

**KETAHANAN JENIS KEMASAN BENIH KEDELAI TERHADAP
SERANGAN HAMA CALLOSOBRUCHUS MACULATUS*****Endurance Type Of Soybean Seed Packaging Against
Pest Attack Callosobruchus Maculatus***

Irna Dwi Destiana

Prodi Pendidikan Teknologi Agroindustri,

Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Pendidikan Indonesia

E-mail: Irnadwidestiana@gmail.com

ABSTRAK

Penggunaan jenis kemasan yang tepat dapat mempertahankan kualitas benih, sehingga tetap baik pada saat akan ditanam. Jenis kemasan yang tidak mampu mempertahankan kadar air pada kondisi aman akan mempermudah serangan hama gudang. Hama gudang *Callosobruchus maculatus* F. merupakan salah satu hama primer yang menyerang kedelai dalam penyimpanan. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui ketahanan dua jenis kemasan yaitu kemasan plastik HDPE dan plastik Hermetik dari serangan hama *Callosobruchus maculatus* selama penyimpanan di dalam gudang. Tahapan penelitian yang dilakukan terdiri dari penyediaan serangga *Callosobruchus maculatus*, pemilihan, pengemasan, infestasi Hama pada kedelai, penyimpanan dan pengamatan. Parameter yang diamati diantaranya adalah kandungan gas O₂ dan CO₂, persentase kematian *Callosobruchus maculatus*, dan persentase biji yang terinfestasi telur. Kadar oksigen dalam plastik hermetik lebih rendah dibandingkan dengan kemasan plastik HDPE, sedangkan kadar karbondioksida dalam kemasan hermetik lebih tinggi dibandingkan dengan kemasan HDPE. Kondisi penurunan oksigen dan peningkatan karbondioksida yang cepat pada kemasan hermetik menyebabkan serangga yang diinfestasi ke dalam kemasan dengan cepat mengalami kematian dan penurunan kemampuan bertelur (fekunditas). Kemasan hermetik memiliki ketahanan terhadap serangga lebih baik dibandingkan kemasan HDPE. Kemasan hermetik memberikan pengaruh nyata terhadap parameter konsentrasi gas CO₂ dan O₂ yang menyebabkan kematian *C. maculatus* mencapai 100% pada hari keempat penyimpanan. Persentase biji yang terinfestasi telur pada kemasan hermetik sebesar 5.4%, lebih rendah dibandingkan kemasan HDPE yaitu 26.23%.

Kata kunci: *Pengemasan benih, hama, Callosobruchus maculatus, hermetik*

ABSTRACT

*Application of appropriate packaging type can maintain seed quality until they were planted. Warehouse pest Callosobruchus maculatus F. is one of the primary pests that attack soybeans seed in storage. The purpose of this study was to examine the endurance of two types of packaging, namely HDPE and Hermetic from Callosobruchus maculatus during storage. The research stages consist of the supply of Callosobruchus maculatus insects, selection, packaging, pest infestations on soybeans, storage and observation. The parameters observed were O₂ and CO₂, percentage of death Callosobruchus maculatus, and percentage of infested seeds. The oxygen content in hermetic plastics is lower than HDPE plastic packaging, while the carbon dioxide content in hermetic packaging is higher than that of HDPE packaging. Conditions of oxygen depletion and rapid increase of carbon dioxide in the hermetic packaging caused infested insects into the packaging die rapidly and reduce their fertility. Hermetic packaging had better insect resistance compare with HDPE packaging. The hermetic packaging has a significant effect on the parameters of CO₂ and O₂ gas concentration causing death of *C. maculatus* to reach 100% on the fourth day of storage. The percentage of egg-infested seeds on hermetic packaging was 5.4% lower than HDPE packaging was 26.23%.*

Keywords : *Packing of seeds, pests, Callosobruchus maculatus, hermetic*

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas yang membutuhkan waktu untuk dormansi sebelum dibudidayakan kembali. Benih kedelai hasil panen harus disimpan karena ketika benih yang baru saja dipanen dibudidayakan langsung, akan menghasilkan daya kecambah yang rendah. Pada saat penyimpanan, benih akan menstabilkan kondisi vigor dan daya tumbuh, sehingga lebih siap ketika saat ditanam (Destiana 2015). Penggunaan jenis kemasan yang tepat dapat mempertahankan kualitas benih, sehingga tetap baik pada saat akan ditanam.

Pengadaan benih sering dilakukan beberapa waktu sebelum musim tanam sehingga benih harus disimpan dengan baik agar mempunyai daya tumbuh yang tinggi saat ditanam kembali. Pengadaan benih kedelai tepat jumlah dan waktu sering terkendala oleh daya simpan benih yang rendah (Purwanti 2004). Upaya memperoleh benih yang baik tidak terlepas dari suatu rangkaian kegiatan teknologi benih yaitu mulai dari produksi benih, pengolahan benih, pengujian benih, sertifikasi benih sampai penyimpanan benih (Destiana 2016).

Sampai saat ini para penangkar benih melakukan penyimpanan dengan menggunakan kemasan plastik atau karung plastik karena selain harganya murah, plastik juga mudah didapatkan. Kemasan plastik efektif untuk menghambat perubahan kadar air selama penyimpanan (Mudjishono *et al.* 2001). Jenis plastik yang digunakan akan berpengaruh terhadap daya simpan benih. Untuk benih kedelai yang merupakan salah satu jenis benih ortodok, pemilihan materi kemasan sangat penting, agar kadar air benih tidak mengalami perubahan selama penyimpanan dan viabilitas benih dapat dipertahankan (Danapriatna 2006).

Setelah panen kedelai akan mengalami kemunduran benih baik secara kualitatif maupun kuantitatif yang disebabkan karena beberapa faktor eksternal. Faktor tersebut bisa berupa fisik seperti suhu dan kelembaban, kimia seperti ketersediaan oksigen maupun biologi seperti bakteri, cendawan, serangga dan tikus (Brooker *et al.* 1992). Serangan hama gudang selama penyimpanan kedelai bisa menjadi masalah yang serius jika tidak ditangani dengan seksama. Persentase kehilangan hasil yang disebabkan oleh hama gudang dapat mencapai 10-15%.

Jenis kemasan yang tidak mampu mempertahankan kadar air pada kondisi aman akan mempermudah serangan hama gudang. Hama gudang *Callosobruchus maculatus* F. merupakan salah satu hama primer yang menyerang kedelai dalam penyimpanan (Natawigena, 1993). Hama gudang tersebut menyerang dengan cara menggerek dan memakan bagian dalam benih. Rusaknya struktur benih akibat gigitan hama tersebut mengakibatkan benih mengalami penurunan viabilitas. Imago aktif pada siang hari, daur hidupnya sekitar 21 sampai 30 hari pada kondisi suhu dan kelembaban masing-masing 30°C dan 80–85 % (Kalshoven, 1981 dikutip Sumadi dkk. 2008). Serangga *Callosobruchus maculatus* merupakan hama yang bersifat aerobik, oleh karena itu penerapan pengemasan vakum diasumsikan dapat melindungi benih dari serangan serangga selama penyimpanan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan kajian untuk mengetahui ketahanan kemasan terhadap serangan serangga *Callosobruchus maculatus* F. Dua jenis kemasan plastik yang akan dibandingkan yaitu HPDE dan plastik hermetik selama penyimpanan di dalam gudang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji ketahanan dua jenis kemasan dari serangan hama *Callosobruchus maculatus* selama penyimpanan di dalam gudang.

METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah kedelai varietas Argomulyo yang diperoleh dari kelompok tani Mekar Tani di Kabupaten Majalengka yang dipanen pada bulan September. Bahan kemasan plastik hermetik dengan bahan dan jenis seperti plastik hermetik yang dikeluarkan oleh IRRRI, plastik bahan HDPE (*High Density Poly Ethylene*) dengan ketebalan 0.4mm, kertas merang/stensil untuk uji daya kecambah benih kedelai, aquades, hama *Callosobruchus maculatus*, kain kasa.

Alat yang digunakan adalah *sealer*, timbangan elektrik Adam PW 184, timbangan digital Mettler PM 4800, kaca pembesar, label, kamera, plastik pembungkus, Cosmotektor X 3140, Cosmotektor X 3180, gunting, toples kaca, gunting, penggaris.

Prosedur dan Tahapan Penelitian

Percobaan ketahanan kemasan terhadap serangan serangga/hama dilakukan untuk mengetahui seberapa tahan kemasan melindungi benih kedelai dari hama pascapanen terbawa benih maupun yang menginvasi ketika disimpan. Adapun jenis serangga/hama yang diujicobakan adalah *Callosobruchus maculatus* yang merupakan hama gudang kedelai. Pada percobaan ini bahan kemasan yang digunakan adalah plastik HDPE dan plastik hermetik. Penggunaan kemasan vakum tidak digunakan dengan asumsi bahwa *Callosobruchus maculatus* sebagai hama aerobik tidak dapat hidup pada kondisi hampa udara. Tahapan dari percobaan ini adalah sebagai berikut.

1. Penyediaan Serangga *Callosobruchus maculatus*

Serangga uji yang digunakan pada penelitian ini adalah *Callosobruchus maculatus*, yang merupakan salah satu serangga hama pascapanen yang banyak menyerang kedelai selama penyimpanan. *Callosobruchus maculatus* diperoleh dari SEAMEO BIOTROP (Southeast Asian Regional Centre for Tropical Biology) yang selanjutnya diperbanyak sendiri dengan pakan kacang hijau dan kacang kedelai.

2. Pemilihan

Kedelai yang akan digunakan merupakan hasil dari proses pemilihan sebelumnya. Pemilihan kedelai ini bertujuan untuk memastikan bahwa kedelai yang digunakan tidak terinfestasi serangga.

3. Pengemasan

Kemasan yang diuji adalah jenis plastik HDPE dan hermetik dengan dimensi panjang x lebar x tebal adalah 1100mm x 1000mm x 100mm. Kemasan diberi lubang dan dipasang selang untuk mengukur konsentrasi gas pada kemasan. Adapun deskripsi jenis kemasan yang digunakan tersedia pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi jenis kemasan dan cara pengemasan

Deskripsi jenis kemasan	Permeabilitas dan Laju transmisi uap air
Plastik HDPE Ketebalan plastik 0.4 mm	O ₂ : 1600-2000 cm ³ . m ⁻² . 24 jam CO ₂ :10850-23250 cm ³ .m ⁻² . 24jam Transmisi uap air: 7-10 g m ⁻² /24 jam
Plastik Hermetik Plastik yang dirancang khusus menggunakan tiga lapisan plastik yang terdiri dari LDPE <i>food grade</i> , plastik khusus sebagai barrier dan LDPE biasa sehingga lentur dan mudah dilipat	O ₂ :0.3 cm ⁻³ .m ⁻² . 24 jam CO ₂ : - Transmisi uap air: 8 g m ⁻² /24 jam

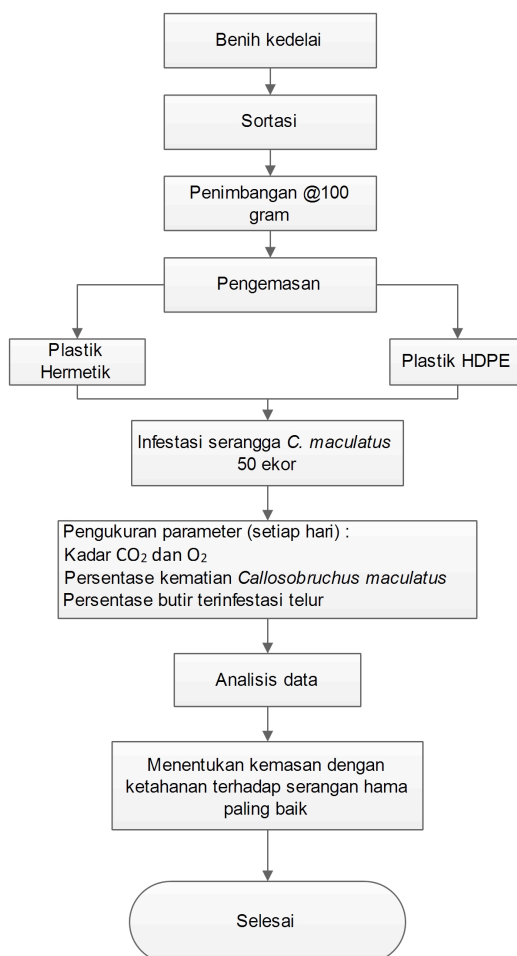
Sumber : Destiana, 2016

4. Infestasi Hama pada Kedelai

50 ekor serangga diinfestasikan pada setiap kemasan kedelai dengan berat 100 gram. Perbandingan 1:2 ini diharapkan 1 imago dapat menginfestasikan telur pada 2 gram kedelai. Populasi yang tidak terlalu padat ini mengurangi persaingan antar imago dalam kemasan sehingga imago dapat hidup dengan leluasa. Usia imago yang diinfestasikan 1-3 minggu, dimana merupakan masa produktif untuk bertelur.

5. Penyimpanan dan Pengamatan

Penyimpanan dilakukan selama sepuluh hari dan diamati setiap hari. Kedelai yang sudah dikemas disimpan pada ruangan dengan suhu 28 ± 3 °C dan rh 70-85%. Parameter pengamatan yang dianalisis adalah kandungan gas CO₂, gas O₂, persentase serangga yang hidup dan yang mati, serta persentase kedelai yang terinfestasi telur. Diagram alir percobaan ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Rancangan Percobaan

Rancangan acak lengkap dengan satu faktor digunakan untuk mengetahui kemampuan kemasan dalam melindungi serangan hama *Callosobruchus maculatus* pada benih kedelai. Faktor yang dilihat pengaruhnya adalah jenis kemasan dengan dua taraf yaitu kemasan hermetik dan kemasan HDPE yang biasa digunakan petani. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara statistik dengan analisis sidik ragam (SPSS 15). Hasil analisis data yang signifikan kemudian diuji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) sebagai penentu beda taraf nyata 5%.

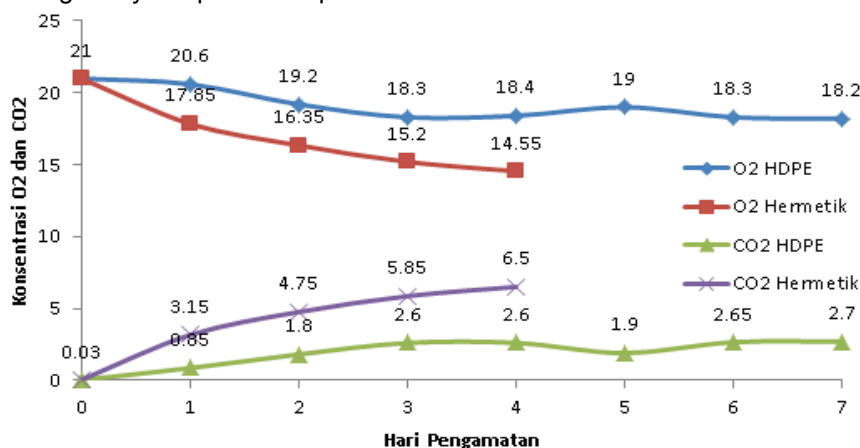
HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemasan yang baik senantiasa mampu melindungi komoditas yang disimpannya terlindungi dari serangan hama baik yang ikut terbawa dan menginfestasi dari dalam kemasan maupun yang menyerang dari luar kemasan. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan peneliti, kemampuan plastik hermetik lebih baik dibandingkan plastik HDPE, karena mampu melindungi benih yang disimpan lebih cepat dibandingkan plastik HDPE dari serangan hama *C. maculatus*,

dimana pada hari ke empat seluruh serangan hama berhasil dihentikan oleh plastik hermetik. Hasil dari perbandingan antar penggunaan kemasan berbahan plastik HDPE dan plastik hermetik dalam melindungi komoditas dari serangan hama *C. maculatus* akan dijelaskan dengan lebih rinci sebagai berikut.

Konsentrasi gas CO₂ dan O₂

Komposisi udara dalam kemasan dipengaruhi oleh jenis kemasan serta bahan yang dikemas. Pada penelitian ini, sebelum dikemas kedelai diinfestasi dengan *C. maculatus* sebanyak 50 ekor pada masing-masing kemasan baik itu plastik HDPE maupun plastik hermetik. Pola perubahan kadar oksigen dan karbon dioksida pada kemasan plastik HDPE dan plastik hermetik untuk varietas Argomulyo dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pola perubahan kadar oksigen, karbon dioksida pada kemasan plastik HDPE dan Hermetik

Pengamatan kadar oksigen dan karbon dioksida dilakukan sampai 100% kematian *C. maculatus* yaitu selama empat hari untuk plastik hermetik dan tujuh hari untuk plastik HDPE. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis plastik memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar oksigen di dalam kemasan. Dimana kadar oksigen dalam plastik hermetik lebih rendah dibandingkan dengan kemasan plastik HDPE.

Berbanding terbalik dengan kadar oksigen, kadar karbon dioksida terus meningkat seiring lamanya penyimpanan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa jenis plastik memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap kadar karbon dioksida di dalam kemasan. Dimana kadar karbon dioksida dalam plastik hermetik lebih tinggi dibandingkan kemasan plastik HDPE.

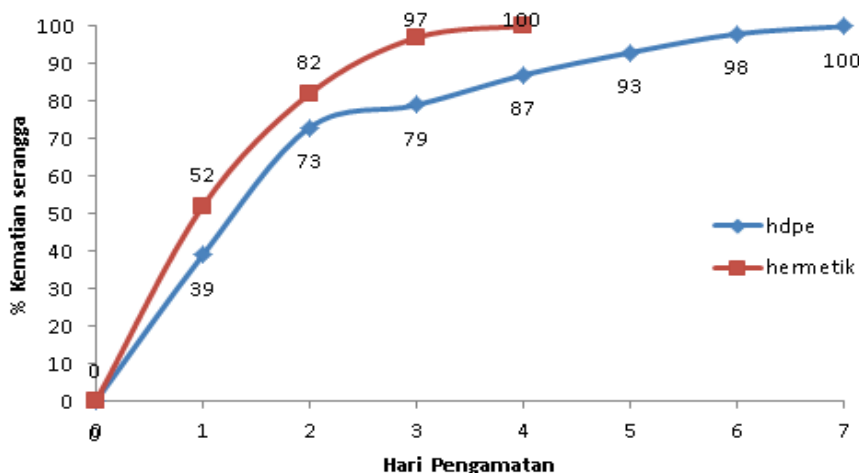
Penurunan kadar oksigen yang drastis pada hari pertama penyimpanan terjadi karena *C. maculatus* yang diinfestasikan banyak mengkonsumsi oksigen dalam kemasan meskipun ada oksigen dari lingkungan yang masuk ke dalam kemasan. Penurunan kadar oksigen terus berlanjut seiring dengan peningkatan kadar karbon dioksida pada kemasan baik untuk kemasan plastik HDPE maupun plastik hermetik. Ketika produk dikemas dalam kantong hermetik tertutup, kadar oksigen menurun dengan cepat begitu juga jumlah serangga, cendawan dan respirasi benih, sedangkan kadar karbon dioksida meningkat (Njoroge *et al.* 2014). Kadar karbon dioksida yang terus meningkat merupakan akumulasi hasil respirasi *C. maculatus* dan biji kedelai itu sendiri. Peningkatan kadar karbon dioksida pada penyimpanan jagung secara hermetik yang sebelumnya diinfestasi dengan serangga terjadi karena aktivitas respirasi biji dan serangga (Morino dan Martinez (2000).

Perbedaan komposisi udara dalam kemasan plastik terjadi karena perbedaan permeabilitas dari kemasan. Kemasan dengan plastik hermetik memiliki permeabilitas yang lebih rendah dibandingkan dengan plastik HDPE. Plastik hermetik memiliki laju transmisi oksigen sebesar 0.3 cm³.m⁻². 24 jam oksigen (Villers dan Gummert 2009) sedangkan HDPE 1600-2000 cm³ m⁻²/24 jam (Kirwan dan Strawbrigde 2003). Film kemasan dengan permeabilitas lebih rendah

memiliki sifat *barrier* yang lebih tinggi sehingga gas tidak mudah keluar masuk kemasan. Terjadi fluktuasi turun naik kadar oksigen pada kemasan plastik HDPE juga dapat dikarenakan tingkat permeabilitasnya yang cukup tinggi. Permeabilitas yang tinggi ini akan memungkinkan terjadinya pertukaran gas dalam kemasan dengan gas yang ada di dalam ruangan.

Kematian *Callosobruchus maculatus* dalam Kemasan

Kematian *C. maculatus* yang diinfestasikan diamati setiap hari sampai mengalami kematian 100%, untuk plastik HDPE sampai hari ketujuh sedangkan plastik hermetik sampai hari keempat. Persentase kematian serangga cenderung meningkat dengan bertambahnya hari penyimpanan. Pola perubahan persentase serangga yang mati dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Persentase kematian *C. maculatus* dalam kemasan HDPE dan Hermetik selama penyimpanan

Terbatasnya kadar oksigen dan tingginya karbon dioksida menyebabkan kematian *C. maculatus* di dalam kemasan. Permeabilitas gas yang rendah yang dimiliki oleh plastik hermetik laminat menyebabkan komposisi udara (rendah oksigen, tinggi karbon dioksida) dalam kemasan relatif dapat dipertahankan selama penyimpanan (Kamsiati 2013). Sebagai organisme aerobik, *C. maculatus* memerlukan oksigen untuk respirasi, keterbatasan oksigen akan menyebabkan kematian, sedangkan peningkatan karbon dioksida yang bersifat racun dapat menyebabkan kematian *C. maculatus* yang ada di dalam kemasan.

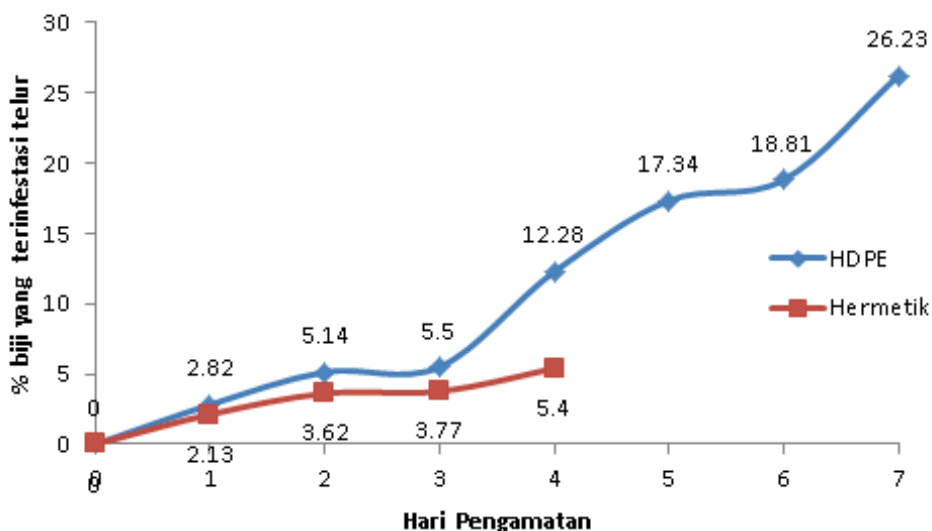
Penurunan kadar oksigen dan peningkatan kadar karbon dioksida melindungi komoditas yang disimpan dalam kemasan dari serangga, cendawan dan efek oksidasi yang terjadi melalui proses metabolisme alami dari respirasi serangga, dan pada beberapa kasus respirasi dari komoditi itu sendiri (Villers *et al.* 2008).

Kemampuan hidup serangga atau mikroorganisme lain sangat ditentukan oleh kadar air bahan, dan ketersediaan oksigen dari dalam ruang penyimpanan. Kemasan penyimpanan yang kedap udara (kondisi hermetik) dan tidak ada sirkulasi oksigen, kemampuan hidup serangga akan terbatas, sesuai dengan batas ambang oksigen di dalam ruangan tersebut. Pada tingkatan dimana terjadi kandungan oksigen yang tidak mencukupi, serangga akan mati, demikian pula mikroorganisme lainnya sangat ditentukan oleh level oksigen pada suatu kondisi (Moreno-Martinez *et al.* 2000) atau kekeringan (Murdock *et al.* 2012).

Persentase Biji yang Terinfestasi Telur

Kondisi lingkungan yang sesuai untuk berkembang dan sumber makanan yang melimpah akan meningkatkan kemampuan serangga untuk berkembangbiak. Semakin banyak biji yang terinfestasi telur, maka potensi berkembang dan merusaknya semakin tinggi. Jumlah infestasi telur pada biji kedelai yang disimpan dihitung hingga serangga mencapai kematian 100%, hari

keempat untuk pengemasan hermetik dan hari ketujuh untuk pengemasan HDPE. Adapun pola jumlah telur yang terinfestasi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Persentase biji yang terinfestasi telur

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat biji yang terinfestasi pada kedua kemasan mengalami kenaikan. Infestasi telur ini akan menyebabkan biji berlubang. *Callosobruchus maculatus* adalah hama yang dapat terbawa dari sejak di lahan ketika polong dalam proses pematangan (Swella dan Mushobozy 2007). Ketika itu terjadi, populasi akan meningkat pada saat penyimpanan setelah perontokan (Wortmann 2006). Menurut Harahap (2006), populasi serangga hama gudang akan segera meningkat setelah infestasi, pada saat tersedia makanan dan faktor lingkungan yang mendukung. Pada saat penyimpanan *C.maculatus* betina akan meletakkan bijinya pada permukaan biji, larva akan masuk ke dalam biji untuk mendapatkan makan dan berkembang dengan cara melubangi biji sebelum keluar menjadi imago dewasa setelah 22-28 hari (Fox 1993). *C .maculatus* betina dewasa mampu menghasilkan telur sebanyak 100 telur, meskipun infestasi bisa sangat rendah pada saat panen, tapi perkembangbiakan meningkat tajam pada biji-biji rusak yang tidak terlindungi ketika penyimpanan. Kerusakan yang diakibatkan hama gudang ini akan meningkatkan kemunduran kualitas yang menurunkan harga pasar. Selain itu biji rusak akibat serangan hama ini akan menaikkan susut bobot dan kehilangan daya tumbuh.

Penurunan oksigen yang diikuti dengan kenaikan konsentrasi karbondioksida akan membuat stres oksidatif pada *C.maculatus*, yang menyebabkan larva masuk ke dalam keadaan hipometabolik, pada keadaan ini mereka tetap bertahan tetapi metamorfosis dan perkembangan terhambat, dan tentu fekunditas serangga menurun (Baoua *et al.* 2012). Pada kondisi hipometabolik, permintaan energi yang sangat rendah akan disuplai oleh metabolisme anaerobik yang secara tidak langsung akan mengakumulasi racun metabolisme yang akan menyebabkan disfungsi fisiologis dan pada akhirnya mati (Ofuya dan Reichmuth 2002). Kondisi penurunan oksigen dan peningkatan karbondioksida yang cepat pada kemasan hermetik menyebabkan serangga yang diinfestasi ke dalam kemasan dengan cepat mengalami kematian dan penurunan kemampuan bertelur (fekunditas).

Tingginya persentase infestasi telur akan menjadi potensi tingginya kerusakan pada saat penyimpanan, semakin lama telur dapat hidup dan berkembang pada biji yang disimpan semakin tinggi pula kerusakan yang akan dihasilkannya. Hasil analisis sidik ragam menyatakan perlakuan penggunaan kemasan hermetik memberikan pengaruh nyata dalam persentase biji yang terinfestasi telur selama penyimpanan.

Semakin tinggi jumlah populasi telur dan serangga dalam kemasan, maka persentase daya kecambah akan semakin menurun. Populasi dan jumlah telur yang terinfestasi pada biji akan

merusak biji dan memakan cadangan makanan sehingga menurunkan kemampuan benih untuk berkecambah. Meskipun tidak dilakukan uji daya kecambah pada percobaan ini akan tetapi hasil penelitian-penelitian lainnya yang serupa memberikan respon yang positif dalam kemampuan kemasan hermetik untuk mempertahankan daya kecambah benih. Penyimpanan secara hermetik dapat mengurangi turunnya daya kecambah karena sifat dasar deteriolasi benih itu sendiri (Mutungi *et al.* 2014). Penurunan O₂ dan peningkatan CO₂ pada kemasan hermetik tidak mengurangi daya kecambah dan vigor benih (Vales *et al.* 2014). Di negara berkembang, penyimpanan hermetik dengan teknologi atmosfer termodifikasi akan menjadi solusi penyimpanan dengan harga yang rendah dan efektif untuk tingkat petani, menjaga benih dari infestasi serangga, dan mempertahankan daya kecambah yang diperlukan (Villers *et al.* 2008; Navarro *et al.* 2012; IRRI 2013) oleh karena itu dapat melindungi petani dari fluktuasi harga dan ketersediaan kedelai di lapangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil percobaan dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa kemasan hermetik memiliki ketahanan terhadap serangga lebih baik dibandingkan kemasan HDPE. Kemasan hermetik memberikan pengaruh nyata terhadap parameter konsentrasi gas CO₂ dan O₂ yang menyebabkan kematian *C. maculatus* mencapai 100% pada hari keempat penyimpanan. Persentase biji yang terinfestasi telur pada kemasan hermetik sebesar 5.4% lebih rendah dibandingkan kemasan HDPE yaitu 26.23%

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing thesis penulis Dr. Ir. Emmy Dharmawati, M.Si yang telah banyak membantu membimbing penulis baik pada saat pelaksanaan penelitian maupun dalam penulisan laporan thesis. Terimakasih kepada Direktorat Pendidikan Tinggi Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi yang telah memberikan kesempatan untuk mendapatkan beasiswa BPP-DN Calon Dosen pada penulis, sebagai salah satu sumber pendanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Brooker DB, Bakker-Arkema, F, Hall CW. (1992). Drying and storage of grains and oilseeds. Springer. New York(US) ISBN 0442205155
- Danapriatna N. (2006). Pengaruh penyimpanan terhadap viabilitas benih kedelai. [Jurnal Online] [Diunduh 07 September 2014]; tersedia di download.portalgaruda.org/article.php?article=19266&val=1224; Hal 178-187.
- Destiana, I.D.(2015). Pengemasan benih kedelai dengan menggunakan plastik untuk meningkatkan daya simpan [tesis]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Destiana, I.D.(2016). Pengaruh Beberapa Kemasan Plastik Terhadap Kualitas Benih Kedelai Selama Penyimpanan. *Jurnal Keteknik Pertanian*. Vol. 4 (1): p.45-52.
- Fox CW. (1993). Multiple mating, lifetime fecundity and female mortality of the bruchid beetle, *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae). *Funct. Ecol.* 7: hlm. 203-208.
- Harahap, I.S. (2006). Penuntun Praktikum Ilmu Hama Gudang. Jurusan Hama Penyakit Tanaman. IPB. Bogor. (Tidak dipublikasikan)
- IRRI, (2013). Introduction to storage. Tersedia pada <http://www.knowledgebank.irri.org/rkb/index.php/storage> (10th May 2013).
- Kamsiati. (2013). *Screening* varietas padi dan penggunaan kemasan plastik fleksibel untuk meningkatkan daya tahan simpan beras [tesis]. Bogor (ID): Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- Kirwan MJ, Strawbridge JW. (2003). *Food Packaging Technology*. Coles R, McDowell D, Kirwan MJ, editor. Canada (US): Blackwell Publishing Ltd. hlm :174-227

- Morino-Martinez E, Jimenez, Vazquez ME. (2000). Effect of *Sitophilus zeamais* and *Aspergillus chevalieri* on the oxygen level in maize stored hermetically. *Journal of Stored Products Research*.36: 25-36
- Mudjisiyono R, Hindiarto D, Noor Z. (2001). Pengaruh kemasan plastik terhadap mutu sawut kering selama penyimpanan. *Jurnal Penelitian Pertanian*. 20 (1): 55-65.
- Murdock LL, Margam V, Baoua I, Balfe S, Shade RE. (2012). Death by desiccation: effects of hermetic storage on cowpea bruchids. *J. Stored Prod Res*. 49:166-170.
- Mutungu CM, Affognon H, Njoroge AW, Baributsa D, Murdock LL. (2014). Storage of mung bean (*Vigna radiata* [L.] Wilczek) and pigeonpea grains (*Cajanus cajan* [L.] Millsp) in hermetic triple-layer bags stops losses caused by *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae). *Journal of Stored Products Research* 58:39-47
- Natawigena, H. (1993). Dasar-dasar Perlindungan Tanaman. Trigenda Karya. Bandung.
- Navarro S, Timlick B, Demianyk CJ, White NDG. (2012). Controlled and modified atmospheres. In: Hagstrum, DW Phillips TW Cuperus G, Editor. Stored Product Protection- Part III. Management: Monitoring-based Methods. Kansas State University.(US). hlm: 191-202.
- Njoroge AW, Affognon HD, Mutungi CM, Manono J, Lamuka PO, Murdock LL. (2014). Triple bag hermetic storage delivers a lethal punch to *Prostephanus truncatus* (Horn) (Coleoptera: Bostrichidae) in stored maize. *Journal of Stored Products Research* 58 :12-19.
- Ofuya TI, Reichmuth C. (2002). Effect of relative humidity on susceptibility of *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae) to two modified atmospheres. *J. Stored Prod Res*. 38 : 139-146.
- Sumadi, Nuraini, A. dan Patmawati, S. 2008. Pengaruh Kadar Air dan Dosis Minyak Cengkeh terhadap Vigor Kedelai. Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-Umbian. Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Kacang-Kacangan dan Umbi-Umbian Mendukung Kemandirian Pangan dan Kecukupan Energi.
- Swella BG, Mushobozy DMK. (2007). Evaluation of the efficacy of protectants against cowpea bruchids (*Callosobruchus maculatus* (F.) on cowpea seeds (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. *Plant Prot. Sci*. 43 : 68-72.
- Vales MI, Ranga Rao GV, Sudini H, Patil SB, Murdock LL. (2014). Effective and economi storage of pigeonpea seed in triple layer plastic bags. *Journal of Stored Product Research*. 58: 29-38 p.
- Villers P, Navarro S, De Bruin T. (2008). Development of hermetic storage technology in sealed flexible storage structures.[internet]. [diunduh 10 Mei 2015]. Tersedia pada www.grainpro.com
- Villers P, Gummert.(2009). Seal approval. *Rice Today*, Januari-March 2009.
- Wortmann C. (2006). *Phaseolus vulgaris* L. (common bean). In: Brink M, Belay, editor. Plant Resources of Tropical Africa I. Cereals and Pulses. Leiden (NL):Backhuys Pres