

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Coleoptera ialah salah satu ordo dalam kelas insekta dengan jumlah spesies terbesar (300 spesies). Serangga *Cryptolestes ferrugineus* merupakan hama sekunder pascapanen pada komoditas beras dan produk komoditas pangan yang lain. Hama ini menyerang bahan simpan dalam bentuk butir pecah akibat serangan hama primer. Penyebaran *C. ferrugineus* meliputi daerah beriklim tropis atau iklim subtropis dengan kelembaban udara yang tinggi (Mason, 2003). Serangan hama pada saat penyimpanan dapat menimbulkan kerusakan pada bahan simpan secara kualitas dan kuantitas. Keberhasilan pengendalian hama pascapanen dalam penyimpanan sangat ditunjang oleh pengetahuan tentang hubungan antara faktor luar dengan hama tersebut. Kenaikan suhu lingkungan meningkatkan aktivitas pada hama pascapanen dalam batas tertentu. Hal ini menjelaskan pengaruh suhu terhadap masa perkembangan serangga pascapanen. Fluktuasi suhu yang terjadi setiap hari mempengaruhi perkembangan hama pascapanen. Serangga memiliki kisaran suhu optimum untuk perkembangan, apabila suhu optimum tersebut tidak terpenuhi maka akan terjadi penambahan waktu perkembangan (Rees, 2004).

Suhu optimum bagi *C. ferrugineus* untuk berkembang biak ialah 35°C, dengan menunjukkan masa perkembangan yang singkat selama 21 hari. Suhu minimum dan maksimum untuk perkembangbiakkan *C. ferrugineus* 20 - 42,50°C (Rees, 2004). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Kawamoto (1989) suhu optimum serangga hama *C. ferrugineus* untuk bertahan hidup antara 15°C - 20°C, selanjutnya suhu optimum untuk melakukan reproduksi antara 20°C - 35°C. Suhu merupakan faktor penting yang berpengaruh terhadap kelangsungan hidup serangga hama gudang. Terdapat 77 - 97% imago *C. ferrugineus* yang dapat bertahan hidup dengan kisaran suhu 10°C - 30°C (Kawamoto *et al.*, 1989).

Penelitian tentang pertumbuhan dan perkembangan *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang belum banyak dilakukan di Indonesia, mengingat hama tersebut merupakan hama sekunder pada komoditas di penyimpanan.

Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus* menggunakan beberapa tingkatan suhu ruang ialah $20\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Hasil penelitian mengenai pertumbuhan dan perkembangan pada serangga hama *C. ferrugineus* diharapkan dapat digunakan sebagai dasar untuk pengendalian di tempat penyimpanan dengan cara memodifikasi suhu yang dapat menghambat laju pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang diajukan dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh suhu terhadap pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus* ?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus* pada suhu ruang $20\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang dengan harapan dapat digunakan sebagai dasar dalam pengendalian terhadap hama tersebut di tempat penyimpanan.

1.5 Hipotesis

Suhu ruang 40°C dapat menurunkan pertumbuhan dan perkembangan serangga hama *C. ferrugineus* daripada pertumbuhan dan perkembangan *C. ferrugineus* pada suhu ruang 20°C , 25°C , 30°C , dan 35°C .

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Klasifikasi *Cryptolestes ferrugineus*

Hama gudang *C. ferrugineus* termasuk dalam Kingdom: Animalia, Filum: Arthropoda, Kelas: Insekta, Ordo: Coleoptera, Subordo: Polyphaga, Famili: Cucujidae, Genus: *Cryptolestes*, Species: *C. ferrugineus*. Hama ini dikenal dengan nama *Rusty Grain Beetle* (Banks, 1980; Rees, 2004)

2.2 Bioekologi *Cryptolestes ferrugineus*

Telur *C. ferrugineus*

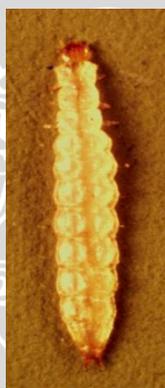
Telur *C. ferrugineus* berbentuk lonjong, dengan ukuran panjang telur 0,53 mm dan diameter 0,16 mm. Salah satu sisi pada bagian ujung telur berbentuk membulat dan pada sisi yang lain berbentuk sedikit meruncing. Telur yang baru diletakkan oleh imago betina *C. ferrugineus* berwarna bening mengkilap dengan kondisi permukaan telur yang halus. Segmentasi larva akan mulai terlihat dari permukaan kulit telur pada saat telur tersebut akan menetas menjadi larva. Imago betina *C. ferrugineus* menghasilkan 200 sampai 500 butir telur selama sembilan bulan. Telur diletakkan oleh imago betina *C. ferrugineus* di sekitar permukaan biji dan akan menetas menjadi larva setelah 3 - 5 hari pada kondisi suhu 30°C, kelembaban 70% dan kondisi kadar air bahan simpan 14%. Perkembangan *C. ferrugineus* dari telur hingga muncul imago baru memerlukan waktu 22 - 24 hari pada kondisi suhu 32 - 35°C, kelembaban 70% dan kadar air bahan simpan 14%, dapat terjadi penambahan waktu perkembangan apabila kondisi suhu lebih rendah atau lebih tinggi dari suhu optimum (Mason, 2003).



Gambar 1. Telur Serangga Hama *C. ferrugineus* (Anonymous, 2014)

Larva *C. ferrugineus*

Larva *C. ferrugineus* berukuran panjang 0,70 mm dan berwarna putih. Larva *C. ferrugineus* berbentuk silinder dan meruncing hingga segmen terakhir. Ukuran panjang larva pada pertumbuhan penuh yaitu 3,60 mm dan lebar 0,60 mm. Terdapat seta disetiap sisi pada segmen abdomen. Pada instar akhir, larva akan berwarna putih pekat atau putih kekuningan dan pada bagian segmen awal serta segmen terakhir akan berwarna merah kecoklatan. Terdapat empat instar pada larva dengan molting terakhir akan menunjukkan bentuk pupa. Perkembangan larva juga dipengaruhi oleh sumber pakan. Larva *C. ferrugineus* akan memakan bahan simpan di tempat penyimpanan (Mason, 2003).



Gambar 2. Larva Serangga Hama *C. ferrugineus* (Anonymous, 2014)

Pupa *C. ferrugineus*

Pupa *C. ferrugineus* berukuran panjang 1,90 mm dan lebar 0,80 mm. Masa pupa memerlukan waktu ± 5 hari pada suhu 30°C. Sebelum pupa menjadi tidak aktif, pupa *C. ferrugineus* biasanya akan melepaskan kulitnya dan berwarna putih bening kecuali pada mata majemuknya yang berwarna coklat gelap. Pada hari keempat pupa *C. ferrugineus* akan berubah warna menjadi coklat kekuningan dan kemudian menjadi gelap sampai muncul imago baru (Sheppard, 1936). Pupa *C. ferrugineus* tidak dapat berkembang baik dengan kondisi kadar air bahan simpan < 12% atau ketika kelembaban < 40% hal tersebut menyebabkan kondisi biji menjadi kering (Sheppard, 1936).



Gambar 3. Pupa Serangga Hama *C. ferrugineus* (Anonymous, 2014)

Imago *C. ferrugineus*

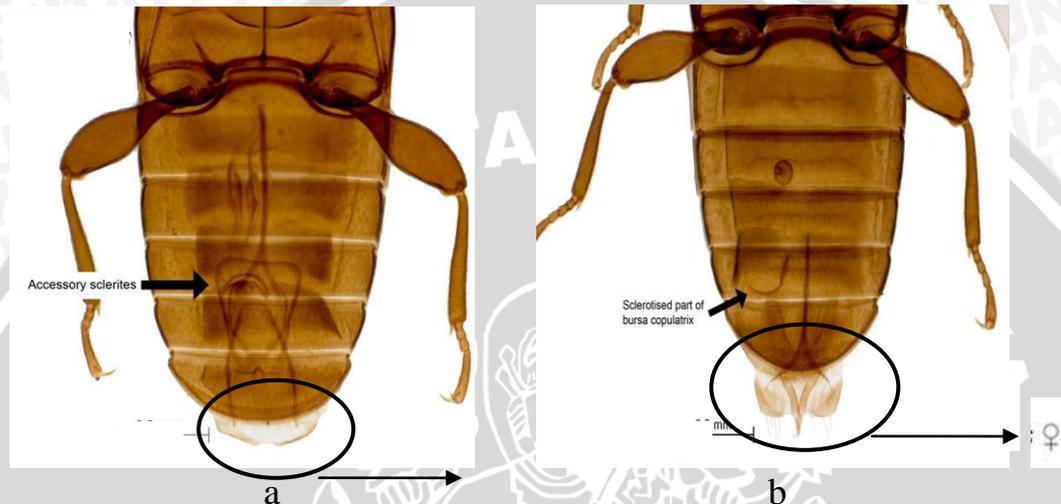
Imago *C. ferrugineus* berukuran kecil dan pipih, berwarna merah kecoklatan dengan panjang 1,5 – 2 mm. Karakteristik warna merah kecoklatan muncul setelah hari ke 4 - 5 sejak muncul imago baru pertama kali (Mason, 2003). Bentuk tubuh imago *C. ferrugineus* yang pipih dengan ukuran thorax yang cukup besar dan antena yang panjang, membedakan kumbang tersebut dari hama gudang lain yang terdapat di tempat penyimpanan. Imago dari *C. ferrugineus* bergerak dengan karakteristik seperti gerakan yang bergoyang-goyang (Banks, 1980). Imago maupun larva *C. ferrugineus* bersifat kanibal yang akan memakan telur dan pupa spesies lain (Suresh *et al.*, 2001). Imago betina *C. ferrugineus* mulai bertelur pada hari ke- 4 setelah terjadi kopulasi dan masa oviposisi dapat terus terjadi selama lebih dari 34 minggu. Rata-rata fekunditas betina *C. ferrugineus* ialah 242 butir telur (Mason, 2003).



Gambar 4. Imago Serangga Hama *C. ferrugineus* (Anonymous, 2014)

Perbedaan imago *C. ferrugineus* jantan dan betina dapat dilihat pada alat *gnethalia* (kelamin).

Secara fisik, ukuran tubuh serangga jantan *C. ferrugineus* lebih besar dibandingkan dengan ukuran tubuh serangga betina. Kenampakan bentuk *gnetalia* pada imago *C. ferrugineus* dapat terlihat dari luar yaitu pada imago jantan bentuk *gnetalia* agak melengkung sedangkan pada imago betina *C. ferrugineus* bentuk *gnetalia* meruncing (Sheppard, 1936).



Gambar 5. Perbedaan Serangga Hama Imago *C. ferrugineus* Jantan dan Betina. a. Bentuk *Gnetalia* Imago *C. ferrugineus* jantan b. Bentuk *Gnetalia* Imago *C. ferrugineus* Betina (Anonymous, 2014)

2.3 Arti Penting Hama *Cryptolestes ferrugineus*

Serangga *Cryptolestes* spp. merupakan hama penting pada serealia dan biji-bijian. Pada kondisi daerah beriklim tropis serangga *Cryptolestes* spp. banyak ditemukan pada komoditas bahan simpan yang lebih beragam meliputi kacang, kakao, dan kopra. Ketika terjadi kelimpahan bahan simpan, imago *Cryptolestes* spp. akan berkembang biak dengan baik terutama pada kondisi bahan simpan dalam bentuk tidak utuh. Ukuran imago dan larva yang berukuran sangat kecil dan pipih memudahkan *Cryptolestes* spp. untuk masuk ke dalam bahan simpan yang sudah dikemas. Spesies penting yang sering dijumpai di tempat penyimpanan ialah *C. ferrugineus* dan *C. pusillus* (Rees, 2004). Gejala kerusakan yang ditimbulkan oleh larva dan imago dari *C. ferrugineus* yaitu terjadi kerusakan atau retakkan pada butir biji yang menjadi pakannya sehingga biji menjadi tidak utuh.

Dalam kondisi yang parah, pakan yang rusak akan berbentuk tepung. Infestasi *C. ferrugineus* yang berat dapat mengakibatkan peningkatan suhu pada biji dan terjadi kerusakan pada biji (Anonymous,2014).



Gambar 6. Serangan Hama *C. ferrugineus* pada Bahan Simpan (Anonymous,2014)

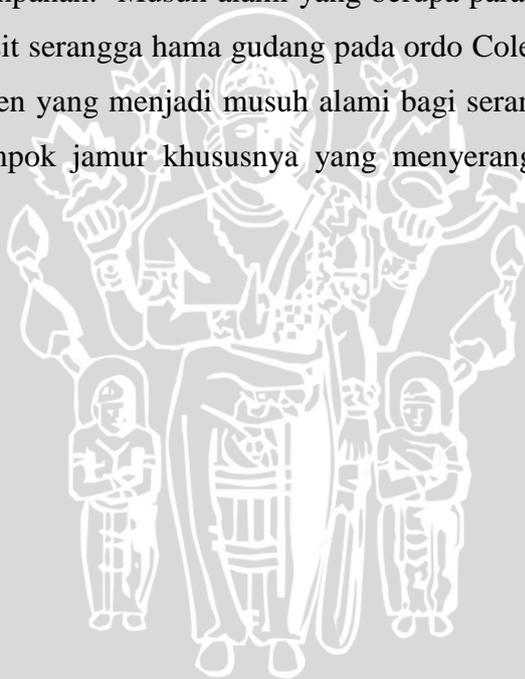
2.4 Faktor yang Mempengaruhi Perkembangan *Cryptolestes ferrugineus*

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan khususnya untuk hama gudang dibagi atas faktor pakan meliputi; kualitas pakan, kadar air dan faktor iklim meliputi; suhu, kelembaban, cahaya, aerasi, keadaan musuh alami dan aktivitas manusia (Yasin, 2009). Faktor pakan bagi serangga hama sangat diperlukan untuk tingkat hidup yang aktif, terutama pada proses peletakkan telur dan larva (Sanjaya, 1970). Kualitas pakan sangat berpengaruh terhadap perkembangbiakan serangga hama. Kualitas dan kelimpahan pakan yang sesuai bagi serangga hama akan menunjang pertumbuhan dan perkembangan serangga hama (Yasin, 2009). Kondisi kadar air bahan simpan mempengaruhi intensitas kerusakan bahan simpan. Kadar air bahan simpan untuk perkembangan *C. ferrugineus* ialah 14% (Mason, 2003).

Perkembangbiakan serangga hama umumnya sangat bergantung pada kondisi suhu ruang di tempat penyimpanan (Yasin, 2009). Suhu optimum bagi serangga hama *C. ferrugineus* untuk melakukan perkembangbiakan ialah 35°C (Rees, 2004). Seperti halnya suhu, serangga hama *C. ferrugineus* memerlukan kelembaban optimum untuk membantu perkembangbiakan.

Kisaran kelembaban optimum serangga hama *C. ferrugineus* yaitu 70 - 90% (Rees, 2004). Cahaya sangat berpengaruh terhadap perilaku serangga dalam memilih pakan dan berreproduksi (Yasin, 2009). Faktor aerasi ditempat penyimpanan berpengaruh terhadap kelembaban udara. Aerasi yang kurang baik akan meningkatkan kelembaban udara sehingga mendukung perkembangan serangga hama, dan akan menurunkan kadar air bahan simpan yang mengakibatkan melunaknya biji di tempat penyimpanan (Yasin, 2009).

Seperti pada tanaman, hama pada produk pascapanen juga memiliki musuh alami yang terdiri atas predator, parasit dan patogen. Musuh alami untuk hama gudang yang berupa predator seperti cicak dan tokek yang memangsa serangga hama di tempat penyimpanan. Musuh alami yang berupa parasit seperti *Prorops nosuta* yang memparasit serangga hama gudang pada ordo Coleoptera, sedangkan mikroorganisme patogen yang menjadi musuh alami bagi serangga hama gudang umumnya yaitu kelompok jamur khususnya yang menyerang ordo Coleoptera (Yasin, 2009).



III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dimulai pada bulan Februari 2015 sampai dengan Juni 2015.

3.2 Persiapan Penelitian

3.2.1 Penyediaan Pakan

Pakan yang digunakan dalam penelitian yaitu beras varietas IR 64 yang diperoleh dari petani di Desa Ngajum, Kecamatan Ngajum Kabupaten Malang. Benih beras diperoleh dari bantuan pemerintah melalui SLPTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu).

3.2.2 Sterilisasi Pakan

Sterilisasi pakan bertujuan untuk menghindari kontaminasi organisme lain pada pakan yang akan digunakan sebagai perbanyakan serangga dan perlakuan pada saat penelitian. Pakan disterilisasi menggunakan oven selama 4 jam dengan suhu 40°C kemudian didiamkan selama ± 24 jam pada suhu ruang $\pm 27^\circ\text{C}$ hingga pakan tersebut siap untuk digunakan di dalam penelitian (Bekele *et al.*, 1995). Kriteria beras yang digunakan di dalam perlakuan penelitian yaitu kriteria beras sesuai Standar Bulog dengan nilai maksimum butir patah yaitu 20%, nilai maksimum butir menir ialah 2% dan kadar air bahan simpan 14%.

3.2.3 Perbanyakan Serangga

Perbanyakan serangga dilakukan di Laboratorium Hama dengan suhu $\pm 27^\circ\text{C}$ dan kelembaban $\pm 70\%$. Perbanyakan serangga *C. ferrugineus* dimulai dengan pemeliharaan yang dilakukan di dalam tabung perbanyakan dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 17 cm (Gambar 7). Serangga untuk perbanyakan diperoleh dari Gudang Penyimpanan Beras, Perum Bulog Sub-Divisi Regional Surabaya Selatan. Bahan yang digunakan sebagai pakan yaitu beras varietas IR 64 dengan kadar air bahan simpan 14%.

Perbanyak serangga *C. ferrugineus* menggunakan beras varietas IR 64 dan yeast dengan perbandingan (95%:5%) (Mahroof *et al.*, 2002) yang ditempatkan di dalam tabung perbanyak kemudian diinfestasikan 100 ekor imago *C. ferrugineus* berumur 7-14 hari (Abebe *et al.*, 2009). Permukaan tabung ditutup menggunakan kain kasa. Setelah 7 hari infestasi, imago *C. ferrugineus* dipindahkan dari dalam tabung perbanyak, kemudian ditunggu sampai imago F1 (keturunan pertama) muncul untuk digunakan di dalam penelitian. Imago baru yang didapatkan dari hasil perbanyak dibedakan antara serangga jantan dan betina. Pemisahan serangga jantan dan betina dilakukan berdasarkan bentuk *gnethalia* (Gambar 5).



Gambar 7. Tabung Perbanyak Serangga Hama *C. ferrugineus*

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian menggunakan tabung penelitian dengan ukuran diameter 6,5 cm dan tinggi 9 cm berisi pakan beras varietas IR 64 (Gambar 8b). Pakan ditimbang menggunakan timbangan digital sebanyak 100 g, kemudian diinfestasikan 15 pasang imago *C. ferrugineus* yang berumur 2 minggu selama 7 hari (Heinrichs *et al.*, 1984) pada masing-masing perlakuan. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian menggunakan inkubator (Gambar 8a) dengan suhu $30 \pm 0,5^\circ\text{C}$, $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$, $40 \pm 0,5^\circ\text{C}$ dan menggunakan perlakuan suhu ruangan sebesar $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ dan $25 \pm 0,5^\circ\text{C}$. Penggunaan suhu ruang 25°C tanpa penggunaan inkubator bertujuan untuk memenuhi suhu yang digunakan dalam penelitian.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang diulang lima kali di dalam Laboratorium Hama, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan.



Gambar 8. Alat yang Digunakan dalam Penelitian. a. Inkubator Untuk Perlakuan Suhu 30°C, 35°C dan 40°C b. Tabung Penelitian yang Digunakan Dalam Perlakuan Suhu Ruang

3.4 Variabel Pengamatan

Variabel pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu mortalitas imago, jumlah telur, jumlah larva, jumlah pupa dan jumlah imago baru yang muncul. Periode telur, periode larva, dan periode pupa serta berat imago baru *C. ferrugineus*.

3.4.1 Mortalitas Imago *C. ferrugineus*

Pengamatan mortalitas imago *C. ferrugineus* diamati 7 hari setelah infestasi pada pakan yang diletakkan pada suhu $20\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$. Semua imago dikeluarkan dari dalam tabung kaca dan dihitung jumlah imago *C. ferrugineus* yang hidup ataupun yang mati (Abebe *et al.*, 2009). Pakan yang telah terinfestasi oleh telur dari imago *C. ferrugineus* tetap diletakkan pada setiap perlakuan untuk diamati jumlah telur yang ditemukan sampai muncul imago baru.

3.4.2 Jumlah Telur, Larva, Pupa dan Imago Baru

Pengamatan jumlah telur dilakukan setelah 7 hari infestasi pada pakan yang diletakkan pada setiap tingkatan suhu.

Telur yang muncul pada setiap tingkatan suhu dihitung jumlahnya. Pengamatan jumlah larva dapat dilakukan setelah telur menetas. Pengamatan jumlah pupa dapat dilakukan sejak muncul pupa pertama kali hingga muncul imago baru. Jumlah imago baru yang muncul diamati dan dihitung setiap hari. Perhitungan jumlah imago baru *C. ferrugineus* dilakukan dari awal imago baru yang muncul selama 56 hari atau sampai tidak ditemukan lagi imago baru *C. ferrugineus* (Abebe *et al.*, 2009).

3.4.3 Periode Telur, Periode Larva dan Periode Pupa *C. ferrugineus*

Pengamatan periode telur *C. ferrugineus* dilakukan setelah 3 hari infestasi yang diletakkan dalam setiap tingkatan suhu. Jumlah pengamatan periode telur yang diamati minimal 10 butir dari setiap tingkatan suhu dan diletakkan pada cawan petri, lalu pengamatan umur telur dimulai pada hari ke-3 setelah telur diletakkan dalam cawan petri hingga menetas menjadi larva. Pengamatan periode larva yang diamati berasal dari telur yang menetas pada hari yang sama. Larva yang menetas pada hari yang sama diletakkan pada cawan petri yang sama. Pengamatan periode larva dilakukan pada hari ke-6 setelah kemunculan larva pertama kali hingga menjadi pupa. Periode pupa yang diamati berasal dari larva yang pertama kali muncul menjadi pupa dan diletakkan pada tabung pengamatan yang sama. Pengamatan periode pupa dilakukan pada hari ke-3 setelah muncul pupa pertama kali hingga muncul menjadi imago baru.

3.4.4 Berat Imago Baru *C. ferrugineus*

Imago baru *C. ferrugineus* yang diperoleh diambil secara acak dari setiap tingkatan suhu $20\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $25\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $30\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, $35\pm 0,5^{\circ}\text{C}$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ sebanyak 10 ekor untuk ditimbang berat tubuhnya menggunakan timbangan digital.

3.5 Analisis Data

Dalam penelitian ini data yang diperoleh dianalisa menggunakan uji F dengan taraf 5%. Apabila terdapat perbedaan diantara perlakuan dilanjutkan dengan Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Mortalitas Imago *C. ferrugineus*

Hasil penelitian yang dilakukan, menunjukkan bahwa kematian imago *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang mulai terjadi sejak hari pertama setelah infestasi. Pada suhu 20°C, 30°C, dan 40°C rerata kematian imago terjadi pada hari pertama setelah infestasi. Fields (1992), menyatakan bahwa beberapa spesies hama gudang tidak dapat bertahan hidup pada waktu > 24 jam dengan suhu 40°C. Sedangkan pada suhu 25°C dan 35°C rerata kematian imago mulai terjadi pada hari kedua setelah infestasi. Rerata kematian imago *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan imago jantan *C. ferrugineus* lebih peka daripada imago betina *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang. Kawamoto (1989), menyatakan bahwa imago betina *C. ferrugineus* memiliki energi metabolik yang digunakan selama meletakkan telur sehingga imago betina lebih toleran daripada imago jantan *C. ferrugineus*. Hal tersebut terlihat dari jumlah imago jantan *C. ferrugineus* yang mati lebih tinggi daripada jumlah imago betina (Tabel Lampiran 13).

Tabel 1. Rerata Jumlah Imago *C. ferrugineus* yang Mati pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang Selama 7 Hari Setelah Infestasi.

Perlakuan Suhu	Hari 1 (Ekor)	Hari 2 (Ekor)	Hari 3 (Ekor)	Hari 4 (Ekor)	Hari 5 (Ekor)	Hari 6 (Ekor)	Hari 7 (Ekor)	Total (Ekor)
20°C	0,6	0,4	0	0,4	0	0	0	1,4
25°C	0	0,2	0,2	1	0,2	0	0,4	2
30°C	0,6	0,2	0,2	0,2	0,4	1	0	2,6
35°C	0	0,4	0	0,2	0,2	0	0	0,8
40°C	6	13,4	2	0,4	1,2	0,2	0,6	23,8

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 1) terhadap mortalitas imago *C. ferrugineus*. Rerata mortalitas imago *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata Mortalitas Imago *C. ferrugineus* pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang 7 Hari Setelah Infestasi.

Perlakuan Suhu	Rerata Mortalitas Imago (%) Sebelum Transformasi	Rerata Mortalitas Imago (%) Sesudah Transformasi
20°C	4,67	3,18 ab
25°C	6,67	3,92 ab
30°C	8,67	4,19 b
35°C	2,67	2,02 a
40°C	79,33	8,03 c

Keterangan : - Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.
 - Data ditransformasi ke Arcsin untuk keperluan analisis statistika dengan $\text{Arcsin} = \text{ASIN}(\text{SQRT}(\text{data asli}/100))$.
 - Data ditransformasi ke akar untuk keperluan analisis statistika dengan $\text{dengaan} = \text{SQRT}(\text{data asli}+0,5)$.

Pada Tabel 2 dapat diketahui bahwa rerata mortalitas imago *C. ferrugineus* lebih rendah terjadi pada suhu 35°C daripada suhu 20°C, suhu 25°C, suhu 30°C, dan suhu 40°C. Rerata mortalitas imago *C. ferrugineus* pada suhu 20°C tidak berbeda nyata dengan suhu 25°C. Mason (2003), menyatakan bahwa imago *C. ferrugineus* mampu bertahan hidup pada suhu rendah atau toleran pada kondisi suhu rendah.

Kawamoto (1989), menyatakan bahwa rerata mortalitas imago *C. ferrugineus* yang tinggi terjadi pada suhu 40°C karena *thermal-stress* (stress suhu) akibat suhu yang terlalu tinggi atau peningkatan suhu yang terlalu cepat. Rerata mortalitas imago *C. ferrugineus* yang rendah terjadi pada suhu 35°C. Rees (2004) dan Lefkovitch (1962 dalam Smith, 1965) menyatakan bahwa suhu 35°C merupakan suhu optimum bagi *C. ferrugineus* dengan tingkat kelembaban 70 - 90%. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan pada suhu 35°C memiliki kelembaban relatif 40 - 45% (Tabel Lampiran 12).

4.1.2 Jumlah Telur, Larva, Pupa dan Imago Baru

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 2) terhadap jumlah telur *C. ferrugineus*. Pada variabel pengamatan jumlah larva, jumlah pupa dan jumlah imago baru pada suhu 40°C tidak diikuti dalam analisis statistika, karena telur *C. ferrugineus* tidak dapat menetas menjadi larva pada suhu 40°C.

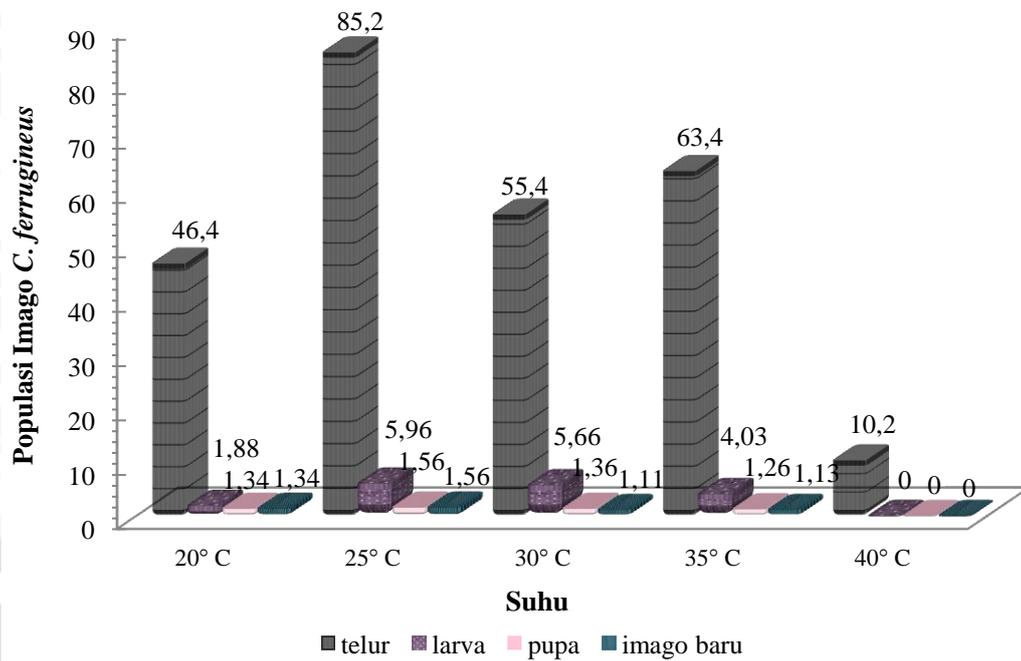
Rilett (1949), menyatakan bahwa perkembangan serangga *Cryptolestes* spp. tidak akan sempurna pada suhu 40°C dengan tingkat kelembaban 25%. Berdasarkan hasil penelitian pada suhu 40°C memiliki kelembaban relatif 30 - 35% (Tabel Lampiran 12). Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa beberapa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 3) terhadap jumlah larva *C. ferrugineus*, sebaliknya hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda tidak berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 4 dan 5) terhadap jumlah pupa dan jumlah imago baru *C. ferrugineus*. Rerata jumlah telur, jumlah larva, jumlah pupa dan jumlah imago baru *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Jumlah Telur, Jumlah Larva, Jumlah Pupa dan Jumlah Imago Baru *C. ferrugineus* pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang.

Perlakuan suhu	Jumlah Telur $\bar{x} \pm SE$	Jumlah Larva $\bar{x} \pm SE$	Jumlah Pupa $\bar{x} \pm SE$	Jumlah Imago Baru $\bar{x} \pm SE$
20°C	46,40 ± 6,71 b	1,88 ± 0,30 a	1,34 ± 0,17 a	1,34 ± 0,17 a
25°C	85,20 ± 9,86 c	5,96 ± 0,14 c	1,56 ± 0,35 a	1,56 ± 0,35 a
30°C	55,40 ± 10,40 b	5,66 ± 0,20 c	1,36 ± 0,30 a	1,11 ± 0,26 a
35°C	63,40 ± 5,69 b	4,03 ± 0,20 b	1,26 ± 0,23 a	1,13 ± 0,17 a
40°C	10,20 ± 2,33 a	-	-	-

Keterangan: - Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.
- Data ditransformasi ke akar untuk keperluan analisis statistika dengan $= \text{SQRT}(\text{data asli} + 0,5)$.

Pada Gambar 9 terlihat bahwa rerata jumlah telur *C. ferrugineus* lebih tinggi terjadi pada suhu 25°C daripada suhu 35°C, suhu 30°C, suhu 20°C, dan suhu 40°C. Rerata jumlah telur terendah pada suhu 40°C karena mortalitas imago *C. ferrugineus* yang tinggi terjadi pada suhu tersebut sehingga imago betina *C. ferrugineus* menghasilkan jumlah telur lebih rendah daripada suhu ruang yang lain. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Smith (1965), perkembangan sempurna *C. ferrugineus* hanya dapat terjadi sebesar 5% pada suhu 40°C.



Gambar 9. Rerata Populasi *C. ferrugineus* pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang

Berdasarkan hasil analisis statistika terhadap jumlah larva pada beberapa tingkatan suhu ruang, diketahui bahwa terdapat kematian yang tinggi pada fase telur sehingga jumlah larva yang terbentuk jauh lebih rendah daripada jumlah telur yang diletakkan. Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa rerata jumlah larva pada suhu 20°C lebih rendah, daripada suhu 35°C, suhu 30°C, dan suhu 25°C. Berdasarkan hasil penelitian rerata jumlah larva tertinggi terjadi pada suhu 25°C dengan tingkat kelembaban relatif 70%. Smith (1965), menyatakan bahwa kelembaban optimum untuk perkembangan *Cryptolestes* spp. yaitu 70 – 90%. Rerata jumlah larva terendah terjadi pada suhu 20°C hal ini diduga karena telur pada suhu 20°C tidak seluruhnya dapat menetas menjadi larva. Howe (1956), menyatakan bahwa larva pada *Tribolium castaneum* tidak seluruhnya dapat berkembang sempurna pada suhu dan tingkat kelembaban yang ekstrim.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan jumlah larva pada suhu 35°C dengan tingkat kelembaban 40 - 45% mengalami kematian yang lebih tinggi daripada suhu ruang yang lain, sehingga rerata jumlah pupa yang terbentuk pada suhu tersebut lebih rendah daripada suhu ruang yang lain.

Berdasarkan hasil penelitian kondisi larva yang mati pada suhu 35°C kaku kering dan berwarna kecokelatan, diduga karena larva tersebut mengalami dehidrasi dan kematian akibat tidak mampu memakan bahan simpan karena kelembaban relatif 40 - 45%. Berdasarkan hasil pengamatan kelembaban relatif 40 - 45% menyebabkan penurunan kadar air bahan simpan dari 14% menjadi 11,2%. Sheppard (1936), menyatakan bahwa kondisi kadar air biji < 12% merupakan kondisi yang tidak cocok untuk pakan bagi serangga hama sekunder karena kondisi biji yang kering. Menurut Bishop (1959), diperoleh 100% kematian larva pada tingkat kelembaban 40%. Berdasarkan hasil penelitian Smith (1965), pada suhu 35°C dengan tingkat kelembaban 40% terjadi 97 persen kegagalan larva untuk dapat berkembang menjadi imago baru, meskipun suhu 35°C merupakan suhu optimum bagi *C. ferrugineus*. Berdasarkan hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap rerata jumlah pupa *C. ferrugineus*, karena adanya penurunan respon pupa *C. ferrugineus* terhadap beberapa tingkatan suhu ruang dengan kelembaban relatif yang tidak sesuai untuk pertumbuhan *C. ferrugineus*.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan rerata jumlah imago baru yang muncul pada suhu 20°C dan suhu 25°C sama dengan rerata jumlah pupa pada suhu tersebut, karena pupa yang terbentuk pada suhu 20°C dan suhu 25°C seluruhnya dapat berkembang hingga menjadi imago baru. Davies (1949), menyatakan bahwa *C. ferrugineus* dapat berkembang dari telur hingga muncul imago baru pada kisaran suhu 20°C - 25°C namun membutuhkan waktu perkembangan yang berbeda-beda.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, diketahui bahwa tidak terdapat imago baru yang muncul pada suhu 40°C, karena telur *C. ferrugineus* yang terinfestasi pada suhu 40°C tidak menetas menjadi larva, sehingga tidak terbentuk pupa dan imago baru *C. ferrugineus* pada suhu 40°C.

4.1.3 Periode Telur, Periode Larva, Periode Pupa *C. ferrugineus*

Hasil analisis statistika terhadap periode telur, periode larva dan periode pupa *C. ferrugineus* menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 6 sampai 9).

Pada variabel pengamatan periode telur, periode larva, dan periode pupa *C. ferrugineus* pada suhu 40°C tidak diikuti dalam analisis statistika karena telur yang diletakkan pada suhu 40°C tidak menetas menjadi larva. Rerata periode telur, periode larva, dan periode pupa *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata Periode Telur, Periode Larva, dan Periode Pupa *C. ferrugineus* pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang.

Perlakuan suhu	Periode Telur (Hari)	Periode Larva (Hari)	Periode Pupa (Hari)	Periode Telur-Pupa (Hari)
20°C	11,50 b	18,00 a	11,00 b	40,50 ab
25°C	6,25 ab	30,75 b	5,50 ab	42,50 b
30°C	4,50 a	18,25 a	4,00 ab	26,75 a
35°C	10,50 b	19,00 a	2,50 a	32,00 a
40°C	-	-	-	-

Keterangan: - Angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 5%.

Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa rerata periode telur lebih singkat terjadi pada suhu 30°C, daripada suhu 25°C, suhu 35°C, dan suhu 20°C. Berdasarkan hasil penelitian Howe (1956), periode telur *T. castaneum* yang dinfestasikan pada suhu 30°C (3,6 hari). Rerata periode telur yang lama terjadi pada suhu 20°C diduga karena telur yang terinfestasi pada suhu 20°C merupakan suhu minimum bagi *C. ferrugineus* sehingga waktu perkembangan yang dibutuhkan lebih lama daripada suhu ruang yang lain. Kawamoto (1989), menyatakan bahwa telur *C. ferrugineus* dapat bertahan hidup pada suhu rendah namun akan mengalami dormansi sehingga memerlukan waktu yang lama untuk menetas menjadi larva.

Berdasarkan hasil analisis statistika terhadap periode larva menunjukkan bahwa beberapa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata. Rerata periode larva lebih singkat terjadi pada suhu 20°C, daripada suhu 30°C, suhu 35°C, dan suhu 25°C. Howe (1956), menyatakan bahwa periode larva *T. castaneum* pada suhu 30°C ialah 17,2 hari, suhu 35°C ialah 19,7 hari dan suhu 25°C ialah 31,2 hari.

Rerata periode larva lebih lama terjadi pada suhu 25°C daripada suhu ruang yang lain, hal tersebut diduga karena suhu 25°C menggunakan suhu ruang di dalam laboratorium hama sehingga dapat terjadi peningkatan atau penurunan suhu dan tingkat kelembaban setiap harinya. Berdasarkan hasil penelitian pada suhu 25°C memiliki kelembaban relatif 70 – 75% (Tabel Lampiran 12).

Berdasarkan hasil analisis statistika menunjukkan bahwa beberapa tingkatan suhu ruang berpengaruh nyata terhadap periode pupa *C. ferrugineus*. Rerata periode pupa lebih singkat terjadi pada suhu 35°C, daripada suhu 30°C, suhu 25°C, dan suhu 20°C. Howe (1956), menyatakan bahwa periode pupa *T. castaneum* pada suhu 20°C (24,4 hari) menunjukkan periode yang lebih lama daripada suhu 25°C, suhu 30°C, dan suhu 35°C. Mason (2003), menyatakan bahwa suhu rendah dengan tingkat kelembaban yang tinggi dapat meningkatkan waktu perkembangan bagi *Cryptolestes* spp.

4.1.4 Berat Imago Baru *C. ferrugineus*

Hasil analisis statistika menunjukkan bahwa tingkatan suhu ruang yang berbeda tidak berpengaruh nyata (Tabel Lampiran 10) terhadap berat imago baru *C. ferrugineus*. Jumlah imago baru *C. ferrugineus* yang tidak muncul pada suhu 40°C mengakibatkan variabel pengamatan untuk berat imago baru tidak dapat dilakukan. Berat imago baru *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Berat Imago Baru *C. ferrugineus* pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang.

Perlakuan Suhu	Berat Imago Baru (mg)
20°C	0,96
25°C	0,97
30°C	0,83
35°C	0,89
40°C	-

Keterangan : - Data ditransformasi ke akar untuk keperluan analisis statistika dengan $= \text{SQRT}(\text{data asli}+0,5)$.

4.2 Pembahasan Umum

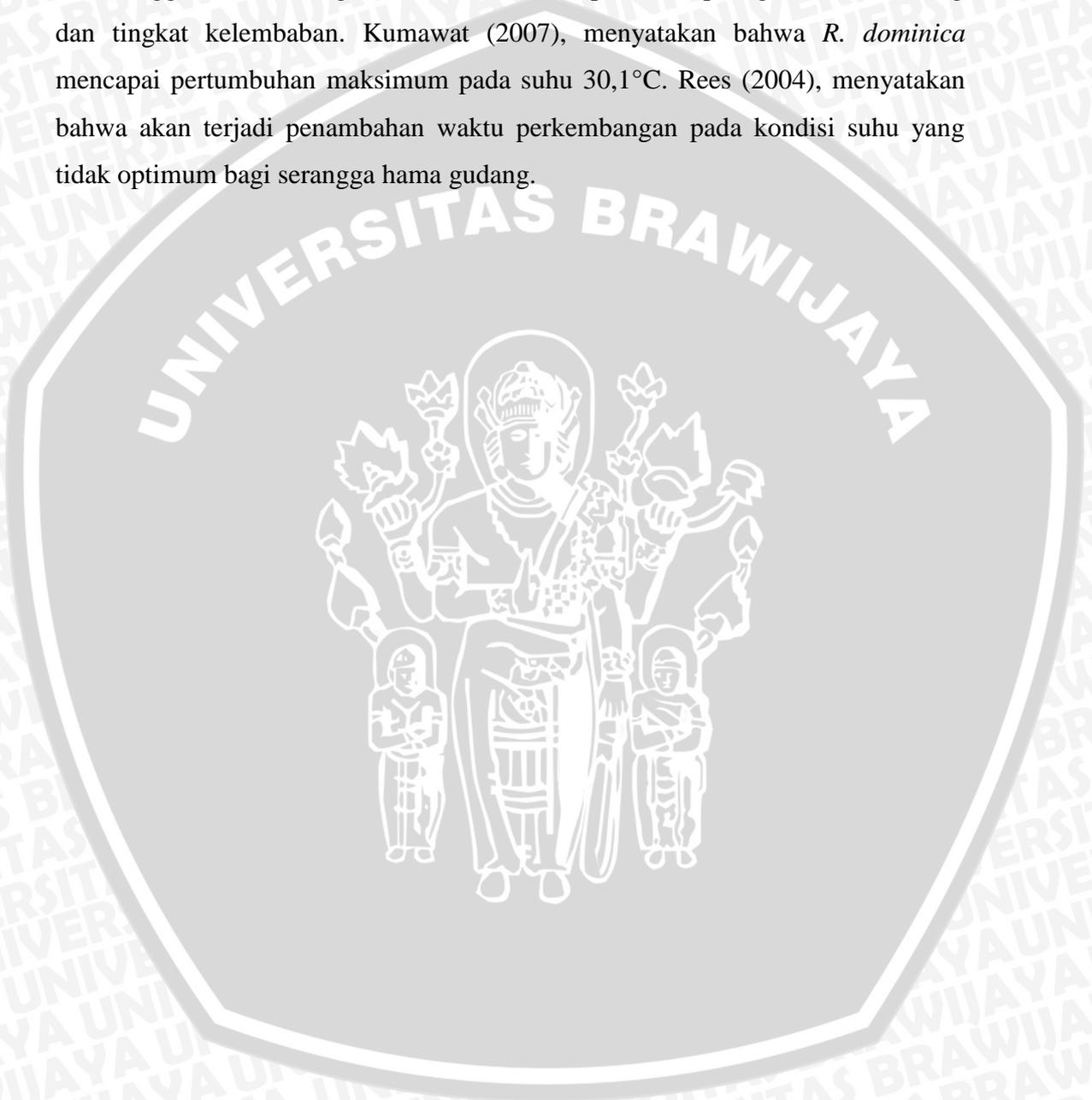
Berdasarkan hasil analisis statistika terhadap mortalitas imago, jumlah telur, jumlah larva, periode telur, periode larva, dan periode pupa *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang $20\pm 0,5$, $25\pm 0,5$, $30\pm 0,5$, $35\pm 0,5$, dan $40\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ berpengaruh nyata, sebaliknya jumlah pupa, jumlah imago baru dan berat imago baru *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang tidak berpengaruh nyata.

Mortalitas imago *C. ferrugineus* yang terjadi pada beberapa tingkatan suhu ruang karena *thermal-stress* (stress suhu) pada suhu tinggi. Mortalitas imago *C. ferrugineus* yang diinfestasikan pada tingkatan suhu ruang yang berbeda mempengaruhi jumlah imago baru yang muncul. Mortalitas lebih tinggi terjadi pada suhu 40°C (8,03%) daripada mortalitas pada suhu 35°C (2,02%). Smith (1965), menyatakan bahwa akan terjadi peningkatan mortalitas imago *C. ferrugineus* pada suhu yang ekstrim, seperti pada suhu 20°C dan 40°C terjadi 60% mortalitas pada *C. ferrugineus*. Smith (1965), menyatakan bahwa kondisi kisaran suhu 30°C sampai 35°C dengan tingkat kelembaban 70 - 90% akan menjadi kondisi yang optimum bagi *Cryptolestes* spp. untuk berperan sebagai hama gudang.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, beberapa tingkatan suhu ruang yang berbeda berpengaruh nyata terhadap jumlah telur dan jumlah larva *C. ferrugineus*. Smith (1965), menyatakan bahwa secara umum puncak peletakan telur *C. ferrugineus* dipengaruhi oleh variasi suhu ruang. Berdasarkan hasil penelitian jumlah larva pada suhu 35°C dengan kelembaban relatif 40 - 45% mengalami kematian larva yang lebih tinggi daripada suhu ruang yang lain. Smith (1965), menyatakan bahwa pada suhu 35°C terjadi 97% kegagalan larva untuk dapat berkembang menjadi imago baru dengan tingkat kelembaban yang rendah. Cofie (1996), Menyatakan bahwa akan terjadi penurunan aktivitas pada *C. ferrugineus* pada suhu lebih dari 38°C karena mendekati suhu maksimum ($42,5^{\circ}\text{C}$) bagi serangga hama *C. ferrugineus*.

Periode telur, periode larva dan periode pupa *C. ferrugineus* pada beberapa tingkatan suhu ruang yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata.

Astuti (2013), menyatakan bahwa waktu perkembangan *Rhyzopertha dominica* dari telur hingga muncul imago baru dipengaruhi oleh tingkatan suhu dan kelembaban relatif. Waktu perkembangan yang diperlukan serangga hama dari telur hingga muncul imago baru berbeda-beda pada setiap tingkatan suhu ruang dan tingkat kelembaban. Kumawat (2007), menyatakan bahwa *R. dominica* mencapai pertumbuhan maksimum pada suhu 30,1°C. Rees (2004), menyatakan bahwa akan terjadi penambahan waktu perkembangan pada kondisi suhu yang tidak optimum bagi serangga hama gudang.



V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan :

1. Pertumbuhan *C. ferrugineus* pada suhu 25°C lebih baik dengan menunjukkan rerata jumlah telur (85,20) lebih tinggi daripada rerata jumlah telur pada suhu 35°C (63,40), suhu 30°C (55,40), suhu 20°C (46,40 ekor) dan pada suhu 40°C (10,20).
2. Perkembangan *C. ferrugineus* pada suhu ruang 30°C lebih baik dengan menunjukan waktu perkembangan lebih singkat (26,75 hari) daripada suhu 35°C (32,00 hari), suhu 20°C (40,50), suhu 25°C (42,50) dan pada suhu 40°C hanya dapat meletakkan telur setelah itu daur hidup *C. ferrugineus* terputus.
3. Mortalitas serangga hama *C. ferrugineus* lebih tinggi terjadi pada suhu 40°C (8,03%), daripada suhu 30°C (4,19%), suhu 25°C (3,92%), suhu 20°C (3,18%), dan suhu ruang 35°C (2,02%).

5.2 Saran

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu ruang 20°C belum dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan untuk serangga hama *C. ferrugineus* karena telur yang diletakkan pada suhu ruang 20°C masih dapat berkembang hingga muncul imago baru, oleh karena itu pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan perlakuan suhu ruang lebih rendah daripada suhu ruang 20°C untuk mengetahui suhu rendah yang mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan *C. ferrugineus*.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous 2014. Image: Female and Male *Cryptolestes ferrugineus*. <http://www.padil.gov.au:80/pests-and-diseases/Pest/Main/135832>. Diakses pada tanggal 6 Januari 2015
- Anonymous 2014. Gejala Kerusakan yang Ditimbulkan *Cryptolestes ferrugineus*. <http://www3.telus.net/conrad/insects/rustweat.html>. Diakses pada tanggal 6 Januari 2015
- Abebe, F., T. Tefera, S. Mugo, Y. Beyene and S. Vidal. 2009. Resistance of Maize Varieties of the Maize Weevil *S. zeamais*. African Journal of Biotechnology. 8. (21) : 5937-5943.
- Astuti, L. P., G. Mudjiono, S. Rasminah and B. T. Rahardjo. 2013. Influence of Temperature and Humidity on the Population Growth of *Rhyzopertha dominica* (f.) (Coleoptera: Bostrichidae) on Milled Rice. Journal of Entomology. 10. (2) : 86-94.
- Banks, H. J. 1979. Identification of Stored Product *Cryptolestes* spp. (Coleoptera: Cucujidae): a Rapid Technique for Preparation of Suitable Mounts. Journal of the Australian Entomological Society. 18: 217-222.
- Bekele, J. A., D. Obengofori, A. Hassanali and G. H. N. Nyamasyo, 1995. Products Derived from the Leaves of *Ocimum kilimandscharicum* as Post-Harvest Grain Protectants Against the Infestation of Three Major Stored Product Insect Pests. Bulletin Entomology. Res., 85: 361-367.
- Bishop, G. W. 1959. The Comparative Bionomics of American *Cryptolestes* (Coleoptera: Cucujidae) Annual Entomology Society America 52: 657-665.
- Cofie-Agblor R., W. E. Muir, R. N. Sinha, and P. G. Fields. 1996. Heat Production by Adult *Cryptolestes Ferrugineus* (Stephens) of Different Ages and Densities
- Davies, R. D. 1949. The Biology of *Laemophloeus minutus* Oliv. (Coleoptera : Cucujidae). Bulletin Entomology. Res 40: 63-82.
- Fields, P. G. 1992. The Control of Stored Product Insect and Mites with Extreme Temperature. Journal Stored Product Research. 28 : 89-118
- Heinrichs, E. A., E. G. Medrano., and H. R. Rapusas. 1984. Genetic Evaluation for Insect Resistance In Rice. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines.

- Howe, R. W. 1963. The Prediction of The Status of a Pest by Means of Laboratory Experiments. *Wld Rev. Pest Control* 2: 2-12.
- Howe, R. W. 1956. The Effect of Temperature and Hunidity on Rate of Development and Mortality of *Tribolium Castaneum* (Herbest) (Coleoptera : Tenebrionidae). *Annual Applied Biology*. 44 (2), 356-368)
- Kawamoto, H. 1989. Effect of Temperature on Adult Survival and Potential Fecundity of The Rusty Grain Beetle *Cryptolestes ferrugineus*. *Japanese Society of Applied Entomology and Zoology* 24 : 418-423.
- Kumawat, K. C. 2007. Effect of Abiotic Factors on Biology of *Rhyzopertha dominica* on Wheat. *Annual Plant Protection Science*. 15: 111-115
- Lefkovitch, L. P. 1962. The Biology of *Cryptolestes capensis* (Waltl) (Coleoptera: Cucujidae) a Pest of Stored and Processes Cereals. *Proceedings Zoology Society London* 138 : 23-35
- Mason, L. J. 2003. Grain Insect Fact Sheet E-227-W: Rusty, Flat, and Flour Mill Beetles *Cryptolestes* spp. Purdue University, Department of Entomology.
- Rees, D. 2004. *Insects of Stored Products*. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.
- Rizana, M. 2002. Temperature and Relative Humidity Profiles During Heat Treatment of Mills and its Efficacy against *Tribolium castaneum* (Herbst) life stages. *Journal of Stored Products Research* 39: 555-569.
- Rilett, R. O. 1949. The Biology of *Laemophloeus ferrugineus* (Stephens) Canada *J.Res .D.* 27,112-148.
- Smith, L. B. 1965. The Intrinsic Rate of Natural Increase of *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera, Cucujidae). *Journal Stored Product* 1: 35-49.
- Sanjaya, P. I. 1970. *Dasar-dasar Ekologi Serangga*. Departemen Hama dan Penyakit Tumbuhan. IPB. Bogor. hlm : 135.
- Sheppard, E. H. 1936. Notes on *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) Cucujidae Occurring in the *Trichogramma minutum* Parasite Laboratory of Colorado State College. *Technical Bulletin* 17.
- Suresh, S., N. D. G. White, D. S. Jayas, R. B. Hulasare. 2001. Mortality resulting from interactions between the red flour beetle and the rusty grain beetle. *Proceedings of the Entomological Society of Manitoba*, 57: 11-18.

White, N. D. G., R. J. Bell. 1993. Effects of Mating Status, Sex Ratio, and Population Density on Longevity and Offspring Production of *Cryptolestes ferrugineus* (Stephens) (Coleoptera: Cucujidae). *Experimental Gerontology*, 28: 617-631.

Yasin, M. 2009. Kemampuan Akses Makan Serangga Hama Kumbang Bubuk dan Faktor Fisiokimia yang Mempengaruhi. *Prosiding Seminar Nasional Serealia*. Balai Penelitian Tanaman Serealia. hlm: 400-409.



Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Mortalitas Imago *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	102,73	4	25,68	20,67*	2,87
Galat	24,85	20	1,24		
Total	127,57	24			

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Jumlah Telur *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	15111,44	4	3777,86	13,11*	2,87
Galat	5761,2	20	288,06		
Total	20871,64	24			

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Jumlah Larva *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	52,47	3	17,49	75,43*	3,24
Galat	3,71	16	0,23		
Total	56,18	19			

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Jumlah Pupa *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	0,24	3	0,08	0,22	3,24
Galat	5,81	16	0,36		
Total	6,05	19			

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Jumlah Imago Baru *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	0,66	3	0,22	0,71	3,24
Galat	4,94	16	0,31		
Total	5,60	19			

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Periode Telur *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	134,69	3	44,90	6,00*	3,49
Galat	89,75	12	7,48		
Total	224,44	15			

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Periode Larva *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	458,5	3	152,83	85,30*	3,49
Galat	21,5	12	1,79		
Total	480	15			

Tabel Lampiran 8. Analisis Ragam Periode Pupa *C.ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	165	3	55	22*	3,49
Galat	30	12	2,5		
Total	195	15			

Tabel Lampiran 9. Analisis Ragam Perkembangan *C. ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	950,917	3	316,972	6,67*	3,49
Galat	2083,33	44	47,462		
Total	3039,250	47			

Tabel Lampiran 10. Analisis Ragam Berat Imago Baru *C. ferrugineus*

	JK	DB	KT	F.HIT	F.TAB
Perlakuan	0,07	3	0,02	0,30	3,24
Galat	1,17	16	0,07		
Total	1,24	19			



Tabel Lampiran 11. Kelembaban Relatif pada Beberapa Tingkatan Suhu Ruang

Tanggal	Kelembaban Suhu 20 ⁰ C	Kelembaban Suhu 25 ⁰ C	Kelembaban Suhu 30 ⁰ C	Kelembaban Suhu 35 ⁰ C	Kelembaban Suhu 40 ⁰ C
06-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
07-Apr-15	60%	71%	65%	40%	30%
08-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
09-Apr-15	62%	70%	65%	40%	30%
10-Apr-15	62%	70%	65%	40%	30%
11-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
12-Apr-15	60%	71%	65%	40%	30%
13-Apr-15	60%	70%	60%	40%	30%
14-Apr-15	60%	71%	65%	40%	30%
15-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
16-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
17-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
18-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
19-Apr-15	60%	70%	65%	40%	30%
20-Apr-15	60%	71%	65%	40%	30%
21-Apr-15	60%	70%	60%	40%	30%
22-Apr-15	60%	70%	65%	45%	30%
23-Apr-15	60%	70%	65%	45%	30%
24-Apr-15	60%	70%	65%	45%	30%
25-Apr-15	60%	71%	65%	45%	35%
26-Apr-15	65%	70%	65%	40%	35%
27-Apr-15	65%	71%	65%	40%	35%
28-Apr-15	65%	70%	65%	40%	35%
29-Apr-15	65%	70%	60%	40%	35%
30-Apr-15	65%	70%	62%	40%	35%
01-Mei-15	65%	70%	62%	40%	35%
02-Mei-15	62%	71%	62%	40%	35%
03-Mei-15	60%	70%	65%	40%	35%
04-Mei-15	65%	70%	65%	45%	35%
05-Mei-15	65%	70%	65%	45%	35%
06-Mei-15	65%	70%	60%	45%	35%
07-Mei-15	65%	70%	62%	40%	30%
08-Mei-15	65%	70%	62%	40%	30%
09-Mei-15	65%	71%	62%	40%	30%
10-Mei-15	65%	70%	65%	45%	30%
11-Mei-15	65%	65%	60%	40%	30%
12-Mei-15	65%	70%	62%	40%	30%
13-Mei-15	65%	70%	65%	40%	30%

Lanjutan Tabel Lampiran 11.

14-Mei-15	60%	70%	65%	45%	35%
15-Mei-15	60%	70%	60%	46%	35%
16-Mei-15	65%	71%	65%	46%	35%
17-Mei-15	65%	70%	65%	40%	35%
18-Mei-15	65%	71%	65%	45%	35%
19-Mei-15	65%	75%	65%	40%	30%
20-Mei-15	65%	75%	60%	40%	30%
21-Mei-15	60%	75%	65%	40%	30%
22-Mei-15	60%	75%	65%	45%	30%
23-Mei-15	60%	75%	65%	40%	30%
24-Mei-15	60%	75%	65%	40%	30%
25-Mei-15	62%	75%	65%	46%	30%
26-Mei-15	62%	70%	65%	46%	35%
27-Mei-15	62%	71%	65%	40%	35%
28-Mei-15	62%	70%	60%	40%	35%
29-Mei-15	62%	71%	60%	40%	35%
30-Mei-15	62%	70%	60%	40%	35%
31-Mei-15	65%	70%	65%	40%	30%
01-Jun-15	65%	70%	65%	40%	30%
02-Jun-15	65%	70%	65%	40%	30%
03-Jun-15	65%	72%	65%	40%	30%
04-Jun-15	60%	70%	65%	40%	30%
05-Jun-15	60%	70%	65%	45%	30%
06-Jun-15	65%	71%	65%	45%	30%
07-Jun-15	65%	70%	65%	45%	35%
08-Jun-15	65%	71%	60%	45%	35%
10-Jun-15	65%	75%	60%	40%	35%
11-Jun-15	65%	75%	60%	45%	35%
12-Jun-15	60%	75%	60%	45%	35%
13-Jun-15	60%	75%	60%	40%	35%

Tabel Lampiran 12. Rerata Suhu dan Kelembaban Laboratorium Hama

Tanggal	Suhu Laboratorium Hama	Kelembaban
06-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
07-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
08-Apr-15	27,40 ⁰ C	75%
09-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
10-Apr-15	27,10 ⁰ C	75%
11-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
12-Apr-15	27,60 ⁰ C	75%
13-Apr-15	27,10 ⁰ C	75%
14-Apr-15	27,20 ⁰ C	75%
15-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
16-Apr-15	27,20 ⁰ C	75%
17-Apr-15	27,50 ⁰ C	75%
18-Apr-15	27,10 ⁰ C	75%
19-Apr-15	27,50 ⁰ C	75%
20-Apr-15	27,10 ⁰ C	75%
21-Apr-15	27,20 ⁰ C	75%
22-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
23-Apr-15	27,20 ⁰ C	75%
24-Apr-15	27,50 ⁰ C	75%
25-Apr-15	27,10 ⁰ C	74%
26-Apr-15	27,50 ⁰ C	74%
27-Apr-15	27,10 ⁰ C	74%
28-Apr-15	27,00 ⁰ C	75%
29-Apr-15	27,60 ⁰ C	75%
30-Apr-15	27,10 ⁰ C	75%
01-Mei-15	27,20 ⁰ C	75%
02-Mei-15	27,00 ⁰ C	75%
03-Mei-15	26,80 ⁰ C	77%
04-Mei-15	26,00 ⁰ C	76%
05-Mei-15	27,70 ⁰ C	70%
06-Mei-15	27,70 ⁰ C	74%
07-Mei-15	27,00 ⁰ C	74%
08-Mei-15	27,50 ⁰ C	74%
09-Mei-15	27,50 ⁰ C	71%
10-Mei-15	27,50 ⁰ C	70%
11-Mei-15	28,20 ⁰ C	70%
12-Mei-15	27,80 ⁰ C	70%
13-Mei-15	27,80 ⁰ C	70%

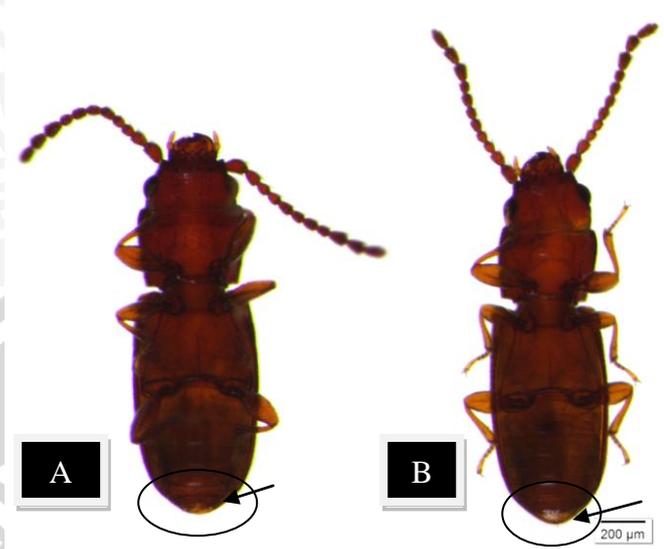
Lanjutan Tabel Lampiran 12.

14-Mei-15	27,70 ⁰ C	70%
15-Mei-15	27,00 ⁰ C	70%
16-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
17-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
18-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
19-Mei-15	27,70 ⁰ C	75%
20-Mei-15	27,00 ⁰ C	75%
21-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
22-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
23-Mei-15	27,50 ⁰ C	75%
24-Mei-15	27,10 ⁰ C	75%
25-Mei-15	27,00 ⁰ C	75%
26-Mei-15	27,60 ⁰ C	75%
27-Mei-15	27,10 ⁰ C	74%
28-Mei-15	27,20 ⁰ C	75%
29-Mei-15	27,00 ⁰ C	75%
30-Mei-15	27,10 ⁰ C	74%
31-Mei-15	27,00 ⁰ C	75%
01-Jun-15	27,60 ⁰ C	75%
02-Jun-15	27,50 ⁰ C	75%
03-Jun-15	27,10 ⁰ C	75%
04-Jun-15	27,10 ⁰ C	74%
05-Jun-15	27,00 ⁰ C	75%
06-Jun-15	27,60 ⁰ C	71%
07-Jun-15	27,00 ⁰ C	75%
08-Jun-15	27,50 ⁰ C	71%
10-Jun-15	27,50 ⁰ C	75%
11-Jun-15	27,50 ⁰ C	75%
12-Jun-15	27,02 ⁰ C	75%
13-Jun-15	27,00 ⁰ C	75%





Dokumentasi



Gambar Lampiran 1. Perbedaan Imago Jantan dan Betina *C. ferrugineus* a. Serangga Hama *C. ferrugineus* Jantan. b. Serangga Hama *Cryptolestes ferrugineus* Betina



Gambar Lampiran 2. Ukuran Telur dan Larva *C. ferrugineus* a. Telur *C. ferrugineus*. b. Ukuran Larva Telur *C. ferrugineus*



Gambar Lampiran 3. Pupa Serangga Hama *C. ferrugineus*