya *Carica pepaya* L. (Caricaceae) Orchards in Veracruz, Mexico. *Acta Zoologica Mexicana* 30(3): 595-609
- Aisah. 2012. Populasi Kutu Putih Pepaya *Paracoccus marginatus* Williams dan Granara de Willink (Hemiptera: Pseudococcidae) dan Musuh Alaminya pada Tanaman Pepaya Di Kecamatan Dramaga dan Rancabungur Kabupaten Bogor. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Arsyad, H., Zelvia, Z. 1993. Pepaya dalam Pedoman Praktis Budidaya Tanaman Buah-buahan Bearir. PD Mahkota. Jakarta
- Artini. 2017. Kelimpahan Populasi Tungau pada Berbagai Varietas Apel. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang
- Bakker, F.M. 1994. The Selection of Phytoseiidae Natural Enemies for The Biological Control of The Cassava Green Mite. Disertasi. University of Amsterdam
- Barantan (Badan Karantina Pertanian). 2013. Diagnosis Protokol OPTK Kelompok Tungau. Pusat Karantina Tumbuhan dan Keamanan Hayati Nabati. Jakarta
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2011. Produksi Nasional Pepaya pada Tahun 2011. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPS (Badan Pusat Statistik). 2015. Produksi Nasional Pepaya pada Tahun 2012-2015. Badan Pusat Statistik. Jakarta
- BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian). 2017. Pengertian dan Jenis Pola Tanam. Diunduh dari <http://sumsel.litbang.pertanian.co.id> pada tanggal 6 maret 2019
- Brandenburg, R.L., Kennedy, G.G. 1987. Ecological and Agricultural Considerations in the Management of Twospotted Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Journal Agriculture Zoology Review* 2: 185-236.
- CABI (Central For Agricultural and Biosciences International). 2016. Crop Protection Compendium. CAB International. Walingford.
- Cheng, C.H. 1971. Effect of Nitrogen Application on the Susceptibility in Rice to Brown Planthopper Attack. *Journal of Taiwan Agricultural Research* 20: 21-30

- Cheng, L.L., Nechols, J.R., Margolies, D.C., Campbell, J.F., Yang, P.S., Chen, C.C., Lu, C.T. 2009. Foraging and Consumption of Two Species of Papaya Pest Mites. *Tetranychus Kanzawai* and *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae) by *Mallada Basalis* (Neuroptera: Chrysopidae). *Journal Environment Entomology* 38(3): 715-722
- Clotuche, G., Le Goff, G., Maillieux, A.C., Deneubourg, J.L., Detrain, C., Hance, T. 2009. How to Visualize the Spider Mite Silk. *Journal Microscopy Research Technique* 72: 659-664
- Cutierrez. 1985. Systematics. Dalam: Helle W and Sabelis MW (ed.) spider mites: their biology, natural enemies and control. Volume 1A. Elsevier. Amsterdam. Hlm 75-8
- Dina, W.M. 2017. Persebaran dan Keanekaragaman Spesies Tungau Hama pada Tanaman Pepaya Di Pulau Lombok. Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- El-Bagoury, M.E. dan Reda, A.S. 1985. *Agistemus exsertus* Gonzalez (Acari: Stigmaeidae) as a predator of the ploughmans spikenard gall mite *Eriophyes dioscorides* (Acari: Eriophyidae). *Bulletin of Faculty of Agriculture. Cairo University* 36: 571–576
- Eliana, G.M.L., Cristina, L.S.P.S., Humberto, H.Z. 2002. Identification of sex in *Carica papaya* L. Using RADP Analysis Markers. *Journal Euphytica* 127: 179-184
- Fan, Q.H., Zhang, Z.Q. 2005. Raphigmsthoidea (Acari: Prostigmata) Fauna of New Zealand
- Gerson, U., Smiley, R.L. 1990. *Acarine Biocontrol Agents: A illustrated key and Manual*. Melbourne
- Gultom, N.M. 2010. Biologi dan Kelimpahan Tungau Merah *Tetranychus kanzawai* Koch (Acari: Tetranychidae). Disertasi. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Heinrichs, A.E. 1977. Chemical Control on Brown Planthopper. Brown Planthopper Symposium 18-22 April 1977. International Rice Research Institute. Philippines
- Hermawan, R.F. 2006. Tungau Merah pada Tanaman Pepaya: Biologi dan Keadaan Populasinya. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Huffaker, C.B., van de Vrie, M., McMurtry, J.A. 1969. The Ecology of Tetranychid Mites and Their Natural Control. *Annual Review Entomology* 14: 125-174

- Hutari, S.T. 2005. Pengaruh Lateks Pepaya dan Fungisida Mankozeb dengan Kombinasi Perlakuan Suhu terhadap Perkembangan Penyakit Antraknosa *C. gloeosporioides* pada Buah Pepaya. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Jeppson, L.R., Keifer, H.H., Baker, E.W. 1975. Mites Injurious to Economic Plants. University of California
- Jeppson, L.R. 1963. Interrelationships of Weather and Acaridices with Citrus Mite Infestations. Di dalam: Naegele JA, editor. Advances in Acarology. Vol I. Ithaca (NY): Comstock Publishing Associates
- Jones, V.P. 1990. Developing Sampling Plant for Spider Mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Journal Economic Entomology 83(5): 1656-1664
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pests of Crops in Indonesia. Van der Laan PA, penerjemah; Jakarta: PT Ichtar Baru-van Hoeve. Terjemahan dari De Plagen van de Cultuurgewassen in Indonesia
- Karmawati, E. 2006. Jarak pagar *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae). Diunduh dari <http://www.perkebunan.litbang.deptan.go.id> pada tanggal 27 Februari 2017
- Krantz, G.W. 1978. A Manual of Acarologi. Oregons State University Book Stores. Oregon. Corvalis
- Krantz, J., Schmutterer, H., Koch, W. 1977. Diseases, Pests and Weeds in Tropical Crops. Brishane. Toronto. New York
- Lakitan. 2012. Dasar-dasar Fisiologi Tumbuhan. Rajawali press. Jakarta
- Lu, Z.X., Heong, K.L., Yu, X.P., Hu, C. 2005. Effects of Nitrogen on the Tolerance of Brown Planthopper *Nilaparvata lugens* to adverse Enviromental Factors. Journal of Insect Science 12: 121-128
- Mamahit, J.M.E. 2011. Biologi dan Demografi Tungau Merah *Tetranychus* spp. (Acari: Tetranychidae) pada Tanaman Kedelai. Jurnal Universitas Samratulagi 17(2): 2011
- McMurtry, J.A., Vrie, M.V., Huffaker. 1970. Tetranychid Populations and Their Possible Control by Predators. An evaluation. Hilgardia 40(11): 391-458
- Meita, N. 2018. Kelimpahan Populasi Tungau pada Pertanaman Apel di Lahan Monokultur dan Tumpangsari. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang
- Mendonca, R.S., Navia, D., Diniz, I.R., Flechtman, C.H.W. 2010. South American Spider Mites: New Hosts and localities. Journal of Insect Science 11 (1): 121-122

- Meyer, M.K.P., Ryke. 1959. A revision of the Spider Mites of South Africa with Description of New Spesies. *Journal Entomology Sociaty South Africa* 22: 330-366
- Milind, P., Guardita. 2011. Basketful Benefit of Papaya. *IRJP* 2(7): 6-12
- Nakasone, H.Y., Paull, R.E. 1998. *Tropical Fruit*. CAB International. Wallingford
- Nath, T.N. 2013. The Macronutrients Status of Long Term Tea Cultivated Soils in Dibugrah and Sivasgar Districts of Assam. *India International Journal of Scientific Research* 2(5):273-275
- NIPHM (National Institute of Plant Health Management). 2014. The AESA based Integrated Pest Management of Papaya *Carica papaya* L. (Caricaceae). Diunduh dari farmer.gov.in/imagedefault/ipm/ pada tanggal 1 Oktober 2018
- Nishijima, W.T. 1994. *Papaya in Nishijima WT, Rohrbach KG, Orh HD. Compendium of Tropical Fruit Diseases The American Phytopathological Society. USA*
- Oka, I.N. 2005. *Pengendalian Hama Terpadu dan Implementasinya di Indonesia*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta
- Puspitarini, R.D. 2005. *Biologi dan Ekologi Tungau Merah Jeruk Panonychus citry* McGregor (Acari: Tetranychidae). Disertasi. Sekoah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Qomaroodin. 2006. Teknik Uji Ketahanan Varietas atau galur Harapan Padi Pasang Surut terhadap Wereng batang Coklat *Nilaparvata lugens* Stall. (Hemiptera: Delphacidae). *Buletin Teknik Pertanian* 11 (2): 23-25
- Rohman, F. 2008. *Struktur Komunitas Tumbuhan Liar dan Arthropoda sebagai Komponen Evaluasi Agrosistem di Kebun The Wonogiri Singosari Kabupaten Malang*. Disertasi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang
- Santoso, S., Rauf, A., Gultom, NM., Karmawati, E., Rumini, W. 2014. Biologi dan Kelimpahan Tungau Merah *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) pada Dua Kultivar Jarak Pagar. *Jurnal Entomologi* 11(1): 34-42
- Santoso, S. 2004. Keragaman dan Kelimpahan Tungau Hama dan Predator pada Tanaman Teh, serta Biologi *Neoseilus longiospinosus* (Acari: Phytoseiidae) pada Tungau Merah Teh *Oligonychus coffeae* (Acari: Tetranychidae). Diunduh dari <http://respositiry.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/7127/2004ssasugen.pdf?sequenceAllowed=1&isAllowed=y> pada tanggal 28 September 2018

- Selvara, Y., Pal, D.K., Subramanyam, M.D., Iyer, C.P.A. 1982. Change in the Chemical Composition of Four Cultivars of Papaya *Carica papaya* L. (Caricaceae) During Growth and Development. *Journal Horticultura*
- Setyawan, W.C. 2014. Kelimpahan, Biologi dan Kemampuan Pemangsaan *Oligota* sp. (Coleoptera: Staphylindae), Kumbang Predator Tungau pada Ubi Kayu. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Silva, E.A., Reis, P.R., Carvalho, T.M.B., Altoe, B.F. 2009. Biology *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) on *Gerbera jamesonii* Bolus and Hook (Asteraceae). Brazil. *Journal Biology* 69(4): 121-129
- Sogawa, K. 1972. Studies on the Feeding Habits of the Brown Planthopper. Effect of Amino Acids and Other Compounds on the Sucking Response. *Journal Entomology and Zoology*. 16(1): 1-7
- Sosromarsono, S. 1997. Tungau Merah Jeruk *Panonychus citri* (Acari: Tetranychidae): Pendatang baru di Indonesia (Komunikasi singkat). *Buletin HPT* 9 (2): 38-39
- Sriyanti, W. 2004. Pengamatan Hama dan Penyakit Pepaya *Carica papaya* L. (Caricaceae) di Kebun Pusat Kajian Buah-buahan Tropika (PKBT) IPB. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Sujiprihati, S., Suketi, K. 2009. Budidaya Pepaya Unggul. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sunarjono. 2003. Ilmu Produksi Tanaman Buah-buahan. Sinar Baru Algensindo. Bandung.
- Thahir. 1999. Tumpang Gilir. PCU Yasaguna. Jakarta
- Van de Vrie, M., McMurtry, J.A., Huffaker, C.B. 1972. Biology, Ecology, Pest Status and Host Plant Relations of Tetranychids. *Hilgardia* 14 (3):343-432
- Vacante, V. 2010. Citrus Mite : Identification, Bionomy and Control. Walingford
- Vasquez, C., Mondragon, A., Davila, M., Aponte, O. 2009. Phytophagous Mites: Tetranychidae and Tenuipalpidae from Natural Vegetations in Lara, Venezuela. *Journal of Biota Neotropica* 9(1): 4-5
- Villegas, V.N. 1992. *Carica papaya* L. (Caricaceae). Dalam Verheij EMW, Corone RE, editor *Plant Resources of South East Asia: Edible Fruits and Nut*. PROSEA Foundation. Bogor
- Wardani, N.W. 2015. Kelimpahan dan Keragaman Arthropoda Predator pada Lahan Pertanaman Brokoli *Brassica oleracea* L. (Brassicaceae) Monokultur

dan polikultur di Desa Sumberbrantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu. Skripsi. Jurusan Biologi. Universitas Negeri Malang

Wharton, G.W., Baker, E.W. 1952. An Introduction to Acarology. The Macmillan Company. New York

Widodo. 1984. Biologi *Tetranychus* sp. (Acari: Tetranychidae) pada Tanaman Ubi Kayu dan Kedelai. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Institut Pertanian Bogor. Bogor

Widyana. 2008. Kelimpahan Populasi Tungau Hama dan Musuh Alaminya pada tanaman Apel di Poncokusumo, Malang. Skripsi. Jurusan Ilmu Hama dan Penyakit Tumbuhan. Universitas Brawijaya. Malang

Wright, R., Seymour, R., Higley, L., Cambell, J. 2006. Spider Mite Management in Corn and Soybeans. University of Nebraska

Zhang, Z.Q. 2003. Mites of Greenhouse: Identification, Biology, and Control. CAB International Publishing Walingford Oxon. United States of America.

