

TINGKAT PERTUMBUHAN ASPERGILLUS FLAVUS SP DAN PEMBENTUKAN AFLATOKSIN PADA BERBAGAI METODE PENYIMPANAN DENGAN KADAR AIR BIJI JAGUNG PAKAN

Growth Rate of Aspergillus Flavus sp and Aflatoxin Formation in Various Storage Methods with Different Water Content of Feed Corn Kernels

Hapsari Okgianti Yusuf

Mahasiswa Pasca Sarjana Program Studi Agroteknologi Universitas Muslim Indonesia

Hapsari_yusuf@yahoo.co.id

ABSTRACT

The objectives of this study are 1) To determine the best storage method for maize for growth *Aspergillus Flavus sp* and aflatoxin formation, 2) To determine the best water content regulation during storage of maize which can suppress growth *Aspergillus Flavus sp* and aflatoxin formation. This research consisted of two stages, namely corn sampling and main research. In the main research, analysis of moisture content with different storage methods, growth analysis of *Aspergillus Flavus sp* and levels of aflatoxin using the ELISA method was carried out. The statistical analysis method used was a completely randomized design with two factors. From the results of the Water Content analysis, the highest increase in water content for all treatments was seen in the storage treatment using HDPE plastic at 30% moisture content, namely the initial water content of 30 increased to 35.55%, with an increase of 5.55%. Whereas the lowest increase in water content for all treatments was seen in the storage treatment with spread at 15% moisture content, namely with an initial water content of 15% to 15.64% with an increase of 0.64%. The increase in the growth of *Aspergillus flavus sp* highest for all treatments was seen in the storage treatment by packaging using HDPE plastic at 30% moisture content, namely the growth rate *Aspergillus flavus sp* initial of 1.97×10^3 increased to 88.93×10^3 , while the increase in the growth of *Aspergillus flavus sp*. The lowest for all treatments was seen in the storage treatment with spread at 15% moisture content, namely the growth of *Aspergillus flavus sp* early 1.54×10^3 to 33.34×10^3 . The highest aflatoxin test was at the water content level of 30% with the storage method packed using HDPE plastic, while the lowest aflatoxin test result was at the 15% moisture level with the storage method spread out.

Keywords : Aflatoxin; Corn; Packaging; Storage; Water Content

PENDAHULUAN

Tanaman jagung (*Zea mays L.*) mempunyai peranan strategis di sektor pertanian dan dalam perekonomian masyarakat. Jagung merupakan sumber bahan baku utama dalam industri pakan unggas ($\pm 50\%$), sebagai bahan pangan pokok bagi masyarakat di daerah kawasan Timur Indonesia, serta penyumbang terbesar kedua setelah padi dalam pendapatan domestik bruto. Keunggulan jagung dibandingkan dengan komoditi pangan lain adalah kandungan gizi yang cukup tinggi, sebagai sumber karbohidrat mencapai 80% dari seluruh bahan kering biji. Karbohidrat dalam bentuk pati umumnya berupa campuran amilosa dan amilopektin (Abbas, 1997).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan, produksi jagung tahun 2018 sebanyak 19,61 juta ton pipilan kering. Produksi ini mengalami kenaikan sebanyak 0,60 juta ton atau 3,17% dibandingkan tahun 2014. Kenaikan produksi jagung terjadi karena kenaikan produktivitas sebesar 2.25 hektar atau 4,54%, meskipun luas panen mengalami penurunan sebesar 50,20 ribu hektar 1,31% (BPS, 2018).

Masalah utama dalam penanganan pascapanen jagung di tingkat petani adalah masih tingginya kehilangan hasil mulai dari panen sampai pascapanen. Hal ini disebabkan terbatasnya pengetahuan dan keterampilan petani dalam penanganan panen dan pascapanen serta alsin yang cukup mahal. Penanganan

pascapanen yang tepat diperlukan untuk mendapatkan jagung yang bermutu tinggi dan menekan kehilangan hasil. Penanganan yang kurang baik akan menyebabkan kerusakan biji sehingga menurunkan mutu dan harga jagung. Pada prinsipnya teknologi penanganan pascapanen jagung adalah untuk menekan kehilangan hasil di tingkat petani. Dengan teknologi alternatif yang sudah tersedia, diharapkan kehilangan hasil dapat ditekan, mutu dapat ditingkatkan dan juga akan memperoleh harga jual yang tinggi (Asni, 2017).

Jagung di Indonesia pada umumnya mengandung kadar aflatoksin yang cukup tinggi. Dari berbagai hasil penelitian di Indonesia, aflatoksin merupakan mikotoksin utama pencemar jagung dan bahan pakan ternak (Widiastuti, 2006). Aflatoksin, terutama adalah racun yang dihasilkan kapang *Aspergillus flavus sp.* Zat ini berbahaya bagi kesehatan manusia maupun hewan karena bersifat toksik terhadap bahan pangan yang terkontaminasi dan merupakan penyebab utama kanker hati. Cemaran *Aspergillus flavus sp* pada jagung umumnya terjadi sejak tanaman masih berada di kebun, karena kapang ini merupakan jenis kapang yang secara alami terdapat pada tanah. Beberapa kondisi yang mendorong pertumbuhan *A. flavus sp* adalah kadar air dan kelembaban yang cukup tinggi serta kondisi atmosfer. Mengingat Indonesia adalah negara beriklim tropis yang merupakan lingkungan yang sangat ideal untuk tumbuh kembang berbagai jenis kapang seperti *Aspergillus flavus* yang adalah penghasil utama aflatoksin B1.

Untuk mengatasi semua kendala yang dihadapi petani dapat dilakukan dengan cara pengendalian mutu. Pengendalian mutu merupakan usaha mempertahankan mutu selama proses produksi sampai produk berada di tangan konsumen pada batas yang dapat

diterima dengan biaya seminimal mungkin. Pengendalian mutu jagung pada saat pasca panen dilakukan mulai pemanenan, pengeringan awal, pemipilan, pengeringan akhir, pengemasan dan penyimpanan

Berdasarkan informasi diatas perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui metode penyimpanan terbaik dan tingkat kadar air yang tepat agar dapat menekan pertumbuhan *Aspergillus flavus sp* dan pembentukan aflatoksin.

TUJUAN PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan 1) Untuk mengetahui metode penyimpanan terbaik jagung terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus sp* dan pembentukan aflatoksin, 2) untuk mengetahui pengaturan kadar air terbaik pada saat penyimpanan jagung yang dapat menekan pertumbuhan *Aspergillus flavus sp* dan pembentukan aflatoksin dan 3) untuk mengetahui nilai kadar aflatoksin pada metode penyimpanan dan kadar air yang berbeda.

METODOLOGI

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel di tingkat petani, kemudian dilakukan pemipilan, pengeringan dan penyimpanan. Penyimpanan sampel dilaksanakan di gudang penyimpanan pasca panen, Balai Besar Pelatihan Pertanian Batangkaluku, Sungguminasa-Gowa, Sulawesi Selatan. Analisis kadar air, pertumbuhan *Aspergillus Flavus sp* dan analisis kadar aflatoksin dilaksanakan di Laboratorium Pangan dan Perlindungan Tanaman, Balai Besar Pelatihan Pertanian Batangkaluku, Sungguminasa – Gowa, Sulawesi Selatan. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei sampai Juli 2019.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil panen jagung varietas Bisi 18 Kit ELISA Aflatoxin

AgraQuant Romer (AgraQuant® Total Aflatoxin Assay 4/40) yang terdiri dari larutan standar aflatoksin 0-40 ppb, conjugate antiaflatoxin HRP (Horseradish Peroxidase), substrat TMB (Tetra Metil Benzidine), dan stop solution yang berupa asam kuat seperti HCl ELISA reader Opsys MR DYNEX Technologies, dalam bentuk pipil, bahan pengemas berupa karung Plastik, karung goni, plastik HDPE, methanol, acetonitrile, aquadest, aquabidest, lactofenol, media PDA (Potato Dextrose Agar), aluminium foil.

Alat-alat yang digunakan yaitu kertas saring (Whatman No. 1), rak tabung, plat pencampur, timbangan analitik, batang pengaduk, sentrifuse, pipet, tisu cawan aluminium, cawan petri, shaker, autoclave, erlenmeyer.

Metode Pelaksanaan Pengambilan Sampel

Penelitian ini diawali dengan pengambilan sampel berupa jagung diambil dari jagung petani yang telah di pipil, kemudian dilakukan pengeringan menggunakan alat. Pengeringan dilakukan berulang kali sehingga mencapai kadar air 30%, 25%, 20% dan 15%, kemudian dilakukan penentuan kadar air dengan menggunakan alat Grain Moisture Meter type GMK -303, setiap perlakuan sampel jagung yang digunakan masing-masing sebanyak 5 kg. Selanjutnya dilakukan penyimpanan untuk kontrol jagung pipil kemasan karung plastik, karung goni, plastik HDPE dan dihamparkan, disimpan tanpa menggunakan alas yang bersentuhan langsung dengan lantai yang terbuat dari semen. Penyimpanan jagung selama 30 hari, kemudian seluruh sampel kemudian disimpan di dalam ruangan yang memiliki suhu ruang, yaitu antara 28-32°C. Selanjutnya dilakukan analisis terhadap sampel. Analisis dilakukan pada awal penyimpanan (hari ke-0) kemudian selanjutnya dilakukan pada hari 30, selanjutnya dilakukan pengujian kadar air,

pertumbuhan *aspergillus flavus sp* dan uji aflatoksin.

Penelitian Utama

Sampel jagung yang telah disimpan selama 30 hari, kemudian dilakukan analisis kadar air, analisis pertumbuhan *Aspergillus flavus sp* dan kadar aflatoksin.

Analisis Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan cara menimbang sampel yang telah dihaluskan dan diayak sebanyak ± 3 gram dalam botol timbang yang sudah diketahui bobot kosongnya. Sampel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama ± 2 jam. Didinginkan, dan ditimbang bobotnya. Dikeringkan kembali dalam oven selama 30 menit, didinginkan dan ditimbang. Pengeringan dan penimbangan diulangi sampai diperoleh bobot tetap, yaitu selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0.0004 gram.

Identifikasi dan Penentuan Total *Aspergillus Flavus sp*

a. Membuat media PDA (Potato Dextrose Agar)

membuat media PDA diawali dengan menimbang PDA sebanyak 7,8 gram, kemudian melarutkan PDA dengan 150 ml aquadest di dalam beaker glass, setelah itu dihomogenkan dengan cara mengaduknya. Setelah homogen kemudian dipanaskan diatas hotplate dan mengaduknya hingga mendidih, kemudian diatur pH nya (5,6). Kemudian ditambahkan aquadest sampai 50 ml dipanaskan lagi sampai mendidih lalu dituang kedalam erlenmeyer kemudian erlenmeyer ditutup rapat dengan kapas dan aluminium foil. Erlenmeyer kemudian disterilisasi menggunakan autoclave pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah suhu pada autoclave turun sampai 0°C, kemudian dikeluarkan, lalu dipipet 15 ml PDA ke masing-masing

cawan petri, lalu dihomogenkan. kemudian dibiarkan media sampai padat.

b. Cara pengambilan sampel

Cara pengambilam sampel yaitu Sampel yang sudah diambil ditumbuk sampai halus, kemudian dimasukan kedalam plastik klip steril kemudian disolasi pada media PDA (Potato Dextrose Agar) dengan menggunakan metode tabur.

c. Mengisolasi pada media PDA (Potato Dextrose Agar)

mengisolasi sampel pada media PDA diawali dengan menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan kemudian memfiksasi cawan petri degan cara memutar diatas api bunsen. Diambil sampel sebanyak 1 gram lalu ditaburkan di atas media PDA (Potato Dextrose Agar) yang sudah dimasukkan didalam cawan petri. Selanjutnya memfiksasi cawan petri yang sudah di taburi jagung, kemudian diinkubasi selama 3-5 hari pada suhu 27⁰C (di dalam Desikator). Selanjutnya dilakukan pengamatan secara makroskopis. Pengamatan Mikroskopis dilakukan dengan menggunakan mikroskop.

Analisis Kadar Aflatoksin dengan Elisa

a. Preparasi Sampel

Sampel jagung pipilan sebanyak ± 500 gram dihaluskan, kemudian dari hasil tersebut dilakukan pengayakan dengan ayakan/saringan ukuran 20 *mesh*. Sampel yang telah diayak ditimbang sebanyak ± 20 gram ke dalam erlenmeyer 250 ml. Setelah itu disiapkan methanol 60% dengan cara mengencerkan methanol absolut dengan aquadest dengan perbandingan 6:4.

b. Preparasi Ekstrak Larutan Sampel

Larutan methanol 60% ditambahkan sebanyak 100 ml ke dalam erlenmeyer yang telah berisi sampel jagung yang telah

ditimbang. Dihomogenkan sambil diputar dengan bantuan alat *shaker* selama 5 menit dengan kecepatan 200 rpm. Setelah dihomogenkan, larutan jernih disaring ke dalam botol schott 100 ml dengan menggunakan kertas saring. Larutan ekstrak siap digunakan untuk pengujian dengan ELISA.

c. Pengujian Aflatoksin Metode ELISA

Disiapkan *microplate* untuk pengenceran dan *coating plate* ELISA. Dimasukkan ke dalam *microplate* pengenceran, *conjugate* sebanyak 200 µl + standar/sampel sebanyak 100 µl. Dihomogenkan dan diambil sebanyak 100 µl kemudian dimasukkan ke dalam *coating plate*. Diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang (25⁰C). *plate* dicuci dengan aquadest @ 300 µl per well dan dilakukan 5 kali pencucian. *Plate* dikeringkan dan diisi dengan larutan substrat sebanyak 100 µl. Diinkubasi selama 5 menit pada suhu ruang. Setelah 5 menit ditambahkan *stop solution* sebanyak 100 µl, kemudian dibaca nilai densitas optiknya dengan *ELISA reader* pada panjang gelombang 450 nm.

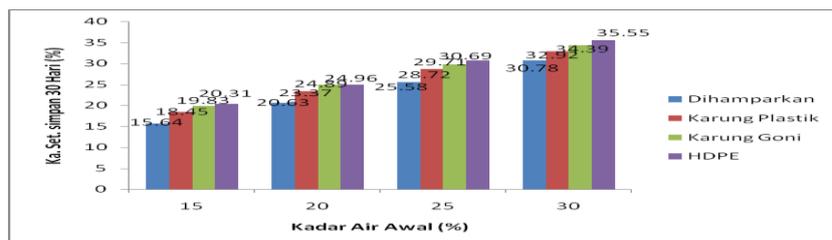
ANALISIS DATA

Penelitian ini menggunakan analisis ANOVA (Analysis Of Varian), kemudian data diolah dengan menggunakan perangkat SPSS Versi 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kadar Air

Kadar air adalah salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan aflatoksin. *Aspergillus flavus sp* dapat tumbuh pada kondisi kadar air yang tinggi. Peningkatan kadar air dapat dipengaruhi oleh kondisi pada saat penyimpanan, seperti, kelembaban, suhu serta curah hujan yang tinggi, terutama di negara yang beriklim tropis seperti Indonesia.



Gambar 1. Grafik perubahan kadar air biji jagung selama penyimpanan

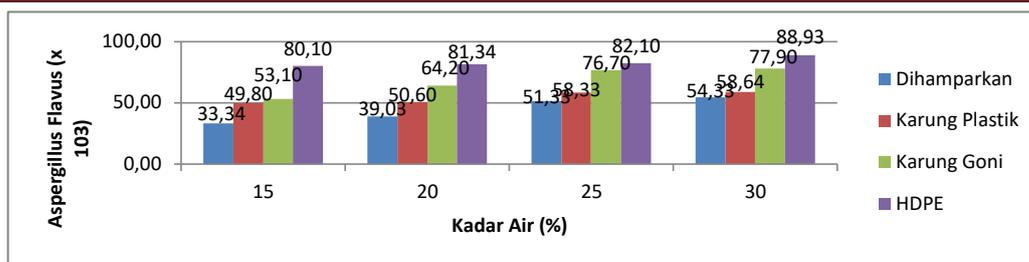
Hasil analisis ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0.05$) terhadap kadar air biji jagung pakan awal menunjukkan bahwa cara penyimpanan berpengaruh nyata terhadap perubahan kadar air biji jagung pakan selama penyimpanan.

Pengamatan secara umum terhadap kadar air biji jagung selama penyimpanan mengalami peningkatan. Peningkatan kadar air tertinggi untuk semua perlakuan tampak pada perlakuan penyimpanan dengan menggunakan plastik HDPE pada kadar air 30% yaitu dengan kadar air awal 30 meningkat menjadi 35,55%, dengan persen peningkatan sebesar 5,55%. Sedangkan peningkatan kadar air terendah untuk semua perlakuan tampak pada perlakuan penyimpanan dengan dihamparkan pada kadar air 15% yaitu dengan kadar air awal 15% menjadi 15,64% dengan peningkatan sebesar 0,64%. penyimpanan menggunakan kemasan plastik HDPE, hal ini disebabkan karena sifat kemasan plastik HDPE tidak mempunyai pori-pori yang menyebabkan permeabilitas kemasan plastik HDPE terhadap uap air sangat kecil, sehingga perlakuan kemasan plastik HDPE bisa mempertahankan keluarnya air dari biji

jagung ke lingkungan. Hal ini sesuai dengan pendapat (Destiana, 2015) dibandingkan dengan penyimpanan dengan cara dihamparkan, kecepatan penguapan kandungan air pada benih jagung berlangsung lebih cepat pada kondisi terbuka yang langsung berhubungan dengan udara luar mengakibatkan uap air yang dilepaskan oleh benih jagung langsung terbawa oleh udara luar. Hal ini sesuai dengan pendapat (Aprianie, 2009) bahwa benih jagung yang disimpan dengan cara dihamparkan, terjadi kontak langsung antara bahan yang disimpan (biji jagung) dengan kondisi atmosfer, sehingga kondisi lingkungan bisa mempengaruhi bahan secara langsung. Benih bersifat higroskopis maka kelembaban udara relatif yang tinggi akan menyebabkan kadar air benih meningkat sampai terjadi keseimbangan.

2. Analisis Pertumbuhan *Aspergillus Flavus sp*

Aspergillus flavus merupakan kapang yang hidup di tanah dan merupakan kapang gudang, sehingga apabila kondisi lingkungannya cukup menguntungkan, maka perkembangan dan pertumbuhannya akan sangat cepat.



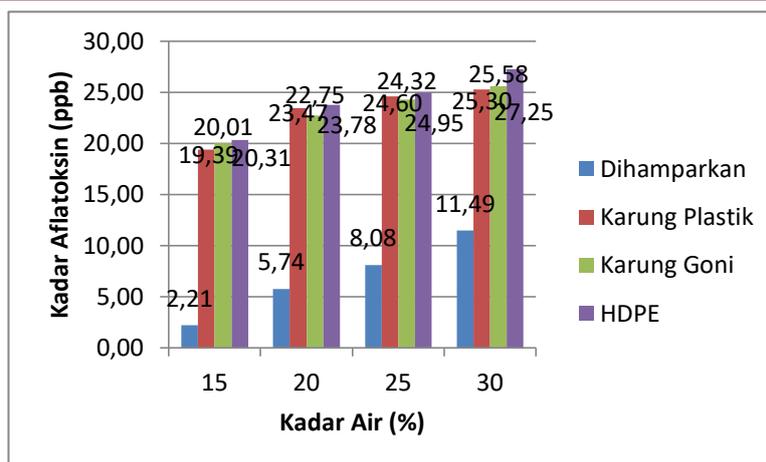
Gambar 2. Grafik pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp pada biji jagung

Pengamatan secara umum terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp selama penyimpanan mengalami peningkatan. Peningkatan pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp tertinggi untuk semua perlakuan tampak pada perlakuan penyimpanan dengan cara dikemas menggunakan plastik HDPE pada kadar air 30% yaitu dengan kadar pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp awal $1,97 \times 10^3$ meningkat menjadi $88,93 \times 10^3$. Sedangkan peningkatan pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp terendah untuk semua perlakuan tampak pada perlakuan penyimpanan dengan dihamparkan pada kadar air 15% yaitu dengan pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp awal $1,54 \times 10^3$ menjadi $33,34 \times 10^3$. Peningkatan pertumbuhan *Aspergillus flavus* sp cenderung meningkat selama penyimpanan yang dilakukan selama 30 hari, hal ini disebabkan karena Hal ini terjadi karena kemasan plastik HDPE adalah kemasan yang mampu menciptakan kondisi kedap udara di dalam kemasan, sehingga transmisi uap air dan panas hasil respirasi tetap tertahan di dalam kemasan. Menurut Huang *et al.* (2013), menyatakan bahwa tingginya respirasi biji-bijian dipengaruhi oleh kadar air awal biji-bijian. Kadar air jagung yang disimpan pada kemasan kedap udara tetap tinggi selama penyimpanan 30 hari. Hal ini memicu kondisi lingkungan mikro di dalam kemasan dipenuhi oleh gas-gas hasil respirasi, seperti karbondioksida, uap air, dan panas. Sinha dan Wallace (1962),

menyatakan bahwa respirasi hasil dari produk yang disimpan dalam kemasan (serangga, cendawan, dan biji-bijian) dapat menciptakan suatu fenomena yang disebut dengan titik panas (hot spots) di dalam biji-bijian. Pembentukan titik panas ini dapat memicu penyebaran dan pertumbuhan cendawan penyimpanan dari spesies *Penicillium* dan *Aspergillus*, sedangkan kelangsungan hidup spesies cendawan lapang dapat berkurang. Kondisi lingkungan mikro di dalam kemasan yang dihasilkan dari respirasi serangga, cendawan, dan biji-bijian meningkatkan suhu dan kelembaban relatif (RH) di dalam kemasan, sehingga kondisi ini akan memicu cendawan untuk tumbuh. Kadar air benih yang tinggi juga memicu tumbuhnya cendawan sehingga meningkatkan jumlah biji yang terinfeksi cendawan, hal ini sesuai dengan pendapat Wijayati (2013) yang menyatakan bahwa kadar air benih yang terlalu tinggi mendorong terciptanya kondisi yang mempercepat laju kerusakan benih, akibat terjadinya proses metabolisme dan respirasi. Selain itu, pada kadar air benih yang tinggi, mikroorganisme akan tumbuh aktif dan berkembang merusak embrio.

3. Kadar Aflatoksin

Aflatoksin merupakan senyawa organik beracun yang sering mencemari produk pangan dan pakan. Keberadaannya pada berbagai produk pangan dan pakan tidak hanya menurunkan mutu produk, tetapi juga dapat mengakibatkan kanker dan kematian pada konsumen.



Gambar 3. Grafik Kadar Aflatoksin biji jagung pakan selama Penyimpanan

Secara umum diperoleh hasil pengujian aflatoksin tertinggi adalah pada tingkat kadar air 30% dengan metode penyimpanan dikemas menggunakan plastik HDPE, sedangkan hasil pengujian aflatoksin terendah adalah pada tingkat kadar air 15% dengan metode penyimpanan dihamparkan. Hal ini menunjukkan bahwa kadar air yang tinggi berpengaruh terhadap pertumbuhan *aspergillus flavus* dan pembentukan aflatoksin, sehingga penyimpanan jagung sebaiknya dilakukan pada kadar air yang rendah, hal ini sesuai dengan pendapat Kasno (2004), bahwa produksi aflatoksin sangat dipengaruhi oleh kadar air. Di negara-negara beriklim tropis dengan suhu dan kelembaban yang tinggi, kadar air ideal antara 7-9% terutama untuk komoditi yang disimpan lebih dari 3 bulan. Hal ini juga didukung oleh purnomo (1995), yang menyatakan bahwa kadar air memberikan pengaruh terhadap intensitas kerusakan, karena biji jagung yang kadar air nya tinggi dapat menurunkan mutu, mudah diserang oleh hama, cepat membusuk dan ditumbuhi cendawan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan yaitu :

- 1) Metode penyimpanan memberikan pengaruh terhadap tingkat pengendalian aflatoksin selama penyimpanan. Metode penyimpanan terbaik diperoleh pada perlakuan penyimpanan metode dihamparkan dengan pertumbuhan *Aspergillus Flavus sp* sebesar 33,3 cfu/gr dan nilai kadar aflatoksin sebesar 2,21 ppb.
- 2) Pengaturan kadar air memberikan pengaruh terhadap tingkat pertumbuhan *Aspergillus Flavus sp* dan pembentukan aflatoksin. Pengaturan kadar air terbaik terdapat pada perlakuan penyimpanan pada tingkat kadar air 15% dengan tingkat pertumbuhan *Aspergillus Flavus sp* sebesar 33,3 cfu/gr dan nilai kadar aflatoksin 2,21 ppb.

Saran

Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya penyimpanan biji jagung dilakukan dalam rentang waktu yang lebih panjang, dan dilakukan pengujian setiap minggunya, sehingga dapat terlihat kenaikan kadar air dan pembentukan kandungan aflatoksin. Dan pada

penyimpanan biji jagung sebaiknya menggunakan alas.

DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Badan Pusat Statistik (ID). 2018. *Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Tanaman Jagung Seluruh Propinsi* .[Internet]. [20 Januari 2018]. Tersedia pada: <http://www.bps.go.id>.
- Abbas, S. (1997). *Revolusi Hijau dengan Swasembada Beras dan Jagung*. Jakarta: Sekretariat Badan Pengendali BIMAS
- Aprianie, V. 2009. *Pengaruh Kadar Air dan Metode Penyimpanan Tongkol Jagung (Zea Mays, L.) Terhadap Pertumbuhan Aspergillus Flavus dan Pembentukan aflatoksin* [skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Asni, Nur. 2017. *Penanganan Panen dan Pasca Panen Jagung Untuk Tingkat Mutu Jagung* [internet]. Diakses pada tanggal 15 November 2018. Tersedia Pada Sulut .Litbang .Pertanian .go .id/ index.php/info.teknologi/pangan/106-infoteknologi4/810-penanganan-panen-dan-pasca-panen-jagung-untuk-tingkat-mutu-jagung.
- Destiana ID. 2015. *Pengemasan benih kedelai dengan menggunakan plastik untuk meningkatkan daya simpan* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor
- Huang HB, Danao MGC, Rausch KD, Singh V. 2013. *Diffusion and production of carbon dioxide in bulk corn at various temperatures and moisture contents*. *J Stored Prod*. 55(2013):21-26
- Kasno, A. 2004. *Pencegahan infeksi Aspergillus flavus dan kontaminasi aflatoksin pada kacang tanah*. *Jurnal Litbang* 23(3):75–80.
- Purwono dan Hartono, R. (2005). *Bertanam Jagung Unggul*. Penebar Swadaya. Yogyakarta.
- Sinha R, Wallace H. 1966. *Ecology of insect-induced hot spots in stored grain in western Canada*. *Res. Popul. Ecol*. 8(2):107-132
- Widiastuti, R. 2006. *Mikotoksin: Pengaruh Terhadap Kesehatan Ternak dan Residunya Dalam Produk Ternak Serta Pengendaliannya*. *Wartazoa* 16 (3) : 116-127.