

**PREFERENSI DAN BIOLOGI TUNGAU *Rhizoglyphus robini*
PADA BEBERAPA JENIS UMBI BAWANG**

Oleh
SITI SAMIAH MUNTHE



UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS PERTANIAN
MALANG
2019

**PREFERENSI DAN BIOLOGI TUNGAU *Rhizoglyphus robini*
PADA BEBERAPA JENIS UMBI BAWANG**

Oleh

SITI SAMIAH MUNTHE

155040201111035

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

MINAT PERLINDUNGAN TANAMAN

SKRIPSI

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

FAKULTAS PERTANIAN

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

PERNYATAAN

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

Malang, Desember 2019

Siti Samiah Munthe



LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian : Preferensi dan Biologi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Beberapa Jenis Umbi Bawang

Nama Mahasiswa : Siti Samiah Munthe

NIM : 155040201111035

Jurusan : Hama dan Penyakit Tumbuhan

Program Studi : Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

Dr.Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS.

NIP. 19580112 198203 2 002

Tita Widjayanti, SP., M.Si.

NIP. 19870819 201903 2 011

Mengetahui,

Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D

NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I

Penguji II

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

Tita Widjayanti, SP., M.Si.
NIP. 19870819 201903 2 011

Penguji III

Penguji IV

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

Dr.Ir. Mintarto Martosudiro, MS.
NIP. 19590705 198601 1 003

Tanggal Lulus:





Bismillahirrohmanirrohim

Skripsi ini kupersembahkan untuk

kedua orang tua tercinta dan 13 bersaudara

serta keponakanku tersayang

RINGKASAN

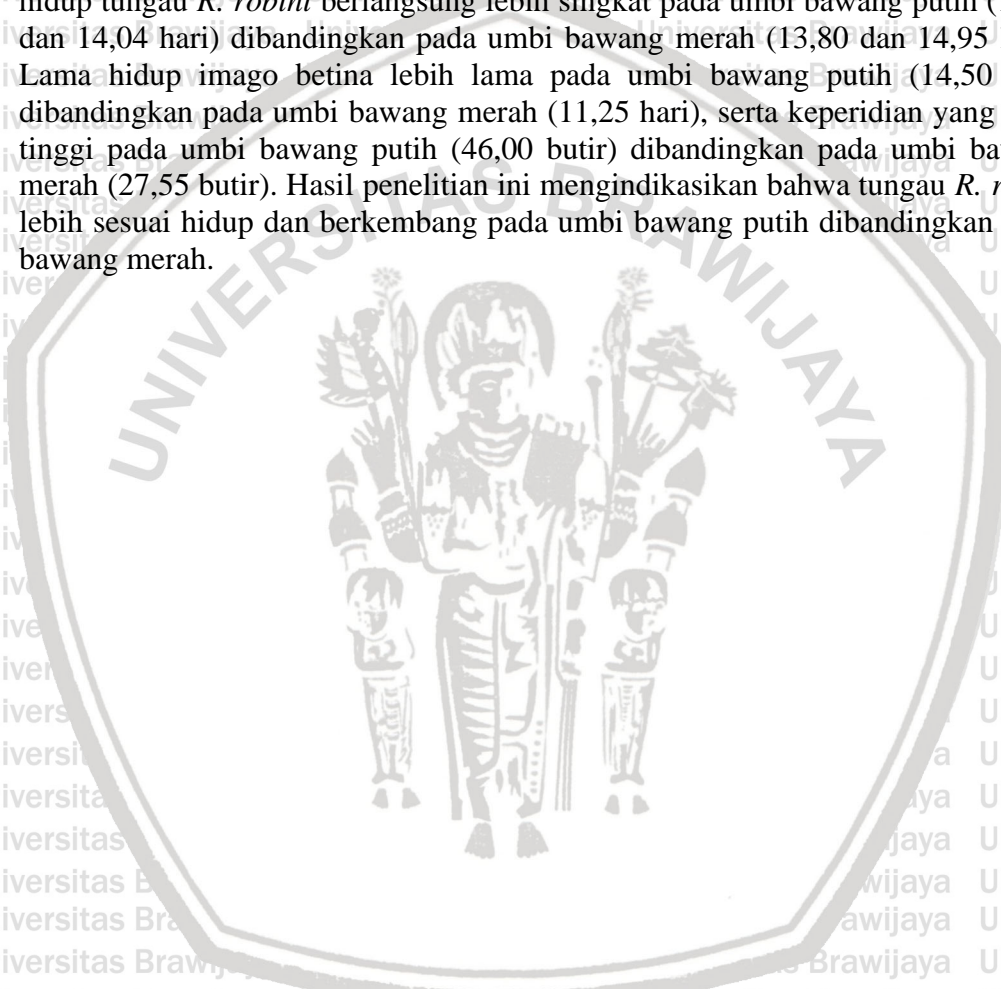
Siti Samiah Munthe. 155040201111035. Preferensi dan Biologi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Beberapa Jenis Umbi Bawang. Dibawah Bimbingan Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. sebagai Pembimbing Utama dan Tita Widjayanti, SP., M.Si. sebagai Pembimbing Pendamping.

Umbi-umbian merupakan salah satu komoditas pertanian. Kerusakan produk pertanian tidak hanya terjadi pada proses budidaya namun juga terjadi saat penyimpanan di gudang. Salah satu organisme pengganggu yang ditemukan di gudang adalah tungau *Rhizoglyphus robini* Claparède (Acaridae). Pengaruh beberapa jenis umbi terhadap kesesuaian hama terutama tungau *R. robini* belum banyak diketahui, sehingga penelitian mengenai preferensi dan biologi tungau *R. robini* pada beberapa jenis umbi bawang perlu dikaji. Penelitian ini dilakukan pada tiga jenis umbi bawang merah, putih dan bombay.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2019 di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Pengamatan preferensi tungau *R. robini* meliputi jumlah imago yang hadir dan jumlah telur tungau *R. robini* pada umbi bawang merah, putih dan bombay. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok. Penelitian dilakukan menggunakan cawan Petri sedang. Spons di letakkan di dalam cawan Petri sedang kemudian dituangi air setinggi spons. Selanjutnya pada permukaan spons tersebut diletakkan cawan Petri kecil yang diberi pembatas mika plastik dengan ukuran 2/3 dari jari-jari sehingga pada cawan Petri tersebut terbagi menjadi tiga bagian. Masing-masing jenis umbi bawang sebanyak 1 potong berbentuk persegi panjang dengan ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm ditempatkan didalam cawan Petri kecil secara acak. Pengamatan dilakukan dengan menempatkan 20 pasang imago tungau *R. robini* pada bagian tengah arena percobaan. Pada hari ketiga setelah infestasi dilakukan pengamatan terhadap jumlah imago dan telur pada jenis umbi bawang. Pengamatan biologi dilakukan pada dua jenis umbi bawang yang paling dipilih dari hasil uji preferensi, pengamatan tersebut meliputi perkembangan pradewasa, siklus hidup, lama hidup betina dan jantan serta keperidian. Pengamatan perkembangan pradewasa tungau *R. robini* dilakukan dengan menempatkan sepasang imago tungau pada arena percobaan. Imago dibiarkan selama 24 jam hingga bertelur. Pada arena percobaan hanya disisakan satu butir telur. Telur diamati hingga menetas. Pengamatan dilakukan setiap enam jam untuk mengetahui banyaknya ganti kulit serta lama perkembangan setiap stadia. Lama hidup imago betina dan jantan diamati dari hari pertama munculnya imago hingga imago mati. Keperidian diperoleh dengan menjumlahkan telur yang dihasilkan imago betina selama hidupnya. Penelitian nisbah kelamin dilakukan dengan menempatkan sepasang imago tungau *R. robini* dan dibiarkan selama tiga hari hingga bertelur. Telur yang diletakkan dibiarkan hingga menetas dan menjadi imago. Kemudian dihitung jumlah imago betina dan jantan yang muncul untuk menentukan nisbah kelaminnya. Penelitian reproduksi dilakukan dengan menempatkan tungau *R. robini* pada fase istirahat terakhir. Pada penelitian reproduksi yang digunakan adalah imago betina. Satu imago betina yang belum kopulasi ditempatkan pada arena percobaan dan dibiarkan selama tujuh hari kemudian dilihat keberadaan

telurnya. Data preferensi dianalisis menggunakan sidik ragam pada taraf kesalahan 5%. Data biologi dianalisis menggunakan uji t pada taraf kesalahan 5%.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah imago betina dan jantan yang hadir lebih tinggi pada umbi bawang putih (10,00 dan 9,00 individu) dibandingkan dengan umbi bawang bombay (3,90 dan 4,50 individu). Jumlah imago betina dan jantan pada umbi bawang merah sama dengan jumlah umbi bawang putih dan bombay serta jumlah telur yang diletakkan tungau *R. robini* lebih tinggi pada umbi bawang putih (65,5 butir) dibandingkan umbi bawang merah dan bombay (41,40 dan 19,40 butir). Perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini* berlangsung lebih singkat pada umbi bawang putih (12,89 dan 14,04 hari) dibandingkan pada umbi bawang merah (13,80 dan 14,95 hari). Lama hidup imago betina lebih lama pada umbi bawang putih (14,50 hari) dibandingkan pada umbi bawang merah (11,25 hari), serta keperidian yang lebih tinggi pada umbi bawang putih (46,00 butir) dibandingkan pada umbi bawang merah (27,55 butir). Hasil penelitian ini mengindikasikan bahwa tungau *R. robini* lebih sesuai hidup dan berkembang pada umbi bawang putih dibandingkan umbi bawang merah.



SUMMERY

Siti Samiah Munthe. 155040201111035. Preference and Biology of *Rhizoglyphus robini* Mites on Several Types of Onion Bulbs. Supervised by Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS. As the main supervisor and Tita Widjayanti, SP., M.Si. as second supervisor

Tubers is one of the agricultural commodities. Damage to agricultural products not only occur in the cultivation process but also occurs during storage in warehouses. One of the pests found in the warehouse is *Rhizoglyphus robini* mites Claparède (Acaridae). The effect of several types of bulbs on pest suitability especially *R. robini* is not widely known, so the research about preferences and biology of *R. robini* on several types of onion bulbs need to be studied. This research use three types of onion bulbs namely shallot, garlic, and onion.

The research was conducted from January to May 2019 at the Laboratory of Plant Pest, Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. Observation of *R. robini* mite preferences includes the number of adult present and the number of *R. robini* mite eggs in shallot, garlic and onion bulbs. The study was conducted using a randomized block design. The study was conducted using a medium Petri dish. The sponge is placed in a Petri dish and the water is then poured as high as a sponge. Next on the surface of the sponge is placed a small Petri dish that is given a plastic mica barrier with a size of 2/3 of the radius so that the Petri dish is divided into three parts. Each type of onion bulb as much as 1 piece rectangular with a size of 2x1 cm and a thickness of 1 cm is placed in a small random Petri dish. Observations were made by placing 20 pairs of *R. robini* mite adult in the middle of the trial arena, on the third day after infestation, observing the number of adult and eggs in the type of onion bulbs. Biological observations were made on the two types of onion bulbs that were most selected from the results of preference tests, these observations includes the development of preadult, life cycle, longevity of females and males and fecundity. Observation of the preadult development of *R. robini* mites was done by placing a pair of mite in the trial arena. Adult mite are left for 24 hours to lay eggs. In the trial arena, only one egg is left. The eggs are observed until they hatch. Observations were made every six hours to determine the number of skin changes and the duration of development of each stage. The longevity of female and male was observed from the first day of the appearance of the adult until the died. Fecundity is obtained by adding up the eggs produced by a female during her lifetime. The sex ratio was carried out by placing a pair of *R. robini* mite and left for three days to lay eggs. The eggs that are laid are left until they hatch and become adult. Then count the number of female and male that appear to determine the sex ratio. Reproductive research is carried out by placing *R. robini* mites in the last resting phase. In this study only a female mite is needed. A female has not been copulated placed in the trial arena and left for seven days then see the existence of the eggs. Preference data were analyzed using variance at 5% error level. Biological data were analyzed using t test at an error level of 5%.

The results showed that the number of female and male adult present was higher in the successive garlic bulbs of (10,00 and 9,00 individual) compared to the onion bulbs of (3,90 and 4.50 individual). The total number of female and

male adult in the shallot is the same as the number of the garlic and onion bulbs, and the number eggs of *R. robini* mites higher on garlic bulbs (65.5 items) than shallot and onions (41,40 and 19,40 items). The development and life cycle of *R. robini* mites lasted shorter in garlic bulbs (12,89 and 14,04 days) than shallot bulbs (13,80 and 14,95 days). Longevity of females is higher in garlic bulbs (14,50 days) compared to shallot bulbs (11,25 days), and higher fecundity in garlic bulbs (46,00 items) compared to shallot (27,55 items). The results indicate that *R. robini* mites are more suitable for life and development in garlic bulbs than shallot.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat rahmat dan hidayah Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Preferensi dan Biologi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Beberapa Jenis Umbi Bawang”

Pada Kesempatan ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Ir. Retno Dyah Puspitarini, MS., selaku dosen pembimbing utama dan Ibu Tita Widjayanti, SP., M.Si., selaku dosen pembimbing pendamping atas bimbingan, saran, nasihat dan kesabarannya dalam membimbing penulis. Ucapan terimakasih juga penulis sampaikan kepada Bapak Luqman Qurata Aini, SP., M.Si., Ph.D selaku Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.

Ucapan terimakasih kepada Ayahanda H. Abdul Yaman Munthe serta Ibunda Hj. Mahyanun Tamba atas doa, cinta, kasih sayang, pengertian, serta seluruh tiga belas bersaudara yang telah memberikan dukungan kepada penulis. Kepada rekan-rekan satu bimbingan penulis, Julaikha, Risa, Sabet, Machda, Annisa, Wulan dan Ela, penulis sampaikan terimakasih atas bantuan dukungan dan kebersamaan selama ini. Pada sahabat-sahabat penulis Azka, Desty, Elok, Zenny, Keffa, Ajeng yang telah memotivasi penulis selama penelitian sampai penulisan skripsi serta rekan-rekan di Jurusan HPT, FP, UB, Agroekoteknologi 2015 atas doa, dukungan selama ini, penulis sampaikan terimakasih.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi banyak pihak, dan memberikan sumbangan pemikiran bagi ilmu pengetahuan, khususnya dibidang pertanian.

Malang, Desember 2019

Penulis

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Medan pada tanggal 1 Januari 1997 sebagai anak ke sembilan dari tiga belas bersaudara dari Ayahanda H. Abdul Yaman Munthe dan Ibunda Hj. Mahyanun Tamba.

Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SD Negeri 1 tahun 2003 sampai tahun 2009, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 1 Aek Kota Batu pada tahun 2009 sampai tahun 2012. Pada tahun 2012 penulis melanjutkan studi di SMA Swasta Harapan 3 Medan. Pada tahun 2015 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Strata-1 Program Studi Agroekoteknologi dan masuk minat Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang, Jawa Timur, melalui jalur penerimaan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah aktif dalam kepanitiaan dan Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM). Kepanitiaan yang pernah diikuti penulis yaitu pada tahun 2015 sebagai Divisi Danus kegiatan Pasca Rantai VI FP, sebagai Divisi Konsumsi kegiatan Brawijaya Entrepreneur Festival (BEF) pada tahun 2017. Penulis juga pernah aktif dalam UKM yaitu pada tahun 2017 terdaftar sebagai staff Mahasiswa Wirausaha (MW), sebagai staff Marching Band pada tahun 2017 dan pada tahun 2018 sebagai Ketua Divisi di Organisasi MW Universitas Brawijaya.

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN.....	i
SUMMARY.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
RIWAYAT HIDUP.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
I. PENDAHULUAN.....	1
Latar Belakang.....	1
Tujuan Penelitian.....	2
Hipotesis Penelitian.....	2
Manfaat Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
Hama Umbi Bawang.....	4
Deskripsi Umbi Bawang.....	7
Pengaruh Kondisi Fisik dan Nutrisi Pakan terhadap Hama Gudang.....	9
III. METODOLOGI.....	10
Tempat dan Waktu Penelitian.....	10
Bahan dan Alat.....	10
Metode Penelitian.....	10
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	18
Morfologi Tungau <i>Rhizoglyphus robini</i>	18
Preferensi Tungau <i>Rhizoglyphus robini</i> pada Umbi Bawang Merah, Putih dan Bombay.....	20
Biologi Tungau <i>Rhizoglyphus robini</i> pada Umbi Bawang Merah dan Putih.....	21
Nisbah Kelamin dan Reproduksi Tungau <i>Rhizoglyphus robini</i>	25
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	27
Kesimpulan.....	27
Saran.....	27



DAFTAR PUSTAKA.....

28

LAMPIRAN.....

31



DAFTAR TABEL

Nomor Teks Halaman

1. Beberapa jenis bawang pada percobaan preferensi tungau *Rhizoglyphus robini*..... 14
2. Rerata jumlah imago *Rhizoglyphus robini* yang hadir dan telur yang diletakkan pada berbagai jenis umbi..... 20
3. Rerata lama stadia serta perkembangan pradewasa tungau *Rhizoglyphus robini* pada dua jenis umbi..... 22
4. Rerata lama hidup imago dan keperidian tungau *Rhizoglyphus robini* pada dua jenis umbi..... 23

Lampiran

1. Analisis ragam jumlah imago betina tungau *R. robini* yang hadir pada beberapa jenis umbi bawang..... 32
2. Analisis ragam jumlah imago jantan tungau *R. robini* yang hadir pada beberapa jenis umbi bawang..... 32
3. Analisis ragam jumlah total imago tungau *R. robini* yang hadir pada beberapa jenis umbi bawang..... 32
4. Analisis ragam jumlah telur yang diletakkan tungau *R. robini* yang hadir pada beberapa jenis umbi bawang..... 32
5. Hasil uji t terhadap lama stadia telur tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 33
6. Hasil uji t terhadap lama stadia larva tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 33
7. Hasil uji t terhadap lama stadia larva istirahat tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 33
8. Hasil uji t terhadap lama stadia protonimfa tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 34
9. Hasil uji t terhadap lama stadia protonimfa istirahat tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 34
10. Hasil uji t terhadap lama stadia tritonimfa tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 34
11. Hasil uji t terhadap lama stadia tritonimfa istirahat tungau *R. robini* pada umbi bawang merah dan putih..... 35



12. Hasil uji t terhadap lama stadia perkembangan pradewasa tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	35
13. Hasil uji t terhadap lama stadia siklus hidup tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	35
14. Hasil uji t terhadap lama hidup betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	36
15. Hasil uji t terhadap lama hidup jantan tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	36
16. Hasil uji t terhadap lama masa praoviposisi imago betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	36
17. Hasil uji t terhadap lama masa oviposisi imago betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	37
18. Hasil uji t terhadap lama masa pasca oviposisi imago betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	37
19. Hasil uji t terhadap keperidian imago betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	37
20. Hasil uji t terhadap produktivitas telur harian per lama hidup imago betina tungau <i>R. robini</i> pada umbi bawang merah dan putih.....	38
21. Rerata suhu dan kelembaban nisbi Laboratorium Hama pada bulan Januari-Mei 2019.....	38
22. Kandungan nutrisi pada tiga jenis umbi	38



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Tahap Perkembangan Tungau Umби genus <i>Rhizoglyphus</i> sp. (Sisi Ventral).....	4
2.	Deutonymfa Tungau Umби <i>Rhizoglyphus</i> sp. (Sisi Ventral)	5
3.	Tritonimfa Tungau Umби <i>Rhizoglyphus</i> sp. (Sisi Ventral)	5
4.	Imago Tungau Umби Genus <i>Rhizoglyphus</i> (Sisi Ventral).....	6
5.	Ciri- ciri <i>Rhizoglyphus robini</i>	12
6.	Arena percobaan tungau <i>Rhizoglyphus robini</i> tampak depan.....	13
7.	Arena uji preferensi tungau <i>Rhizoglyphus robini</i>	14
8.	Fase tungau <i>Rhizoglyphus robini</i>	19
9.	Umби bawang yang digunakan untuk penelitian.....	21
10.	Kurva jumlah tungau <i>Rhizoglyphus robini</i> per hari pada umби bawang merah dan putih	24
11.	Kurva hubungan masa oviposisi imago betina dan rerata jumlah telur per hari tungau <i>Rhizoglyphus robini</i> pada umби bawang merah dan putih.....	25



I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Di Indonesia umbi-umbian merupakan salah satu komoditas pertanian.

Umbi yang baik untuk ditanam tidak terserang penyakit dan tidak terlalu lama disimpan di gudang (Sutono *et al.*, 2007). Kerusakan produk pertanian tidak hanya terjadi pada proses budidaya namun juga terjadi saat penyimpanan di gudang (Bashir *et al.*, 2014). Tingkat kerusakan produk simpanan akibat serangan hama dan agen biologis lain mencapai 10-40% dari seluruh produk pertanian dunia (Bachrouh *et al.*, 2010). Salah satu organisme pengganggu yang ditemukan di gudang berasal dari golongan Acari famili Acaridae (Chaudhury *et al.*, 2005; Li *et al.*, 2015).

Famili Acaridae di gudang mampu menyerang biji-bijian, sayuran dan tanaman bunga yang disimpan dalam bentuk umbi batang, atau umbi lapis serta dapat terbawa hingga ke produk turunannya (Anthnassiou *et al.*, 2002; Bashir *et al.*, 2011). Tungau yang ditemukan di beberapa produk simpanan biasanya berasosiasi dengan jamur patogen. Fekunditas tungau *R. robini* lebih tinggi pada umbi bawang yang terserang jamur *Fusarium* dibandingkan pada umbi sehat, sehingga mengindikasikan bahwa infestasi patogen memberikan kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan tungau (Ofek *et al.*, 2014). Potensi kerugian produk simpanan semakin meningkat karena spora jamur dapat terbawa oleh tungau dari umbi satu ke umbi yang lain (Hodson, 1928; Munoz, 2007; Bashir *et al.*, 2013).

Tungau gudang yang diidentifikasi sebagai hama penting pada tempat penyimpanan salah satunya adalah tungau *Rhizoglyphus robini* Claparède (Acaridae) (Fan dan Zhang, 2004). Tungau dari genus *Rhizoglyphus* bersifat kosmopolit dan polifag oleh karena itu, inang utama hama tersebut tidak hanya pada tanaman bunga famili Liliaceae, namun juga menyerang sayuran umbi seperti kentang, wortel dan bawang (Diaz *et al.*, 2000). Tungau umbi *Rhizoglyphus* menjadi hama sekunder pada tanaman golongan bawang setelah terserang oleh jamur patogen (Ofek *et al.*, 2014). Kerusakan akibat serangan tungau *Rhizoglyphus* tidak hanya terjadi di akar tetapi juga ditemukan pada daun

dan batang tanaman famili Liliaceae (Latta, 1939). Tungau *Rhizoglyphus* menjadi hama yang penting secara ekonomi karena tungau dapat menimbulkan kerugian akibat serangan dan biaya yang dikeluarkan untuk pengendalian (Diaz *et al.*, 2000).

Spesies tungau *Rhizoglyphus* menjadi penting bagi badan keamanan biologi atau karantina karena tungau ini sering ditemukan terbawa pada produk-produk hortikultura perdagangan impor (Fan dan Zhang, 2004). Di Indonesia spesies *Rhizoglyphus echinopus* (Fumouze and Robin) adalah Organisme Pengganggu Tanaman Karantina (OPTK) A1 yang sering ditemukan pada produk impor yaitu umbi bawang-bawangan. Sebaran *R. echinopus* meliputi benua Eropa, Asia, Amerika, dan Oseania (Fan dan Zhang, 2004). Sebaran tungau *R. robini* meliputi negara China, Japan, Mexico (Tseng 1979; Diaz *et al.*, 2000).

Preferensi dan biologi tungau *R. robini* dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan meliputi suhu, kelembaban udara, kualitas dan kuantitas pakan (Baker, 1982; Diaz *et al.*, 2000). Berbagai jenis bawang-bawangan terus menerus banyak dimanfaatkan penduduk Indonesia. Pengaruh masing-masing jenis bawang terhadap kesesuaian hama terutama tungau belum banyak diketahui, sampai saat ini di Indonesia tungau *R. robini* belum banyak ditemukan dapat menyerang umbi bawang merah, putih dan bombay ditempat penyimpanan, sedangkan potensi tungau *R. robini* pada umbi tersebut pernah dikaji diberbagai negara sehingga perlu penelitian umbi di Indonesia. Pengetahuan tentang preferensi dan biologi tungau *R. robini* tersebut akan memberikan informasi dasar dalam pengelolaan tungau gudang *R. robini* pada tempat penyimpanan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji preferensi tungau *R. robini* pada tiga jenis umbi yaitu umbi bawang merah, putih dan bombay; dan biologi tungau *R. robini* pada dua jenis umbi bawang yang paling dipilih dari hasil uji preferensi.

Hipotesis Penelitian

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini yaitu 1) Jumlah imago tungau *R. robini* yang hadir lebih tinggi pada umbi bawang putih dibandingkan

pada bawang merah dan bombay. 2) Lama perkembangan pradewasa singkat, keperidian lebih tinggi dan lama hidup imago tungau *R. robini* lebih lama pada umbi bawang putih dibandingkan pada bawang merah.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk dasar pengelolaan tungau *R. robini* ditempat penyimpanan, khususnya pada umbi bawang.



II. TINJAUAN PUSTAKA

Hama pada Umbi Bawang

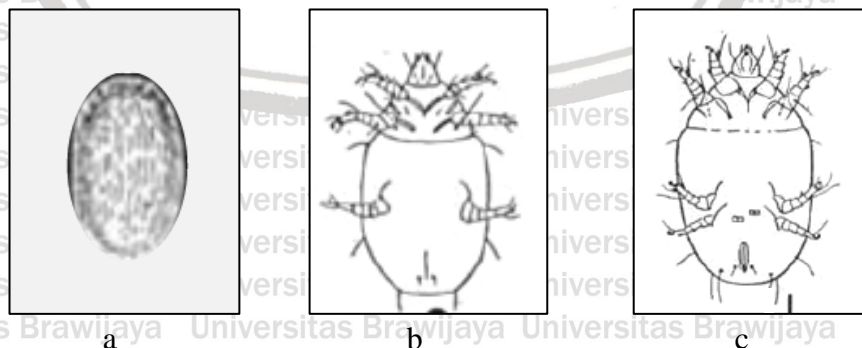
Spesies hama yang menyerang tanaman umbi bawang yaitu, tungau

Rhizoglyphus robini Claparède (Acari: Acaridae).

Rhizoglyphus robini

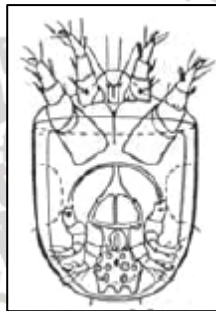
Sistematika Tungau *Rhizoglyphus robini*. Tungau *Rhizoglyphus* merupakan salah satu organisme penting di tempat penyimpanan. Tungau *Rhizoglyphus* tergolong dalam famili Acaridae. Famili Acaridae termasuk ke dalam kelas Arachnida, sub kelas Acari, Ordo Sarcoptiformes, sub ordo Astigmata, genus *Rhizoglyphus* (Lindquist *et al.*, 2009).

Biologi Tungau *R. robini*. Siklus hidup *R. robini* terdiri dari telur, larva, protonimfa, deutonimfa (hypopus), tritonimfa, dan dewasa (Diaz *et al.*, 2000). Fase diam atau istirahat terjadi selama satu atau dua hari setelah tungau menyelesaikan setiap satu tahap fase aktif. Siklus hidupnya mulai telur hingga dewasa selama 40 hari pada suhu 16°C, sedangkan pada suhu 27°C berlangsung selama 12 hari (Garman, 1937; Deere *et al.*, 2015). Telur *Rhizoglyphus* berwarna putih, semitransparan, dan panjangnya 0,12 mm (Gambar 1a). Larva berwarna putih dengan tiga pasang tungkai, berukuran kecil yaitu 0,15-0,25 mm (Gambar 1b). Protonimfa berbentuk mirip dengan larva namun bertungkai empat pasang dan berukuran relatif lebih besar yaitu 0,4 mm (Gambar 1c) (Garman, 1937; Lindquist, 2011).



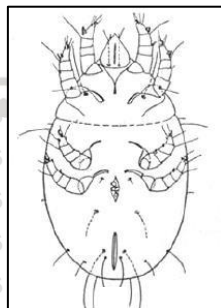
Gambar 1. Tahap Perkembangan Tungau Umbi Genus *Rhizoglyphus* sp. (Sisi Ventral), a: Telur, b: Larva, c: Protonimfa (Garman, 1937)

Deutonymfa atau hypopus adalah fase fakultatif dari banyak tungau acarid yang mekanismenya tergantung dari jumlah pakan, kualitas pakan, dan suhu (Baker, 1982; Diaz *et al.*, 2000). Pembentukan deutonymfa dapat diinduksi dengan kualitas dan kuantitas pakan yang rendah, jumlah produk-produk sisa yang berlebih, serta kondisi suhu dan kelembaban yang ekstrim. Deutonymfa *Rhizoglyphus* berbentuk oval, berwarna kecoklatan, tubuhnya tersklerotisasi lapisan kitin yang tebal, bagian gnathosoma tereduksi, bagian dorsal cembung, sedangkan bagian ventral pipih (Gambar 2). Deutonymfa digunakan oleh tungau sebagai bentuk bertahan dan pemencaran dengan cara phoresi (Garman, 1937; Diaz *et al.*, 2000; Fan dan Zhang, 2004).



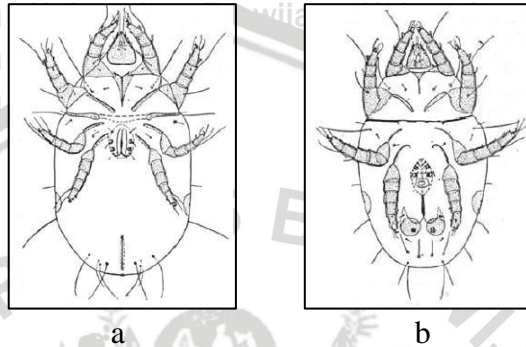
Gambar 2. Deutonymfa Tungau Umbi *Rhizoglyphus* sp. (Sisi Ventral) (Garman, 1937)

Tritonymfa berwarna putih, semitransparan, tungkai berwarna coklat atau sedikit merah muda, dan berukuran 0,5 mm (Gambar 3) (Garman, 1937; Lindquist, 2011).



Gambar 3. Tritonymfa Tungau Umbi *Rhizoglyphus* sp. (Sisi Ventral) (Garman, 1937)

Dewasa berwarna putih mengkilat, halus, transparan, dan bertungkai pendek yang berwarna coklat kemerahan (Garman, 1937; Cloyd, 2010; Lindquist, 2011). Panjang tubuh imago jantan 0,5 – 0,6 mm dengan lebar 0,25 – 0,3 mm, sedangkan panjang tubuh betina 0,47-0,95 mm dengan lebar tubuh 0,3 – 0,4 mm (Gambar 4) (Garman, 1937; Cloyd, 2010).



Gambar 4. Imago Tungau Umbi Genus *Rhizoglyphus* sp. (Sisi Ventral): a: Betina, b: Jantan (Garman, 1937)

Polimorfisme tungau dewasa jantan terjadi pada beberapa spesies acarid. Terdapat dua tipe tungau jantan pada *Rhizoglyphus* yaitu homeomorfik dan heteromorfik (Fan dan Zhang, 2004). Tungkai III jantan heteromorfik termodifikasi yaitu menjadi menebal dan tajam yang berfungsi sebagai senjata dalam konflik intraseksual, sedangkan jantan homeomorfik tungkainya tidak termodifikasi. Tungau jantan heteromorfik disebut pula sebagai tipe petarung, tetapi mekanisme yang mendasari terbentuknya tungau jantan heteromorfik belum sepenuhnya dimengerti (Garman, 1937; Diaz *et al.*, 2000; Fan dan Zhang, 2004).

Arti Penting Tungau *R. robini*. Tungau *Rhizoglyphus* menginfestasi berbagai jenis tanaman meliputi bawang putih *Allium sativum* L. (Liliaceae), bawang merah *Allium cepa* L. (Liliaceae), tanaman hias seperti bunga bakung (Liliaceae), tulip (Liliaceae), narcissus (Amaryllidaceae), serta berbagai jenis sayuran umbi seperti kentang dan wortel (Garman, 1937; Jeppson *et al.*, 1975; Diaz *et al.*, 2000; Cloyd, 2010). Beberapa spesies tungau *Rhizoglyphus* sp. menyebabkan kerusakan pada tanaman budidaya dan tanaman hias baik di

lapang, rumah kaca, maupun tempat penyimpanan (Krantz, 1971; Jeppson *et al.*, 1975; Baker, 1982; Diaz *et al.*, 2000; Solarz *et al.*, 2004).

Gejala Serangan Tungau *R. robini*. Tungau *Rhizoglyphus* terutama menyerang bagian perakaran, tetapi dapat juga menginfestasi daun dan batang. Infestasi dari tungau ini merupakan serangan sekunder yang didahului adanya pembusukkan jaringan tanaman akibat infeksi jamur atau hama lain, namun tungau dapat pula menyebabkan serangan primer (Krantz, 1971; Cloyd, 2010). Tungau menginfestasi tanaman dengan cara penetrasi melalui dasar umbi dan dari lapisan kulit terluar. Luka yang dibuat oleh tungau menjadi titik masuk bagi berbagai patogen tular tanah antara lain *Phytium*, *Rhizoctonia*, *Fusarium*, dan bakteri busuk lunak (Brust dan Rane, 2000; Cloyd, 2010). Serangan tungau *Rhizoglyphus* dapat mengurangi keteguhan tanaman, memperlambat pertumbuhan, dan memicu timbulnya serangan penyakit pascapanen. Tanaman yang terinfestasi mudah tercabut dan rebah akibat pertumbuhan akar yang buruk. Gejala serangan yang ditemukan pada produk simpanan yaitu bahan simpanan mudah membusuk atau timbul hifa-hifa jamur sehingga menyebabkan kualitas dan kuantitas produk simpanan menurun (Brust dan Rane, 2000).

Deskripsi Umbi Bawang

Beberapa jenis umbi yang banyak dikonsumsi masyarakat adalah umbi bawang merah, putih dan bombay.

Bawang Merah. Bawang merah *Allium ascalonicum* L. (Liliaceae) merupakan tanaman semusim berbentuk rumput, tumbuh tegak dengan tinggi dapat mencapai 15-50 cm. Bawang merah terdiri atas beberapa bagian yaitu akar, daun, bunga, buah dan biji. Bawang merah memiliki sistem perakaran serabut, jumlah perakaran dapat mencapai 20-200 akar (Sumarni dan Hidayat, 2005). Bau dan citarasa yang khas dari bawang merah disebabkan adanya senyawa-senyawa volatin yang terkandung didalamnya yaitu hidrogen sulfida, thiol, disulfida, trisulfida dan thiosulfinat (Carson, 1967). Kandungan nutrisi dari bawang merah yaitu karbohidrat (11,0 g), protein (1,2 g), serat (0,6 g), lemak (0,30 %) dan beberapa vitamin seperti vitamin A (0,012 mg), vitamin C (11 mg),

thiamin (0,08 mg), riboflavin (0,01 mg), dan niasin (0,2 mg) (Rodrigues *et al.*, 2003).

Bawang Putih. Bawang putih *Allium sativum* L. (Liliaceae) merupakan tumbuhan berumbi lapis atau siung yang bersusun, memiliki batang semu yang termasuk dalam genus *Allium*. Akar bawang putih terdiri dari serabut-serabut kecil, setiap umbi bawang putih terdiri dari sejumlah siung yang terbungkus kulit tipis berwarna putih. Bawang putih termasuk tumbuhan daerah dataran tinggi namun di Indonesia jenis tersebut juga dibudidayakan di dataran rendah. Bawang putih dapat tumbuh pada ketinggian tanah berkisar 200-250 meter di atas permukaan laut (Savitri, 2008). Kandungan nutrisi bawang putih yaitu karbohidrat (33,0 g), protein (6,36 g), lemak (0,50 g), air (59,58 g), serat (2,1 g), dan vitamin C (31,2 mg) (USDA, 2010). Bawang putih mengandung zat-zat kimia yang sebagian besar termasuk golongan minyak atsiri. Alisin (dialiltiosulfinat) adalah salah satu senyawa volatil tiosulfinaat yang terdapat pada bawang putih. Alisin juga termasuk komponen penghasil bau yang utama pada bawang putih (Komari, 2009).

Bawang Bombay. Bawang bombay *Allium cepa* L. (Liliaceae) merupakan umbi lapis yang tebal, mempunyai bentuk yang bermacam-macam yaitu bulat, bulat panjang, bulat pipih, pipih dan lonjong. Ukurannya lebih besar dibandingkan dengan jenis bawang lain. Bawang bombay memiliki akar serabut dengan daun berbentuk seperti pipa agak pipih atau setengah membulat dengan warna hijau tua. Batang semuanya merupakan pelepah daun yang saling membungkus sehingga potongan melintangnya terlihat berlapis-lapis membentuk cincin. Bunganya berupa bunga majemuk berbentuk lingkaran bulat dengan tangkai yang besar, kuat dan dapat membentuk biji berwarna hitam (Ross, 2001). Kandungan bawang bombay yaitu karbohidrat (9,34 g), protein (1,1 g), serat (1,7 g), air (88,11 g), vitamin C (7,4 mg), mengandung senyawa flavonoid, glikosida, steroid, tanin dan saponin. Selain itu, bawang bombay juga mengandung allisin, asam amino, minyak atsiri, vitamin B1 (thiamin), vitamin B2 (riboflavin), vitamin B3 (niasin), vitamin C, kalsium, pospor, dan besi (Hera, 2014).

Pengaruh Kondisi Fisik dan Nutrisi Pakan terhadap Hama Gudang

Tungau *Rhizoglyphus* dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan meliputi suhu, kelembaban udara, kualitas dan kuantitas pakan, serta kepadatan populasi (Baker, 1982; Diaz *et al.*, 2000). Pakan adalah salah satu faktor utama yang memengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hama gudang baik golongan serangga dan tungau (Wilbur, 1971). Faktor fisik yang berpengaruh dalam pemilihan pakan oleh serangga misalnya tingkat kekerasan biji, ada tidaknya rambut halus serta warna pakan (Yasin, 2009).

Nutrisi merupakan kebutuhan dasar untuk menunjang pertumbuhan dan perkembangan. Nutrisi terpenting yang dibutuhkan oleh serangga dan tungau adalah protein, karbohidrat, lipid, vitamin dan mineral (Cohen, 2004). Protein merupakan sumber nitrogen bagi serangga yang digunakan dalam proses pembentukan tubuh. Pada fase imago, imago betina membutuhkan nutrisi terutama protein untuk produktivitas telur. Protein dibutuhkan untuk pertumbuhan yang optimal dan sebagai enzim pada reaksi kimia yang berperan dalam metabolisme tubuh serangga. Karbohidrat terdiri dari monosakarida, disakarida, dan polisakarida. Karbohidrat dalam serangga digunakan sebagai bahan penyusun dan sebagai bahan bakar dalam proses metabolisme. Lemak berfungsi sebagai hormon pergantian kulit dan berperan dalam pembentukan komponen pada membran sel. Vitamin yang dibutuhkan oleh serangga adalah vitamin A, vitamin B, dan vitamin E. Vitamin A merupakan komponen penting dalam pakan serangga yang berfungsi sebagai pembentukan pigmen melanin (pigmen warna kulit). Vitamin B berfungsi sebagai katalis enzim untuk metabolisme tubuh serangga. Vitamin E berperan dalam reproduksi serangga (Chapman, 2013).

III. METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya (UB) pada bulan Januari sampai Mei 2019.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah cawan Petri kecil ($d=6$ cm), cawan Petri sedang ($d=9$ cm), spons kecil ($d=6$ cm, $t=0,5$ cm), nampan, kain kasa, mikroskop stereo binokuler, mikroskop kompon, kertas label, kuas nomor 00, pisau, alat penghitung tangan, termohigrometer, jarum, kaca objek dan kaca penutup.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah tungau *R. robini*, bawang merah, putih, dan bombay, kentang, larutan Hoyer, air serta cat kuku. Tungau *R. robini* diperoleh dari umbi bawang merah. Bawang merah, putih, bombay dan kentang yang digunakan, diperoleh dari pasar di Kota Malang.

Metode Penelitian

Penelitian ini terdiri atas dua percobaan yaitu 1) Studi preferensi tungau *R. robini* pada bawang merah, putih, bombay dan 2) Studi pengaruh dua jenis umbi bawang terhadap biologi tungau *R. robini*. Sebelum dilakukan percobaan-percobaan tersebut, terlebih dahulu dilakukan persiapan umbi untuk percobaan, identifikasi tungau, perbanyak tungau *R. robini*, pembuatan arena percobaan, serta analisis proksimat umbi. Dilakukan pula pengukuran suhu dan kelembapan nisbi udara laboratorium selama penelitian berlangsung.

Persiapan Umbi untuk Percobaan

Umbi bawang merah, putih dan bombay dikupas sampai bersih. Setelah dikupas, dipotong dengan bentuk persegi panjang ukuran 2×1 cm dan ketebalan 1 cm. Kemudian dicuci dengan air bersih selama lebih kurang 5 menit.

Identifikasi Tungau *Rhizoglyphus robini*

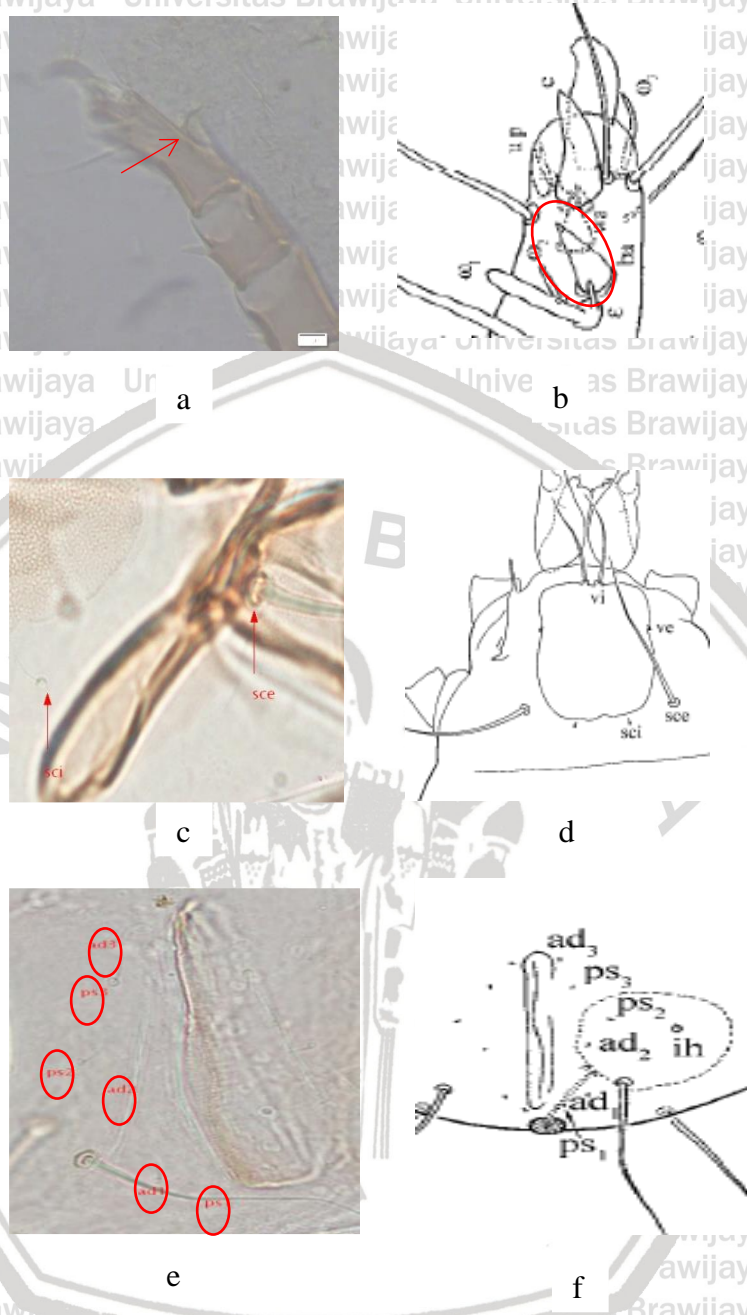
Tungau yang diperoleh dari perbanyakan perlu dilakukan identifikasi untuk memastikan jenis tungau yang akan digunakan untuk penelitian. Imago tungau betina yang digunakan untuk identifikasi diperoleh dari perbanyakan *R. robini* di Laboratorium Hama.

Pembuatan preparat tungau menggunakan media larutan Hoyer. Setetes larutan Hoyer diletakkan di bagian tengah kaca obyek. Kemudian satu tungau betina tungau *R. robini* diambil menggunakan kuas dan diletakkan pada larutan dengan posisi ventral, agar memudahkan pengaturan posisi tungkai. Posisi tungkai diatur dengan baik menggunakan jarum sehingga seluruh bagian tubuh dapat terlihat secara jelas. Kemudian ditutup dengan kaca penutup secara perlahan-lahan agar tidak terbentuk gelembung-gelembung udara. Selanjutnya preparat diberi tanda melingkar pada bagian bawah kaca preparat untuk mengetahui posisi tungau. Preparat berisi tungau tersebut kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* selama satu menit untuk meregangkan bagian tungau dan selanjutnya preparat diletakkan pada suhu ruang selama satu minggu. Setelah media larutan Hoyer kering, kaca penutup direkatkan menggunakan cat kuku untuk mencegah terjadinya oksidasi. Pengamatan ciri morfologi dilakukan di bawah mikroskop kompon. Bagian-bagian tubuh penciri penting didokumentasi kemudian diidentifikasi menggunakan buku identifikasi tungau Zhang (2003).

Berdasarkan hasil identifikasi menggunakan preparat didapatkan hasil bahwa tungau yang digunakan merupakan tungau *R. robini* dengan penciri penting pada bagian seta (Gambar 5).

Perbanyakan Tungau *Rhizoglyphus robini*

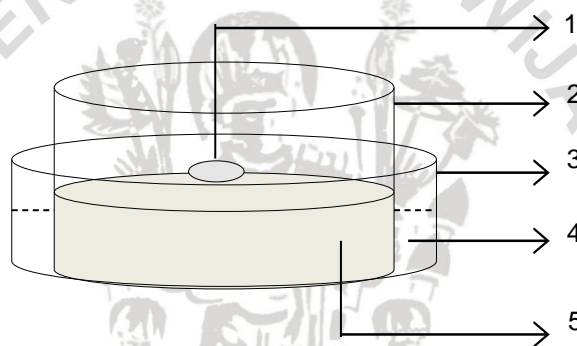
Perbanyakan tungau *R. robini* dilakukan dengan menggunakan arena percobaan. Pakan yang digunakan adalah umbi kentang (Hidayah 2017). Umbi kentang dicuci kemudian diiris tipis dengan ketebalan sekitar 0,5 cm dan diameter sekitar 4 cm. Setelah itu tungau *R. robini* diinfestasikan pada permukaan umbi kentang. Perbanyakan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan persediaan tungau pada penelitian. Penggantian umbi kentang sekaligus pemindahan umbi pada umbi kentang baru, dilakukan empat hari sekali.



Gambar 5. Ciri-ciri *Rhizoglyphus robini*, a: Seta ba pada tarsus I, b: seta yang berukuran besar dan berbentuk kerucut (ba) pada tarsus I (Zhang, 2003), c: seta sci dengan sce tidak terlalu dekat dengan rasio sci-sci : sci-sce <2, d: jarak seta sci dengan sce tidak terlalu dekat dengan rasio sci-sci : sci-sce <2 yaitu 0,7-0,8 μm (Zhang, 2003), e: terdapat 6 pasang seta berukuran kecil di sekitar bukaan anal, f: terdapat 6 pasang seta berukuran kecil di sekitar bukaan anal; bukaan genital sederhana berbentuk seperti tabung (Zhang, 2003).

Pembuatan Arena Percobaan

Arena percobaan yang digunakan pada penelitian ini berupa cawan Petri sedang yang di dalamnya ditempatkan spons kecil dan digenangi air. Kemudian diatas spons tersebut diletakkan cawan Petri kecil dan pada permukaan cawan Petri tersebut masing-masing umbi bawang diletakkan (Gambar 6). Cawan Petri sedang diberi spons dengan tujuan agar cawan Petri kecil tidak bergeser dan digenangi air bertujuan untuk menghindari tungau *R. robini* keluar dari arena percobaan, serta untuk menjaga kelembaban. Selanjutnya semua arena percobaan ditempatkan pada nampan dan ditutup menggunakan kain kasa untuk mencegah masuknya serangga atau tungau lain.



1: Pakan, 2: Cawan Petri Kecil, 3: Cawan Petri Sedang, 4: Air, 5: Spons

Gambar 6. Arena percobaan tungau *Rhizoglyphus robini* tampak depan

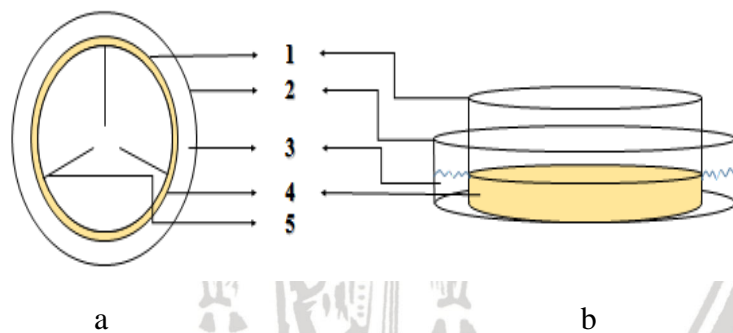
Studi Preferensi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Bawang Merah, Putih dan Bombay

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji preferensi hadir dan preferensi oviposisi tungau *R. robini* pada umbi bawang merah, putih dan bombay. Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan tiga perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan diulang sebanyak sepuluh kali, sehingga terdapat 30 satuan percobaan.

Tabel 1. Beberapa jenis bawang pada percobaan preferensi tungau *Rhizoglyphus robini*

Kode Perlakuan	Jenis Umbi Bawang
P1	Bawang Merah
P2	Bawang Putih
P3	Bawang Bombay

Penelitian dilakukan menggunakan cawan Petri sedang. Spons berukuran kecil di letakkan di dalam cawan Petri sedang kemudian dituangi air setinggi spons. Selanjutnya pada permukaan spons tersebut diletakkan cawan Petri kecil yang diberi pembatas berupa mika plastik sehingga pada cawan Petri tersebut terbagi menjadi tiga bagian dengan luasan yang sama (Gambar 7). Masing-masing jenis umbi bawang sebanyak 1 potong berbentuk persegi panjang dengan ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm ditempatkan didalam cawan Petri kecil secara acak.



1. Cawan Petri Kecil; 2. Cawan Petri Sedang; 3. Air; 4. Spons; 5. Sekat

Gambar 7. Arena uji preferensi tungau *Rhizoglyphus robini*, a: Tampak atas, b: Tampak depan

Sejumlah 20 pasang imago tungau *R. robini* dengan kisaran umur 1-5 hari ditempatkan ke dalam arena percobaan. Pada penelitian ini diulang 10 kali sehingga imago tungau *R. robini*. yang dibutuhkan adalah 200 pasang. Setelah infestasi pada hari ketiga, dilakukan pengamatan terhadap jumlah imago yang hadir pada masing-masing umbi bawang dan tungau dikeluarkan dari arena



percobaan. Pengamatan juga dilakukan terhadap jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina *R. robini* pada setiap jenis umbi bawang.

Studi Pengaruh Dua Jenis Umbi Bawang terhadap Biologi Tungau *Rhizoglyphus robini*

Pengamatan yang dilakukan meliputi perkembangan pradewasa, lama hidup, keperidian dan nisbah kelamin. Penelitian dilakukan menggunakan RAK dengan dua perlakuan jenis umbi bawang yang paling dipilih dari hasil uji preferensi, berdasarkan jumlah imago dan telur yang paling tinggi diletakkan tungau *R. robini* pada umbi bawang tersebut.

Perkembangan pradewasa. Pengamatan ini bertujuan untuk mengkaji perkembangan pradewasa tungau *R. robini* mulai fase telur sampai imago.

Pengamatan dilakukan dengan cara meletakkan sepasang imago tungau *R. robini* pada arena percobaan. Setiap perlakuan diulang sebanyak 20 kali, sehingga terdapat 40 satuan percobaan dan dibutuhkan 40 pasang imago. Masing-masing umbi bawang sebanyak 1 potong dengan ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm ditempatkan pada arena percobaan. Imago dibiarkan selama 24 jam hingga menghasilkan telur. Selanjutnya imago dikeluarkan dan hanya disisakan satu butir telur di dalam arena percobaan. Telur diamati setiap hari sampai menetas dan lama stadium telur dicatat. Setelah telur menetas, pengamatan dilakukan setiap enam jam dilanjutkan dengan mencatat banyaknya ganti kulit serta lama perkembangan stadia larva dan nimfa sampai menjadi imago.

Lama hidup dan Keperidian. Pengamatan dilakukan untuk mengetahui lama hidup dan keperidian tungau *R. robini* pada umbi. Tungau yang digunakan yaitu imago betina dan jantan *R. robini* yang muncul pada hari yang sama. Imago tungau yang muncul pada hari yang sama didapatkan dari pemindahan fase istirahat terakhir yang terdapat pada arena perbanyakkan ke arena yang lebih besar. Setelah tungau tersebut menjadi imago, kemudian sepasang imago tungau dipindahkan ke arena percobaan yang berbeda untuk dilakukan pengamatan.

Setiap perlakuan diulang sebanyak 20 kali, sehingga terdapat 40 satuan percobaan dan dibutuhkan 40 pasang imago tungau *R. robini* yang muncul pada hari yang sama. Masing-masing jenis umbi bawang sebanyak 1 potong dengan

ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm ditempatkan pada arena percobaan. Lama hidup imago betina dan jantan diamati dari hari pertama munculnya imago hingga imago mati. Jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina dihitung dan dicatat setiap hari setelah itu telur-telur tersebut disingkirkan menggunakan kuas. Lama masa praoviposisi, oviposisi, pascaoviposisi dan produktivitas telur perhari dicatat. Lama masa praoviposisi adalah sejak imago baru terbentuk sampai pertama kali meletakkan telur. Sedangkan oviposisi adalah sejak imago meletakkan telur pertama kali sampai telur yang terakhir, dan pascaoviposisi adalah sejak imago tidak bertelur sampai imago mati.

Nisbah Kelamin

Pengamatan nisbah kelamin bertujuan untuk mengetahui pengaruh dua jenis bawang terhadap tungau *R. robini*. Umbi bawang yang digunakan sebagai perlakuan yaitu dua jenis umbi bawang yang paling dipilih oleh tungau *R. robini* pada uji preferensi. Setiap perlakuan diulang sebanyak 15 kali, sehingga didapatkan 30 satuan percobaan, dan membutuhkan 30 pasang imago tungau *R. robini*.

Sepasang imago tungau *R. robini* berumur 1-3 hari ditempatkan pada arena percobaan yang berisikan 1 potong umbi dengan ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm, kemudian dibiarkan selama tiga hari sampai tungau meletakkan telurnya. Setelah tiga hari imago jantan dan betina disingkirkan dari dalam arena percobaan. Semua telur yang telah diletakkan dibiarkan hingga berkembang menjadi imago baru. Penggantian pakan dilakukan setiap empat hari sekali agar kebutuhan pakan terpenuhi. Penentuan nisbah kelamin dilakukan dengan cara membandingkan jumlah imago jantan dengan betina yang baru muncul.

Pengamatan reproduksi dilakukan dengan 10 kali ulangan sehingga didapatkan 20 satuan percobaan. Pengamatan dilakukan dengan cara menempatkan tungau fase istirahat terakhir pada arena percobaan yang berisikan 1 potong umbi dengan ukuran 2x1 cm dan ketebalan 1 cm, kemudian tungau ditunggu sampai menjadi imago, jika muncul imago jantan maka dilakukan peletakan ulang tungau fase istirahat terakhir sampai didapatkan imago betina

kemudian didiamkan selama tujuh hari dan dilihat keberadaan telur pada arena percobaan.

Analisis Proksimat Umbi

Umbi bawang yang digunakan sebagai perlakuan, diuji analisis proksimat untuk mengetahui kandungan karbohidrat, protein, lemak, kadar air dan abu.

Analisis proksimat dilakukan di Laboratorium Pengujian Mutu dan Keamanan Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, UB.

Pengukuran Suhu dan Kelembaban Nisbi Laboratorium

Pengukuran suhu dan kelembaban nisbi laboratorium dilakukan dengan menggunakan termohigrometer. Suhu dan kelembaban nisbi dicatat setiap hari pada pukul 06.00, 12.00, dan 18.00. Kemudian suhu dan kelembaban nisbi harian diperoleh dari nilai rerata pada pukul 06.00, 12.00, 18.00, dan pukul 06.00 pada hari berikutnya.

Analisis Data

Jumlah imago yang hadir dan jumlah telur yang diletakkan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam pada taraf kesalahan 5%. Apabila hasil analisis sidik ragam pada perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf kesalahan 5%. Program yang digunakan untuk uji lanjut BNT adalah Microsoft excel 2010. Lama perkembangan pradewasa, lama hidup imago jantan dan betina, serta keperidian dianalisis menggunakan uji t pada taraf kesalahan 5%. Program yang digunakan untuk uji t adalah SPSS 22.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Tungau *Rhizoglyphus robini*

Siklus hidup tungau *R. robini* terdiri dari beberapa fase, dan diantara tiap fase terdapat masa tidak aktif bergerak atau diam. Fase-fase tungau umbi *R. robini* tersebut adalah telur, larva, larva istirahat, protonimfa, protonimfa istirahat, tritonimfa, tritonimfa istirahat, dan imago.

Telur. Telur berbentuk oval, berwarna putih semi transparan dengan panjang tubuh 161,4 μm dan lebar tubuh 104,0 μm (Gambar 8a). Telur melekat pada permukaan umbi bawang dan cawan Petri.

Larva. Larva berwarna putih transparan. Tungkai berjumlah tiga pasang. Panjang tubuh 196,6 μm dan lebar 122,3 μm (Gambar 8b).

Larva Istirahat. Larva istirahat berwarna putih transparan dan mengkilap. Tungkai berjumlah tiga pasang. Bagian idiosoma tampak mengembung. Fase ini merupakan fase tidak aktif dan tungkai tidak bergerak saat disentuh. Panjang tubuh 211,3 μm dan lebar tubuh 137,1 μm (Gambar 8c).

Protonimfa. Protonimfa berwarna putih semitransparan. Tungkai berjumlah empat pasang dan berwarna putih. Panjang tubuh 324, 3 μm dan lebar tubuh 195,3 μm (Gambar 8d).

Protonimfa Istirahat. Protonimfa istirahat berwarna putih. Tungkai berjumlah empat pasang berwarna merah kecoklatan. Panjang tubuh 419, 0 μm dan lebar tubuh 213,3 μm (Gambar 8e).

Pada penelitian ini tidak ditemukan fase deutonimfa (hipopus). Hal tersebut dikarenakan kondisi laboratorium penelitian sesuai untuk perkembangan tungau umbi *R. robini*. Diaz *et al.* (2000) menyatakan bahwa fase hipopus merupakan fase fakultatif dari banyak tungau acarid yang mekanismenya tergantung dari jumlah pakan, kualitas pakan, dan suhu. Mekanisme hipopus terbentuk karena kondisi lingkungan hidup yang ekstrim pada suhu 31 °C.

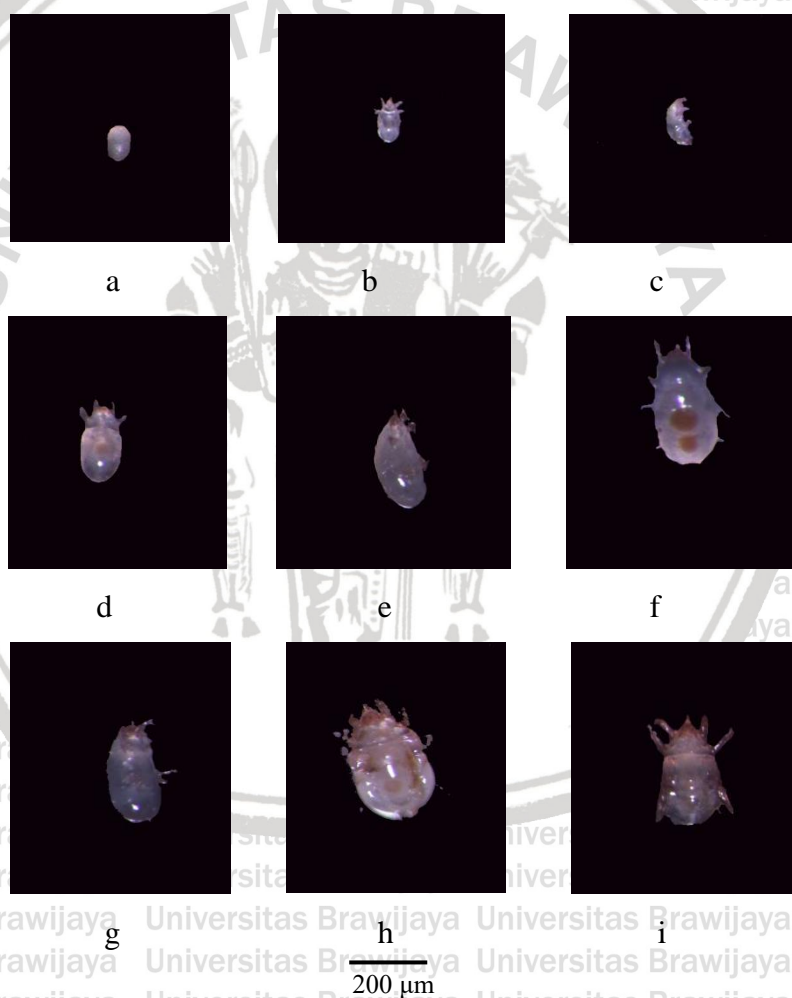
Tritonimfa. Tritonimfa berwarna putih. Tungkai berjumlah empat pasang dan berwarna kecoklatan. Panjang tubuh 434,2 μm dan lebar tubuh 240,0 μm (Gambar 8f).

Tritonimfa istirahat. Tritonimfa istirahat berwarna semitransparan.

Tungkai berjumlah empat pasang, berwarna coklat sedikit muda. Fase ini merupakan fase tidak aktif. Panjang tubuh 485,1 μm dan lebar tubuh 280,1 μm (Gambar 8g).

Imago. Imago berwarna putih, mengkilat dan berwarna coklat kemerahan.

Tungkai berjumlah empat pasang. Imago betina berukuran lebih besar dibandingkan imago jantan. Panjang dan lebar tubuh betina adalah 612,7 μm dan 355,0 μm (Gambar 8h), sedangkan panjang dan lebar tubuh jantan adalah 592,8 μm dan 327,3 μm (Gambar 8i).



Gambar 8. Fase tungau *Rhizoglyphus robini*, a: telur, b: larva, c: larva istirahat, d: protonimfa, e: protonimfa istirahat, f: tritonimfa, g: tritonimfa istirahat, h: imago betina, i: imago jantan (perbesaran 56x)

Preferensi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Umbi Bawang Merah, Putih dan Bombay

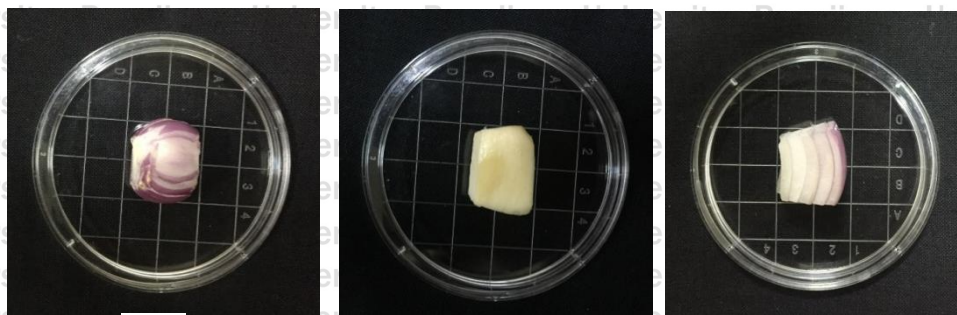
Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa jumlah imago betina dan jantan yang hadir lebih tinggi pada umbi bawang putih berturut-turut yaitu 10,00; 9,00 individu dibandingkan dengan umbi bawang bombay 3,90 dan 4,50 individu (Tabel 2). Dari hasil percobaan, diketahui bahwa jumlah imago betina dan jantan pada umbi bawang merah sama dengan jumlah umbi bawang putih dan bombay. Jumlah telur yang diletakkan oleh imago betina tungau *R. robini* lebih tinggi pada umbi bawang putih yaitu 65,5 butir dibandingkan umbi bawang bombay 19,40 butir. Faktor yang mempengaruhi ketertarikan tungau *R. robini* dalam memilih pakan adalah kondisi fisik dan kimiawi setiap jenis umbi bawang. Berdasarkan hasil pengamatan, imago tungau *R. robini* lebih tinggi hadir dan meletakkan telurnya pada umbi bawang putih, tampaknya disebabkan oleh warna umbi bawang putih yang berwarna putih kekuningan sehingga umbi bawang putih lebih menarik tungau *R. robini* untuk hadir dan meletakkan telurnya (Gambar 9). Saenong dan Hipi (2005 dalam Wulandari *et al.*, 2014) menyatakan bahwa, hama gudang lebih tertarik dalam memilih pakan yang dipengaruhi oleh warna pakan. Lebih lanjut Mundir (2015) menyatakan bahwa, warna putih pada beras dan kuning pada jagung lebih disukai tungau *Tyrophagus longior* dibandingkan warna krem pada gandum.

Tabel 2. Rerata jumlah imago *Rhizoglyphus robini* yang hadir dan telur yang diletakkan pada berbagai jenis umbi

Perlakuan	Jumlah Imago yang Hadir (Individu)			Jumlah Telur yang Diletakkan (Butir) ($\bar{x} \pm SB$)
	Betina ($\bar{x} \pm SB$)	Jantan ($\bar{x} \pm SB$)	Total Imago ($\bar{x} \pm SB$)	
Bawang Merah	6,10 ± 3,51 ab	6,50 ± 1,71 ab	12,60 ± 4,99 ab	41,40 ± 26,02 ab
Bawang Putih	10,00 ± 3,88 b	9,00 ± 2,74 b	19,00 ± 6,25 b	65,50 ± 23,03 b
Bawang Bombay	3,90 ± 2,02 a	4,50 ± 2,06 a	7,90 ± 3,07 a	19,40 ± 13,67 a
BNT (5%)	2,55	3,75	5,66	22,31

Keterangan: Angka-angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT taraf kesalahan 5%, \bar{x} = rerata; SB = Simpangan Baku





a

b

c

Gambar 9. Umbi bawang yang digunakan dalam penelitian, a: bawang merah, b: bawang putih, c: bawang bombay

Ketertarikan tungau *R. robini* dalam memilih pakan juga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pada umbi bawang. Berdasarkan hasil analisis proksimat menunjukkan bahwa umbi bawang putih memiliki kandungan protein yang lebih tinggi dibandingkan umbi bawang merah dan bombay berturut-turut yaitu 5,18; 0,98; dan 0,88% (Tabel Lampiran 22). Kandungan protein yang paling tinggi pada umbi bawang putih dibutuhkan tungau *R. robini* untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangannya, sehingga tungau *R. robini* lebih memilih hadir dan meletakkan telurnya pada umbi bawang putih. Crooker (1985) menyatakan bahwa protein merupakan komponen utama dalam pertumbuhan dan perkembangan tungau, khususnya pembentukan telur.

Biologi Tungau *Rhizoglyphus robini* pada Umbi Bawang Merah dan Putih

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa pemberian pakan yang berbeda memberikan pengaruh secara nyata terhadap lama perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini* (Tabel 4). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa lama perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini*, pada umbi bawang putih berlangsung lebih singkat (12,89 dan 14,04 hari) dibandingkan pada umbi bawang merah (13,80 dan 14,95 hari). Perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini* dipengaruhi oleh kandungan nutrisi pada pakan umbi bawang. Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel Lampiran 22), umbi bawang putih memiliki kandungan protein dan karbohidrat yang lebih

tinggi dibandingkan dengan umbi bawang merah. Kandungan protein dan karbohidrat yang tinggi pada umbi bawang putih menyebabkan perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini* lebih singkat. Hal tersebut karena pada umbi bawang putih terdapat keseimbangan nutrisi yang sesuai untuk perkembangan tungau *R. robini*. Sesuai dengan pernyataan Huang *et al.* (2013), nutrisi yang lebih tinggi pada pakan menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan tungau dapat berlangsung lebih cepat. Selain nutrisi, perkembangan pradewasa tungau *R. robini* juga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yaitu suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban nisbi laboratorium yaitu 26,62 °C dan 72,29%. Tampaknya suhu dan kelembaban tersebut mempercepat perkembangan pradewasa tungau *R. robini*. Sesuai dengan pernyataan Deere *et al.* (2015), perkembangan pradewasa tungau *R. robini* yaitu pada suhu optimal 16-27°C dan kelembaban nisbi 40-95%.

Tabel 4. Rerata lama stadia serta perkembangan pradewasa tungau *Rhizoglyphus robini* pada dua jenis umbi

Parameter (Hari)	Bawang Merah ($\bar{x} \pm SB$)	Bawang Putih ($\bar{x} \pm SB$)
Telur	1,33 ± 0,04 a	1,34 ± 0,12 a
Larva	2,67 ± 0,35 b	2,27 ± 0,60 a
Larva Istirahat	1,43 ± 0,43 a	1,18 ± 0,37 a
Protonimfa	3,01 ± 0,38 a	2,79 ± 0,43 a
Protonimfa Istirahat	1,15 ± 0,18 a	1,14 ± 0,24 a
Tritonimfa	2,61 ± 0,30 b	2,36 ± 0,40 a
Tritonimfa Istirahat	1,56 ± 0,23 a	1,73 ± 0,68 a
Perkembangan Pradewasa	13,80 ± 0,40 b	12,89 ± 1,06 a
Siklus Hidup	14,95 ± 0,49 b	14,04 ± 1,14 a

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

Hasil percobaan menunjukkan bahwa pemberian pakan umbi bawang merah dan putih memberikan pengaruh secara nyata terhadap lama hidup imago betina tungau *R. robini* (Tabel 5). Lama hidup imago betina lebih lama pada umbi bawang putih dibandingkan umbi bawang merah. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa keperidian imago *R. robini* lebih tinggi pada umbi bawang putih yaitu 46,00 butir telur dengan periode oviposisi 12,40 hari, dibandingkan

pada umbi bawang merah yaitu 27,55 butir telur dengan periode oviposisi 8,80 hari.

Tabel 5. Rerata lama hidup imago dan keperidian tungau *Rhizoglyphus robini* pada dua jenis umbi

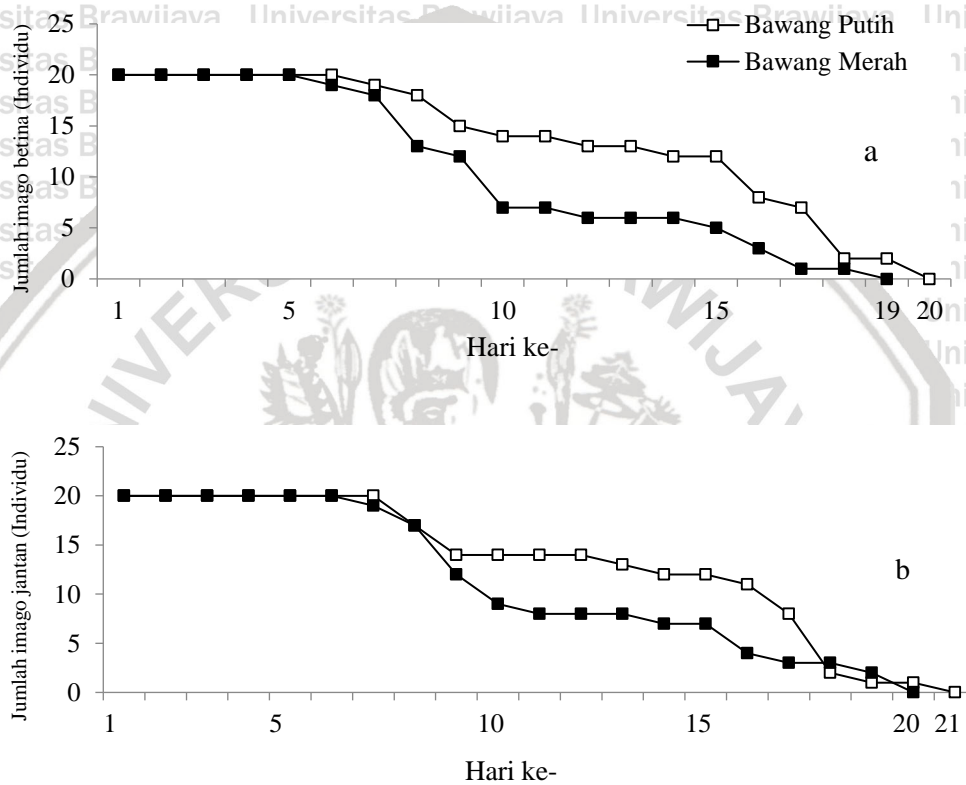
Parameter	Bawang Merah ($\bar{x} \pm SB$)	Bawang Putih ($\bar{x} \pm SB$)
Lama masa praoviposisi (hari)	1,15 ± 0,36 a	1,20 ± 0,41 a
Lama masa oviposisi (hari)	8,80 ± 3,91 a	12,40 ± 4,14 b
Lama masa pascaoviposisi (hari)	1,30 ± 0,47 a	1,05 ± 0,22 a
Lama hidup imago betina (hari)	11,25 ± 3,89 a	14,50 ± 4,23 b
Lama hidup imago jantan (hari)	11,85 ± 4,02 a	14,60 ± 4,53 a
Keperidian (butir)	27,55 ± 13,73 a	46,00 ± 18,11 b
Produktivitas telur per hari (butir)	2,49 ± 0,84 a	3,12 ± 0,77 b

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

Lama hidup imago mempengaruhi jumlah keperidian yang dihasilkan oleh tungau, semakin lama hidup imago, maka keperidian tungau juga semakin tinggi. Sama halnya pada perkembangan pradewasa, faktor nutrisi berpengaruh penting terhadap lama hidup imago dan keperidian tungau *R. robini*. Berdasarkan hasil analisis proksimat (Tabel Lampiran 22), kandungan protein pada umbi bawang putih lebih tinggi dibandingkan umbi bawang merah. Lebih tingginya kandungan nutrisi protein pada umbi bawang putih menyebabkan lama hidup dan jumlah keperidian imago betina tungau *R. robini* meningkat. Hal tersebut karena protein pada pakan berperan dalam perkembangan tungau *R. robini* dan meningkatkan produksi telur. Sesuai dengan pernyataan Huang *et al.* (2013), kandungan nutrisi yang tinggi pada pakan terutama protein dapat meningkatkan daya hidup serta keperidian serangga dan tungau.

Berdasarkan kurva jumlah imago tungau *R. robini* per hari menunjukkan bahwa penurunan jumlah imago betina mulai terjadi pada hari ke 5 dan keduapuluh imago betina mati pada hari ke 20. Sedangkan penurunan jumlah imago jantan mulai terjadi pada hari ke 6 dan keduapuluh imago jantan mati pada hari ke 21 (Gambar 10). Berdasarkan hasil tersebut, diketahui bahwa lama hidup imago tungau *R. robini* betina lebih singkat dibandingkan dengan imago jantan.

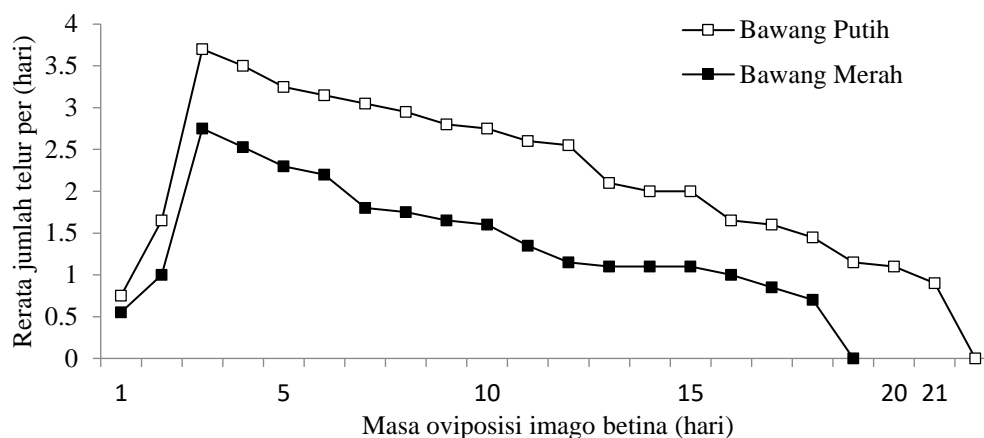
Hal tersebut karena tungau betina lebih banyak menggunakan energinya untuk kepentingan reproduktif yaitu kopulasi, produksi telur dan oviposisi sehingga lama hidupnya lebih singkat. Sesuai dengan pernyataan Partridge *et al.* (1987), reproduksi merupakan aktivitas yang membutuhkan banyak energi, sehingga produktivitas telur yang tinggi akan menurunkan lama hidup imago.



Gambar 10. Kurva jumlah tungau *Rhizoglyphus robini* per hari pada umbi bawang putih dan merah, a: imago betina, b: imago jantan

Berdasarkan kurva hubungan masa oviposisi imago betina dengan rerata jumlah telur per hari, diketahui bahwa oviposisi tungau *R. robini* pada kedua pakan menunjukkan pola yang sama (Gambar 11). Rerata jumlah telur harian pada awal masa oviposisi rendah, namun meningkat dari hari ke hari. Puncak peningkatan telur pada kedua umbi bawang terjadi pada hari ke 3 masa oviposisi. Setelah melewati masa puncak oviposisinya, produktivitas telur harian tungau *R. robini* menurun secara berkala hingga masa oviposisi berakhir dan imago betina mati. Penurunan jumlah telur terjadi seiring bertambahnya umur imago. Hal ini

diduga karena semakin tua umur imago betina maka produksi telur yang dihasilkan semakin berkurang. Sesuai dengan pernyataan Wrensch (1979 dalam Binardy, 2017), jumlah telur yang dihasilkan tungau akan semakin berkurang seiring dengan bertambahnya umur imago betina.



Gambar 11. Kurva hubungan masa oviposisi imago betina dan rerata jumlah telur per hari tungau *Rhizoglyphus robini* pada umbi bawang putih dan merah

Nisbah Kelamin dan Reproduksi Tungau *Rhizoglyphus robini*

Dari hasil penelitian diketahui bahwa nisbah kelamin tungau *R. robini* yang diberi pakan umbi bawang merah dan putih pada rerata suhu 26,62 °C serta kelembaban nisbi 72,29% adalah 1 : 1,12 dan 1 : 1,13. Berdasarkan hasil tersebut diketahui bahwa rasio keturunan jantan dan betina *R. robini* hampir sama.

Tampaknya faktor pakan dan suhu sesuai terhadap nisbah kelamin tungau *R. robini*. Hal ini sesuai dengan penelitian Gerson *et al.* (1983), nisbah kelamin tungau *R. robini* yang diberikan pada pakan kacang tanah dan bawang putih adalah 1 : 1. Situmeang *et al.*, (2014) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi nisbah kelamin diantaranya sistem partenogenesis, jumlah betina yang meletakkan telur dan jumlah inang, semakin besar nisbah inang maka nisbah kelamin akan menuju pembentukan kelamin betina.

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa tungau *R. robini* tidak melakukan reproduksi aseksual melalui partenogenesis. Hal tersebut diketahui dari hasil percobaan dengan cara menempatkan imago-imago betina yang belum kopulasi ke dalam arena percobaan tanpa diberikan imago jantan. Setelah

dibiarkan selama tujuh hari, tidak ditemukan adanya telur pada arena percobaan.

Sedangkan hasil percobaan dengan menempatkan imago betina dan jantan ke dalam arena percobaan ditemukan adanya telur dengan rerata lama stadia telur tungau *R. robini* berlangsung (1,34 dan 1,33 hari). Hal ini mengindikasikan bahwa reproduksi tungau *R. robini* hanya dilakukan secara seksual melalui kopulasi. Sesuai dengan pernyataan Diaz *et al.* (2000), genus *Rhizoglyphus* merupakan golongan acarid yang berkembang biak secara seksual obligat sehingga untuk menghasilkan telur, imago betina harus melalui proses kopulasi.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa, jumlah imago betina dan jantan yang hadir lebih tinggi pada umbi bawang putih berturut-turut yaitu 10,00 dan 9,00 individu dibandingkan dengan umbi bawang bombay 3,90 dan 4,50 individu. Total jumlah imago betina dan jantan pada umbi bawang merah sama dengan jumlah umbi bawang putih dan bombay serta jumlah telur yang diletakkan tungau *R. robini* lebih tinggi pada umbi bawang putih yaitu 65,5 butir dibandingkan umbi bawang bombay yaitu 19,40 butir.

Perkembangan pradewasa dan siklus hidup tungau *R. robini* berlangsung lebih singkat pada umbi bawang putih yaitu 12,89 dan 14,04 hari dibandingkan pada umbi bawang merah 13,80 dan 14,95 hari. Lama hidup imago betina lebih lama pada umbi bawang putih yaitu 14,50 hari dibandingkan pada umbi bawang merah 11,25 hari, serta keperidian yang lebih tinggi pada umbi bawang putih yaitu 46,00 butir dibandingkan pada umbi bawang merah 27,55 butir.

Saran

Tungau *R. robini* mampu menginfestasi umbi bawang merah, putih dan bombay. Perlu dilakukan percobaan mengenai preferensi dan biologi tungau *R. robini* pada beberapa jenis umbi lainnya. Sebaiknya sampel diambil langsung dari tempat penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Athanassiou CG, Palyvos NE, Eliopoulus PA, Papadoulis GT. 2002. Mites Associated with Stored Seed Cotton and Related Products in Greece. *J. Phytoparasitic.* 30(4): 387-394.
- Bachrouch O, Ben JM, Talou T, Marzouk B, Abderraba M. 2010. Fumigant Toxicity of *Pistacia lentiscus* Essential Oil Against *Tribolium castaneum* and *Lasioderma serricorne*. *Bull. Insectol.* 63(1): 129-135.
- Baker GT. 1982. Observation on the Morphology and Biology of *Rhizoglyphus robini* Claparede (Acari: Acaridae). Thesis. Oregon State University. New York.
- Bashir MH, Afzal M, Honey SF, Khan BS. 2011. First Evidence of the Genus *Rhizoglyphus* (Acari: Acaridae) from Pakistas. *Pak. J. Life Soc. Sci* 9(2): 140-144.
- Bashir MH, Honey SF, Ali S, Kamran M, Khan BS, Afzal M. 2014. Two New Species of Family Acaridae Infesting Strored Product from District Gujranwala, Punjab, Pakistan. *Int. J. Agric. Biol.* 16: 347-352.
- Bashir MH, Mahmood SU, Khan MA, Afzal M. 2013. Estimation of Nutritional Losses Caused by *Rhizoglyphus tritici* (Acari: Acaridae) in Stored Wheat. *Pak. J. Agric. Sci.* 50(4): 631-635.
- Binarydy AAW. 2017. Biologi Tungau Merah *Tetranychus urticae* pada Beberapa Varietas Stroberi. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.
- Brust J, Rane K. 2000. Bulb Mite Found in Problem Garlic Fields. Statewide IPM Project. University of California. USA.
- Carson JF. 1967. Onion Falvor. Di dalam Schultz, H.W., E.A. Day dan Libbay. (Ed.). *The Chemistry and Psysiology of Glavor*. The AVI Publishing Company INC. Westport, Connecticut.
- Chapman RF. 2013. *The Insect Structure and Function*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Chaudhury S, Roy I, Gupta SK, Saha GK. 2005. Diversity of Synanthropic Mites in Kolkata Metropolis, India. *Rec. Zool. Surv. India* 104(4): 151-159.
- Cloyd RA. 2010. *Bulb Mites Management in Greenhouse and Nurseries. Research and Extension*. Kansas State University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. USA.
- Cohen AC. 2004. *Insect Diets Science and Technology*. CRC Press, Boca, Raton. Florida.
- Crooker A. 1985. Embryonic and Juvenile Development. Di dalam Helle W, Sabelis MW. (Ed.). *Spider Mites Their Biology, Natural Enemies, and Control*. Tokyo: Elscvier.1: 149-163.

Deere JA, Coulson T, Smallegange IM. 2015. Life History Consequences of the Facultative Expression of Dispersal Life Stage in the Phoretic Bulb Mite (*Rhizoglyphus robini*). Res. Artic. Plus One 10(9): 1-13.

Diaz A, Okabe K, Eckenrode CJ, Villani MG, Oconnor BM. 2000. Biologi, Ecology, and Management of Bulb Mites of the Genus *Rhizoglyphus* (Acari: Acaridae). Rev. Exo. App. Acarol. 24: 85-113.

Fan QH, Zhang ZQ. 2004. Revision on *Rhizoglyphus* Claparède (Acari: Acaridae) of Australia and Oceania. Systematic & Applied Acarology Society, London.

Garman P. 1937. A Study of the Buld Mite (*Rhizoglyphus hyacinthi* Banks). Bull. Con. Agric. Exp. Stat. 402: 889-907.

Gerson U, Capua S, Thorens D. 1983. Life history and life table of *Rhizoglyphus robini* Claparede (Acari: Acaridae). Acarol. 24: 439-448.

Hera. 2014. Efek Antioksidan Ekstrak Etanol Bawang Bombay dengan Metode DPPH secara Spektrofotometri UV/Vis. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Hidayah MDN. 2017. Bioaktivitas Fumigan Ekstrak Daun Kelor *Moringa oleifera* terhadap Tungau Umbi *Rhizoglyphus robini*. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Hodson WEH. 1928. The Bionomics of the Bulb Mite, *Rhizoglyphus echinopus* Fumouze & Robin. Bull. Entomol. 19(2): 187-200.

Huang H, Xu X, Lu J, Li G, Wang E, Gao Y. 2013. Impact of Proteins and Saccharides on mass Production of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) and its Predator *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae). Biocont. Sci. Tech. 23(11):1231-1244.

Komari, Dian S. 2009. Pengaruh Fraksi Air Ekstrak Bawang Putih Terhadap Kadar Kalium Iodat dalam Garam Beriodium. PGM. 32(2): 150-158.

Krantz GW. 1971. A Manual of Acarology 1st Edition. Oregon State University, Corvallis. Oregon. USA.

Latta R. 1939. Observation on the Nature of Bulb Mite Attack on Easter lilies. J. Econ. Entomol. 32: 125-128.

Li C, Zhan X, Sun E, Zhao J, Wang H, Wang J. 2015. The Density and Species of Mite Breeding in the Stored Products in China. Nutr. Hosp. 31(2): 798-807.

Mundir A. 2015. Tungau *Tyrophagus longior* (Gervais) (Acari: Acaridae): Biologi pada Jenis Pakan Bahan Pangan Simpanan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang.

Munoz LA. 2007. Evaluation of the Mite-fungus Association Responsible for the Yellowing in the Welsh Onion *Allium fistulosum*. Rev. Colomb. Entomol. 33(2): 129-132.

Ofek T, Gal S, Inbar M, Mordechai SL, Tsor L, Palevsky E. 2014. The Role of Onion-associated Fungi in Bulb Mite Infestation and Damage to Onion Seedling. *Exp. Appl. Acarol.* 62(4): 437-448.

Partridge L, Fowler K, Trevitt S, Sharp W. 1987. Effects of Egg Production and of Exposure to Males and Female Survival in *Drosophila melanogaster*. *J. Insect Physiol.* 32: 925-929.

Rodrigues A, Fogliano V, Graziani G, Mendes S, Vale A, Goncalves C. 2003. Nutrition Value of Onion Regional Varieties in Northwest Portugal. *EJEAFChE* 2(4): 519-524.

Ross IA. 2001. Medicinal Plants of the World: Chemical Constituents, Traditional and Modern Medicinal Uses. *Humana Totowa.* 2: 1-9.

Savitri ES. 2008. *Rahasia Tumbuhan Berkhasiat Obat Prespektif Obat*. UIN Malang Press. Malang.

Situmeang RS, Tobing MC, Pinem MI. 2014. Pengaruh Jumlah Inang *Chilo sacchariphagus* Boj. (Lepidoptera: Crambidae) dan Nisbah Kelamin *Cotesia flavipes* Cam. (Hymenoptera: Braconidae) terhadap Keturunan yang Dihasilkan di Laboratorium. *J. Onl. Agroekoteknol.* 2(4): 1538-1544.

Solarz K, Szilman P, Krzak M, Jagla M. 2004. Some Allergenic Species of Astigmatid Mites (Acari: Acaridida) from Different Synanthropic Environment in Southern Poland. *Acta Zoologica Cracoviensia.* 47(4): 125-145.

Sumarni N, Hidayat A. 2005. *Budidaya Bawang Merah*. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bogor.

Sutono S, Hartatik W, Purmono J. 2007. Penerapan Teknologi Pengelolaan Air dan Terpadu untuk Bawang Merah di Donggala. *Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian.* *J. Hort.* 21(3): 207-212.

Tseng YH. 1979. Studies on the Mites Infesting Stored Food Products on Taiwan. In Rodrigues, J.G. (Ed.) *Recent Advances in Acarology.* 1: 311-316.

USDA (United States Department of Agriculture). 2010. *Egg Nutrient and Trends*. USDA Publisher, New York.

Wilbur DA. 1971. *Stored Grain Insects Fundamentals of Applied Entomology*. Macmillan Publishing. New York, USA.

Wulandari S, Oemry S, Pangestningsih Y. 2014. Pengaruh Tekstur Butiran pada Beberapa Komoditas terhadap Jumlah Imago Hama *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae) di Laboratorium. *J. Onl. Agroekoteknol.* 2(3): 1118-1195.

Yasin M. 2009. Kemampuan Akses Makanan Serangga Hama Kumbang Bubuk dan Faktor Fisiokimia yang Mempengaruhinya. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia.

Zhang ZQ. 2003. *Mites of Greenhouse: Identification, Biology and Control*. CABI Publishing. Wallingford UK.