

jTEP

JURNAL KETEKNIKAN PERTANIAN

P-ISSN No. 2407-0475 E-ISSN No. 2338-8439

Vol. 6, No. 3, Desember 2018



Publikasi Resmi
Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
(Indonesian Society of Agricultural Engineering)
bekerjasama dengan
Departemen Teknik Mesin dan Biosistem - FATETA
Institut Pertanian Bogor



Jurnal Keteknikan Pertanian (JTEP) terakreditasi berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan Kementerian Ristek Dikti Nomor I/E/KPT/2015 tanggal 21 September 2015. Selain itu, JTEP juga telah terdaftar pada Crossref dan telah memiliki Digital Object Identifier (DOI) dan telah terindeks pada ISJD, IPI, Google Scholar dan DOAJ. JTEP terbit tiga kali setahun yaitu bulan April, Agustus dan Desember, dan mulai tahun ini berisi 15 naskah untuk setiap nomornya. Peningkatan jumlah naskah pada setiap nomornya ini dimaksudkan untuk mengurangi masa tunggu dengan tidak menurunkan kualitas naskah yang dipublikasikan. Jurnal berkala ilmiah ini berkiprah dalam pengembangan ilmu keteknikan untuk pertanian tropika dan lingkungan hayati. Jurnal ini diterbitkan dua kali setahun baik dalam edisi cetak maupun edisi online. Penulis makalah tidak dibatasi pada anggota PERTETA tetapi terbuka bagi masyarakat umum. Lingkup makalah, antara lain meliputi teknik sumberdaya lahan dan air, alat dan mesin budidaya pertanian, lingkungan dan bangunan pertanian, energi alternatif dan elektrifikasi, ergonomika dan elektronika pertanian, teknik pengolahan pangan dan hasil pertanian, manajemen dan sistem informasi pertanian. Makalah dikelompokkan dalam invited paper yang menyajikan isu aktual nasional dan internasional, review perkembangan penelitian, atau penerapan ilmu dan teknologi, technical paper hasil penelitian, penerapan, atau diseminasi, serta research methodology berkaitan pengembangan modul, metode, prosedur, program aplikasi, dan lain sebagainya. Penulisan naskah harus mengikuti panduan penulisan seperti tercantum pada website dan naskah dikirim secara elektronik (online submission) melalui <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>.

Penanggungjawab:

Ketua Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia
Ketua Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Dewan Redaksi:

Ketua : Wawan Hermawan (Scopus ID: 6602716827, Institut Pertanian Bogor)
Anggota : Asep Sapei (Institut Pertanian Bogor)
Kudang Boro Seminar (Scopus ID: 54897890200, Institut Pertanian Bogor)
Daniel Saputra (Scopus ID: 6507392012, Universitas Sriwijaya - Palembang)
Bambang Purwantana (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Yohanes Aris Purwanto (Scopus ID: 6506369700, Institut Pertanian Bogor)
Muhammad Faiz Syuaib (Scopus ID: 55368844900, Institut Pertanian Bogor)
Salengke (Scopus ID: 6507093353, Universitas Hasanuddin - Makassar)
I Made Anom Sutrisna Wijaya (Scopus ID: 56530783200, Universitas Udayana - Bali)

Redaksi Pelaksana:

Ketua : Rokhani Hasbullah (Scopus ID: 55782905900, Institut Pertanian Bogor)
Sekretaris : Lenny Saulia (Scopus ID: 16744818700, Institut Pertanian Bogor)
Bendahara : Hanim Zuhrotul Amanah (Universitas Gadjah Mada - Yogyakarta)
Anggota : Dyah Wulandani (Scopus ID: 1883926600, Institut Pertanian Bogor)
Usman Ahmad (Scopus ID: 55947981500, Institut Pertanian Bogor)
Satyanto Krido Saptomo (Scopus ID: 6507219391, Institut Pertanian Bogor)
Slamet Widodo (Scopus ID: 22636442900, Institut Pertanian Bogor)
Liyantono (Scopus ID: 54906200300, Institut Pertanian Bogor)
Administrasi : Diana Nursolehat (Institut Pertanian Bogor)

Penerbit: Perhimpunan Teknik Pertanian Indonesia (PERTETA) bekerjasama dengan Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor.

Alamat: Jurnal Keteknikan Pertanian, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Kampus Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680.
Telp. 0251-8624 503, Fax 0251-8623 026,
E-mail: jtep@ipb.ac.id atau jurnaltep@yahoo.com
Website: web.ipb.ac.id/~jtep atau <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jtep>

Rekening: BRI, KCP-IPB, No.0595-01-003461-50-9 a/n: Jurnal Keteknikan Pertanian

Percetakan: PT. Binakerta Makmur Saputra, Jakarta

Ucapan Terima Kasih

Redaksi Jurnal Keteknikan Pertanian mengucapkan terima kasih kepada para Mitra Bebestari yang telah menelaah (*me-review*) Naskah pada penerbitan Vol. 6 No. 3 Desember 2018. Ucapan terima kasih disampaikan kepada: Prof.Dr.Ir. Sutrisno, M.Agr. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Slamet Budijanto, M.Agr. (Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor), Prof.Dr.Ir. Daniel Saputra, MS. (Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya), Prof.Ir. Loekas Susanto, MS., Ph.D. (Fakultas Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Prof.Dr.Ir. Muhammad Idrus Alhamid (Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Indonesia), Prof.Dr.Ir. Sobir, M.Si. (Departemen Agronomi dan Hortikultura (AGH), Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Bambang Susilo, M.Sc.Agr. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Brawijaya), Dr. Radi, STP., M.Eng. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada), Dr.Ir. Evi Savitri Iriani M.Si. (Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian), Dr.Ir. Hermantoro, MS. (Institut Pertanian Stiper (INSTIPER) Yogyakarta), Dr.Ir. Ridwan Rachmat, M.Agr. (Balai Besar Penelitian Tanaman Padi), Dr.Ir. Rokhani Hasbullah, M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr.Ir. Usman Ahmad, M.Agr (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Leopold Oscar Nelwan, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Slamet Widodo, STP., M.Sc. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Muhamad Yulianto, ST., MT. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor), Dr. Nora H. Pandjaitan, DEA. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Chusnul Arif, STP., M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Dr. Satyanto Krido Saptomo, STP, M.Si. (Departemen Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Wilson Palelingan Aman, STP., M.Si. (Fakultas Pertanian dan Teknologi Pertanian, Universitas Negeri Papua), Andri Prima Nugroho, STP., M.Sc., Ph.D. (Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada), Asna Mustofa, STP., MP. (Program Studi Teknik Pertanian, Universitas Jenderal Soedirman), Diding Suhandy, S.TP., M.Agr., Ph.D. (Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung) Agus Ghautsum Ni'am, STP., M.Si. (Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Institut Pertanian Bogor).

Technical Paper

Teknik Pengemasan Jagung Pipil untuk Meminimumkan Kadar Aflatoksin

Maize Grain Packaging Techniques to Minimize the Level of Aflatoxin

Dede Risanda, Program Studi Teknologi Pascapanen. Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknik Pertanian IPB. Kampus IPB Dramaga, Bogor 16690. Email: dederisanda15@gmail.com

Emmy Darmawati, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknik Pertanian IPB. Kampus IPB Dramaga, Bogor 16690. Email darmawatihandono@gmail.com

Meity Suradji Sinaga, Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknik Pertanian IPB. Kampus IPB Dramaga, Bogor 16690. Email mssinaga@yahoo.com

Abstract

*The application of hermetic storage, which is a type of modified atmosphere, effectively reduced the growth of *Aspergillus flavus* during storage and therefore limit the aflatoxin production. However, its relatively high cost is a major obstacle for its adoption by smallholder farmers and traders. The preparation of two layers of HDPE and polypropylene plastic packaging that is expected to limit the aflatoxin production and prevent the mold growth during storage. The experimental design used in this study was a completely randomized factorial design. The first factor consisted of three levels: plastic bag (J0), multi-layered plastic packaging composed of plastic bag and hermetic GrainPro bag (J1), and multi-layered plastic packaging composed of plastic bag, high density polyethylene (HDPE), and polypropylene bag (J2). Furthermore, the second factor comprised two levels: without inoculation (M0) and with inoculation (M1). The maize grains that had been stored for three months in J1 and J2 packaging at 12-13% moisture levels has been able to maintain material moisture content remains low. In these two packaging, the percentage of aflatoxin infection was around 2% during three months. On the other hand, the maize grains that had been stored in J1 and J2 packaging at 17-18% moisture content showed that the material moisture content remains high during storage. The fungal infection percentage attain 3-17% in both two types of packaging. Storing the maize grains in J2 packaging with high moisture levels during three months at risk of being contaminated by aflatoxin and seed fermentation.*

Keywords: *aflatoxin, moisture content, multilayer packaging*

Abstrak

Penyimpanan jagung melalui modifikasi atmosfer yang terbentuk pada kemasan hermetik telah mampu menghambat pertumbuhan cendawan dan produksi aflatoksin. Namun, kemasan hermetik merupakan produk impor dan harganya relatif mahal untuk diterapkan di tingkat petani dan pedagang pengumpul. Penyusunan dua lapis kemasan berbahan plastik HDPE dan polipropilen diharapkan mampu menekan produksi aflatoksin dan menghambat pertumbuhan cendawan selama penyimpanan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah jenis kemasan dengan 3 taraf, yaitu (J0) karung plastik, (J1) kemasan berlapis yang tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro, dan (J2) kemasan berlapis yang tersusun dari karung plastik+plastik HDPE+plastik polipropilen. Faktor kedua adalah inokulasi sumber inokulum dengan 2 taraf, yaitu (M0) tanpa inokulasi sumber inokulum, dan (M1) dengan inokulasi sumber inokulum. Jagung pipil yang telah disimpan selama 3 bulan pada kemasan J1 dan J2 pada kadar air rendah (12-13%) telah mampu mempertahankan kadar air bahan tetap rendah. Di kedua jenis kemasan tersebut, persen infeksi cendawan masih sekitar 2% setelah disimpan selama 3 bulan. Sementara itu, penyimpanan jagung pipil pada kemasan J1 dan J2 pada kadar air tinggi (17-18%) menunjukkan bahwa kadar air bahan tetap tinggi selama penyimpanan. Persen infeksi cendawan mencapai 3-17% pada kedua jenis kemasan tersebut. Penyimpanan jagung pipil dengan kemasan J2 pada kadar air tinggi selama 3 bulan beresiko tercemar aflatoksin serta biji mengalami fermentasi.

Kata kunci: *aflatoksin, kadar air, kemasan berlapis*

Diterima: 7 Februari 2018; Disetujui: 31 Desember 2018

Pendahuluan

Keberhasilan pengembangan jagung tidak hanya ditentukan oleh tingginya produktivitas saja, namun juga melibatkan peningkatan kualitas mutu dari produk. Komposisi kimia jagung sebagian besar terdiri atas pati 54.1-71.7%, protein 11.1-26.6%, lemak 5.3-19.6%, serat 2.6-9.5%, dan abu 1.4-2.1% (Chakraverty dan Singh 2001). Oleh sebab itu, jagung sangat rentan terserang oleh serangga hama dan cendawan selama proses penyimpanan. Sebagai komoditas strategis dan memiliki komposisi terbesar berupa pati dan protein, jagung harus dijaga kualitas mutunya selama penyimpanan. Tahap penyimpanan jagung merupakan titik kritis yang harus terbebas dari serangan hama dan cendawan. Jagung yang terhindar dari serangan hama dan cendawan selama penyimpanan akan aman untuk dikonsumsi.

Konsumsi jagung nasional saat ini sebagai bahan pangan tercatat sebesar 1.55 kg/kapita/tahun (KEMANTAN 2015). Sementara itu, kebutuhan jagung untuk bahan baku pakan diperkirakan sebesar 8.5 juta ton. Dengan demikian, kebutuhan jagung untuk bahan baku pakan sekitar 48% dari produksi nasional. Tingginya permintaan jagung oleh pabrik pakan tidak diikuti oleh peningkatan mutu jagung di tingkat petani dan pedagang pengumpul. Penanganan jagung di tingkat petani dan pedagang pengumpul sampai saat ini masih dilakukan secara manual dengan bantuan peralatan yang sangat sederhana. Pengeringan dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari dan penyimpanan dengan menggunakan karung/goni plastik sehingga jagung hasil produksi petani dan pedagang pengumpul banyak yang ditolak atau dihargai murah oleh pabrik pakan.

Penyimpanan jagung di ruang penyimpanan terbuka dan di daerah tropis lembab seperti Indonesia menyebabkan timbulnya kerusakan pada jagung. Jagung yang telah dikeringkan dan disimpan pada ruang penyimpanan yang lembab akan menyebabkan jagung menyerap kembali uap air dari lingkungan. Laporan BMKG (2017) menyebutkan bahwa kisaran suhu di Indonesia saat ini adalah 22-37°C dengan kelembaban relatif (RH) berkisar antara 43-98%. Kondisi ini sangat menguntungkan bagi pertumbuhan *Aspergillus flavus*. Jagung yang telah terkontaminasi *Aspergillus flavus* umumnya akan mengandung aflatoksin yang terbentuk selama cendawan tersebut tumbuh. Menurut Kusumaningrum *et al.* (2010), kontaminasi aflatoksin di tingkat petani Jawa Barat sekitar 0-4 ppb, sedangkan kontaminasi aflatoksin di pedagang pengumpul sekitar 3-19.63 ppb. Sumber inokulum cendawan diduga sudah terbawa sebelum masa panen atau terbawa selama proses pascapanen.

Modifikasi atmosfer yang dihasilkan oleh kemasan hermetik PICS (*Purdue Improved Cowpea Storage*) terbukti mampu mencegah kontaminasi cendawan dan aflatoksin selama penyimpanan. Kondisi hermetik ini tercipta dari susunan 3 lapis plastik yang menyusun kemasan. Lapisan luar sebagai plastik polietilen,

dan dua lapisan dalam sebagai penghalang adalah plastik *high density polyethylene* (Williams *et al.* 2014). Komposisi ini membuat kemasan PICS mampu menciptakan kondisi rendah oksigen dan tinggi karbondioksida di dalam kemasan. Namun kemasan PICS merupakan produk impor yang relatif mahal untuk diterapkan oleh petani dan pedagang pengumpul. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu percobaan yang bertujuan untuk memperoleh kemasan alternatif yang dapat menggantikan kemasan kedap udara setingkat dengan kemasan hermetik PICS. Penyusunan plastik kemasan ini diharapkan dapat menciptakan kondisi yang mampu menghambat pertumbuhan cendawan dan menekan akumulasi aflatoksin selama jagung disimpan dalam kemasan.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan bulan Oktober-Agustus 2017, bertempat di Laboratorium Teknik Pengolahan Pangan dan Hasil Pertanian (TPPHP), Laboratorium Lapang Siswadi Supardjo Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB, Laboratorium Mikologi Cendawan Departemen Proteksi Tanaman IPB, serta Laboratorium Mikologi Seameo Biotrop.

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan berupa jagung pipil, kemasan plastik, dan *Aspergillus flavus*. Jagung pipil yang digunakan adalah jagung pipil varietas Pertiwi 2 diperoleh dari Kelompok Tani Sukatani 1 Kab. Serang yang dipanen pada bulan Januari 2017. Kemasan plastik hermetik yang digunakan adalah kemasan GrainPro ukuran 65x110 cm yang berkapasitas 60 kg dibeli dari PT. Trias Niagatama Sejahtera. Kemasan hermetik digunakan untuk mengangkut dan menyimpan jagung pipil sebelum dilakukan perlakuan. Kemasan plastik yang digunakan terdiri atas: karung plastik yang biasa digunakan petani dengan ukuran 30x45 cm kapasitas 3 kg, plastik HDPE (*high density polyethylene*) ukuran 30x45 cm kapasitas 3 kg, plastik PP (*polipropilen*) ukuran 30x45 cm kapasitas 3 kg, dan plastik hermetik GrainPro ukuran 30x45 cm kapasitas 3 kg yang dibentuk dengan cara membagi plastik kapasitas 60 kg menjadi 4 bagian, kemudian direkatkan dengan mesin *sealer*.

Media AFPA (*Aspergillus flavus parasiticus agar*) yang diperoleh dari Biotrop dan media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang dibuat sendiri di laboratorium mikologi. Alat-alat yang digunakan selama penelitian antara lain: oven model 2120 Isuzu Seisakusho, timbangan digital Mettler PM 4800, termometer dan higrometer (*Thermo-Hygrometer Model GL-99*), desikator, mesin *sealer*, palet, *dryer* tipe *batch*, mikroskop cahaya, autoklaf, *laminar air flow* cabinet, shaker, cawan petri, tabung erlenmeyer, tabung reaksi, baki plastik, kapas, blender, alkohol 70% dan aquades.

Isolat *Aspergillus flavus*

Isolat *Aspergillus flavus* diperoleh dari hasil isolasi pada jagung pipil yang dipanen dari kelompok tani, kemudian dilakukan isolasi cendawan dengan menggunakan metode *blotter test* (ISTA 2010). Metode *blotter test* adalah metode pengujian benih dengan sterilisasi permukaan. Jagung pipil direndam ke dalam larutan *natrium hipoklorit* (NaOCl 1%) selama 3 menit, kemudian dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali lalu dikeringanginkan di atas tisu steril. Selanjutnya 10 benih jagung pipil dimasukkan ke dalam cawan disposable di atas 3 lembar kertas hisap steril yang telah dilembabkan. Benih diinkubasi di dalam ruang inkubator yang dilengkapi dengan lampu NUV (*Near Ultra Violet*) dengan durasi penyinaran 12 jam terang dan 12 jam gelap pada ruangan 25-30 °C selama 7 hari. Setelah 7 hari masa inkubasi maka permukaan jagung akan ditumbuhi oleh koloni cendawan berwarna hijau, selanjutnya pada koloni cendawan yang diduga sebagai *Aspergillus flavus* disentuh dengan ujung jarum ose. Miselium cendawan yang telah menempel pada ujung jarum ose selanjutnya dipindahkan ke permukaan media PDA. Media PDA selanjutnya diinkubasi pada suhu 25-30 °C selama 6 hari sampai diperoleh biakan murni *Aspergillus flavus*.

Persiapan Sumber Inokulum

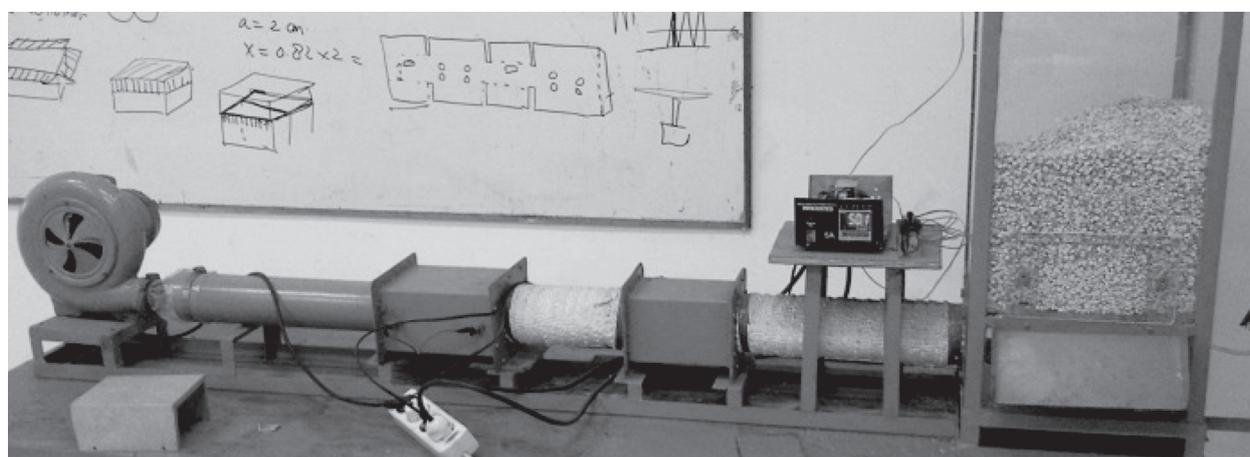
Biakan murni *Aspergillus flavus* yang telah berumur 6 hari ditambahi air steril 10 ml. Biakan murni *Aspergillus flavus* selanjutnya digerus dengan menggunakan spatula steril. Kemudian disiapkan tabung-tabung yang berisi 9 ml air steril dan disusun secara berderet. Setiap tabung diberi label untuk dilakukan pengenceran dari 10^{-1} sampai 10^{-6} . Kemudian secara aseptik larutan biakan murni *Aspergillus flavus* dipipet sebanyak 1 ml dan dimasukkan ke tabung pengenceran 10^{-1} . Lalu dilakukan pengenceran bertingkat sampai dengan pengenceran 10^{-6} . Setelah itu, sebanyak 1 ml dari masing-masing tabung pengencer 10^{-1} sampai 10^{-6} dipipet lalu disebar pada media PDA. Cawan petri yang berisi media PDA disiapkan masing-masing sebanyak 3 buah. Media PDA diinkubasi selama 6 hari, kemudian dihitung jumlah koloni cendawan yang

mengandung 30-300 koloni. Menurut Hadioetomo (1993), jumlah koloni yang ditumbuhkan pada media PDA merupakan suatu indeks bagi jumlah organisme yang dapat hidup. Untuk memenuhi persyaratan statistik, cawan yang dipilih untuk perhitungan koloni adalah yang mengandung 30-300 koloni.

Setelah 6 hari masa inkubasi, jumlah koloni cendawan yang memenuhi persyaratan statistik terdapat pada pengenceran 10^{-6} sekitar 70 koloni. Sebelum dilakukan inokulasi pada jagung pipil, jagung pipil terlebih dahulu disterilisasikan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121°C selama 15 menit. Jagung pipil steril kemudian dimasukkan ke cawan petri disposable sebanyak 20 gram per cawan. Jagung pipil steril kemudian diinokulasikan dengan 1 ml suspensi cendawan yang memiliki kerapatan cendawan 7×10^7 cfu/ml dengan menggunakan mikropipet steril kering angin di dalam *laminar air flow*. Sampel jagung steril yang telah diteteskan oleh suspensi cendawan kemudian disimpan selama 6 hari pada RH 80%. Ini yang kemudian akan digunakan sebagai sumber inokulum.

Persiapan Kadar Air Jagung Pipil

Jagung pipil yang telah dipanen dari kelompok tani masih memiliki kadar air (ka) sekitar 25-30%. Untuk mencapai kadar air sekitar 12-13% dan 17-18% maka dilakukan pengeringan di laboratorium lapang dengan menggunakan *dryer* tipe batch kapasitas 30 kg (Gambar 1). Agar diperoleh kadar air yang merata, pengeringan jagung pipil dilakukan sebanyak 10 kg tiap kali proses sampai kadar air jagung pipil mencapai sekitar 12-13% dan 17-18%. Jagung pipil yang telah mencapai kadar air sekitar 12-13% dan 17-18% kemudian dimasukkan ke masing-masing kemasan plastik sebanyak 2 kg per kemasan. Percobaan dibagi dalam dua kelompok yaitu: kelompok 1 adalah kadar air awal simpan sekitar 12-13% dan kelompok 2 adalah kadar air awal simpan sekitar 17-18%. Masing-masing kelompok menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah jenis kemasan terdiri atas 3 taraf, yaitu karung plastik (J0), kemasan berlapis yang



Gambar 1. Proses pengeringan jagung pipil dengan menggunakan *dryer type batch*.

Tabel 1. Kombinasi perlakuan jenis kemasan dan sumber inokulum.

Perlakuan	Jenis Kemasan Multilayer (J)	Sumber Inokulum (M)
J0M0	karung plastik	tanpa inokulasi
J1M0	karung plastik+hermetik	tanpa inokulasi
J2M0	karung plastik+hdpe+pp	tanpa inokulasi
J0M1	karung plastik	dengan inokulasi
J1M1	karung plastik+hermetik	dengan inokulasi
J2M1	karung plastik+hdpe+pp	dengan inokulasi

tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro (J1), dan kemasan berlapis yang tersusun dari karung plastik+plastik HDPE+plastik polipropilen (J2). Faktor kedua terdiri atas 2 taraf, yaitu (M0) tanpa inokulasi sumber inokulum, dan (M1) dengan inokulasi sumber inokulum. Dari kedua faktor perlakuan itu diperoleh 6 kombinasi perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali pada masing-masing perlakuan. Kombinasi perlakuan antara jenis kemasan dan sumber inokulum dapat dilihat pada Tabel 1.

Penyimpanan jagung pipil dilakukan pada gudang penyimpanan dengan suhu ruang 25-30°C dan RH \pm 75-90%. Suhu dan kelembaban relatif ruang penyimpanan dicatat tiap 3 hari sekali selama 3 bulan penyimpanan. Penyimpanan dilakukan selama 3 bulan yaitu dari bulan Januari hingga April 2017.

Peubah yang Diamati

Populasi Cendawan dan Kadar Aflatoksin

Perhitungan populasi dan kadar aflatoksin dilakukan sesudah jagung disimpan selama 3 bulan (setelah percobaan). Sampel jagung yang dianalisis dikumpulkan secara komposit dan quatering terlebih dahulu kemudian dibawa untuk dianalisis di laboratorium. Setiap sampel jagung dihitung secara duplo tanpa ada ulangan karena keterbatasan dana. Nilai rata-rata dari tiap sampel yang dihitung secara duplo digunakan sebagai nilai akhir pengujian. Perhitungan populasi cendawan *Aspergillus flavus* dilakukan di laboratorium Seameo Biotrop dan perhitungan kadar aflatoksin dilakukan di laboratorium Balai Besar Penelitian Veteriner Bogor.

Hasil dan Pembahasan

Sampel jagung diambil secara quarter pada masing-masing kemasan untuk menentukan populasi cendawan *Aspergillus flavus* dan kadar aflatoksin. Perhitungan populasi *Aspergillus flavus* dan kadar aflatoksin dilakukan setelah penyimpanan jagung selama 3 bulan. Untuk perlakuan tanpa inokulasi sumber inokulum pada kelompok 1, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M0 sebesar 5 ± 0.50 cfu/gr, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M0 sebesar 3 ± 0.58 cfu/gr, dan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M0 sebesar 2 ± 0.29 cfu/gr. Sedangkan, kadar aflatoksin pada kemasan J1M0 sebesar

0.32 ± 0.02 ppb, kadar aflatoksin pada kemasan J0M0 sebesar 0.24 ± 0.08 ppb, dan kadar aflatoksin pada kemasan J2M0 sebesar 0.05 ± 0.02 ppb. Sementara itu, untuk perlakuan dengan inokulasi sumber inokulum, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M1 sebesar 2300 ± 3.06 cfu/gr, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M1 sebesar 1500 ± 1.80 cfu/gr, dan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M1 sebesar 1200 ± 2.04 cfu/gr. Sedangkan, kadar aflatoksin pada kemasan J0M1 sebesar 0.12 ± 0.06 ppb, kadar aflatoksin pada kemasan J2M1 sebesar 0.08 ± 0.07 ppb, dan kadar aflatoksin pada kemasan J1M1 sebesar 0.05 ± 0.10 ppb.

Populasi awal cendawan *Aspergillus flavus* sebelum dilakukan penyimpanan pada kelompok 1 sebesar 2 ± 0.28 cfu/gr. Hal ini menunjukkan bahwa populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M0 tidak bertambah setelah dilakukan penyimpanan selama 3 bulan. Hal ini terjadi karena kemasan J1M0 adalah kemasan yang tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro. Kemasan J1M0 adalah kemasan yang mampu menciptakan kondisi hermetik (kedap udara) di dalam kemasan, sehingga mampu menghambat pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus*. Populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M0 naik sedikit jika dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* sebelum penyimpanan. Sementara itu, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M0 lebih tinggi jika dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* sebelum penyimpanan. Hal ini terjadi karena kemasan J2M0 mampu menahan gas hasil respirasi tetap berada di dalam kemasan. Kondisi ini yang menyebabkan suhu dan RH di dalam kemasan J2M0 meningkat. Hal yang sama juga terjadi pada jagung yang diinokulasi dengan sumber inokulum, jagung yang telah disimpan pada kemasan J0M1 dan J1M1 memiliki populasi cendawan *Aspergillus flavus* yang lebih rendah jika dibandingkan dengan kemasan J2M1 (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemasan J2M1 yang tersusun dari 3 lapis kemasan (*multilayer*) memiliki sedikit lebih banyak populasi *Aspergillus flavus* dibandingkan dengan kemasan J0M1 dan J1M1. Hal ini diduga karena gas-gas hasil respirasi produk tetap terperangkap di dalam kemasan. Dengan adanya inokulasi sumber inokulum, laju respirasi di dalam kemasan (biji-bijian dan cendawan) semakin meningkat. Hal ini dapat memicu lingkungan mikro di dalam kemasan semakin hangat dan lembab.

Tabel 2. Populasi *Aspergillus flavus* dan kadar aflatoksin pada jagung pipil setelah penyimpanan selama 3 bulan.

Perlakuan	Kelompok 1		Kelompok 2	
	Populasi <i>A. flavus</i> (cfu/gr)	Aflatoksin (ppb)	Populasi <i>A. flavus</i> (cfu/gr)	Aflatoksin (ppb)
J0M0	3±0.58	0.24±0.08	3±0.58	0.04±0.02
J1M0	2±0.29	0.32±0.02	3±0.28	0.09±0.01
J2M0	5±0.50	0.05±0.02	37±1.63	0.05±0.01
J0M1	1200±2.04	0.12±0.06	10300±2.18	0.12±0.04
J1M1	1500±1.80	0.05±0.10	4300±4.09	0.38±0.06
J2M1	2300±3.06	0.08±0.07	400±0.86	0.54±0.05

Keterangan: J0M0 = karung plastik tanpa inokulasi sumber inokulum

J1M0 = karung plastik + hermetik tanpa inokulasi sumber inokulum

J2M0 = karung plastik + HDPE + polipropilen tanpa inokulasi sumber inokulum

J0M1 = karung plastik + inokulasi sumber inokulum

J1M1 = karung plastik + hermetik + inokulasi sumber inokulum

J2M1 = karung plastik + HDPE + polipropilen + inokulasi sumber inokulum

Lane dan Woloshuk (2017), menyatakan bahwa kondisi mikro yang dihasilkan oleh infestasi serangga dan inokulasi *Aspergillus flavus* pada penyimpanan jagung pada kemasan PICS dapat meningkatkan suhu dan RH di dalam kemasan setelah 10 minggu penyimpanan.

Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J2M0 lebih kecil dibandingkan dengan kadar aflatoksin pada kemasan J1M0 dan J0M0. Hal ini bisa disebabkan karena faktor pendukung lain tidak tersedia di dalam kemasan J2M0 untuk memproduksi aflatoksin. Walaupun diketahui dari hasil penelitian bahwa populasi *Aspergillus flavus* sedikit lebih tinggi pada kemasan J2M0, namun populasi yang tinggi tidak selalu diikuti oleh kadar aflatoksin yang tinggi juga. Menurut Das *et al.* (2012), kandungan aflatoksin tertinggi diperoleh pada konsentrasi *Aspergillus flavus* sebanyak 5%, sementara itu pada konsentrasi *Aspergillus flavus* 10% justru terjadi penurunan kandungan aflatoksin. Kadar aflatoksin pada kemasan J1M0 paling tinggi dibandingkan dengan kemasan J0M0 dan J2M0. Hal ini dapat disebabkan karena kemasan J1M0 yang tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro merupakan kemasan yang kedap udara dan kedap oksigen. Cendawan *Aspergillus flavus* yang sudah berada di dalam kemasan (terikut dari awal penyimpanan) mengalami kondisi kritis. Kondisi ini memicu cendawan untuk memproduksi aflatoksin. Menurut Baoua *et al.* (2013) kadar oksigen yang terbentuk pada kemasan hermetik GrainPro lebih cepat turun dibandingkan dengan kadar oksigen yang terbentuk pada kemasan hermetik PICS. Setelah 4 hari penyimpanan, kadar oksigen pada kemasan hermetik GrainPro turun sedikit lebih cepat hingga 1.5% dibandingkan dengan kadar oksigen pada kemasan hermetik PICS hingga 3.9%. Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J0M0 lebih tinggi dibandingkan pada kemasan J2M0. Hal ini dapat terjadi karena kemasan J0M0 adalah kemasan yang hanya terdiri dari karung plastik saja. Kemasan

J0M0 adalah kemasan yang tidak kedap udara, sehingga suhu dan RH dari lingkungan luar mampu memberikan dampak terhadap cendawan untuk memproduksi aflatoksin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan RH lingkungan selama penyimpanan merupakan kondisi optimum bagi cendawan untuk tumbuh dan memproduksi aflatoksin. Menurut Pratiwi *et al.* (2015) suhu optimum *Aspergillus flavus* untuk memproduksi aflatoksin adalah pada kisaran 20-40°C dan pada suhu optimum itu, aflatoksin dapat dihasilkan dengan masa inkubasi selama 7 hari.

Di sisi lain, kadar aflatoksin pada kemasan J2M1 lebih tinggi dari kadar aflatoksin pada kemasan J1M1. Hal ini dapat disebabkan karena adanya penambahan sumber inokulum sebesar 2% dan kondisi mikro di dalam kemasan J2M1 lebih hangat dan lembab akibat hasil respirasi produk yang tetap tertahan di dalam kemasan. Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J0M1 paling tinggi dibandingkan dengan kadar aflatoksin pada kemasan J1M1 dan J2M1. Hal ini diduga terjadi karena tidak adanya penghalang bagi kemasan terhadap pengaruh lingkungan. Selain kadar air yang mencapai kondisi setimbang dengan lingkungan penyimpanan, jagung yang berada pada kemasan J0M1 juga mendapat pengaruh dari suhu dan RH lingkungan penyimpanan. Faktor-faktor kadar air, suhu, RH lingkungan, dan inokulasi sumber inokulum ini yang mendukung cendawan pada kemasan J0M1 untuk memproduksi aflatoksin sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan cendawan yang disimpan pada kemasan J1M1 dan J2M1. Williams *et al.* (2014) menyatakan bahwa jagung yang disimpan pada kemasan satu lapis karung plastik dengan kadar air 18% selama 2 bulan telah mampu menghasilkan aflatoksin sebesar 147.3 ppb.

Perlakuan tanpa inokulasi sumber inokulum pada kelompok 2 menghasilkan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M0 sebesar 37±1.63 cfu/gr, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M0 sebesar 3±0.58 cfu/gr, dan populasi *Aspergillus flavus* pada

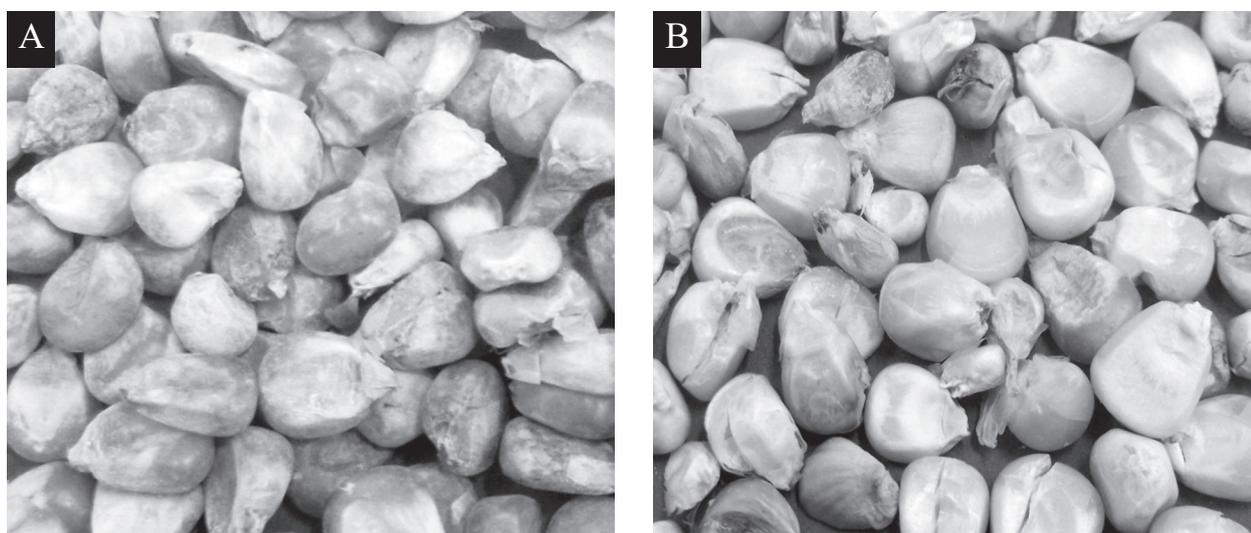
kemasan J1M0 sebesar 3 ± 0.28 cfu/gr. Sedangkan, kadar aflatoksin pada kemasan J1M0 sebesar 0.09 ± 0.01 ppb, kadar aflatoksin pada kemasan J2M0 sebesar 0.05 ± 0.01 ppb, dan kadar aflatoksin pada kemasan J0M0 sebesar 0.04 ± 0.02 ppb. Sementara itu, perlakuan dengan inokulasi sumber inokulum menghasilkan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M1 sebesar 10300 ± 2.18 cfu/gr, populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M1 sebesar 4300 ± 4.09 cfu/gr, dan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M1 sebesar 400 ± 0.86 cfu/gr. Sedangkan, kadar aflatoksin pada kemasan J2M1 sebesar 0.54 ± 0.05 ppb, kadar aflatoksin pada kemasan J1M1 sebesar 0.38 ± 0.06 ppb, dan kadar aflatoksin pada kemasan J0M1 sebesar 0.12 ± 0.04 ppb.

Populasi awal cendawan *Aspergillus flavus* sebelum dilakukan penyimpanan pada kelompok 2 sebesar 3 ± 0.57 cfu/gr. Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M0 dan J0M0 tidak bertambah setelah dilakukan penyimpanan selama 3 bulan. Hal ini kemungkinan terjadi karena cendawan *Aspergillus flavus* bersaing dengan cendawan dari genus lain. Berbeda dengan kelompok 1, jagung yang digunakan pada kelompok 2 memiliki kadar air awal penyimpanan yang tinggi yaitu sebesar $17.28\pm 0.47\%$. Kadar air biji-bijian pada awal penyimpanan memegang peranan penting bagi biji-bijian untuk menjadi aktif (*biologically active*) dan melakukan proses respirasi. Menurut Lacey *et al.* (1994), ketika kadar air tersedia selama penyimpanan, biji-bijian akan memulai proses respirasi, biji-bijian akan menyerap oksigen dan melepaskan karbondioksida. Weinberg *et al.* (2008) juga menyatakan bahwa terjadi penurunan oksigen dan peningkatan karbondioksida secara perlahan dengan meningkatnya kadar air biji-bijian yang disimpan pada kondisi terikat rapat kemasan. Pola yang sama juga dikemukakan oleh Williams *et al.* (2014) yang menyimpan jagung di dalam kemasan hermetik PICS selama 1 bulan penyimpanan. Pada kelompok kadar air jagung 12%,

hanya terdapat sedikit peningkatan karbondioksida sebesar 1.16%, sedangkan pada kelompok kadar air 21% terdapat peningkatan karbondioksida yang jauh lebih tinggi hingga 36.3%.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M0 dan J1M0 memiliki populasi *Aspergillus flavus* yang lebih rendah dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M0. Populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M0 juga mengalami peningkatan jika dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* sebelum penyimpanan. Hal ini terjadi karena kemasan J2M0 mampu menahan gas hasil respirasi tetap berada di dalam kemasan, sehingga menyebabkan suhu dan RH di dalam kemasan J2M0 meningkat. Kondisi lingkungan mikro yang terbentuk di dalam kemasan J2M0 yang mendukung cendawan *Aspergillus flavus* untuk tumbuh dan berkembang. Hal yang sebaliknya terjadi pada jagung yang diinokulasi dengan sumber inokulum. Populasi cendawan *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M1 setelah 3 bulan penyimpanan paling besar dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M1 dan J2M1 yaitu sebesar 10300 ± 2.18 cfu/gr. Populasi cendawan *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M1 sebesar 4300 ± 4.09 cfu/gr, dan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J2M1 sebesar 400 ± 0.86 cfu/gr (Tabel 2).

Hal ini terjadi karena kemasan J2M1 adalah kemasan berlapis (*multilayer*), sehingga uap air, karbondioksida, dan panas hasil respirasi tetap terperangkap di dalam kemasan. Kadar air awal simpan yang tinggi memicu jagung untuk melakukan proses respirasi di dalam kemasan, sehingga terjadi akumulasi karbondioksida, uap air dan panas di dalam kemasan J2M1. Penambahan sumber inokulum juga diduga mampu meningkatkan suhu dan RH di dalam kemasan J2M1. Kondisi lembab dan hangat yang terperangkap di dalam kemasan J2M1 memicu kondisi anaerobik terjadi di dalam kemasan J2M1. Cendawan *Aspergillus flavus* diduga kalah bersaing dengan



Gambar 2. Penilaian secara visual jagung kelompok 2 (ka. tinggi) yang disimpan pada kemasan J2M1 (A) dan kemasan J1M1 (B) selama 3 bulan penyimpanan.

chendawan lain yang mampu bertahan hidup pada kondisi anaerobik tersebut. Menurut Weinberg *et al.* (2008), kadar air yang tinggi dan kadar oksigen yang rendah di dalam kemasan akan memicu terjadinya fermentasi akibat kondisi anaerobik yang tercipta di dalam kemasan. Cendawan *Aspergillus flavus* merupakan cendawan yang bersifat aerobik obligat yang membutuhkan oksigen untuk tumbuh, akan tetapi rendahnya kandungan oksigen tidak menyebabkan kematian pada miselia dan spora cendawan.

Hasil pengamatan secara visual juga terlihat miselium cendawan berwarna putih dan hitam pada jagung yang disimpan pada kemasan J2M1 (Gambar 2a), sedangkan pada jagung yang disimpan pada kemasan J1M1 tidak terlihat miselium cendawan berwarna putih dan hitam (Gambar 2b). Miselium cendawan berwarna putih diduga sebagai kamir yang bersifat antagonis terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus*, sedangkan miselium cendawan berwarna hitam diduga sebagai *Aspergillus niger* yang bersifat antagonis juga terhadap *Aspergillus flavus*. Persons *et al.* (2013) menyatakan bahwa kamir *Saccharomyces cerevisiae* efektif untuk menurunkan pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada media sintetik di berbagai suhu penyimpanan.

Populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M1 memiliki populasi *Aspergillus flavus* yang paling tinggi dibandingkan dengan populasi *Aspergillus flavus* pada kemasan J1M1 dan J2M1. Hal ini diduga karena kemasan J0M1 adalah kemasan yang tersusun dari satu lapis karung plastik saja, sehingga jagung yang disimpan pada kadar air tinggi dan dengan inokulasi sumber inokulum sebesar 2% tidak terlindungi dari pengaruh lingkungan penyimpanan. Tidak adanya penghalang (*barrier*) dari kemasan J0M1 untuk melindungi jagung dari pengaruh lingkungan akan memicu cendawan *Aspergillus flavus* untuk tumbuh dan berkembang dengan baik di dalam kemasan.

Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J2M0 lebih kecil dibandingkan dengan kadar aflatoksin pada kemasan J1M0. Hal ini kemungkinan disebabkan karena faktor pendukung lain tidak tersedia di dalam kemasan J2M0, walaupun populasi cendawan pada kemasan J2M0 paling tinggi dibandingkan dengan populasi cendawan pada kemasan J0M0 dan J1M0. Namun populasi yang tinggi tidak selalu diikuti oleh produksi aflatoksin yang tinggi juga. Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J1M0 paling tinggi dibandingkan dengan kemasan J0M0 dan J2M0. Hal ini dapat disebabkan karena kemasan J1M0 yang tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro merupakan kemasan yang kedap udara dan kedap oksigen. Sehingga cendawan yang sudah terikut dari awal penyimpanan mampu memproduksi aflatoksin yang sedikit lebih banyak dibandingkan dengan cendawan *Aspergillus flavus* pada kemasan J0M0 dan J2M0. Sementara itu, kadar aflatoksin pada kemasan J0M0 paling rendah dibandingkan dengan kemasan J1M0 dan J2M0. Hal ini dapat terjadi karena sumber inokulum yang terikut dari awal tahap penyimpanan

masih rendah. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa produksi aflatoksin pada jagung tanpa inokulasi sumber inokulum di semua jenis kemasan masih di bawah 0.10 ppb selama 3 bulan penyimpanan.

Di sisi lain, kadar aflatoksin pada kemasan J0M1 paling rendah jika dibandingkan dengan kadar aflatoksin pada kemasan J1M1 dan J2M1. Populasi cendawan yang tinggi tidak selalu diikuti oleh produksi aflatoksin yang tinggi juga. Cendawan memproduksi aflatoksin jika faktor-faktor lingkungan mendukung cendawan untuk memproduksi aflatoksin. Menurut Ruiqian *et al.* (2013) kondisi yang cocok bagi pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* belum tentu cocok bagi sintesis aflatoksin. Kadar aflatoksin pada kemasan J1M1 sedikit lebih rendah jika dibandingkan dengan kemasan J2M1. Hal ini dapat disebabkan karena kemasan J1M1 yang tersusun dari karung plastik+plastik hermetik GrainPro memberikan penghalang (*barrier*) bagi jagung untuk berinteraksi dengan lingkungan luar kemasan. Cendawan yang sudah berada dari awal penyimpanan dan adanya penambahan sumber inokulum sebesar 2% hanya mampu memproduksi aflatoksin sebesar 0.38 ± 0.06 ppb. Sementara itu, produksi aflatoksin pada kemasan J2M1 paling tinggi jika dibandingkan dengan produksi aflatoksin pada kemasan J0M1 dan J1M1. Hal ini dapat disebabkan karena kadar air yang tinggi serta gas-gas hasil respirasi yang tetap tertahan di dalam kemasan J2M1 mendukung menciptakan kondisi anaerobik di dalam kemasan. Hadirnya cendawan lain pada kemasan J2M1 membuat kondisi kritis bagi *Aspergillus flavus*. Kondisi inilah yang memicu *Aspergillus flavus* untuk memproduksi aflatoksin sedikit lebih banyak dibandingkan pada kemasan J0M1 dan J1M1. Walaupun kadar aflatoksin pada kemasan J2 lebih tinggi sedikit dibandingkan dengan kemasan J1. Kemasan J2 memiliki kemampuan yang hampir sama dengan kemasan J1 jika jagung disimpan pada kadar air rendah (ka. <13%).

Kemasan J2 memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan kemasan J1. Total harga dari kemasan J2 yang tersusun dari 3 lapis kemasan sekitar Rp3500. Sementara itu, total harga dari kemasan J1 yang tersusun dari 2 lapis kemasan sekitar Rp32200. Dari hasil komunikasi pribadi dengan Bpk. Albert Budiono (Direktur Utama PT. Trias Niagatama Sejahtera), harga plastik GrainPro untuk ukuran 65x110 cm (kapasitas 50 kg) sekitar Rp32000 per lembar (jika pemesanan di atas 1000 lembar), dan harga karung plastik yang menjadi bagian terluar dari kemasan sekitar Rp200 dengan ukuran 30x45 cm kapasitas 3 kg. Sementara itu total harga plastik hermetik produk impor (PICS) yang terdiri dari 3 lapis kemasan sekitar 2 USD (Baoua *et al.* 2013). Dengan demikian, petani dan pedagang pengumpul yang ingin menyimpan jagung pipil dapat menggunakan kemasan J2 yang lebih murah jika dibandingkan dengan kemasan hermetik GrainPro.

Simpulan dan Saran

Simpulan

Kemasan J2 yang tersusun dari tiga lapis kemasan (karung plastik+plastik HDPE+plastik pp) telah mampu melindungi jagung dari pengaruh lingkungan luar dan dapat menciptakan kondisi yang kedap udara di dalam kemasan. Penyimpanan jagung di dalam kemasan J2 akan optimal jika diikuti dengan kadar air awal penyimpanan yang rendah (ka.<13%) serta persen infeksi cendawan pada awal penyimpanan jagung pipil tidak lebih dari 2%, sehingga gas hasil respirasi dari jagung dan cendawan tidak banyak dan terperangkap di dalam kemasan J2. Kemasan J2 dapat menjadi alternatif lain bagi petani dan pedagang pengumpul yang ingin menyimpan jagung pipil dengan mempertimbangkan harga, kemudahan dan ketersediaan bahan kemasan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian berikutnya jika susunan lapisan kemasan J2 (karung plastik+plastik HDPE+plastik polipropilen) dirubah menjadi karung plastik+plastik polipropilen+plastik HDPE, apakah akan memberikan pengaruh yang lebih baik untuk menghambat pertumbuhan cendawan dan produksi aflatoxin selama penyimpanan.

Daftar Pustaka

- Chakraverty, A. and R.P. Singh. 2001. Postharvest Technology: Cereals, Pulse, Fruit, and Vegetables. USA. Science publisher, inc and
- Das, A., J. Angayarkanni, S. Bhattacharya and M. Palaniswamy. 2012. Evaluation of process parameters influencing aflatoxin B₁ synthesis from *Aspergillus flavus* MTCC 2798 using rice straw under submerged fermentation. *Int. J. Pharm. Bio. Sci.* 2(2):94-105.
- Lane, B. and C. Woloshuk. 2017. Impact of storage environment on the efficacy of hermetic storage bags. *J Stored Prod.* 72(2017):83-89
- Pratiwi, C., W.P. Rahayu, H.N. Lioe, D. Herawati, W. Broto and S. Ambarwati. 2015. The effect of temperature and relative humidity for *Aspergillus flavus* BIO 2237 and aflatoxin production on soybeans. *Int Food Res. J.* 22(1):82-87
- Kusumaningrum, H.D., Suliantari, A.D. Toha, S.H. Putra and A.S. Utami. 2010. Contamination of *Aspergillus flavus* and aflatoxin at distribution chain of maize based food product and its influencing factors. *J. Tek Ind Pangan.* 21(2):171-176
- Baoua, I.B., L. Amadou, J.D. Lowenberg-DeBoer and L.L. Murdock. 2013. Side by side comparison of GrainPro and PICS bags for postharvest preservation of cowpea grain in Niger. *J Stored Prod.* 54(2013):13-16
- [ISTA] International Seed Testing Association. 2010. International rules for seed testing. Zurich. Switzerland.
- Lacey, J., A. Hamer and N. Magan. 1994. Respiration and losses in stored wheat under different environmental conditions. In: Highley E, Wright EJ, Banks HJ, Shamp BR (Eds), Proc of 6th Int. working Conf. on Stored Production Protection. Vol. II. Canberra, Australia. CAB International. 1007-1013
- [KEMANTAN] Kementerian Pertanian. 2015. Konsumsi jagung per kapita. [internet] [diunduh 2017 April 20]. Tersedia pada: <http://www.pertanian.go.id>
- Persons K, J.M. Raines and J.M. Rodriguez. 2013. Antagonistic effects of *Saccharomyces cerevisiae* on the growth of *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus* at varying temperatures. *J. Mycology.* 4(1):38-43
- Ruiqian, L., Y. Qiaan, D. Thanaboripat and P. Thansukon. 2013. Biocontrol of *Aspergillus flavus* and aflatoxin production. *KMITL Sci. Technol. J.* 4(1): 1-9.
- Hadioetomo, R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek. Teknik dan Prosedur Dasar dalam Praktikum.* Jakarta: Gramedia Pusaka Utama
- Williams, S.B., D. Baributsa dan C. Woloshuk. 2014. Assessing purdue improved crop storage (PICS) bags to mitigate fungal growth and aflatoxin contamination. *J Stored Prod.* 59(2014):190-196
- Weinberg, Z.G., Y. Yan, Y. Chen, S. Finkelman, G. Ashbell and S. Navarro. 2008. The effect of moisture level on high-moisture maize (*zea mays*) under hermetic storage conditions – in vitro studies. *J Stored Prod.* 44(2008):136-144