PENGARUH APLIKASI TIGA JENIS *INERT DUST* TERHADAP MORTALITAS IMAGO DAN PERTUMBUHAN POPULASI *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) PADA BENIH JAGUNG

Oleh

ACHMAD FIRDAUS ARDIANSYAH

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

MALANG

2016

repository.ub.ac.id

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PENGARUH APLIKASI TIGA JENIS *INERT DUST* TERHADAP MORTALITAS IMAGO DAN PERTUMBUHAN POPULASI *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) PADA BENIH JAGUNG

OLEH

ACHMAD IRDAUS ARDIANSYAH

125040207111036

PROGRAM STUDI AGROEKOTEKNOLOGI

MINAT HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh

Gelar Sarjana Pertanian Strata Satu (S-1)

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS PERTANIAN

JURUSAN HAMA DAN PENYAKIT TUMBUHAN

MALANG

2016

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa segala pernyataan dalam skripsi ini merupakan hasil dari kegiatan penelitian saya sendiri, dengan bimbingan komisi pembimbing. Skripsi ini tidak pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu institusi dan 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 rujukanya dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, 14 Agustus 2016

Achmad Firdaus Ardiansyah

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Penelitian	: Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* Terhadap Mortalitas Imago dan Pertumbuhan Populasi *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) pada Benih Jagung
Nama Mahasiswa	: Achmad Firdaus Ardiansyah
NIM	: 125040207111036
Jurusan	: Hama dan Penyakit Tumbuhan
Program Studi	: Agroekoteknologi

Disetujui

Pembimbing Utama,	Pembimbing Pendamping,
Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.	Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.
NIP. 19551018 198601 2 001	NIP. 19810125 200604 2 002

Diketahui,
Ketua Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan

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

Tanggal Persetujuan:

LEMBAR PENGESAHAN

Mengesahkan

MAJELIS PENGUJI

Penguji I	Penguji II
Dr, Ir. Toto Himawan, SU.	Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.
NIP. 19551119 19803 1 002	NIP. 19810125 200604 2 002
Penguji III	Penguji IV
Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS.	Luqman Qurata Aini, SP. MSi.Ph.D
NIP. 19551018 198601 2 001	NIP. 19720919 199802 1 001

Tanggal Lulus :

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Kabupaten Tulungagung pada tanggal 24 Mei 1993 sebagai anak pertama dari dua bersaudara dari Bapak Cahyo Nugroho, SP. dan Ibu Madanijah.

Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Negeri 1 Kampungdalem, Tulungagung pada tahun 2006, kemudian penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Tulungagung pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2009. Pada tahun 2009 sampai tahun 2012 penulis menjalani studi di SMA Negeri 1 Kedungwaru, Tulungagung. Pada tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa strata-1 (S1) Program Studi Agroekoteknologi dan mengambil peminatan di Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya melalui jalur SPMK.

Selama menjadi mahasiswa penulis pernah menjadi asisten praktikum Mata Kuliah Dasar Budidaya Tanaman selama dua periode semester genap, Pemuliaan Tanaman, Manajemen Hama dan Penyakit Terpadu, Perancangan Percobaan dan Entomologi. Penulis aktif dalam kepengurusan Himpunan Mahasiswa Perlindungan Tanaman (HIMAPTA) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dengan jabatan sebagai Ketua Departemen Pengembangan Sumberdaya Anggota (PSDA) dan terlibat dalam kepanitiaan pada program kerja HIMAPTA antara lain Ekspedisi 2015 sebagai anggota divisi perlengkapan, Halal Bil Halal HIMAPTA sebagai ketua pelaksana, Proteksi 2015 sebagai panitia pengarah, dan Arthropoda 2015 sebagai koordinator divisi acara. Penulis juga terdaftar sebagai mahasiswa penerima beasiswa PPA selama tiga periode mulai dari tahun 2013, 2014 dan 2015. Penulis pernah menjadi finalis 8 besar tingkat nasional di acara Pekan Ilmiah Nusantara (PINUS) 2015 di Universitas Nusantara PGRI dan finalis 10 besar tingkat nasional di acara *Undip Science Fair* 2014 Universitas Diponegoro. Penulis menjadi juara 1 nasional lomba cerdas cermat kelompok bidang entomologi pada acara Kongres Perhimpunan Entomologi Indonesia IX, penulis juga menjadi juara 3 nasional lomba cerdas cermat kelompok bidang Organisme Pengganggu Tanaman pada acara Pekan Peramalan ke-4 yang diadakan oleh Balai Besar Peramalan Organisme Pengganggu Tanaman.

repository.ub.ac.id

Skripsi ini kupersembahkan untuk
abah, mamak, dan adik tercinta

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

RINGKASAN

Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert dust* terhadap Mortalitas Imago dan Pertumbuhan Populasi *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Colepotera: Curculionidae) pada Benih Jagung. Dibawah bimbingan Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. dan Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.

Jagung adalah komoditas penting di Indonesia sebagai komoditas industri peternakan dan pangan. Penyimpanan adalah salah satu pengelolaan pasca panen jagung. Penyimpanan sering dilakukan pada industri pengolahan benih jagung. Kendala pada penyimpanan benih adalah infestasi hama pascapanen yang menimbulkan penurunan kualitas dan kuantitas. Benih jagung yang terserang hama pascapanen berpotensi mengalami penurunan kualitas dan kuantitas benih. *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae: Coleoptera) adalah hama penting pada benih jagung yang merupakan hama primer. Pengendalian dengan insektisida adalah teknik yang efektif dan efisien sehingga sering diaplikasikan. Terdapat dampak negatif insektisida yaitu resistensi hama target, permasalahan kontaminasi dan biaya pengembangan yang mahal. Pengelolaan resistensi hama dan dampak negatif insektisida dapat dilakukan dengan insektisida alternatif seperti *inert dust.* Beberapa abu dapat berfungsi sebagai *inert dust* yaitu abu sekam padi, abu ampas tebu dan abu kayu. Tiga jenis abu tersebut melimpah di Indonesia dan berpotensi digunakan sebagai *inert dust* untuk pelindung benih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji pengaruh aplikasi *inert dust* dari abu sekam padi, abu ampas tebu dan abu kayu terhadap mortalitas imago dan pertumbuhan populasi *S. zeamais* pada benih jagung.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang pada bulan Januari sampai dengan Juli 2016. Percobaan terdiri dari aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg, aplikasi *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg dan aplikasi *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg serta perlakuan tanpa aplikasi *inert dust* (kontrol). Penelitian dilakukan dengan mengaplikasikan setiap perlakuan *inert dust* pada 100 g benih jagung, kemudian sebanyak 25 pasang imago *S. zeamais* diinfestasikan ke dalam tabung perlakuan. Pengamatan dilakukan pada mortalitas imago, jumlah telur, larva, pupa, imago baru F_1, Rerata bobot imago baru F_1 dan persentase kerusakan benih.

Hasil penelitian menunjukan bahwa aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg lebih efektif dari semua perlakuan dalam menyebabkan kematian imago (mortalitas) pada 7 hari setelah infestasi (HSI). Aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dari semua perlakuan dalam menghambat pertumbuhan populasi *S. zeamais* pada pengamatan selama 56 HSI. Kandungan silika (Si) dan berat isi (*bulk density*) *inert dust* mempengaruhi efektifitas *inert dust* dalam menyebabkan kematian imago. Penghambatan pertumbuhan populasi pada setiap fase pradewasa *S. zeamais* tidak dipengaruhi secara langsung oleh *inert dust* karena perkembangan fase pradewasa *S. zeamais* terletak di dalam biji sehingga menyebabkan fase telur, larva dan pupa *S. zeamais* terlindung dari kontak secara langsung dengan partikel *inert dust*.

repository.ub.ac.id

SUMMARY

The Effect of Three Kinds of Inert Dust Applications to Adult Mortality and Population Growth of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) on Maize Seed. Supervised By Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. and Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng.

Maize are the most important agriculture commodities in Indonesia as the commodities of industry, food and animal husbandry. Storage process is one of postharvest managements of maize. it is commonly done upon in seed industry. The problem in seed storage is related with the infestation of postharvest pest, the cause of decreasing in quality and quantity of maize seed. Seeds infested by postharvest pest have potential to loose their quality and quantity. *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae: Coleoptera) is a major and primary pest insect of maize seeds. The common control method using insecticide is considered as the most effective and efficient control method. Nevertheless, there are some negative effects of insecticide such as pest resistance problem, contamination problem and the high cost in research and development. The management of pest resistance and negative impact of insecticide can be solved by using an alternative pest control, inert dust application is one of them. Some residual ashes are potential alternative to be used as inert dust materials such as rice husk ash, sugarcane bagasse ash and wood ash. Three kind of residual ashes are abundant in Indonesia and potential to be used as inert dust as seeds protectant. The goal of research is to study the effect of inert dust applications derived from rice husk ash, sugarcane bagasse ash and wood ash to adult mortality and population growth of *S. zeamais* on maize seeds.

The research was implemented at Plant Pest Laboratory, Plant Pest and Disease Departement, Agriculture Faculty, Brawijaya University, Malang during January until July 2016. The research was conducted by using inert dust treatment derived from rice husk ash at 2, 4 and 6 g/kg, sugarcane bagasse ash at 2, 4 and 6 g/kg, wood ash at 2, 4 and 6 g/kg and untreated one as control. The experiment was conducted by applying the apropriate dose of treatment into 100 g of maize seeds, 25 adults pairs of *S. zeamais* were infested into treatment jar. Adult mortality, number of eggs, larvae, pupae, F_1 emerged adults, weight of F_1 adults and percent of damaged seeds were observed.

The result showed that the treatment of rice husk ash inert dust at 4 and 6 g/kg and sugarcane bagasse ash inert dust at 4 g/kg were more effective than all treatments in causing adult mortality at 7 days after infestation. The treatment of rice husk ash at 6 g/kg was more effective than all treatments in inhibiting population growth of *S. zeamais* on observation during 56 days after infestation. The efficacy of inert dusts application on the adult mortality is usually affected by Silica (Si) content and bulk density of inert dust. The growth inhibition on immature *S. zeamais* was not directly affected by inert dust due to the development of immature *S. zeamais* located inside maize seed kernel, allowing the phase of eggs, larvae and pupae of *S. zeamais* become fully protected from contact directly with inert dust particles.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul "Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *inert Dust* terhadap Mortalitas Imago dan Pertumbuhan Populasi *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) pada Benih Jagung".

Atas terselesaikanya penyusunan skripsi ini, penulis menyampaikan terima kasih kepada Ibu Dr. Ir. Ludji Pantja Astuti, MS. selaku ketua jurusan Hama Penyakit Tumbuhan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, sekaligus selaku pembimbing utama penyusunan skripsi dimana Beliau telah merelakan waktu dan tenaga untuk memberikan bimbingan, bantuan, arahan serta pembelajaran kepada penulis dengan sangat baik dan peduli. Demikian juga kepada Ibu Rina Rachmawati, SP., MP., M. Eng. selaku dosen pendamping, penulis ucapkan terimakasih atas segala dukungan, keramahan, semangat dan bimbingan serta saran yang membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan skripsi. Terimakasih juga penulis sampaikan kepada kedua orangtua yang selalu memberikan doa dan dorongan baik secara materi, spiritual, dan motivasi bagi penulis kemudian juga kepada rekan-rekan mahasiswa yang telah berkontribusi positif dalam penyempurnaan penulisan skripsi ini.

Penulis berharap skripsi ini dapat memberikan kontribusi positif berupa informasi dan referensi tentang obyek penelitian terkait.

Malang, Agustus 2016

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN i
SUMMARY ii
KATA PENGANTAR iii
DAFTAR ISI iv
DAFTAR TABEL v
DAFTAR GAMBAR vi
I. PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Hipotesis 3
1.5 Manfaat 3
II. TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Serangga Hama Pascapanen 4
2.2 Klasifikasi dan Arti Penting Hama *S. zeamais* 5
2.3 Biologi Hama *S. zeamais* 6
2.4 Faktor Pertumbuhan Hama Pascapanen 9
2.5 *Inert Dust* 10
2.6 Penggolongan *Inert Dust* 12
2.7 Mekanisme Kerja *Inert Dust* pada Serangga 13
2.8 Aplikasi *Inert Dust* pada Bahan Simpanan 14
III. METODE PELAKSANAAN 17
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian 17
3.2 Alat dan Bahan 17
3.3 Persiapan Penelitian 17
3.4 Pelaksanaan Penelitian 19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN 23
4.1 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* Terhadap Mortalitas Imago 23

4.2 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* Terhadap Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru F_1 *S. zeamais* 26
4.3 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* dengan Terhadap Bobot Imago Baru F_1 *S. zeamais* 31
4.4 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* terhadap Kerusakan Benih Akibat Serangan *S. zeamais* 32
4.5 Pembahasan Umum 34
V. PENUTUP 37
DAFTAR PUSTAKA 38
LAMPIRAN 43

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Tabel Perlakuan Penelitian 20
2. Rerata Mortalitas Imago akibat Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* .. 23
3. Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru F_1 pada Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* 26
4. Rerata Bobot Imago Baru F_1 pada Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* 30
5. Rerata Persentase Kerusakan Benih Jagung pada Perlakuan Tiga Jenis *Inert Dust* 32

Lampiran

Nomor Halaman

1. Analisis Ragam Mortalitas Imago *S. zeamais*..... 47
2. Analisis Ragam Jumlah Telur *S. zeamais* 47
3. Analisis Ragam Jumlah Larva *S. zeamais* 47
4. Analisis Ragam Jumlah Pupa *S. zeamais*..... 47
5. Analisis Ragam Jumlah Imago Baru F_1 *S. zeamais* 47
6. Analisis Ragam Bobot Imago Baru F_1 *S. zeamais*..... 47
7. Analisis Ragam Persentase Kerusakan Benih..... 48
8. Hasil Uji Korelasi Mortalitas Imago Betina terhadap Jumlah Telur..... 48
9. Rerata Suhu dan Kelembaban Harian pada Laboratorium 49

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Teks

1. Imago *S. zeamais* pada Bahan Simpanan Jagung 6
2. Telur *S. zeamais* 7
3. Larva *S. zeamais*. 7
4. Pupa *S. zeamais*..... 8
5. Imago *S. zeamais* 9
6. Respon Perilaku Imago *S. zeamais* Terhadap Aplikasi *Inert Dust* 24
7. Perbandingan Uji Perkecambahan Sampel Benih Jagung dengan Perlakuan Aplikasi *inert dust* dan Sampel Benih pada Kontrol..... 23

Lampiran

Nomor Halaman

1. Fase Perkembangan *S. zeamais*..... 43
2. Organ Genetalia Jantan 43
3. Gejala Infestasi *S. zeamais* pada Biji Jagung. 44
4. Bagian Lembaga yang Rusak pada Biji Jagung Akibat Serangan *S. zeamais*..... 44
5. Perbedaan Morfologi Imago Jantan dan Betina..... 45
6. Partikel *Inert Dust* pada Permukaan Biji 45
7. Tiga Jenis *Inert Dust* yang Digunakan dalam Penelitian..... 46

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Jagung adalah salah satu komoditas penting di Indonesia. Nilai penting dari komoditas jagung adalah sebagai komoditas industri peternakan dan sebagai komoditas pangan. Perkembangan nilai ekonomi tanaman jagung meningkat seiring berjalanya waktu menyebabkan permintaan terhadap jagung meningkat dengan berbagai nilai manfaat. Pemanfaatan komoditas jagung di Indonesia terdiri dari 55% sebagai bahan baku industri pakan ternak, 30% sebagai bahan pangan dan sisanya untuk keperluan industri lainya khususnya perbenihan (Kasryno *et al.*, 2008).

Penanganan pascapanen komoditas jagung dapat berupa pengolahan secara langsung atau melalui penyimpanan. Proses penyimpanan hasil panen dilakukan oleh berbagai pihak diantaranya petani, pedagang dan produsen benih. penyimpanan bertujuan untuk menciptakan keamanan pangan, kebutuhan benih, pemasokan ke tempat lain dan untuk menunggu harga jual jagung yang lebih menguntungkan khususnya bagi petani (Tandiabang *et al*., 2008). Salah satu kendala dalam bahan simpanan termasuk benih adalah hama pascapanen, keberadaan hama pascapanen pada bahan simpanan menimbulkan kerugian dan berakibat kerusakan pada bahan simpanan baik secara kualitas maupun kuantitas (Sjam, 2014). Benih jagung yang terserang hama pascapanen berpotensi mengalami penurunan viabilitas benih akibat rusaknya lembaga (titik tumbuh) dan berkurangnya nutrisi pada benih untuk pertumbuhan biji (Shepard, 1947). Serangga pascapanen menyebabkan kehilangan hasil jagung dalam simpanan sebesar 20-50% di beberapa negara berkembang, kerusakan biji dan benih diperparah dengan infeksi patogen benih *Aspergilus* sp. sehingga menurunkan kualitas benih jagung (Suleiman *et al*., 2013).

Beberapa serangga diketahui sebagai hama pascapanen pada komoditas jagung adalah *Sitophilus* sp., *Ahasverus* sp., *Oryzaephilus* sp., *Tribolium* sp., *Rhyzopertha* sp., *Cryptolestes* sp. dan *Sitotroga* sp. (Rahman *et al*., 2012). Salah satu hama penting pada benih jagung tersebut adalah *Sitophilus zeamais* Motsch. (Curculionidae: Coleoptera) yang merupakan hama primer dan utama karena daya

merusaknya yang tinggi (Kenyamasoro *et al*., 2012). Fase larva dan imago memakan pada biji. Keberadaan *S. zeamais* pada jagung memicu infestasi hama sekunder dan mikroorganisme seperti jamur (Bousquet, 1990; Rees, 2007).

Pengendalian hama pascapanen dilakukan dengan berbagai teknik seperti sanitasi, pendinginan, pengeringan dan lain sebagainya. Pengendalian kimiawi dengan insektisida seperti fumigasi dan penyemprotan adalah pengendalian yang efektif dan efisien sehingga sering diaplikasikan. Namun, pengendalian kimiawi bersifat mahal dalam hal pengembangan dan pengujian bahan aktif. Selain itu, bahan aktif yang diaplikasikan secara terus menerus pada serangga target akan memicu munculnya perkembangan ketahanan serangga target terhadap bahan aktif tersebut (resistensi). Dampak negatif lainya dari pengendalian kimia adalah terjadinya kontaminasi bahan aktif pada operator, bahan makanan dan air tanah.

Pengelolaan resistensi hama dan dampak negatif insektisida dapat dilakukan dengan penggunaan insektisida alternatif seperti penggunaan *inert dust* (Gudrups *et al.,* 2000; Opit *et al*., 2012). *Inert dust* adalah debu atau partikel kecil yang bersifat abrasif dan menyebabkan pengikisan lapisan kulit luar serangga sehingga berakibat kehilangan cairan tubuh (desikasi) dan mati (Al-Iraqi dan Al-Naqib, 2006). *Inert dust* tersusun atas silika dan terdapat beberapa golongan salah satunya golongan liat, pasir dan berbagai jenis abu sisa pembakaran. Beberapa abu berfungsi sebagai *inert dust* diantaranya abu sekam padi (*rice husk ash*), abu kayu (*wood ash*) dan abu ampas tebu (*sugarcane bagasse ash*) (Subramanyam dan Roesli, 2000). Kandungan silika abu sekam padi mencapai 90-97% SiO_2 dan 57-73% SiO_2 pada abu ampas tebu (Adam *et al*., 2006). Abu kayu mengandung silica sebesar 31,8% SiO_2 (Abdullahi, 2006).

Tiga jenis abu tersebut melimpah di Indonesia dan berstatus limbah yang berpotensi digunakan sebagai *inert dust* yang dapat diaplikasikan pada bahan simpanan khususnya benih. Penelitian mengenai pemanfaatan berbagai jenis abu belum banyak dilakukan sehingga penelitian dan kajian terhadap efektifitas *inert dust* dari berbagai jenis abu untuk pengendalian hama pascapanen penting untuk dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektifitas penggunaan tiga jenis *inert dust* dari bahan abu sekam padi (*rice husk ash*), abu ampas tebu (*sugarcane bagasse ash*) dan abu kayu (*wood ash*) dalam menyebabkan mortalitas imago dan menghambat pertumbuhan populasi *S. zeamais* pada benih jagung?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam pelaksanaan penelitian ini adalah:

1) Mengkaji pengaruh aplikasi *inert dust* dari abu sekam padi, abu ampas tebu dan abu kayu terhadap mortalitas imago *S. zeamais* pada benih jagung.
2) Mengkaji pengaruh aplikasi *inert dust* dari abu sekam padi, abu ampas tebu dan abu kayu terhadap pertumbuhan populasi *S. zeamais* pada benih jagung.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian ini adalah:

1) Aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menyebabkan mortalitas hama *S. zeamais* pada benih jagung dibandingkan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 dan 4 g/kg, *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg.
2) Aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan populasi hama *S. zeamais* pada benih jagung dibandingkan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 dan 4 g/kg, *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg dan inert dust abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg.

1.5 Manfaat

Manfaat dari hasil penelitian ini adalah dapat memberikan informasi mengenai efektifitas beberapa macam *inert dust* dalam mengendalikan serangan hama *S. zeamais* pada benih jagung sehingga dapat dijadikan suatu teknik pengendalian alternatif khususnya pada benih dalam simpanan.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serangga Hama Pascapanen

Serangga adalah penyebab kerusakan dan kehilangan hasil yang paling umum terjadi selama bahan berada dalam penyimpanan (Sjam, 2014). Serangga hama pascapanen merupakan serangga yang tersebar luas di alam dan telah mengalami adaptasi untuk menginfestasi produk simpanan dan hidup serta berkembang pada gudang penyimpanan buatan manusia sehingga menimbulkan persaingan makanan antara serangga pascapanen dan kebutuhan manusia. Serangga hama pascapanen menyebabkan kerugian berupa kehilangan dan kerusakan pada bahan simpanan (Linsley, 1944). Secara spesifik hama pada produk simpanan adalah serangga yang hidup pada bahan baku sereal, bji-bijian, benih, buah-buahan kering, kacang-kacangan dan beberapa bahan kering yang tahan untuk disimpan dalam waktu yang lama (Hagstrum dan Subramanyam, 2009). Kerugian berupa kehilangan hasil akibat hama pascapanen mencapai 5-10% dari total produksi global, untuk negara-negara tropis dan subtropis kerugian mencapai 50%. Bahan simpanan yang akan digunakan untuk bahan makanan manusia secara menyeluruh harus dihindarkan dari kontaminasi hama pascapanen yaitu kontaminasi fases, aroma, kulit serangga bahkan potongan atau tubuh serangga yang mati (Wilbur, 1971). Hama pascapanen dapat berasal dari infestasi awal pada lahan (*preharvest*) dan infestasi secara langsung pada tempat penyimpanan khususnya bagi serangga yang aktif bergerak dan memiliki mobilitas yang tinggi seperti halnya kumbang bubuk jagung (*S. zeamais*) yang mampu terbang dengan baik sehingga memperluas jangkauan infestasi. Serangga hama pascapanen juga dapat bertahan dan ditemukan pada lingkungan di dalam atau disekitar gudang penyimpanan dan dapat berkembang biak pada tanaman biji-bijan yang tumbuh liar (Cotton, 1963).

Serangga-serangga yang telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan di tempat penyimpanan digolongkan menjadi 4 kelompok berdasarkan hubunganya dengan bahan simpanan.

Hama Mayor. Adalah serangga-serangga yang dapat beradaptasi dengan baik untuk hidup pada bahan dalam penyimpanan sehingga menimbulkan

kerusakan yang besar dan menyeluruh pada daerah yang luas. Beberapa spesies hama mayor diantaranya *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera: Bostrichidae), *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae), *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) (Wilbur, 1971).

Hama Minor. Adalah hama yang hadir melimpah pada suatu daerah dan kadang-kadang juga menimbulkan kerusakan pada bahan simpanan. Status hama minor dapat berubah menjadi hama mayor jika kondisi lingkungan mendukung untuk pertumbuhan hama. Beberapa spesies hama minor diantaranya adalah *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae), *Corcyra cephalonica* (Lepidoptera: Pyralidae), *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) (Wilbur, 1971)

Hama Insidental. Terdiri dari 150 spesies serangga dan tungau. Infestasi hama mayor dan minor pada bahan simpanan sering disertai juga oleh kehadiran hama insidental. Kehadiran hama insidental jarang menimbulkan kerusakan pada bahan simpanan, namun menghasilkan kontaminasi atau kotoran dari kehadiranya pada bahan simpanan. Contoh spesies hama insidental diantaranya adalah spesies dari anggota famili Blattidae (kecoa) (Wilbur, 1971).

Parasit dan Predator. Adalah beberapa spesies serangga dan tungau yang berperan sebagai musuh alami bagi ketiga jenis hama dalam bahan simpanan. Contoh spesies dari golongan parasitoid dan predator adalah *Bracon hebetor* (Braconidae: Hymenoptera) (Wilbur, 1971)

2.2 Klasifikasi dan Arti Penting Hama *S. zeamais*

Serangga *S. zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) merupakan hama pascapanen utama pada komoditas biji-bijian yang disimpan dalam waktu yang lama. Serangga tersebar luas di daerah tropis dan subtropis menyerang beberapa bahan simpanan seperti jagung, beras, gandum, kacang tanah dan kedelai (Surtikanti, 2004). *S. zeamais* adalah hama primer yang paling merusak pada bahan simpanan jagung di daerah tropis dan subtropis, aktifitas makan dari larva dan imago dari hama menyebabkan biji jagung berlubang kemudian hancur menjadi tepung (Gambar 1) dan dapat menjadi faktor pendukung timbulnya cendawan-cendawan penyebab kontaminasi (Bousquet, 1990; Suleiman *et al*.,

2013). Serangga *S. zeamais* adalah hama yang umum muncul dalam jagung yang disimpan dan bersifat kosmopolitan, kemampuan terbang dari *S. zeamais* menyebabkan persebaran serangan hama yang luas pada beberapa tempat penyimpanan jagung, imago dapat terbang dari gudang penyimpanan menuju jagung yang sudah matang di lahan dan menginfestasi jagung di lapang sebelum disimpan (Rees, 1996).

Serangga *S.zeamais* termasuk dalam ordo Coleoptera dan tergolong dalam famili Curculionidae. Imago berukuran 3-4 mm berwarna coklat kehitaman dengan dua bercak oranye kusam pada elytra, serangga terbang dengan baik dan hanya dapat diidentifikasi melalui pengamatan pada organ genetalia (Rees, 2004).

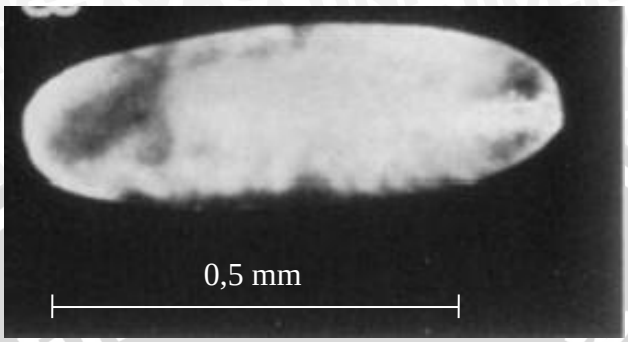
Gambar 1. Imago *S. zeamais* pada Bahan Simpanan Jagung (Surtikanti, 2004)

2.3 Biologi Hama *S. zeamais*

Siklus hidup *Sitophilus* sp. pada umumnya berlangsung selama 30-45 hari pada kondisi daerah yang berikilim tropis (Kalshoven, 1981). Siklus hidup *S. zeamais* berlangsung selama 25 hari pada kondisi optimal yaitu pada 30ºC dan *relative humidity* (RH) 70% (Rees, 2004). Serangga *S. zeamais* dapat hidup dalam kisaran suhu 15-35ºC dan kisaran RH 58-90% (Longstaff, 1981). Perkembangan secara metamorfosis sempurna dengan tahapan sebagai berikut.

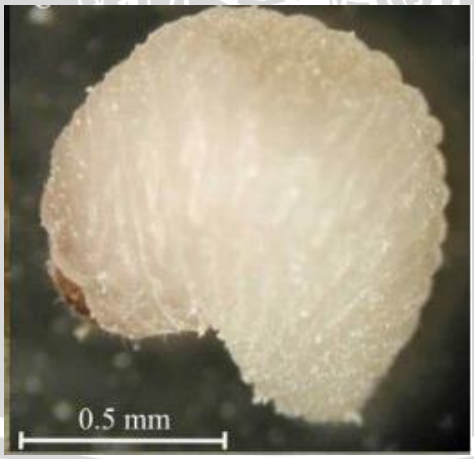
Telur. Berbentuk putih keruh lonjong (Gambar 2) berukuran panjang 0,76 $\pm$ 0,07 dan lebar 0,27 $\pm$ 0,02 mm (LeCato dan Flaherty, 1974). Imago betina menentukan satu titik pada biji dan membuat lubang oviposisi. Telur diletakkan ke dalam biji melalui lubang gerekan dan ditutup dengan semacam sekresi yang mengandung lilin. Seekor imago betina mampu meletakan 150 butir telur dalam

satu kali siklus hidup. Sedangkan selama hidupnya betina menghasilkan 300-400 butir telur (Harein *et al*., 1992). Telur menetas dalam 5-7 hari (Anonymous, 2016).



Gambar 2. Telur *S. zeamais*. (LeCato dan Flaherty, 1974)

Larva. Berbentuk bulat gilig dengan tipe apoda (tanpa kaki), berwarna putih keruh (Gambar 3), berkembang dan makan di dalam biji. Larva bersifat kanibal sehingga dapat memakan larva lainya yang lebih kecil (Rees, 2004). Larva memakan endosperm di dalam biji dan berkembang dalam empat instar larva. Sebelum memasuki masa pupa, larva berubah warna menjadi kecoklatan (Harein *et al*., 1992). Stadia larva sampai dengan imago berlangsung selama 26 hari (Cotton, 1963).



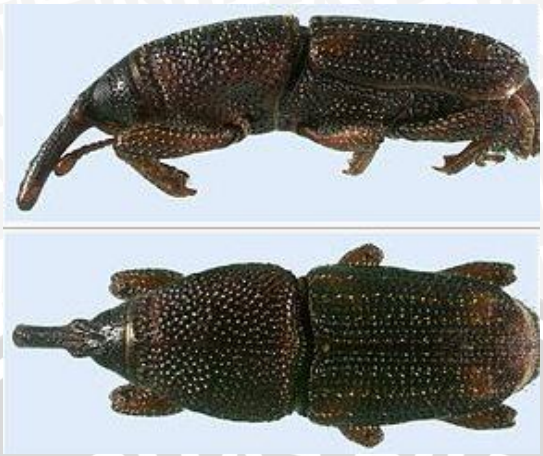
Gambar 3. Larva *S. zeamais*. (Flay, 2010)

Pupa. Terdapat di dalam liang biji hasil dari aktivitas makan larva. Jenis pupa terbuka (Excarate) dan berwarna kecoklatan (Gambar 4). Pupa berada di liang kosong bekas aktivitas makan pada fase larva. Imago yang keluar dari pupa

tinggal beberapa hari dalam biji sebelum kemudian membuat lubang keluar pada biji (Rees, 2004). Stadia pupa berlangsung selama 7-14 hari, imago yang keluar dari pupa dan tinggal sementara di dalam biji selama beberapa hari disebut sebagai *preemerged imago* (Anonymous, 2016).

Gambar 4. Pupa *S. zeamais*. (Flay, 2010)

Imago. Serangga dewasa berukuran panjang 3-4 mm mempunyai moncong di bagian anterior dan terdapat mandibel di ujung moncong (Gambar 5). Antena berbentuk menyiku dan mudah untuk dibedakan dengan hama pascapanen yang lainya (Harein *et al*., 1992). *S. zeamais* dapat diidentifikasi dengan pengamatan pada organ genetalia jantan (aedeagus) yang terdapat tiga guratan longitudinal, sedangkan pada *S. oryzae* tidak ditemukan guratan pada aedeagus (Rees, 2004). Perbedaan imago jantan dan betina terletak pada struktur rostrum (moncong), rostrum pada serangga jantan lebih pendek dan mengarah ke bawah sedangakan rostrum betina lebih memanjang. Sternum pada bagian abdomen ruas V ke VI membengkok dengan jelas (signifikan) pada imago jantan, pada imago betina sternum pada abdomen ruas V ke VI tidak membengkok dengan jelas (Bousquet, 1990). Stadia imago berlangsung selama 3-6 bulan dan akan lebih lama pada kondisi lebih dingin. Imago *S. zeamais* dan *S. oryzae* aktif di siang hari dan tertarik pada cahaya, keduanya tidak dapat menginfestasi biji yang belum dikupas (*unhusked grain*) (Kalshoven, 1981).



Gambar 5. Imago *S. zeamais* (Anonymous, 2016)

2.4 Faktor Pertumbuhan Hama Pascapanen

Ekologi dalam gudang penyimpanan adalah suatu lingkungan yang sangat berbeda dengan ekosistem alami. Kontrol ekosistem pada ekosistem secara alami oleh herbivora, predator, parasit dan patogen. Terdapat campur tangan pengelolaan manusia pada gudang penyimpanan sehingga menyebabkan kondisi ekologi yang khas bagi kehidupan serangga dalam gudang penyimpanan (Sinha, 1995). Faktor-faktor yang mempengaruhi biologi hama pascapanen adalah sebagai berikut.

Pakan. Hama pascapanen telah beradaptasi dengan kondisi lingkungan penyimpanan dimana kondisinya adalah makanan atau sumber nutrisi yang melimpah sekaligus menjadi habitat dari serangga pascapanen, tidak tersedianya air dan jarang ditemukan predator dan parasitoid. Serangga pascapanen sangat cepat untuk berkembang biak karena didukung dengan kondisi ketersediaan pakan yang tidak terbatas pada gudang penyimpanan dan rendahnya populasi dari predator atau parasitoid serangga pascapanen (Wilbur, 1971).

Kadar Air Pakan dan Suhu. Sebagian besar serangga pascapanen dapat beradaptasi untuk menyesuikan hidup sekaligus makan pada kondisi kadar air dan suhu pada gudang penyimpanan. Secara umum, hama pascapanen dapat hidup dengan baik pada kondisi kadar air pakan antara 11,5-14,5 dengan kadar air optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan sebesar 12,5. Kadar air pakan diatas 14,5% dapat merangsang tumbuhnya jamur dan cendawan pada pakan dan dapat mematikan serangga pascapanen. Beberapa spesies hama pascapanen dapat

hidup pada kadar air pakan dibawah 11,5% tergantung dari spesies, suhu dan kondisi fisik pakan. Suhu juga sanngat berpengaruh terhadap daya reproduksi dari serangga pascapanen (Wilbur, 1971).

Adaptasi Fisiologi dan Struktural. Keberlangsungan hidup dari serangga pascapanen sangat tergantung dengan kemampuan beradaptasi baik secara morfologi maupun struktural. Penyesuaian dengan lingkungan dengan ketersediaan air yang terbatas membuat hama pascapanen memiliki kemampuan untuk mencegah kehilangan cairan tubuh. Kehilangan cairan dapat diminimalisir dengan struktur eksoskeleton serangga yang impermeabel terhadap air sehingga penguapan melalui permukaan tubuh serangga dapat diminimalisir. Kehilangan air juga diminimalisir melalui sistem pencernaan serangga yang menyerap air dengan sangat maksimal sehingga tidak terbuang melalui sisa metabolisme seperti fases. Metabolisme air juga dilakukan dengan merubah lemak dan pati (Wilbur, 1971)

2.5 *Inert Dust*

Inert dust adalah debu yang tidak mudah bereaksi dan mempunyai efek insektisidal bagi serangga gudang sehingga dapat digunakan sebagai pelindung biji-bijian dari serangan hama pascapanen. Komponen penyusun utama dalam *inert dust* adalah silika. Penggunaan *inert dust* sebagai *grain protectant* akan efektif pada kondisi RH dan kandungan kadar air bahan yang rendah karena cara kerja *inert dust* melalui proses desikasi yaitu penghilangan cairan tubuh serangga dengan cara mengikis lapisan lilin pada integumen serangga sehingga menyebabkan penguapan yang berlebih pada tubuh serangga dan akhirnya menyebabkan kematian pada serangga (Golob, 1997; Cotton, 1963; Khakame *et al*, 2012). Penggunaan *inert dust* dapat menjadi suatu pengendalian hama pascapanen yang efektif dan lebih aman daripada penggunaan bahan-bahan kimia konvensional. Penggunaan *inert dust* dapat dikombinasikan dengan beberapa teknik pengendalian non residual seperti pengaturan aerasi, pengkondisian lingkungan dan fumigasi sehingga menambah efektifitas pengendalian hama pada bahan simpanan terutama pada biji-bijian (Allen, 2000).

Keamanan Penggunaan *inert dust* pada bahan simpanan terhadap kesehatan manusia ditentukan dari besarnya ukuran partikel *inert dust* dan juga kandungan silika dalam bentuk kristal (*Chrystalline silica*). Beberapa negara maju telah menentukan batasan ukuran aman partikel *inert dust* untuk digunakan pada bahan simpanan. Menurut *American Conference of Government Industrial Hygienists* (ACGIH), 90-100% dari partikel *inert dust* berukuran 1 sampai 10 mikrometer aman untuk terhirup oleh manusia. *The US Occupational, Safety and Health Administration* (OSHA) menentukan *inert dust* yang aman untuk diaplikasikan adalah *inert dust* dengan kandungan silika dalam bentuk kristal sebesar < 1%. Kandungan silika pada *inert dust* terutama dari jenis abu, DE dan silika sintetis sebagian besar merupakan amorphous silika yang aman terhadap manusia dan mamalia. Namun, penggunaan *inert dust* hanya terbatas pada bahan simpanan tertentu khususnya biji-bijian. Bahan pangan simpanan yang diaplikasikan *inert dust* harus dibersihkan atau dicuci terlebih dahulu untuk memisahkan *inert dust* dari bahan simpanan sebelum bahan tersebut diolah atau dikonsumsi (Subramanyam dan Roesli, 2000). Penggunaan *inert dust* ditekankan sebagai *grain protectant* pada berbagai macam biji-bijian yang digunakan sebagai benih yang disimpan (Cotton, 1963).

Inert dust adalah salah satu alternatif pengendalian hama pascapanen yang memiliki beberapa kelebihan untuk diaplikasikan. Beberapa kelebihan pengendalian hama pascapanen dengan aplikasi *inert dust* adalah (Subramanyam dan Roesli, 2000):

1) *Inert dust* adalah bahan dengan toksisitas yang rendah pada mamalia
2) melindungi bahan simpanan dalam jangka waktu yang panjang, selama kondisi *inert dust* tetap kering.
3) Tidak menimbulkan residu berupa senyawa yang membahayakan (toksin)
4) Tidak menimbulkan resistensi pada hama.
5) *Inert dust* dapat membersihkan bahan simpanan dari sisa-sisa kotoran.
6) *Inert dust* tidak menyebabkan penurunan kualitas pada bahan simpanan atau benih yang disimpan.
7) *Inert dust* bersifat ovisidal pada telur beberapa hama pascapanen.

8) *Inert dust* dapat diaplikasikan pada fasilitas-fasilitas dalam penyimpanan bahan seperti pada gudang penyimpanan, lemari dan rak penyimpanan.

2.6 Penggolongan *Inert dust*

Inert dust terdiri dari bermacam-macam jenis berdasarkan kandungan dan juga asalnya. *Inert dust* yang digunakan sebagai pelindung bahan-bahan simpanan dari infestasi hama pascapanen tergolong dalam 4 kelompok besar yaitu (Banks dan Fields, 1995):

Golongan liat (*clays*), pasir (*sands*) dan Abu (*ashes*). Merupakan insektisida tradisional berasal dari bahan-bahan alami dan melimpah di alam. Beberapa jenis abu silika dapat digunakan sebagai *inert dust* seperti abu sekam padi (*rice husk ash*), abu kayu (*wood ash*) dan abu ampas tebu (*sugarcane bagasse ash*). Penggunaan dilakukan dengan mencampur biji-bijian simpanan dengan *inert dust* atau sebagai penutup permukaan atas dari biji-bijian yang disimpan.

Golongan Tanah Diatom (*diatomaceous earth*). Adalah sisa-sisa fosil dari diatom yaitu sejenis mikroorganisme uniseluler yang hidup di air. Diatom memiliki selubung tubuh yang tersusun dari silika. Sisa-sisa jasad diatom berupa silika diatom akan mengendap dan membentuk agregat keras (bentuk fosil) dan dimanfaatkan sebagai sumber tanah diatom (*Diatomaceous earth*). Penyusun utama dari tanah diatom adalah silika dan sedikit mengandung mineral seperti aluminium, kapur, magnesium, besi oksida dan sodium. Penggunaan tanah diatom untuk mengendalikan hama pascapanen adalah dengan mencampurkan langsung ke dalam bahan simpanan dengan dosis tertentu.

Golongan *silica aerogels*. Merupakan suatu bahan sebagai sumber *inert dust* yang didapatkan melalui proses pengerigan larutan *sodium silicate*.

Golongan *nonsilica dust*. Adalah jenis *inert dust* yang tidak mengandung silika seperti batu fosfat yang telah digiling atau dihaluskan dan batu kapur (kalsium hidroksida).

2.7 Mekanisme Kerja *Inert Dust* pada Serangga

Sifat insektisidal *inert dust* berhubungan erat dengan morfologi dan fisiologi dari serangga yaitu berhubungan dengan lapisan integumen serangga.

Integumen serangga terdiri dari satu lapis sel yang disebut dengan epidermis, lapisan non seluler yang berada dibawahnya disebut dengan membran basal dan lapisan non seluler diatas lapisan epidermis disebut lapisan kutikula. Lapisan kutikula terdiri dari dua lapisan yaitu lapisan luar atau epikutikula dengan ketebalan 0,03-4 mikrometer dan lapisan dalam atau prokutikula dengan ketebalan 200 mikrometer. Lapisan keras yang berfungsi vital bagi serangga untuk bertahan hidup adalah epikutikula. Epikutikula terdiri dari 4 lapisan, lapisan terluar mengandung semen, lapisan dibawahnya adalah lapisan lilin, lapisan kutikulin dan yang terakhir lapisan protein. Lapisan lilin tersusun atas satu lapisan lemak dan memberikan sifat permeabilitas pada kutikula, lapisan kutikulin tersusun atas lipoprotein (Subramanyam dan Roesli, 2000).

Terdapat beberapa perbedaan komposisi lipid pada kutikula serangga tergantung dari spesies dan keadaan geografis habitatnya. Kutikula sangat berperan dalam menekan kehilangan cairan tubuh dari serangga. *Mode of action* dari *inert dust* berhubungan erat dengan mekanisme desikasi (pengeringan) akibat penurunan fungsi dari kutikula pada integumen serangga. Beberapa ahli menjelaskan mekanisme kerja *inert dust* terhadap serangga adalah (Subramanyam dan Roesli, 2000):

1) *Inert dust* mematikan serangga dengan mengganggu sistem pernafasan serangga melalui penyumbatan lubang-lubang spirakel oleh partikel *inert dust*.
2) *Inert dust* menempati bagian diantara segmen kutikula dan terjadi kontak sehingga menimbulkan reaksi abrasif (pengikisan) pada kutikula dan menyebabkan kehilangan cairan tubuh serangga (desikasi).
3) *Inert dust* menyerap air melalui lapisan kutikula serangga.
4) Serangga dan tungau mati karena partikel *inert dust* termakan dan masuk ke dalam sistem pencernaan serangga.
5) *Inert dust* menyerap atau merusak lapisan lipid pada epikutikula dari serangga sehingga terjadi kehilangan cairan berlebihan melalui kutikula.

2.8 Aplikasi *Inert Dust* pada Bahan Simpanan

Pengendalian hama pascapanen dengan menggunakan *inert dust* adalah suatu metode pengendalian non sintetis dan ramah lingkungan. Penelitian mengenai efektifitas aplikasi *inert dust* sebagai pelindung biji-bijian dalam simpanan (*grain protectant*) dilakukan oleh beberapa peneliti untuk mengetahui jenis, bahan dan material yang berpotensi untuk digunakan dalam pengendalian hama pascapanen. *Inert dust* menjadi suatu teknologi baru dalam pengendalian hama pascapanen dan telah lama dimanfaatkan oleh masyarakan Amerika utara dan Afrika sebagai *grain protectant* (Shadia dan El-Aziz, 2011).

Inert dust dari berbagai macam bahan seperti abu kotoran sapi, sekam padi dan *diatomaceous earth* (DE) komersial diaplikasikan dengan dosis 2,5 g/kg dan 5 g/kg pada bahan simpanan. *Inert dust* diaplikasikan pada benih padi untuk menekan kerusakan benih akibat hama *Sitotroga cerealella*. seluruh perlakuan *inert dust* menurunkan kerusakan benih akibat hama *S. cerealella*. Perlakuan yang paling efektif adalah aplikasi DE dengan dosis 5g/kg dengan kerusakan benih hanya sebesar kurang dari 5% selama 12 bulan masa penyimpanan benih (Rajasri *et al*., 2014).

Inert dust yang berasal dari batu-batuan mineral Afrika berpotensi mengendalikan hama *S. zeamais* pada bahan simpanan jagung. Berbagai macam DE dari batuan Afrika diaplikasikan dengan tiga dosis yaitu 1 g/kg, 2,5 g/kg dan 5 g/kg. Mortalitas serangga lebih tinggi dihasilkan dari aplikasi DE sampel B dengan dosis 5 g/kg. DE menyebabkan kemampuan oviposisi dan jumlah individu baru yang muncul dari serangga *S. zeamais* menurun (Masiiwa, 2004).

Aplikasi *inert dust* dari bahan serbuk kulit ari buah kopi, serbuk gergaji dan abu kayu dilakukan untuk mengendalikan hama *S. zeamais* dan *S. cerealella* pada bahan simpanan jagung. seluruh bahan diaplikasikan dengan masing-masing konsentrasi 10%, 15%, 20% dan 30%. Abu kayu dan serbuk kulit ari buah kopi memberikan hasil terbaik pada seluruh perlakuan konsentrasi dalam mengendalikan hama *S. zeamais* dan *S. cerealella* (Gemu *et al*., 2013).

Inert dust dari abu kayu dapat mengendalikan kumbang kentang colorado pada penyimpanan umbi kentang, aplikasi dilakukan dengan melapisi wadah

penyimpanan dengan abu kayu. Lapisan *inert dust* abu kayu dapat menekan kehadiran hama pada kentang dalam penyimpanan (Boiteau *et al*., 2012).

Abu vulkanik gunung berapi dapat mengendalikan hama *S. zeamais* pada jagung dalam penyimpanan. Perlakuan aplikasi abu vulkanik dengan beberapa dosis yaitu 1,5g/kg, 2,5g/kg, 3,5g/kg, 4,5g/kg dan 5,5g/kg. Perlakuan yang paling efektif dalam menyebabkan mortalitas pada imago *S. zeamais* lebih tinggi pada perlakuan abu vulkanik dengan dosis 5,5 g/kg dengan mortalitas sebesar 89,17% (Respyan *et al*., 2015).

Teknologi aplikasi *inert dust* terdiri dari penggunaan *inert dust* secara langsung pada bahan simpanan maupun secara tidak langsung yaitu dengan aplikasi pada tempat penyimpanan dan sarana pengolahan bahan simpanan. *Inert dust* dapat diaplikasikan dengan teknik sebagai berikut (Subramanyam dan Roesli, 2000):

1) ***Pencampuran dengan Bahan Simpanan***. Bahan simpanan yang akan diberi perlakun *inert dust* harus berkadar air rendah yaitu dengan kisaran kadar air 12-13%. *Inert dust* dapat diaplikasikan pada 20-100 kg bahan simpanan dalam satu wadah plastik atau karung. Pengayakan *inert dust* pada saringan <60 mikron dapat meningkatkan efektifitas pengendalian karena meningkatkan daya sebar *inert dust* pada seluruh permukaan biji. *Inert dust* secara langsung dapat dicampurkan pada bahan simpanan kemudian dilakukan pengadukan secara manual dengan alat pengaduk agar *inert dust* tersebar merata pada bahan simpanan. Bahan simpanan yang akan dikonsumsi atau diolah dapat dibersihkan dari *inert dust* melalui pencucian dan teknik pembersihan lainya.
2) ***Pengaplikasian pada Permukaan Peralatan Pengolahan Bahan dan Kendaraan Pengangkut***. Peralatan penanganan dan pengolahan pascapanen dapat diaplikasi dengan *inert dust* termasuk alat pemanen (*Harvester*). Aplikasi tersebut bertujuan agar mematikan infestasi serangga pascapanen pada peralatan tersebut. Teknik aplikasi dilakukan dengan menggunakan *duster*, *sand-blasting* atau *Blovac guns*. Beberapa produk DE komersial seperti Dryacide telah mencantumkan prosedur

pengaplikasian *inert dust* pada peralatan pengolahan dan penanganan pascapanen. Aplikasi *inert dust* juga dapat dilakukan pada kendaraan pengangkut seperti mobil dan truk pengangkut.

3) ***Pengaplikasian pada Gudang Penyimpanan***. Penggunaan *inert dust* pada gudang penyimpanan efektif dengan memilih *inert dust* dengan ukuran partikel yang besar seperti DE. Aplikasi dilakukan pada gudang penyimpanan, silo dan lumbung dengan meratakan *inert dust* pada dinding, lantai dan langit-langit pada bangunan. Teknik pengaplikasian dengan menggunakan *power duster, sand blasting gun* dengan kompresor udara atau melalui kipas aerasi.

III METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama Tumbuhan, Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang. Kegiatan penelitian dilaksanakan selama periode bulan Januari sampai dengan Juli 2016.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan selama proses penelitian adalah mikroskop, toples dengan diameter 14,5 cm dan tinggi 16 cm untuk wadah perbanyakan serangga, tabung kaca dengan diameter 6,5 cm dan tinggi 9 cm, tabung kaca dengan diameter 4 cm dan tinggi 6,5 cm, saringan, corong, timbangan digital, kuas berbagai ukuran, saringan 53 µm, cawan petri, karet gelang, kain kasa, nampan plastik, oven untuk pengeringan abu, kamera digital untuk dokumentasi, kertas label, alat penghitung manual (*hand counter*), *Freezer* untuk proses sterilisasi, *grain moisture tester* untuk pengukuran kadar air biji dan termohigrometer untuk mengukur suhu dan kelembaban laboratorium selama penelitian.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah biji jagung varietas P21 sebagai media perbanyakan serangga, benih jagung varietas Bisma sebagai media pakan pada penelitian, kapas, aquades steril, imago *S. zeamais*, abu sekam padi (*rice husk ash*), abu ampas tebu (*sugarcane bagasse ash*) dan abu kayu (*wood ash*).

3.3 Persiapan Penelitian

Persiapan penelitian dilakukan sebelum penelitian berlangsung yang bertujuan untuk mememenuhi kebutuhan-kebutuhan yang menunjang obyek yang diteliti dalam penelitian. Kegiatan yang dilakukan selama persiapan penelitian adalah penyediaan dan sterilisasi pakan serangga, penyediaan *inert dust* dan perbanyakan serangga (*rearing*).

Penyediaan dan Sterilisasi Pakan Serangga. Pakan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari media pakan perbanyakan serangga menggunakan biji jagung varietas P21 yang diperoleh dari petani mitra PT BASF di Desa

Kromengan, Jatikerto Kabupaten Malang. Media pakan untuk penelitian menggunakan biji jagung varietas Bisma yang didapatkan dari Balai Pengembangan Benih Palawija, Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang. Sebelum digunakan, biji jagung disterilisasi dengan metode pendinginan -15°C selama 7 hari di dalam *freezer*, selanjutnya pakan disimpan dalam suhu 5°C. Pakan yang akan digunakan untuk penelitian dan perbanyakan diletakkan terlebih dahulu pada suhu ruang 27°C ± 2°C selama dua minggu untuk normalisasi suhu pakan. Pakan yang digunakan sebagai media penelitian diukur kadar airnya terlebih dahulu sebanyak tiga kali ulangan dengan *grain moisture tester* dan dikondisikan kadar airnya sebesar 13,5-14%. Pengurangan kadar air pakan dilakukan pengeringan dengan menggunakan oven, sedangkan penambahan kadar air pakan dilakukan dengan menambahkan air pada pakan (Heinrichs *et al.*, 1985).

Penyediaan Inert Dust. *Inert dust* yang digunakan berasal dari tiga jenis abu yaitu abu sisa pembakaran sekam padi (*rice husk ash*), abu kayu (*wood ash*) dan abu sisa pembakaran ampas tebu (*sugarcane bagasse ash*). Abu sisa pembakaran sekam padi diperoleh dari industri pembuatan batu bata di Kecamatan Gondang, Kabupaten Tulungagung, abu kayu diperoleh dari pembakaran kayu bakar yang berasal dari pohon lamtoro (*mlandingan*) dan abu sisa pembakaran ampas tebu diperoleh dari limbah pabrik gula Asembagus di Kecamatan Asembagus, Kabupaten Situbondo. Masing-masing abu dihaluskan dan diayak pada saringan 53 µm, kemudian abu dioven selama satu jam pada suhu 60ºC untuk menghilangkan kadar air pada abu (Mahdi dan Khalequzzaman, 2012). Kandungan silika ketiga jenis abu diketahui melalui analisis kandungan silika di Laboratorium Kimia Anorganik, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Brawijaya.

Perbanyakan Serangga. Perbanyakan serangga uji dilakukan dengan mengambil bahan pakan simpanan yang terinfestasi hama *S. zeamais*. Serangga terlebih dulu diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop untuk memastikan spesies hama tersebut adalah *S. zeamais*. Pengamatan dilakukan pada organ genetalia dari imago jantan kemudian dibandingkan dengan pedoman identifikasi menurut David Rees dalam buku *Insect of Stored Product*. Permukaan aedeagus

serangga *S. zeamais* memiliki tiga guratan (*groves*) longitudinal (Rees, 2004). Permukaan aedeagus *S. oryzae* halus tanpa guratan, sedangkan pada *S. zeamais* terdapat tiga guratan memanjang (Gambar Lampiran 2). Serangga yang telah terindentifikasi diletakkan dalam toples untuk proses perbanyakan. Tahapan perbanyakan (*rearing*) dilakukan dengan memasukan 500 g biji jagung varietas P21 ke dalam toples dengan diamater 14,5 cm dan tinggi 16 cm kemudian dilakukan sterilisasi dalam alat pendingin (*freezer*) pada suhu -15ºC selama 7 hari, selanjutnya bahan pakan ditempatkan pada suhu 5ºC selama proses penyimpanan sebelum bahan pakan digunakan. Media pakan didiamkan pada suhu 27ºC selama dua minggu sebelum diinfestasikan imago. Infestasi imago *S. zeamais* dilakukan dengan memasukan 300 ekor imago pada 500 g biji jagung yang telah disterilisasi kemudian didiamkan selama 7 hari untuk proses oviposisi. Seluruh imago dikeluarkan dari toples setelah 7 hari infestasi dan ditunggu sampai imago baru F_1 muncul pada toples untuk digunakan sebagai serangga uji (Heinrichs *et al.*, 1985).

3.4 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian terdiri dari kontrol dan perlakuan aplikasi *inert dust* abu sekam padi, abu ampas tebu, dan abu kayu yang masing-masing diaplikasikan dengan dosis 2, 4 dan 6 gr/kg (Tabel 1).

Tabel 1. Tabel Perlakuan Penelitian

Kode Perlakuan	**Perlakuan Jenis dan Dosis *Inert Dust***
A0	Tanpa *inert dust*
A1	*Inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg
A2	*Inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg
A3	*Inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg
A4	*Inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg
A5	*Inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg
A6	*Inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg
A7	*Inert dust* abu kayu dengan dosis 2 g/kg
A8	*Inert dust* abu kayu dengan dosis 4 g/kg
A9	*Inert dust* abu kayu dengan dosis 6 g/kg

Penelitian diatur menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan sehingga secara keseluruhan penelitian terdiri atas 30 unit perlakuan. Media pakan yang digunakan dalam penelitian adalah benih jagung

varietas Bisma yang telah disterilisasi. Biji jagung seberat 100 g dimasukkan ke dalam setiap tabung perlakuan dengan diameter 6,5 cm dan tinggi 9 cm. Biji jagung dalam tabung perlakuan ditambahkan dengan *inert dust* berupa tiga jenis abu yang diaplikasikan sesuai dengan dosis perlakuan. *Inert dust* dicampurkan secara merata pada seluruh permukaan biji jagung dalam tabung perlakuan dengan cara pengocokan manual selama dua menit (Masiiwa, 2004). Serangga uji diinfestasikan sebanyak 25 pasang pada setiap tabung perlakuan. Pemisahan imago jantan dan betina dilakukan dengan pengamatan terhadap morfologi rostrum dan bentuk ujung posterior abdomen pada imago (Bousquet, 1990: Rees, 2004). Imago jantan mempunyai ujung posterior abdomen yang membengkok secara signifikan, sedangkan imago betina lebih rata (Gambar Lampiran 5). Imago yang digunakan berumur 7-14 hari (Yang *et al*., 2010).

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian adalah mortalitas imago, jumlah telur *S. zeamais*, larva *S. zeamais*, pupa *S. zeamais*, jumlah imago *S. zeamais* baru yang muncul, bobot imago baru, potensi tumbuh biji, dan suhu serta kelembaban laboratorium.

Mortalitas Imago. Pengamatan dan perhitungan mortalitas imago dilakukan setelah 7 HSI (hari setelah infestasi). Pengamatan dilakukan dengan cara menghitung imago yang mati pada setiap perlakuan (Yang *et al*., 2010). Imago yang hidup maupun mati dikeluarkan dari tabung perlakuan. Perhitungan imago yang mati dibedakan antara imago jantan dan betina. Mortalitas imago dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut (Khakame *et al*., 2012).

$$\text{Mortalitas Imago (\%)} = \frac{100 \text{ X jumlah imago yang mati}}{\text{jumlah imago yang diinfestasikan}}$$

Jumlah Telur, Jumlah Larva dan Jumlah Pupa. Pengamatan jumlah telur dilakukan pada 7 HSI. Pengamatan dilakukan dengan cara mengambil sampel biji jagung sebanyak 80 butir secara acak. Pengamatan telur dilakukan dengan mengamati permukaan biji jagung menggunakan mikroskop dan melihat tanda infestasi telur berupa titik oviposisi yang tertutup oleh sekresi lilin imago betina. Seluruh sampel biji yang diambil ditempatkan pada wadah tersendiri

sesuai perlakuan untuk diamati lebih lanjut. Pengamatan larva, pupa dan imago baru dilakukan pada biji sampel tersebut.

Pengamatan jumlah larva dilakukan pada 20 HSI. Pengamatan dilakukan pada 80 butir sampel biji yang telah diambil sebelumnya, kemudian diamati dengan cara meletakan biji di atas sumber cahaya. Keberadaan larva ditandai dengan warna keruh yang bercampur debu gerekan larva di dalam biji.

Pengamatan jumlah pupa dilakukan pada 27 HSI. Pengamatan dilakukan pada 80 butir sampel biji jagung yang telah diambil dengan cara meletakan biji di atas sumber cahaya. Keberadaan pupa ditandai dengan keadaan biji yang ringan dan hampa serta terlihat struktur pupa di dalam biji. jagung terlihat transparan tertembus cahaya dan terdapat debu sisa aktifitas makan larva.

Jumlah Imago Baru F_1. Pengamatan dimulai pada 27 HSI, pengamatan dilakukan pada imago keturunan baru yang muncul (imago F_1) (Hasnah *et al*.,2014). Imago baru dihitung dan dikeluarkan dari tabung perlakuan setelah 56 HSI atau sampai tidak ditemukanya imago baru yang keluar (Antika *et al*., 2014).

Rerata Bobot Imago Baru. Perhitungan bobot imago baru yang muncul dilakukan bersama dengan pengamatan jumlah imago baru. Imago baru yang muncul pada setiap perlakuan diambil dan ditimbang beratnya selanjutnya dikeluarkan dari tabung perlakuan. Perhitungan dilakukan dengan menghitung bobot rata-rata dari 10 sampel imago baru dalam setiap perlakuan. Rerata bobot imago baru setiap perlakuan dihitung dengan persamaan.

$$\text{Rerata Bobot Imago Baru } F_1 = \frac{\text{bobot 10 sampel imago baru yang muncul}}{\text{banyak sampel imago baru}}$$

Persentase Kerusakan Benih. Perhitungan kerusakan benih dilakukan dengan uji perkecambahan dengan mengambil 100 benih jagung sampel pada setiap perlakuan kemudian benih ditanam pada wadah yang telah diberi kapas basah. Pengamatan dilakukan setelah benih dikecambahkan selama 7 hari (Syafruddin dan Miranda, 2015). Benih yang tidak dapat berkecambah pada uji perkecambahan selama 7 hari digolongkan sebagai benih yang telah rusak. Pengamatan dilakukan dengan menghitung benih jagung yang tidak berkecambah

atau tumbuh, kemudian dihitung persentase (%) kerusakan benih jagung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kerusakan Benih (\%)} = \frac{\text{jumlah benih yang tidak berkecambah}}{\text{jumlah benih yang dikecambahkan}} \text{ X } 100\%$$

Suhu dan Kelembaban Laboratorium. Pengamatan suhu dan kelembaban dilakukan untuk mendapatkan data pendukung penelitian. Pengamatan suhu dan kelembaban laboratorium dilakukan setiap hari dengan waktu pengamatan pada pukul 06.00, pukul 12.00, dan pukul 18.00. Pengamatan dilakukan selama penelitian berlangsung. Pengukuran suhu dan kelembaban laboratorium dilakukan dengan menggunakan alat Thermohigrometer.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) pada taraf kesalahan 5 %. Apabila hasil dari F hitung lebih besar dari F tabel pada taraf kesalahan 5% (berbeda nyata), dilakukan pengujian lanjut dengan uji Duncan (DMRT) pada taraf kesalahan 5%.

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* terhadap Mortalitas Imago *S. zeamais*

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan aplikasi *inert dust* memberikan pengaruh yang nyata terhadap tingkat mortalitas imago *S. zeamais* pada benih jagung (Tabel Lampiran 1).

Tabel 2. Rerata Mortalitas Imago akibat Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust*

Perlakuan	Rerata Mortalitas (%)
Kontrol	0,00 a
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg	38,00 bc
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg	59,33 d
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg	60,00 d
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg	36,00 bc
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg	46,00 c
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg	62,00 d
Inert dust abu kayu dengan dosis 2 g/kg	38,00 bc
Inert dust abu kayu dengan dosis 4 g/kg	29,33 b
Inert dust abu kayu dengan dosis 6 g/kg	39,33 bc

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%
Data ditransformasi dalam bentuk akar kuadrat untuk kepentingan analisis

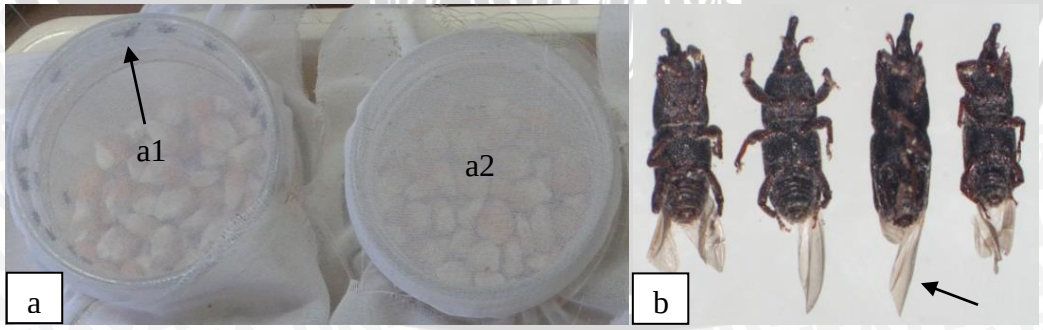
Hasil uji lanjut menunjukan bahwa perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg serta *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg menyebabkan kematian lebih tinggi pada imago *S. zeamais* daripada semua perlakuan dengan periode 7 hari setelah aplikasi. Perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg menunjukan rerata mortalitas lebih tinggi dari semua perlakuan, namun tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg. Hasil analisa kandungan silika (Si) yang dilakukan oleh UPT Layanan Analisa dan Pengukuran, Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Brawijaya Malang menunjukan kandungan Si tertinggi pada abu sekam padi sebesar 40,87 %, abu kayu sebesar 29,10 % dan kandungan Si terendah pada abu ampas tebu sebesar 21,06 %. Kandungan Si pada perlakuan aplikasi *inert dust* memberikan pengaruh yang besar terhadap efektifitas penggunaan *inert dust* karena kandungan Si *inert dust* mempengaruhi daya abrasivitas *inert dust* dalam menyebabkan desikasi pada imago (Korunic *et al*,

1998). Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil pengamatan mortalitas imago yang menunjukan beberapa imago ditemukan mati setelah tiga hari aplikasi pada perlakuan dengan kadar Si lebih tinggi dari semua perlakuan yaitu perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg, periode kematian imago tersebut adalah waktu kematian tercepat dibandingkan semua perlakuan. Penggunaan abu sekam padi sebagai *inert dust* efektif untuk mengendalikan hama pasca penen. Korunic *et al* (1998) menyatakan bahwa kandungan Si dalam *inert dust* khususnya DE mempengaruhi efektifitas *inert dust* sebagai agen insektisidal dalam menyebabkan mortalitas pada serangga, *inert dust* berpotensi menyebabkan mortalitas dalam waktu singkat dengan kandungan Si > 80%, semakin tinggi kandungan Si dalam *inert dust* maka akan menambah daya abrasivitas *inert dust*. Menurut Peng (1982) *inert dust* berbahan dasar abu sekam padi dengan dosis aplikasi 2,5 g/kg sangat efektif dalam menyebabkan 100% mortalitas pada hama *S. oryzae* setelah 9 hari aplikasi.

Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg, abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg dan abu kayu dengan dosis 2 g/kg adalah perlakuan dengan dosis terendah pada setiap jenis *inert dust* memberikan hasil yang sama atau tidak berbeda nyata dalam menyebabkan mortalitas imago *S. zeamais*. Perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 4 g/kg menunjukan rerata mortalitas yang lebih rendah dibandingkan dengan seluruh perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2 dan 6 g/kg. Berdasarkan hasil uji kandungan Si pada seluruh perlakuan menunjukan bahwa kandungan Si perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg lebih besar dari perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg, namun rerata mortalitas perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 4 dan 6 g/kg lebih rendah dari perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 dan 6 g/kg. Hal tersebut diduga disebabkan oleh nilai *bulk density* (BD) pada perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg lebih tinggi dari seluruh perlakuan sehingga mempengaruhi jumlah partikel dan volume aplikasi yang berhubungan dengan daya sebar partikel *inert dust* pada biji. Hasil perhitungan BD dari tiga jenis abu *inert dust* menunjukan nilai BD terbesar pada *inert dust* abu kayu yaitu 0,570

g/cm^3, abu sekam padi 0,297 g/cm^3, dan nilai terkecil pada *inert dust* abu ampas tebu yaitu 0,218 g/cm^3. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Baker *et al* (1976) yang menyatakan bahwa efektifitas aplikasi *inert dust* pada bahan simpanan bergantung pada nilai BD *inert dust*, semakin rendah nilai BD *inert dust* semakin meningkatkan efektifitas penggunaan *inert dust* pada bahan simpanan. Efektifitas *inert dust* akan meningkat dengan nilai BD *inert dust* yang rendah, dalam penelitianya disebutkan bahwa penambahan serbuk trikalsium fosfat (TCP) dengan nilai BD sebesar 0,37 g/cm^3 pada gandum lebih efektif dalam menyebabkan mortalitas hama *Tribolium castaneum* dibandingkan dengan penambahan serbuk TCP dengan nilai BD sebesar 0,52-0,9 g/cm^3.

Hasil rerata mortalitas menunjukan tidak ada imago yang mati pada kontrol dengan tanpa aplikasi *inert dust*. Imago pada kontrol terlihat sehat dan aktif bergerak setelah pengamatan pada 7 HSI. Imago pada kontrol bergerak dengan cepat dan berjalan menuju bagian atas tabung perlakuan setelah tabung perlakuan digerakan, sedangkan imago pada seluruh tabung perlakuan dengan aplikasi *inert dust* menunjukan respon yang tidak sama pada kontrol (Gambar 6a). Gejala khas pada imago yang terkena *inert dust* ditunjukan dengan sayap membranus yang selalu di posisi luar elytra (Gambar 6b). Kondisi tersebut sesuai dengan pendapat Doumbia *et al* (2014) yang menyatakan bahwa *S. zeamais* yang terpapar *inert dust* akan berkurang kemampuanya bergerak aktif kemudian menunjukan gejala khas sebelum mati yaitu sayap posterior yang selalu keluar.



Gambar 6. Respon Perilaku Imago *S. zeamais* Terhadap Aplikasi *Inert Dust*: (a1) Imago Bergerak Aktif Menuju Bagian Atas Tabung Perlakuan pada Kontrol, (a2) Imago Tidak Bergerak Aktif Pada Perlakuan *Inert Dust* (b) Gejala Sayap Membranus yang Berada di Posisi Luar Elytra pada Imago Mati

4.2 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* terhadap Jumlah Telur, Larva, Pupa dan Imago Baru F_1 *S. zeamais*

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa aplikasi *inert dust* berpengaruh nyata terhadap jumlah telur, larva, pupa dan imago baru F_1 *S. zeamais* (Tabel Lampiran 2, 3, 4 dan 5).

Tabel 3. Rerata Jumlah Telur, Larva, Pupa, dan Imago Baru F_1 pada Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust*

Perlakuan *Inert Dust*	Jumlah Telur	Jumlah Larva	Jumlah Pupa	Jumlah Imago
Kontrol	51,33 f	35,67 e	33,33 e	31,33 e
Abu sekam padi 2 g/kg	19,33 cd	15,67 bc	12,00 c	5,67 bc
Abu sekam padi 4 g/kg	19,33 cd	13,00 ab	10,33 bc	4,33 ab
Abu sekam padi 6 g/kg	13,67 a	11,00 a	8,00 a	3,00 a
Abu ampas tebu 2 g/kg	21,67 d	16,33 c	13,67 d	9,33 d
Abu ampas tebu 4 g/kg	19,33 cd	14,33 bc	11,67 c	2,67 a
Abu ampas tebu 6 g/kg	17,67 bc	14,00 bc	10,33 bc	4,33 ab
Abu kayu 2 g/kg	27,33 e	19,67 d	14,00 d	9,33 d
Abu kayu 4 g/kg	25,33 e	21,00 d	14,00 d	7,33 cd
Abu kayu 6 g/kg	16,00 ab	13,67 b	9,00 ab	7,33 cd

Keterangan :Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%

Rerata jumlah telur pada 7 hari setelah infestasi lebih tinggi pada kontrol dibandingkan semua perlakuan. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan rerata jumlah telur lebih rendah dari semua perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 6 g/kg. Perlakuan aplikasi tiga jenis *inert dust* menunjukan bahwa perlakuan dengan dosis aplikasi tinggi akan diikuti dengan penurunan jumlah telur yang diletakkan pada biji. Aplikasi *inert dust* menyebabkan permukaan biji terlihat tertutup oleh partikel *inert dust* sehingga menimbulkan kontak fisik dengan imago. Partikel *inert dust* dapat mengikis lapisan kutikula pada integumen serangga sehingga menyebabkan desikasi atau kehilangan air secara berlebih pada imago, selanjutnya dehidrasi pada imago akan mengurangi kemampuan bergerak aktif pada imago untuk kopulasi dan meletakan telur untuk imago betina. pernyataan tersebut didukung oleh pendapat yaitu Menurut Subramanyam dan Roesli (2000) menyatakan bahwa kecepatan *inert dust* dalam menyebabkan kematian pada imago berpengaruh pada jumlah telur diletakkan serangga, semakin cepat imago mati maka semakin sedikit telur yang berhasil diletakkan imago. Desikasi pada

imago dapat menghambat aktifitas kopulasi dan peletakan telur pada imago. Hasil penelitian menunjukan rerata jumlah telur lebih rendah pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg sebagai hasil terbaik dalam mengurangi aktivitas peletakan telur oleh imago betina. Hasil uji korelasi menunjukan adanya hubungan korelasi negatif antara mortalitas imago betina terhadap jumlah telur yang diletakkan (r= -761; P= 0,05), hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi mortalitas imago betina maka semakin rendah jumlah telur yang diletakkan imago betina. Mathias *et al* (2015) menyatakan bahwa imago betina *S. zeamais* lebih aktif dalam bergerak untuk mencari dan mendeteksi biji yang tepat untuk meletakan telur, sedangkan menurut Shams *et al* (2011) semakin tinggi pergerakan serangga maka akan semakin menyebabkan kontak dengan pertikel *inert dust* di permukaan pakan dan akan mempercepat proses desikasi akibat kerusakan kutikula. Rerata jumlah telur pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg rendah karena kematian imago dalam waktu yang singkat yaitu pada tiga HSI sehingga semakin berkurang jumlah telur yang diletakkan, sedangkan pada kontrol imago terus meletakan telur tanpa ada faktor penghambat dari *inert dust*. Hasil rerata jumlah telur pada kontrol (*untreated*) lebih tinggi dari seluruh perlakuan. Hasil tersebut sesuai dengan pernyataan Wini *et al* (2015) bahwa penambahan *inert dust* menyebabkan penurunan jumlah telur *S. zeamais* pada jagung, dari hasil penelitianya menyatakan bahwa jumlah telur pada biji yang telah diaplikasi dengan *inert dust* secara rata-rata menurun 30-50% dibandingkan dengan biji jagung tanpa perlakuan aplikasi *inert dust*.

Telur yang telah diletakkan pada biji menjadi sumber infestasi yang akan menimbulkan kerusakan pada biji. Telur *S. zeamais* diletakkan di dalam biji dan ditutup dengan sekresi lilin dari imago betina, sedangkan *inert dust* bekerja dengan mekanisme kontak secara langsung sehingga telur yang diletakkan di dalam biji akan terhindar dari pengaruh *inert dust*. Efektifitas penggunaan *inert dust* diduga lebih baik pada serangga yang seluruh fase perkembanganya berada di luar biji sehingga memicu terjadinya kontak secara langsung dengan partikel *inert dust*. Pendapat tersebut sesuai dengan El Halfawy (1977) yang menyatakan *inert dust* bersifat ovisidal pada telur serangga *eksternal feeder*, hal tersebut

disebabkan karena telur serangga *eksternal feeder* berada di luar biji sehingga memungkinkan terjadi kontak dengan partikel *inert dust* secara langsung dan dapat menurunkan daya tetas telur serangga.

Rerata jumlah larva pada kontrol menunjukan jumlah lebih tinggi dari semua perlakuan, jumlah telur yang berhasil diletakkan imago betina mempengaruhi jumlah larva pada biji. Perlakuan dengan rerata jumlah telur yang tinggi memberikan rerata jumlah larva yang tinggi dan sebaliknya. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan hasil rerata jumlah larva lebih kecil dibandingkan dengan perlakuan lainya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg. Hal ini disebabkan karena rerata mortalitas yang tinggi pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg sehingga jumlah imago yang meletakan telur berkurang dan menyebabkan rendahnya jumlah larva yang menetas. Aplikasi *inert dust* diduga tidak memberikan pengaruh langsung terhadap jumlah larva, namun aplikasi *inert dust* berpengaruh langsung terhadap penghambatan peletakan telur. Pengaruh *inert dust* terhadap larva harus melalui mekanisme kontak secara langsung dengan partikel *inert dust*.

Karakteristik larva yang hidup dan berkembang di luar biji (*eksternal feeder*) memungkinkan terjadinya kontak langsung dengan partikel *inert dust*, Sedangkan larva yang hidup dan berkembang di dalam biji (*internal feeder*) akan terlindung dari partikel *inert dust* sehingga akan mengurangi efek larvasidal *inert dust* terhadap larva. Jumlah larva juga dapat dipengaruhi oleh sifat kanibalisme pada larva *S. zeamais*. Jumlah larva yang terlalu banyak dalam satu biji menyebabkan kompetisi dan interaksi kanibalisme antar larva. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan menurut Wini *et al* (2015) dalam penelitianya menyatakan bahwa telur dan larva instar awal *S. zeamais* berpotensi terpengaruh *inert dust*, terutama *inert dust* yang bersifat sangat higroskopis seperti silika aerogel. Larva serangga sangat peka terhadap desikasi karena integumen yang tipis dan lunak. Telur dan larva instar awal berpotensi terpengaruh *inert dust*, namun pada umumnya fase telur hingga pupa pada *S. zeamais* tidak terpengaruh oleh partikel *inert dust*. Geudes *et al* (2010) menyatakan bahwa jumlah larva yang berhasil

hidup sangat dipengaruhi oleh kepadatan jumlah telur dan jarak antar titik oviposisi dalam satu butir biji, hal tersebut berkaitan dengan sifat kanibalisme pada larva *S. zeamais*. Jumlah telur optimal untuk tidak menyebabkan kompetisi dan kanibalisme pada larva *S. zeamais* adalah 2-3 butir telur dalam satu biji.

Rerata jumlah pupa menunjukan bahwa perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg memberikan hasil rerata jumlah pupa lebih kecil dari seluruh perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu kayu dengan dosis 6 g/kg. Aplikasi *inert dust* tidak berpengaruh langsung terhadap rerata jumlah pupa, tetapi memberikan pengaruh langsung pada penghambatan peletakan telur sehingga juga akan menekan jumlah pupa. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg dan *inert dust* abu kayu dengan dosis 6 g/kg adalah perlakuan dengan dosis aplikasi lebih tinggi dari semua perlakuan sehingga menunjukan efektifitas yang tinggi dalam menghambat pertumbuhan *S. zeamais* khususnya dalam menyebabkan mortalitas imago dan menghambat peletakan telur. Rerata jumlah pupa pada kontrol menunjukan hasil yang lebih tinggi dari semua perlakuan. Perlakuan kontrol menunjukan kerusakan berat pada biji dengan kondisi biji jagung berlubang dan tidak utuh yang membuktikan bahwa larva berkembang dengan baik hingga memasuki fase pupa dan imago. Pertumbuhan pupa pada serangga yang berkarakter *internal feeder* seperti *S. zeamais* diduga lebih dipengaruhi oleh faktor banyaknya jumlah telur yang diletakkan daripada faktor aplikasi *inert dust*, karena partikel *inert dust* tidak dapat menjangkau pupa yang berada di dalam biji. Jumlah pupa dalam satu biji juga dipengaruhi oleh kepadatan populasi larva dalam biji terkait dengan sifat kanibalisme pada larva *S. zeamais*. Pernyataan tersebut didukung oleh pendapat menurut Wini *et al* (2015) bahwa partikel *inert dust* tidak dapat berdifusi masuk kedalam biji jagung sehingga tidak terjadi efek insektisidal pada fase pradewasa serangga *S. zeamais*. Fase pradewasa *S. zaemais* dari telur hingga larva tumbuh dan berkembang di dalam biji jagung.

Rerata jumlah imago baru F_1 pada 56 HSI menunjukan bahwa perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 dan 6 g/kg efektif mengurangi jumlah imago baru F_1 dengan

rerata terendah pada perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg. Hasil uji lanjut menunjukan bahwa perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 dan 6 g/kg tidak berbeda nyata. Sebelum keluar dari biji, imago tinggal beberapa hari di dalam biji yang disebut dengan *preemerged adult* (Rees, 2004). Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 dan 6 g/kg menunjukan rerata jumlah imago F_1 yang rendah dan tidak terlepas dari pengaruh rerata jumlah telur, larva dan pupa. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan hasil yang stabil dengan nilai rerata jumlah telur, larva, pupa dan imago F_1 yang lebih rendah dari semua perlakuan sehingga secara menyeluruh perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan populasi *S. zeamais* dari semua perlakuan. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menyebabkan pertumbuhan populasi terhambat karena persentase mortalitas imago tinggi sehingga menyebabkan penurunan jumlah telur yang diletakkan imago.

Pengaruh aplikasi *inert dust* terhadap jumlah imago F_1 adalah pengaruh yang tidak langsung karena tidak terjadi kontak secara langsung antara partikel *inert dust* dan imago F_1 di dalam biji (*preemerged adult*). Pengaruh *inert dust* dalam mengurangi jumlah populasi imago F_1 diduga bergantung pada rentang kecepatan *inert dust* dalam mematikan imago pada awal aplikasi sehingga akan mengurangi atau mencegah peletakan telur oleh imago. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Mendoza *et al* (1999) yang menyatakan bahwa pemberian *inert dust* pada biji setelah masa oviposisi tidak berpengaruh nyata dalam menyebabkan kematian pada fase pradewasa *S. oryzae* karena butiran partikel *inert dust* tidak dapat menjangkau bagian dalam biji. Subramanyam dan Roesli (2000) menyatakan bahwa perlakuan *inert dust* tidak berpengaruh dalam mengurangi jumlah progeni F_1 secara langsung, sedangkan jumlah imago baru F_1 lebih dipengaruhi oleh waktu yang diperlukan *inert dust* dalam menyebabkan kematian pada infestasi imago awal sebelum imago tersebut berhasil kopulasi dan mulai berkembang biak dengan meletakan telur pada biji.

4.3 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* terhadap Bobot Imago Baru F_1

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan aplikasi *inert dust* memberikan pengaruh nyata terhadap bobot imago baru F_1 *S. zeamais* (Tabel Lampiran 6).

Tabel 4. Rerata Bobot Imago Baru F_1 pada Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust*

Perlakuan	Rerata Bobot Imago F_1 (mg)
Kontrol	2,83 d
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg	2,00 abc
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg	1,66 a
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg	1,90 abc
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg	2,36 bcd
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg	1,80 ab
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg	1,83 ab
Inert dust abu kayu dengan dosis 2 g/kg	2,50 cd
Inert dust abu kayu dengan dosis 4 g/kg	2,10 abc
Inert dust abu kayu dengan dosis 6 g/kg	2,30 bcd

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%

Hasil uji lanjut menunjukan bahwa pada kontrol memberikan rerata bobot imago F_1 lebih besar dari perlakuan lainya, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg dan abu kayu dengan dosis 2 dan 6 g/kg. Hal tersebut karena imago baru F_1 yang muncul pada kontrol tidak terpengaruh dengan aplikasi *inert dust*, sedangkan imago pada perlakuan dengan efektifitas *inert dust* dan dosis aplikasi yang rendah masih mampu makan dan bertahan hidup. Imago baru F_1 pada kontrol menunjukan kondisi imago yang sehat dan selalu bergerak aktif untuk makan sehingga pertumbuhanya maksimal. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg menunjukan rerata bobot imago baru F_1 lebih kecil dari semua perlakuan, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2 dan 6 g/kg, *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu kayu dengan dosis 4 g/kg. *Inert dust* diduga dapat menghambat aktifitas makan dari imago karena efek lanjutan dari kerusakan kutikula yang menyebabkan desikasi. Efek desikasi pada imago sangat dipengaruhi oleh daya abrasivitas *inert dust*, sedangkan daya abrasivitas *inert dust* dipengaruhi oleh kandungan Si (Korunic *et al*, 1998). Kandungan Si yang tinggi pada *inert dust* dapat menyebabkan desikasi atau

kehilangan cairan tubuh berlebih pada imago baru F_1 yang berarti juga akan menurunkan bobot imago F_1. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat menurut Ebeling (1971) bahwa desikasi menyebabkan kehilangan dan penurunan kadar air pada tubuh serangga, sedangkan kematian serangga terjadi apabila serangga kehilangan cairan tubuh sebesar 60% atau sama dengan kehilangan 30% dari bobotnya.

4.4 Pengaruh Aplikasi Tiga Jenis *Inert Dust* terhadap Kerusakan Benih Akibat Serangan *S. zeamais*

Hasil analisis ragam menunjukan bahwa perlakuan aplikasi *inert dust* pada benih jagung berpengaruh nyata terhadap persentase kerusakan benih jagung akibat serangan *S. zeamais* (Tabel Lampiran 7).

Tabel 5. Rerata Persentase Kerusakan Benih Jagung pada Perlakuan Tiga Jenis *Inert Dust*

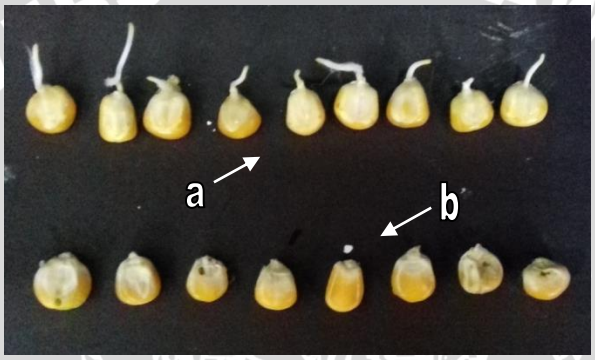
Perlakuan	Kerusakan Benih (%)
Kontrol	44 d
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg	12 b
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 4 g/kg	11 b
Inert dust abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg	7 a
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 2 g/kg	12 b
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 4 g/kg	11 b
Inert dust abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg	13 b
Inert dust abu kayu dengan dosis 2 g/kg	18 c
Inert dust abu kayu dengan dosis 4 g/kg	14 b
Inert dust abu kayu dengan dosis 6 g/kg	11 b

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata pada uji lanjut menggunakan uji DMRT pada taraf kepercayaan 95%.

Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan rerata persentase kerusakan benih lebih rendah dari seluruh perlakuan. Benih yang rusak ditandai dengan tidak adanya pertumbuhan tunas setelah benih dikecambahkan selama 7 hari. Jumlah larva dan imago baru F_1 mempengaruhi tingkat kerusakan yang terjadi pada benih. Rerata persentase kerusakan benih pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih rendah daripada semua perlakuan disebabkan karena *inert dust* pada perlakuan tersebut memiliki kandungan Si lebih tinggi dari perlakuan lainya sehingga meningkatkan efektifitas *inert dust* dalam mengurangi kerusakan benih akibat hama *S. zeamais*.

Seluruh perlakuan aplikasi *inert dust* pada benih jagung menunjukan hasil yang efektif menurunkan persentase kerusakan benih jika dibandingkan dengan kontrol.

Aktifitas hama *S. zeamais* mengakibatkan penurunan kualitas benih karena hama *S. zeamais* merusak bagian dalam benih melalui aktifitas makan larva dan imago. Benih yang rusak akibat infestasi *S. zeamais* terlihat berlubang dan ringan serta benih kehilangan kemampuan untuk berkecambah pada uji perkecambahan benih (Gambar 7b). Aplikasi *inert dust* dapat melindungi benih dari kerusakan dan mempertahankan kemampuan benih untuk dapat berkecambah pada uji perkecambahan benih (Gambar 7a).



Gambar 7. Perbandingan Uji Perkecambahan Sampel Benih Jagung dengan Perlakuan Aplikasi *inert dust* dan Sampel Benih pada Kontrol : a) Sampel Benih Jagung Tidak Rusak pada Perlakuan Aplikasi *Inert Dust* b) Sampel Benih Jagung Rusak Pada Kontrol

Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan rerata persentase kerusakan benih lebih rendah dari semua perlakuan. Benih pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan perkecambahan benih berlangsung dengan baik pada uji perkecambahan, sedangkan pada kontrol banyak benih terlihat berlubang dan tidak berkecambah pada uji perkecambahan yang menandakan benih tersebut telah rusak akibat serangan *S. zeamais*. Hal tersebut disebabkan karena pada kontrol aktifitas hama *S. zeamais* tidak terhambat oleh aplikasi *inert dust* sehingga banyak terdapat benih yang terinfestasi kemudian akan berlubang-lubang dan bagian lembaga akan rusak akibat aktivitas makan larva dan imago *S. zeamais* (Gambar Lampiran 4). Fase larva merupakan fase yang menyebabkan penurunan daya berkecambah benih karena preferensi makan larva pada bagian lembaga (embrio) sehingga menyebabkan benih tidak dapat berkecambah (Cotton, 1963). Lembaga pada

benih adalah bagian yang lebih lunak daripada endosperm pada biji sehingga sebagian besar telur yang diletakkan pada daerah disekitar titik tumbuh atau lembaga sehingga larva yang menetas dapat dengan mudah makan (Gambar Lampiran 3a). Pernyataan tersebut sesuai dengan perndapat Wini *et al* (2015) yang menyatakan bahwa benih yang terinfestasi larva *S. zeamais* akan menurun daya berkecambahnya karena larva dapat merusak embrio benih yang bersifat lebih lunak untuk dimakan, dan penambahan *inert dust* pada benih terbukti dapat mengurangi kerusakan benih jagung akibat *S. zeamais* tanpa memberikan pengaruh buruk terhadap daya berkecambah benih.

4.5 Pembahasan Umum

Hasil dari penelitian yang telah dilakukan menunjukan bahwa tidak terdapat imago yang mati pada kontrol setelah 7 HSI, sedangkan perlakuan aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menyebabkan kematian imago dari semua perlakuan. Mortalitas imago diduga dipengaruhi oleh kualitas *inert dust* yaitu kandungan Si dan BD (*bulk density*) *inert dust*. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg adalah perlakuan dengan kandungan Si lebih tinggi dari semua perlakuan sehingga memberikan rerata mortalitas lebih tinggi dari semua perlakuan, sedangakan perlakuan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg menunjukan nilai BD yang lebih rendah dari semua perlakuan sehingga rerata mortalitas perlakuan tersebut juga lebih tinggi dari semua perlakuan. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Korunic *et al* (1998) bahwa semakin tinggi kandungan Si pada *inert dust* maka akan menambah efektifitas penggunaan *inert dust* pada bahan simpanan, diketahui *inert dust* dengan kandungan Si > 80% sangat efektif menyebabkan kematian pada imago dalam waktu yang singkat. Baker *et al* (1976) menyatakan bahwa efektifitas aplikasi *inert dust* bergantung pada nilai BD *inert dust*, semakin rendah nilai BD *inert dust* semakin meningkatkan efektifitas penggunaan *inert dust*.

Rerata jumlah telur, larva dan pupa menunjukan perlakuan aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg dengan stabil memberikan hasil yang berbeda nyata dalam mengurangi jumlah telur, larva, pupa dan imago keturunan

F_1 *S. zeamais*. Rerata jumlah telur, pupa dan larva *S. zeamais* saling berbanding lurus, karena jumlah telur yang diletakkan akan mempengaruhi jumlah larva, pupa dan juga imago F_1. Rerata mortalitas pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg lebih besar dari semua perlakuan, hal ini akan mempengaruhi jumlah telur yang berhasil diletakkan pada biji. Mortalitas yang tinggi dalam waktu yang singkat menyebabkan terbatasnya jumlah telur yang berhasil diletakkan oleh imago betina sehingga juga akan menekan jumlah larva, pupa dan imago F_1. Rerata jumlah telur, larva, pupa dan imago F_1 lebih dipengaruhi oleh banyaknya telur yang berhasil diletakkan imago betina daripada pengaruh dari partikel *inert dust*, karena fase pradewasa pada *S. zeamais* berada di dalam biji (*internal feeder*) sehingga akan terlindung dari kontak langsung dengan partikel *inert dust*. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Subramanyam dan Roesli (2000) bahwa perlakuan *inert dust* tidak berpengaruh dalam mengurangi jumlah imago F_1 secara langsung, sedangkan jumlah imago F_1 lebih dipengaruhi oleh waktu yang diperlukan *inert dust* dalam menyebabkan kematian pada infestasi imago awal sebelum imago kopulasi dan meletakan telur pada biji. Pernyataan tersebut dilengkapi oleh pernyataan Wini *et al* (2015) yang menyatakan bahwa fase pradewasa pada *S. zeamais* terutama telur dan larva instar awal dapat terpengaruh oleh *inert dust* dengan sifat sangat higroskopis seperti *silica aerogel*.

Jumlah pupa dan imago F_1 diantaranya dapat dipengaruhi oleh rerata mortalitas dan jumlah telur serta perilaku larva yang berkaitan dengan sifat kanibal pada larva *S. zeamais* sehingga secara alami akan menekan jumlah imago F_1. Imago F_1 yang keluar dari biji juga akan terpapar *inert dust* yang dapat menyebabkan desikasi atau kehilangan cairan tubuh berlebih pada imago baru F_1 yang berarti juga akan menurunkan bobot imago F_1. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat menurut Ebeling (1971) bahwa desikasi menyebabkan kehilangan dan penurunan kadar air pada tubuh serangga, sedangkan kematian serangga terjadi apabila serangga kehilangan cairan tubuh sebesar 60% atau sama dengan kehilangan 30% dari bobotnya. Perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg secara menyeluruh lebih efektif dalam menghambat

pertumbuhan populasi *S. zeamais* dari semua perlakuan. Jumlah Imago F_1 secara tidak langsung dipengaruhi oleh mortalitas imago yang berhubungan dengan jumlah telur yang berhasil diletakkan dan dipengaruhi oleh jumlah telur yang diletakkan dalam satu biji yang berkaitan dengan sifat kanibalisme pada fase larva *S. zeamais*. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Longstaff (1981) yang menyatakan bahwa secara umum satu biji berisi satu butir telur dan sebagian biji dapat berisi lebih dari satu telur, namun hal tersebut akan menyebabkan perilaku kanibalisme antar larva di dalam satu biji sehingga tidak semua larva yang berada dalam biji tersebut dapat berkembang hingga menjadi pupa dan imago F_1.

Kerusakan yang ditimbulkan *S. zeamais* adalah berlubangnya biji sehingga serangan pada benih dapat menyebabkan penurunan daya berkecambah pada benih karena rusaknya bagian embrio benih (Cotton, 1963). Hasil penelitian menunjukan bahwa perlakuan aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam melindungi benih dari kerusakan dibandingkan dengan semua perlakuan. Rerata persentase kerusakan benih pada perlakuan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih rendah dari rerata persentase kerusakan benih pada semua perlakuan. Rerata jumlah telur, larva, pupa pada perlakuan aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg menunjukan nilai yang lebih rendah dari semua perlakuan, maka kerusakan yang ditimbulkan *S. zeamais* pada benih juga akan berkurang. Sebaliknya, pada kontrol menunjukan rerata persentase kerusakan benih yang lebih tinggi dari semua perlakuan karena pada kontrol rerata mortalitas lebih rendah dan rerata jumlah telur, larva dan pupa lebih tinggi dari semua perlakuan sehingga kerusakan benih pada kontrol lebih besar dari semua perlakuan. Pernyataan tersebut sesuai dengan pendapat Wini *et al* (2015) yang menyatakan bahwa serangan *S. zeamais* dapat merusak embrio benih sehingga daya berkecambah benih akan menurun.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil pelaksanaan penelitian ini adalah:

1) Aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menyebabkan mortalitas hama *S. zeamais* pada benih jagung dibandingkan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 g/kg, *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, dan 4 g/kg dan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg.
2) Aplikasi *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg lebih efektif dalam menghambat pertumbuhan populasi hama *S. zeamais* pada benih jagung dibandingkan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 2 dan 4 g/kg, *inert dust* abu ampas tebu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg dan *inert dust* abu kayu dengan dosis 2, 4 dan 6 g/kg.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan untuk memanfaatkan *inert dust* abu sekam padi dengan dosis 6 g/kg sebagai pelindung benih jagung selama penyimpanan. Efektifitas aplikasi *inert dust* dari abu sekam padi pada beberapa jenis serangga hama gudang yang menginfestasi benih dan efektifitas aplikasi pada berbagai kondisi kadar air bahan perlu dilakukan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Abdullahi, M. 2006. Characteristics of Wood Ash/OPC Concrete. J. Pract. Technol. Issue 8: 9-16

Adam, F., S. Balakhrisnan dan P. L Wong. 2006. Rice Husk Silica as A Support Material for Ruthenium Based Heterogeneous Catalyst. J. Phys. Sci. (17) 2: 1-13

Al-Iraqi, R. A dan S. Q. Al-Naqib. 2006. Inert Dust To Control Adult of Some Stored Produst Insects in Stored Wheat. J. Sci. 17(10): 26-23

Allen, S. 2000. Integration of Inert Dust Into Control of Storage Pest In Bulk Grain In Storage In Australia. Int Conf. Controlled Atmosphere and Fumigation in Stored Product. 29 October-3 November. CA. USA

Anonymous, 1999. Storegard®The IPM Partner: Guidelines for Stored Product Insect Monitoring. Trece, Inc. USA

Anonymous, 2016. Maize Weevil (Online). https://en.wikipedia.org/wiki/Maize-weevil. Diunduh 27 Januari 2016

Antika, S. R. V., L. P. Astuti dan R. Rachmawati. 2014. Perkembangan *Sitophilus oryzae* LINNAEUS (Coleoptera: Curculionidae) Pada Berbagai Macam Jenis Pakan. J. HPT. 2(4): 77-85

Baker, J. E., H. A. Highland dan G. C. Engle. 1976. Bulk Density of Tricalcium Phosphate as A Significant Variable in The Supression of Insect Populations in Flour and Wheat Soy Blend. J. America Entomol. Soc. 5(5): 909-919

Banks, J dan P. Fields. 1995. Physical Methods for Insect Control in Stored-Grain Ecosystems. Dalam Jayas, D. S., N. D. G. White dan W. E Muir(Eds.). Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekkevr, Inc. New York

Boiteau, G., R. P. Singh., P. C. McCarthy dan P. D. MacKinley. 2012. Wood Ash Potential for Colorado Potato Beetle Control. J. Potato Res. 89: 129-135

Bousquet, Y. 1990. Beetles Associated with Stored Products in Canada: An Identification Guide. Canadian Government Publishing Centre Supply and Services Canada. Ottawa

Cotton, R. T. 1963. Pests of Stored Grain and Grain Products. Burgess Publishing Company. Minneapolis

Doumbia, M., B. G. Douan., K. E. Kwadjo., D. K. Kra., V. Martel dan M. Dagnogo. 2014. Effectiveness of Diatomaceous Earth for Control of

Sitophilus zeamais (Coleoptera: Curculionidae), *Tribolium castaneum* and *Palorus subdepressus* (Coleoptera: Tenebrionidae). J. Stored Prod. Res. 57(1): 1-5

Ebeling, W. 1971. Sorptive Dusts for Pests Control. J. Entomol. 16: 123-158

El Hafawy, M. A. 1977. A Study of The Effect of Certain Inert Dust on Some Biological Effects of *Callosobruchus chinensis* L (Coleoptera: Bruchidae). J. Agric. Res. Rev. V. 55(1): 121-124

Flay, C. D. 2010. Multiple Mating and Mate Choice in *Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae). (Thesis). Massey University, North Palmerston. New Zealand

Gemu, M., E. Getu., T. Tadess dan A. Yosuf. 2013. Management of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) and *Sitotroga cerealella*(Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) Using Locally Available Inert Materials in Southern Ethiopia. J. Agric. Food Sci. 1(6): 111-117

Golob, P. 1997. Current Status and Future Prospective for Inert Dust for Control of Stored Product Insect. J. Stored Prod. Res. 33(1): 1-18

Gudrups, I., S. Floyd., J. G. Kling., N. A. Bosque-Perez dan J. E. Orchard. 2000. A Comparison of Two Methods of Assesment of Maize Varietal Resistance to The Maize Weevil, *Sitophilus zeamais* Motschulsky, and The Influence of Kernel Hardness and Size on Susceptibility. J. Stored Prod. Res. 37(2001): 287-302

Guedes, N. M. P., R. N. C. Guedes., J. F. Campbell dan J. E. Throne. 2010. Contest Behaviour of Maize Weevil Larvae When Competing Within Seeds. The Association for The Study of Animal Behaviour. 79: 281-289

Hagstrum, D. W dan B. Subramanyam. 2009. A Review of Stored-Product Entomology Information Sources. J. American Entomol. Res. 55(3): 175-185

Harein, P. K dan R. Davis. 1992. Control of Stored Grain Insect. Dalam Sauer, D. B(Ed.). 1992. Storage of Cereal Grains and Their Products. American Association of Cereal Chemists, Inc. USA.

Hasnah., M. Rahim., L. Suryanti. 2014. Efikasi Serbuk lada Hitam Dalam Mengendalikan Hama *Sitophilus zeamais* Pada Biji Jagung Selama Penyimpanan. J. Penelitian Universitas Jambi Seri Sains. 10(2): 23-32

Heinrichs, E. A., E. G. Medrano dan H. R. Rapusas. 1985. Genetic Evaluation for Insect Resistence in Rice. International Rice Research Institute. Los Banos

Kalshoven, L. G. E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Direvisi dan Diterjemahkan Oleh P. A Van der laan. PT Ictiar Baru-Van Hoeve. Jakarta

Kasryno, F., E. Pasandaran., Suyamto dan M. O. Adnyana. 2008. Gambaran Umum Ekonomi Jagung Indonesia. Pustaka Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros. Hal. 474-494

Kenyamasoro, M. G., J. Karugi., G. Asea dan P. Gibson. 2012. Determination of The Heterotic Groubs of Maize Inbred Lines and The Inheritance of Their Resistance to The Maize Weevil. J. Afr. Crop Sci. 20(1): 99-104

Khakame, S. K., P. Likhayo., F. M. Olubayo dan J. H. Nderitu. 2012. Effect of Grain Moisture Content and Storage Time on Efficacy of Inert Dust for The Control of *Sitophilus zeamais* in Stored Maize. J. Stored Prod. Postharvest Res. 3(10): 145-151

Korunic, Z dan P. Ormesher. 1998. Evaluation and Standarised Testing of Diatomaceous Earth. 7th Proceding of The International Working Conference on Stored Product Protection. Volume 1. Beijing

LeCato, G. L dan B. R. Flaherty. 1974. Description of Eggs of Selected Species of Stored-Product Insects (Coleoptera and Lepidoptera). J. Kansas Ento Soc. 47(3): 308-317

Linsley, E. G. 1944. Natural Source Habitats and Reservoir of Insect Associated with Stored Food Product. HILGARDIA. 16(4): 187-224

Longstaff, B. C. 1981. Biology of The Grain Pest Species of Genus *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae): A Critical Review. Prot. Ecol 2: 83-130

Mahdi, S. H. A dan M. Khalquzzaman. 2006. Toxicity Studies of Some Inert Dusts with the Cowpea Beetle, *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). J. Biol. Sci. 6(2): 402-407

Massiwa, P. 2004. Evaluation of African Diatomaceous Earth (DEs) as Potential Maize Grain Protectants Againts The Maize Weevil (*Sitophilus zeamais* M). (Thesis). Departement of Crop Science. Faculty of Agriculture. University of Zimbabwe

Mathias, D., A. Taofic., H. Eric dan F. Frederick. 2015. Oviposition Strategy of *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) in Relation to Conspecific Infestation. J. Afr. Agric. Res. 10(4): 301-307

Mendoza, J. P., J. E. Baker., F. H. Arthur dan P. W. Flinn. 1999. Effect of Protect-It on Efficacy of *Anisopteromalus calandrae* (Hymenoptera: Pteromalidae) Paratizing Rice Weevil (Colepotera: Curculionidae) in Wheat. J. Environ. Entomol. 28(3): 529-534

Opit, G., P. J. Collins dan G. J. Daglish. 2012. Resistance Management. Dalam Hagstrum, D. W., T. W Philips dan G. Cuperus(Eds.). Stored Product Protection. Agricultural Experiment Station and Cooperative Extention Service. Kansas State University

Peng, T. S. 1982. Paddy Husk Ash as A Grain Protectant Againts Beetle. Mardi Research Bulletin. 10(3): 323-326

Rahman, M. D., M.F. Dian dan J. E. Mamahit. 2012. Komunitas Serangga Hama Pada Komoditas Jagung Di Kecamatan Mootilango, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Eugenia. 18(13): 178-186.

Rajasri, M., P. S. Rao dan K. V. S. M. Kumari. 2014. Inert Dusts-Better Alternatives for The Management of Angoumois Grain Moth, *Sitotroga cerealella* in Stored Rice.J. Sci. Res. 3(10): 278-283

Rees, D. 1996. Coleoptera. Dalam Subramanyam, B dan D. W. Hagstrum(Eds.). Integrated Management of Insects in Stored Products. Marcel Dekker, Inc. New York

Rees, D. 2004. Insect of Stored Product. CSIRO Publishing. Australia

Rees, D. 2007. Insect of Stored Grain: A Pocket References. CSIRO Publishing. Australia

Respyan, G., B. T. Rahardjo dan L. P. Astuti. 2015. Pengaruh *Inert Dust* Terhadap Mortalitas *Sitophilus zeamais* Mostchulsky Pada Biji Jagung Dalam Simpanan. J. HPT. 3(2): 31-38

Shadia, E dan A. El-Aziz. 2011. Control Strategies of Stored Product Pests. J. Entomol. 8(2): 101-122

Shams, G., M. H. Safaralizadeh dan S. Imani. 2011. Insecticidal Effect of Diatomaceous Earth Againts *Callosobruchus maculatus* (F) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus granarius* (L) (Coleoptera: Curculionidae) Under Laboratory Conditions. J. Afr. Agric. Res. 6(24): 5464-5468

Shepard, H. H. 1947. Insect Infesting Stored Grain and Seeds. Minnesota Bulletin 340 Agricultural Experiment Station of University of Minnesota. Minnesota

Sinha, R. N. 1995. The Stored Grain Ecosystem. Dalam Jayas, D. S., N. D. G. White dan W. E Muir(Eds.). Stored Grain Ecosystems. Marcel Dekker, New York

Sjam, S. 2014. Hama Pascapanen dan Strategi Pengendalianya. IPB Press. Bogor

Subramanyam, B dan R. Roesli. 2000. Inert Dust. Dalam Subramanyam, B dan D. W. Hagstrum(Eds.). Alternative To Pesticides In Stored-Product IPM. Kluwer Academic Publisher. London

Suleiman, R. A., K. A. Rosentrater dan C. J. Bern. 2013. Effect of Detorioration Parameters on Storage of Maize. J. Nat. Sci. Res. 3(9): 147-165

Surtikanti. 2004. Kumbang Bubuk *Sitophilus zeamais* Motsch (Coleoptera: Curculionidae) dan Strategi Pengendalianya. J. Litbang Pertanian. 23(4): 123-129

Syafruddin dan T. Miranda. 2015. Vigor Benih Beberapa Varietas Jagung Pada Media Tanam Tercemar Hidrokarbon. J. Floratek. 10: 18-25

Tandiabang, J., A. Tenrirawe dan Surtikanti. 2008. Pengelolaan Hama Pascapanen Jagung. Pustaka Jagung: Teknik Produksi dan Pengembangan. Balai Penelitian Tanaman Serealia Maros: 336-339

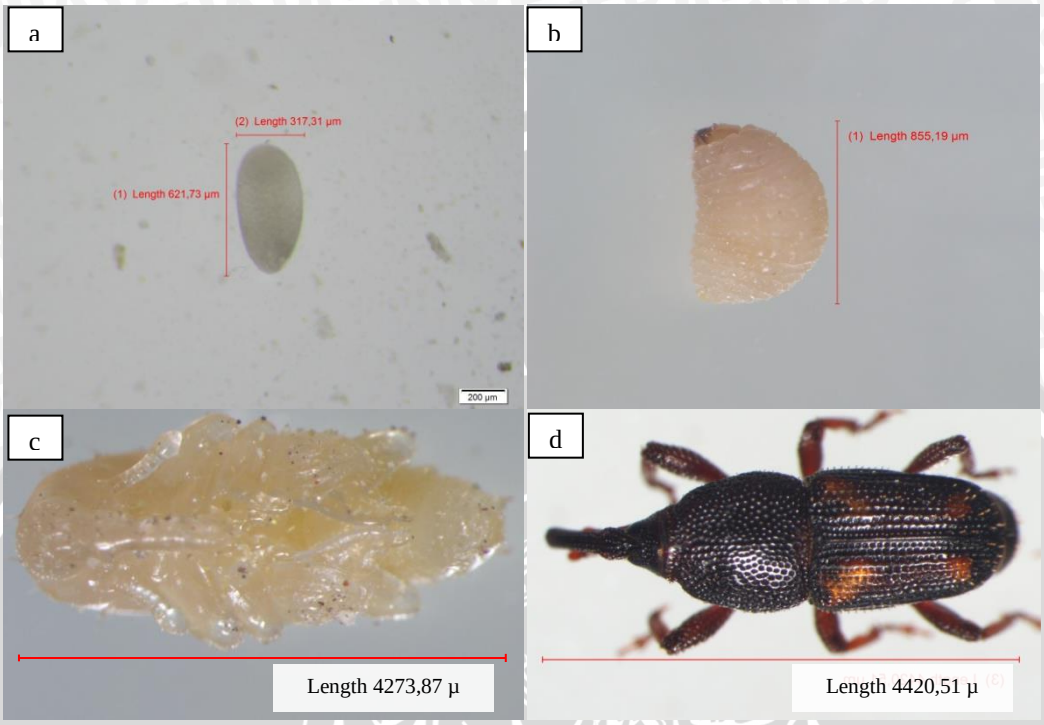
Wilbur, D. A. 1971. Stored Grain Insects. Dalam Pfadt, R. E(Ed.). Fundamentals of Applied Entomology. Mac Millan Publishing. New York

Wini, G. J., E. N. Nukenine., C. Suh dan D. Ndjonka. 2015. Effect of Wood Ash and Leaf Powder on The Fecundity and Development of Immature Stages of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). J. Int. Curr. Res. 7(10): 21565-21572

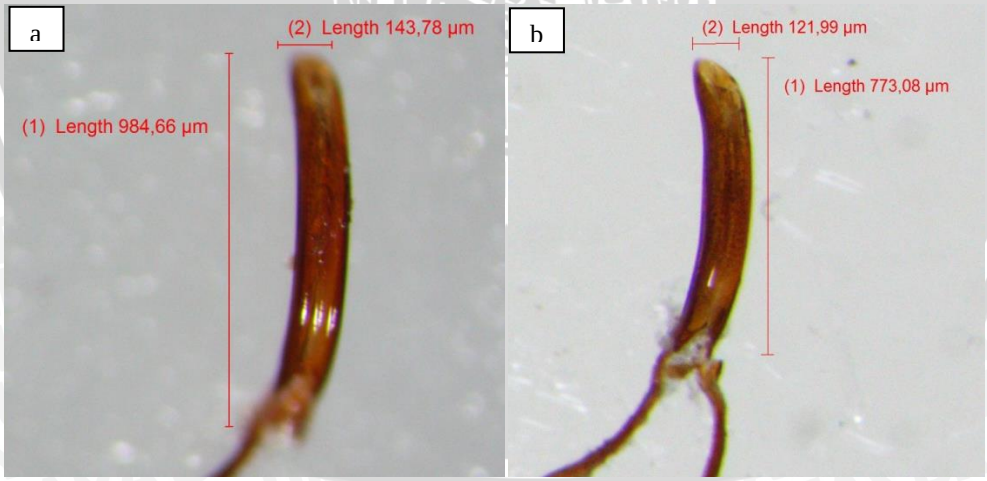
Wini, G. J., E. N. Nukenine., D. Ndjonka., C. Suh dan C. Adler. 2015. Efficacy of Diatomaceous Earth and Wood Ash for The Control of *Sitophilus zeamais* in Stored Maize. J. Entomol. Zool. Stud. 3(5): 390-397

Yang, F. L., G. W. Liang., Y. J. Xu., Y. Y. Lu dan L. Zang. 2010. Diatomaceous Earth Enhances The Toxicity of Garlic (*Allium sativum*) Essensial Oil Againts Stored Product Pests. J. Stored Prod. Res. 46(2): 118-123

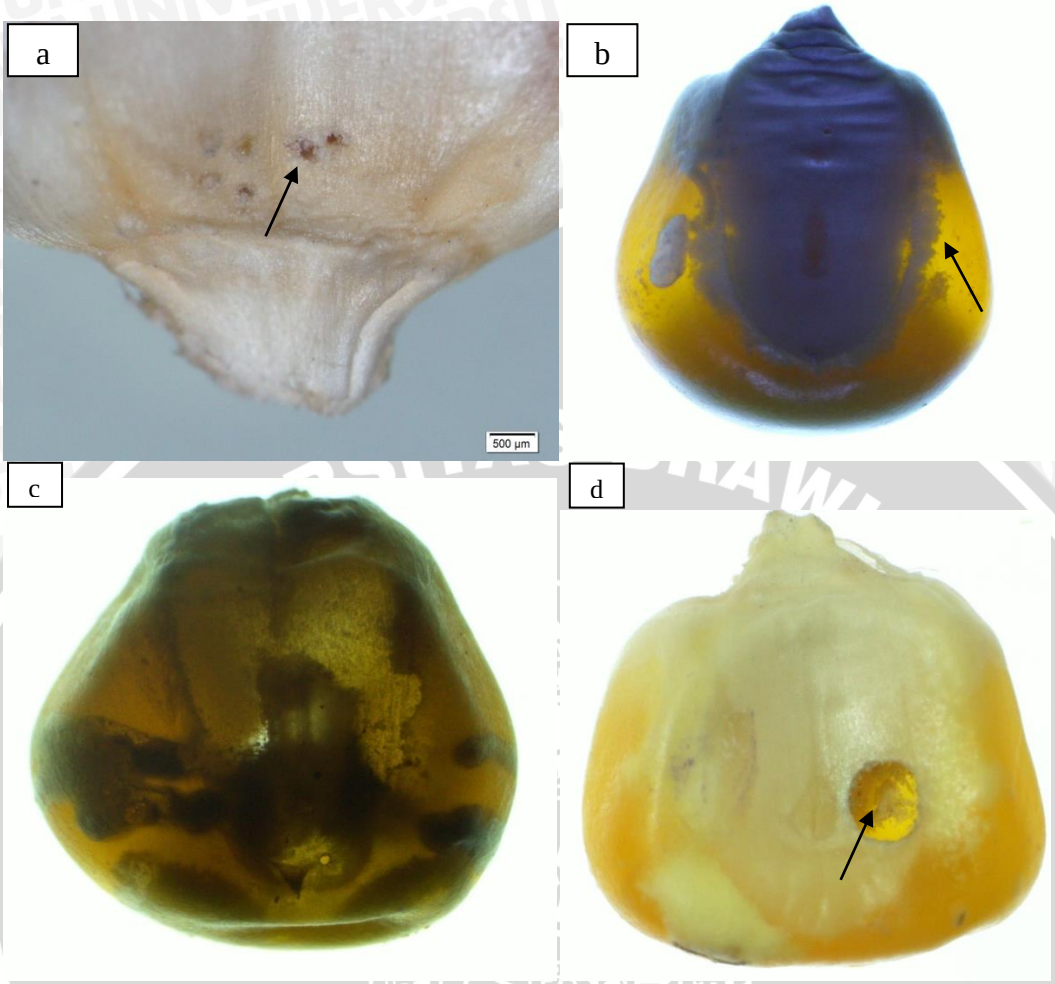
LAMPIRAN



Gambar Lampiran 1. Fase Perkembangan *S. zeamais*: (a) Telur, (b) Larva (c) Pupa (d) Imago



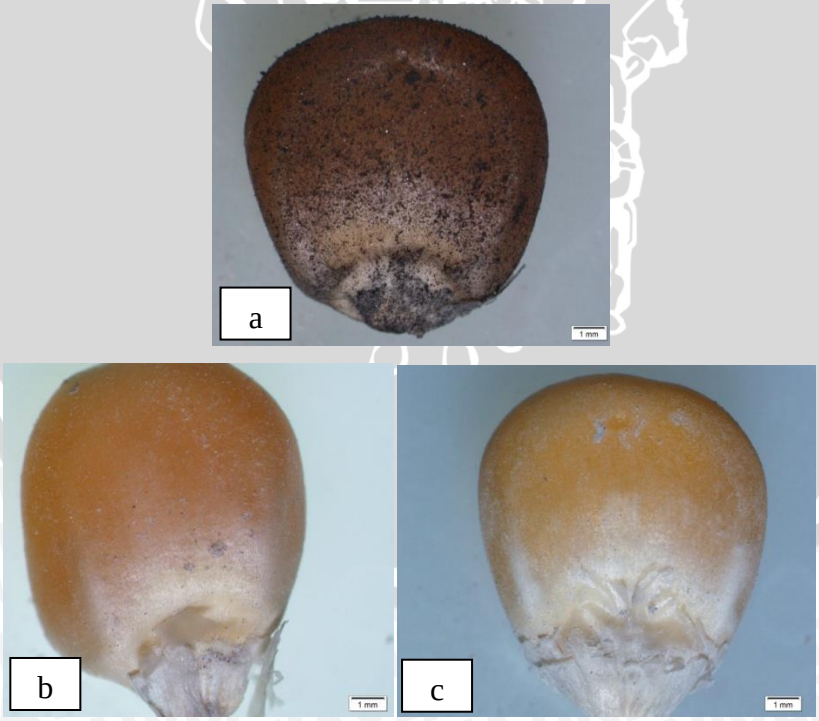
Gambar Lampiran 2. Organ Genetalia Jantan: (a) Morfologi Aedeagus *S. zeamais* (b) Morfologi Aedeagus *S. oryzae*



Gambar Lampiran 3. Gejala Infestasi *S. zeamais* pada Biji Jagung (a) Titik Oviposisi pada Permukaan Biji Jagung (b) Debu Gerekan Larva di Dalam Biji Jagung (c) Fase Pupa Ditandai Biji yang Hampa (transparan) (d) Lubang Keluar Imago pada Biji

Gambar Lampiran 4. Bagian Lembaga yang Rusak pada Biji Jagung Akibat Serangan *S. zeamais*

Gambar Lampiran 5. Perbedaan Morfologi Imago Jantan dan Betina (a) Imago Jantan (b) Imago Betina



Gambar Lampiran 6. Partikel *Inert Dust* pada Permukaan Biji (a) *Inert Dust* Abu Ampas Tebu (b) *Inert Dust* Abu Sekam Padi (c) *Inert Dust* Abu Kayu

Gambar Lampiran 7. Tiga Jenis *Inert Dust* yang Digunakan dalam Penelitian (a) *Inert Dust* Abu Ampas Tebu (b) *Inert Dust* Abu Kayu (c) *Inert Dust* Abu Sekam Padi

Tabel Lampiran 1. Analisis Ragam Mortalitas Imago *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	131,44	14,60	24,31*	2,39
Galat	20	12,01	0,60		
Total	29	143,45	4,94		

KK: 13%

Tabel Lampiran 2. Analisis Ragam Jumlah Telur *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	3100,70	344,52	13,41*	2,39
Galat	20	514,00	25,70		
Total	29	3614,70	124,64		

KK : 22%

Tabel Lampiran 3. Analisis Ragam Jumlah Larva *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	1353,36	150,37	12,32*	2,39
Galat	20	244,00	12,20		
Total	29	1597,36	55,08		

KK: 20%

Tabel Lampiran 4. Analisis Ragam Jumlah Pupa *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	1409,63	156,62	38,51*	2,39
Galat	20	81,33	4,06		
Total	29	1490,96	51,41		

KK: 15%

Tabel Lampiran 5. Analisis Ragam Jumlah Imago Baru F_1 *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	1897,46	210,83	47,91*	2,39
Galat	20	88,00	4,40		
Total	29	1985,46	68,46		

KK: 25%

Tabel Lampiran 6. Analisis Ragam Bobot Imago Baru F_1 *S. zeamais*

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	3,59	0,39	5,30*	2,39
Galat	20	1,50	0,07		
Total	29	5,10	0,17		

KK: 13%

Tabel Lampiran 7. Analisis Ragam Persentase Kerusakan Benih

SK	Db	JK	KT	F hitung	F Tab 5%
Perlakuan	9	2985,63	331,74	21,31*	2,39
Galat	20	311,33	15,56		
Total	29	3296,96	113,68		

KK: 26%

Tabel Lampiran 8. Hasil Uji Korelasi Mortalitas Imago Betina terhadap Jumlah Telur

Correlations

		Mortalita_imago_betina	Jumlah_telur
Mortalita_imago_betina	Pearson Correlation	1	-,761*
	Sig. (2-tailed)		.011
	N	10	10
Jumlah_telur	Pearson Correlation	-,761*	1
	Sig. (2-tailed)	.011	
	N	10	10

*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

Tabel Lampiran 9. Rerata Suhu dan Kelembaban Harian pada Laboratorium

No.	Hari	Tanggal	Suhu/RH			Rerata
			06.00	12.00	18.00	
1	Senin	2 Mei 2016	27,5°C / 64%	29,5°C / 54%	27,2°C / 60%	27,9°C/ 61%
2	Selasa	3 Mei 2016	27,5°C / 64%	29,1°C / 56%	26,9°C / 61%	27,7°C/ 61%
3	Rabu	4 Mei 2016	27,3°C / 61%	29,6°C / 56%	27,3°C / 62%	28,1°C/ 60%
4	Kamis	5 Mei 2016	28,0°C / 59%	29,6°C / 48%	27,7°C / 62%	28,2°C/ 58%
5	Jumat	6 Mei 2016	27,5°C / 62%	28,7°C / 49%	27,7°C / 61%	27,8°C/ 59%
6	Senin	9 Mei 2016	27,2°C / 64%	28,9°C / 51%	27,6°C / 64%	27,8°C/ 61%
7	Selasa	10 Mei 2016	27,6°C / 65%	29,4°C / 52%	27,3°C / 62%	27,9°C/ 60%
8	Rabu	11 Mei 2016	27,4°C / 62%	29,9°C / 54%	26,9°C / 59%	28,0°C/ 61%
9	Kamis	12 Mei 2016	27,6°C / 69%	30,1°C / 54%	27,4°C / 60%	28,1°C/ 62%
10	Jumat	13 Mei 2016	27,5°C / 65%	29,8°C / 54%	27,6°C / 61%	28,1°C/ 61%
11	Senin	16 Mei 2016	27,4°C / 64%	29,9°C / 54%	26,8°C / 61%	28,1°C/ 61%
12	Selasa	17 Mei 2016	28,1°C / 64%	29,9°C / 52%	27,5°C / 62%	28,2°C/ 60%
13	Rabu	18 Mei 2016	27,2°C / 63%	29,7°C / 54%	27,1°C / 64%	27,9°C/ 61%
14	Kamis	19 Mei 2016	27,5°C / 64%	29,6°C / 53%	27,1°C / 63%	27,9°C/ 61%
15	Jumat	20 Mei 2016	27,3°C / 62%	29,1°C / 54%	27,5°C / 61%	27,7°C/60%
16	Senin	23 Mei 2016	26,9°C / 61%	29,1°C / 52%	26,8°C / 59%	27,5°C/ 58%
17	Selasa	24 Mei 2016	27,1°C / 59%	28,9°C / 49%	27,1°C / 59%	27,8°C/ 57%
18	Rabu	25 Mei 2016	28,0°C / 62%	29,2°C / 51%	27,5°C / 60%	28,0°C/ 59%
19	Kamis	26 Mei 2016	27,2°C / 62%	29,1°C / 51%	27,3°C / 62%	27,9°C/ 60%
20	Jumat	27 Mei 2016	26,8°C / 64%	29,6°C / 52%	27,1°C / 64%	28,0°C/ 61%
21	Senin	30 Mei 2016	26,9°C / 63%	28,9°C / 54%	27,4°C / 59%	27,6°C/ 59%
22	Selasa	31 Mei 2016	27,4°C / 59%	29,7°C / 54%	27,4°C / 62%	27,7°C/ 59%
23	Rabu	1 Juni 2016	27,5°C / 62%	29,6°C / 52%	27,2°C / 64%	28,0°C/ 61%
24	Kamis	2 Juni 2016	27,4°C / 64%	29,6°C / 55%	26,9°C / 62%	27,9°C/ 62%
25	Jumat	3 Juni 2016	27,3°C / 66%	29,6°C / 61%	27,4°C / 64%	27,8°C / 62%
26	Senin	6 Juni 2016	27,6°C / 58%	28,9°C / 48%	27,1°C / 64%	28,0°C / 57%
27	Selasa	7 Juni 2016	26,8°C / 59%	28,8°C / 51%	27,1°C / 62%	27,6°C / 59%
28	Rabu	8 Juni 2016	27,1°C / 63%	29,6°C / 54%	27,6°C / 65%	27,5°C / 61%
29	Kamis	9 Juni 2016	27,1°C / 61%	28,7°C / 52%	27,4°C / 61%	27,9°C / 59%
30	Jumat	10 Juni 2016	27,1°C / 62%	28,4°C / 52%	27,6°C / 62%	27,6°C / 59%
31	Senin	13 Juni 2016	27,6°C / 61%	28,9°C / 53%	27,2°C / 62%	27,7°C / 60%
32	Selasa	14 Juni 2016	27,4°C / 64%	28,9°C / 49%	26,9°C / 61%	27,8°C / 58%
33	Rabu	15 Juni 2016	27,3°C / 58%	29,1°C / 54%	26,8°C / 63%	27,6°C / 59%
34	Kamis	16 Juni 2016	26,9°C / 62%	28,4°C / 48%	27,1°C / 65%	27,5°C / 60%
35	Jumat	17 Juni 2016	27,0°C / 63%	28,8°C / 51%	26,9°C / 63%	27,4°C / 60%
36	Senin	20 Juni 2016	27,2°C / 64%	29,1°C / 51%	27,5°C / 65%	27,9°C / 62%
37	Selasa	21 Juni 2016	27,6°C / 68%	29,5°C / 48%	26,8°C / 64%	27,7°C / 60%
38	Rabu	22 Juni 2016	27,0°C / 61%	29,1°C / 56%	27,1°C / 58%	27,6°C / 60%
39	Kamis	23 Juni 2016	27,0°C / 65%	28,8°C / 55%	27,2°C / 59%	27,6°C / 61%
40	Jumat	24 Juni 2016	27,3°C / 66%	29,5°C / 54%	27,3°C / 61%	27,9°C / 61%
41	Senin	27 Juni 2016	27,4°C / 64%	28,8°C / 54%	27,2°C / 60%	27,8°C / 60%
42	Selasa	28 Juni 2016	27,6°C / 61%	28,9°C / 56%	27,1°C / 62%	27,6°C / 60%
43	Rabu	29 Juni 2016	26,9°C / 60%	29,3°C / 52%	27,5°C / 62%	27,6°C / 58%
44	Kamis	30 Juni 2016	26,7°C / 58%	29,1°C / 50%	27,6°C / 60%	27,9°C / 57%
45	Jumat	1 Juli 2016	28,0°C / 61%	29,9°C / 51%	27,4°C / 60%	-
			Rerata			27,8°C / 60%

KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS BRAWIJAYA FAKULTAS MIPA
JURUSAN KIMIA

Jl. Veteran, Malang 65145, Jawa Timur, Indonesia Telp : +62-341-575838, fax : +62 -341-554403
http://kimia.ub.ac.id, email : kimia@ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.03 / RT.5 / T.1 / R.0 / TT. 150803 / 2016

1. Data Konsumen
   Nama : Achmad Firdaus A
   Instansi : Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya
   Alamat : Jl. Veteran Malang
   Telepon : 085815751462
   Status : Mahasiswa
   Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Dilakukan Oleh : Konsumen
3. Identifikasi Sampel
   Nama Sampel : ***Abu Sekam Padi, Abu Ampas Tebu, Abu Kayu***
   Wujud : Padatan
   Warna : Hitam dan Abu-abu
   Bau : Tidak Berbau
4. Prosedur Analis : Dilakukan Oleh UPT Layanan Analisa Dan Pengukuran Jurusan Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Diambil Langsung
6. Tanggal Terima Sampel : 04 April 2016
7. Data Hasil Analisis :

No	Kode	Parameter	Hasil Analisis		Metode Analisis	
			Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
1	**RHA**	Si	40,87 ± 0,08	%	Aquaregia	Gravimetri
2	**SBA**	Si	21,06 ± 0,03	%	Aquaregia	Gravimetri
3	**WA**	Si	29,10 ± 0,13	%	Aquaregia	Gravimetri

Catatan:
1. Hasil analisis ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo,
2. Hasil analisis ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 14 April 2016

Mengetahui:
Ketua Jurusan Kimia,

Dr. Edi Priyo Utomo, MS.
NIP. 19571227 198603 1 003

Kalab. UPT Layanan Analisa Dan Pengukuran,

Dra. Sri Wardhani, MSi
NIP. 19680226 199203 2 001