



Contents list available at Multidisciplinary Journal website
Multidisciplinary Journal
Journal homepage: <https://jurnal.unej.ac.id/index.php/multijournal>

Identifikasi Kontaminasi Aflatoksin pada Rempah-Rempah yang Dijual di Sentra Pasar di Kabupaten Jember

Identification of Aflatoxin Contamination in Spices Sold in Market Centers in Jember District

Rina Fitriana¹, FX. Ady Soesetijo², Erma Sulistyarningsih³

¹Student in the Faculty of Public Health, Graduate University of Jember

²Lecturer in the Faculty of Dentistry, University of Jember

³Lecturer in the Faculty of Medicine, University of Jember

Email: rinafitriana82@gmail.com

ABSTRACT. Aflatoxin is a secondary metabolite of the fungus *Aspergillus flavus* and *Aspergillus parasiticus*, the toxin is able to cause health problems in humans and animals that suffer symptom of aflatoxin called mycotoxicosis. Both types of fungus can survive at optimally temperature of 36-38°C and moisture above 85%. *Aspergillus* species may contaminated some foods such as wheat, rice, corn, beans, chilies, and spices. Aflatoxin have six types, namely Aflatoxin B1, B2, G1, G2, M1 and M2. AFB1 is the most toxic among the six types of aflatoxin, it's induce cancer by affecting Deoxyribonucleic Acid (DNA) genetic code. The aim of this research was to analyze the types and levels of aflatoxin especially spices that provided in the traditional market and supermarkets in Jember area. This research design is experimental analytic. The population is spices that belong in all of traditional markets and supermarkets in Jember area. The sample is certain spices (onion, turmeric, pepper) in the 3 traditional markets and 3 supermarkets selected by purposive sampling techniques. This research was done at Central Laboratory Agro Industry Bogor on July - September 2019. The variable of this research is aflatoxin contamination inside of spices. Aflatoxin analytic performed by High Performance Liquid Chromatography (HPLC) instruments. The results of this research showed that found some of samples that has been analyzed, the samples of pepper (C4) was taken in Supermarket 'X' has the highest contaminated aflatoxin B1 was 45,35 ppb and aflatoxin G1 was 50,74 ppb. Therefore, its recommended for Supermarket is to increased monitoring of temperature and humidity, especially at the storage of spices.

Keyword: Aflatoxin, Fungus, Traditional Market, Spices, Supermarket.

ABSTRAK. Aflatoksin merupakan metabolit sekunder dari jamur *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*, toksin yang dihasilkan dapat menimbulkan masalah kesehatan pada manusia dan hewan yang mengalami gejala keracunan aflatoksin disebut mikotoksikosis. Kedua jenis jamur tersebut dapat bertahan hidup secara optimal pada suhu 36-38°C dan kelembaban udara diatas 85%. Jamur *Aspergillus* dapat mengkontaminasi bahan pangan seperti gandum, beras, jagung, kacang-kacangan, cabai, dan rempah-rempah. Terdapat 6 jenis Aflatoksin yaitu Aflatoksin B1, B2, G1, G2, M1, dan M2. Dari keenam jenis aflatoksin, AFB1 yang paling toksik dan diduga dapat menyebabkan kanker dengan cara mempengaruhi kode genetik *Deoxyribonucleic Acid* (DNA). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis jenis dan kadar aflatoksin pada rempah-rempah yang tersedia di pasar tradisional dan supermarket di Kabupaten Jember. Penelitian ini menggunakan desain analitik eksperimental. Populasi penelitian ini yaitu rempah-rempah yang tersedia di pasar tradisional dan supermarket di Kabupaten Jember. Sampel penelitian adalah rempah-rempah pilihan (bawang merah, kunyit, merica) diambil dari 3 pasar tradisional dan 3 supermarket dengan menggunakan teknik *purposive random sampling*. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Agro Bogor pada bulan Juli - September 2019. Variabel penelitian ini adalah kontaminasi aflatoksin pada rempah-rempah. Analisis aflatoksin dilakukan menggunakan instrumen *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Hasil penelitian menunjukkan dari beberapa sampel yang dianalisis, sampel merica kode C4 yang diambil dari Supermarket 'X' terdeteksi aflatoksin paling tinggi AFB1 sebanyak 45,35 ppb dan AFG1 sebanyak 50,74 ppb. Oleh karena itu, direkomendasikan bagi Supermarket untuk dapat meningkatkan monitoring suhu dan kelembaban lingkungan terutama di area tempat penyimpanan rempah-rempah.

Kata Kunci: Aflatoksin, Jamur, Pasar Tradisional, Rempah-Rempah, Supermarket.

1. Pendahuluan

Bahan pangan yang tersedia secara alami pada dasarnya aman untuk dikonsumsi, namun sering kali dalam proses pengelolaannya kurang tepat sehingga dapat menghasilkan produk yang berbahaya bagi kesehatan. Timbulnya masalah keamanan pangan tersebut dapat disebabkan oleh adanya perubahan iklim [1]. Iklim yang tidak menentu dapat mendukung tumbuhnya mikroba yang dapat mencemari produk pangan selama proses pengelolaan atau pasca panen. Selain itu, penyimpanan dan proses pengeringan yang tidak tepat dapat menyebabkan peningkatan pertumbuhan spesies jamur *Aspergillus* dalam bumbu dan rempah-rempah [2]. Rempah-rempah sebagian besar diproduksi di negara-negara yang memiliki kelembaban tinggi, kondisi ini merupakan lingkungan yang kondusif untuk pertumbuhan jamur [3]. Indonesia terletak di daerah khatulistiwa yang memiliki iklim tropis, sehingga komoditas pangan sangat rentan untuk terkontaminasi mikotoksin [4].

Mikotoksin berdampak serius bagi kesehatan manusia baik yang akut maupun kronis [5]. Terdapat 2 jenis mikotoksin yang menjadi perhatian utama, yaitu aflatoksin dan okratoksin. Aflatoksin merupakan jenis mikotoksin yang paling berbahaya bagi kesehatan masyarakat, seperti halnya adanya kejadian luar biasa (KLB) fatal aflatoksikosis sebagai akibat penanganan bahan pangan pasca panen yang tidak memadai telah dilaporkan oleh beberapa negara beriklim tropis [6].

Konsumsi makanan yang terkontaminasi aflatoksin dengan dosis tinggi dapat menyebabkan aflatoksikosis akut dan dapat menimbulkan manifestasi hepatotoksik atau pada kasus kronis dapat terjadi mengakibatkan kematian akibat fulminant liver failure [7]. Aflatoksin B1 diduga dapat menyebabkan kanker dengan cara menginduksi Deoxyribonucleic Acid (DNA) yang mengarah pada perubahan sel target yang kemudian dapat merusak untai DNA, sehingga dapat menyebabkan timbulnya kanker [8]. Kanker yang terjadi pada manusia disebabkan oleh gen p53 (protein 53) yang bermutasi, yang mana gen p53 ini merupakan "the guardian of genome" dan memiliki peran dalam menjaga sel dari mutasi genetik akibat kerusakan DNA, seperti terjadinya mutasi transversasi dalam kodon 249 guanin (G) ke timin (T) yang menyebabkan terjadinya Hepatocellular Carcinoma (HCC) sebesar 50% [9].

Kasus aflatoksikosis akut terjadi di Kenya pada tahun 2004 dengan jumlah kasus 317 orang keracunan dan 125 orang meninggal dunia, akibat mengkonsumsi jagung yang tercemar aflatoksin dengan kadar tinggi, serta pada tahun 2013, Rumania, Serbia, dan Kroasia melaporkan kejadian kontaminasi aflatoksin pada susu secara nasional [10]. Hasil penelitian dari 350 sampel jagung di pasaran, 192 sampel terkontaminasi aflatoksin > 20 ppb, 121 sampel > 100 ppb dan 24 sampel dengan kadar aflatoksin > 1000 ppb [11]. Hasil penelitian lain kontaminasi aflatoksin yang terdeteksi pada kacang tanah yang dijual di Pasar Tradisional dan pedagang pengumpul terdeteksi lebih dari 10 ppb bahkan sebagian terdeteksi lebih dari 3000 ppb

[12].

Beberapa negara memiliki regulasi untuk penetapan batasan maksimum kandungan aflatoksin. Negara Eropa menetapkan toleransi maksimum kandungan aflatoksin total pada rempah-rempah sebesar 10 mg/kg dan aflatoksin B1 sebesar 5 mg/kg. Indonesia memiliki regulasi Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 8 Tahun 2018 sebagai dasar dalam penentuan batas maksimum aflatoksin pada rempah-rempah yaitu aflatoksin total sebesar 20 mg/kg dan aflatoksin B1 sebesar 15 mg/kg.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, peneliti ingin melakukan penelitian terkait dengan kontaminasi aflatoksin pada rempah-rempah yang dijual di pasar tradisional dan supermarket di Kabupaten Jember.

2. Bahan dan Metode

Jenis penelitian ini adalah desain analitik eksperimental. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Agro Bogor pada bulan Juli – September 2019. Sampel bawang merah, kunyit, dan merica diambil dari 3 pasar tradisional dan 3 supermarket yang diambil dengan menggunakan teknik purposive random sampling. Analisis aflatoksin menggunakan instrumen alat High Performance Liquid Chromatography (HPLC) dan dinyatakan dalam satuan per part billion (ppb).

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini rempah-rempah (bawang merah, merica, dan kunyit) berupa biji dan rimpang, metanol, asetonitril, aquadest, dan standart aflatoksin.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cawan petri, aluminium foil, syringe plastik, timbangan analitik, botol timbang, oven, desikator, kertas saring, immunoaffinity column, vial amber 2 ml, vortex, milipore 45µm, ultrasonic, corong, filter microfiber, kaca arloji, pipet serologi 10 mL dan 25 mL, gelas ukur, erlenmeyer 250 mL, tabung sentrifuge 50 mL, pipet eppendorf 100 µL. Kolom C-18 Lichrosper (250 mm x 4.0 mm) dengan ukuran partikel 5 µm, alat HPLC, detektor UV-Vis.

- Sampel ditimbang sebanyak 100 gram kemudian dilakukan ekstraksi menggunakan *extraction solvent*.
- Preparasi Larutan Standar

Ditimbang dengan teliti sampel merica sebanyak 5 gram, sampel bawang merah sebanyak 25 gram dan sampel kunyit sebanyak 25 gram serta serbuk NaCl ± 5 gram dimasukkan ke dalam blender, dan ditambahkan metanol 70% sebanyak 125 mL. Kemudian diblender dengan kecepatan tinggi selama 2 menit. Larutan disaring menggunakan kertas saring, lalu filtrat dipipet sebanyak 15 mL dan diencerkan dengan aquabidest sebanyak 30 mL, lalu dikocok sampai homogen. Sebanyak 15 mL filtrat dimasukkan ke dalam immunoaffinity column dengan kecepatan 1 tetes per detik, dan dimasukkan aquabidest sebanyak 10 mL ke immunoaffinity column dengan kecepatan 2 tetes per detik. Setelah semua cairan turun

didorong dengan menggunakan syringe hingga keluar udara dan cairan yang ditampung dibuang. Kemudian dimasukkan metanol sebanyak 1 mL ke immunoaffinity column dan tetesannya ditampung di dalam vial amber.

c) Derivatisasi Standar dan Sampel

Standar dan sampel sebanyak 1 mL didalam vial amber diuapkan dengan gas nitrogen sampai kering. Kemudian setelah kering ditambahkan 100 μ L Trifluoroacetic Acid (TFA) dan divortex selama 30 detik, serta diinkubasi selama 15 menit pada suhu ruang, lalu ditambahkan campuran acetonitril-aquabidest sebanyak 900 μ L (1:9) dan divortex kembali selama 30 detik. Fase gerak yang terdiri dari air, asetoneitril, dan metanol diinjeksikan ke kolom C-18 dengan laju aliran 1 mL per menit dan volume sampel yang diinjeksi sebanyak 100 μ L, untuk selanjutnya dilakukan analisis.

3. Hasil dan Pembahasan

Berikut ini adalah tabel hasil pengukuran suhu dan kelembaban udara di pasar tradisional dan supermarket di Kabupaten Jember.

Tabel 1. Data pengukuran suhu dan kelembaban udara di pasar tradisional dan supermarket di kabupaten jember

No	Tempat	Suhu ($^{\circ}$ C)	Kelembaban Udara (%)
1.	Pasar X	23	70
2.	Pasar Y	27	74
3.	Pasar Z	26	84
4.	Supermarket X	24	88
5.	Supermarket Y	23	73
6.	Supermarket Z	21	75

Berdasarkan tabel 1 diatas diketahui bahwa pengukuran suhu dengan menggunakan termohigrometer diperoleh data suhu di pasar berada pada rentang 23-27 $^{\circ}$ C dan kelembaban udara 70-84%, serta suhu di supermarket berada pada rentang 21-24 $^{\circ}$ C dan kelembaban udara berkisar pada 73 – 88%. Berikut merupakan tabel hasil uji analisis aflatoxin sampel rempah-rempah menggunakan instrumen HPLC dengan ketentuan: volume injek sebanyak 100 μ L; waktu retensi selama 30 menit; serta menggunakan panjang gelombang eksitasi 362 nm dan emisi 455 nm.

Berdasarkan 18 sampel yang dilakukan uji analisis aflatoxin B1, B2, G1, G2, dan aflatoxin total dengan menggunakan standar LOQ (limit of quantification): 0,5 μ g/kg, diperoleh hasil pada sampel kode A2 terdeteksi aflatoxin B1 sebanyak 0,14 ppb, kode A3 sebanyak 1,55 ppb, kode B5 sebanyak 1,41 ppb, kode C1 sebanyak 0,64 ppb, kode C2 sebanyak 0,66 ppb, kode C3 sebanyak 0,67 ppb, kode C4 sebanyak 45,35 ppb, dan kode C5 sebanyak 0,79 ppb (Tabel 2). Dari keseluruhan sampel yang dilakukan uji analisis aflatoxin untuk parameter aflatoxin B1, B2, G1, G2, dan aflatoxin total, diperoleh hasil yang paling tinggi kontaminasi aflatoxin pada kode sampel C4, dengan jumlah aflatoxin total sebanyak 99,35 ppb.

Tabel 2. Hasil Uji Analisis Aflatoxin B1, B2, G1, G2

Kode Sampel	AFB1 (ppb)	AFB2 (ppb)	AFG1 (ppb)	AFG2 (ppb)	AF. Total (ppb)
A1	tt	tt	0,13	tt	0,13
A2	0,14	tt	013	tt	0,13
A3	1,55	0,38	1,55	0,35	3,83
A4	tt	tt	tt	tt	tt
A5	tt	tt	tt	tt	tt
A6	tt	tt	tt	tt	tt
B1	tt	tt	tt	tt	tt
B2	tt	tt	tt	tt	tt
B3	tt	tt	tt	tt	tt
B4	tt	tt	tt	tt	tt
B5	1,41	0,37	1,47	0,32	3,57
B6	tt	tt	tt	tt	tt
C1	0,64	0,24	0,57	0,15	1,60
C2	0,66	0,19	0,69	tt	1,54
C3	0,67	tt	tt	tt	0,67
C4	45,35	2,08	50,74	1,18	99,35
C5	0,79	tt	tt	tt	0,79
C6	tt	tt	tt	tt	tt

Keterangan : tt adalah tidak terdeteksi

Kode sampel : A (bawang merah), B (kunyit), C (merica)

Sampel merica dengan kode C4 merupakan sampel rempah-rempah yang terdeteksi aflatoxin paling tinggi yang diambil dari supermarket X di Kabupaten Jember. Produk merica tersebut diolah dan dikemas oleh produsen PT.X pada tanggal 01 Oktober 2018 dan kadaluarsa pada tanggal 01 April 2020 yang sudah memenuhi dan sesuai dengan HACCP dan GMP pada kemasan bahan pangan, terdapat cemaran aflatoxin paling tinggi diduga dapat dikarenakan suhu dan kelembaban di lingkungan tempat penyimpanan yang mendukung tumbuhnya jamur genus *Aspergillus*, sehingga jamur tersebut dapat memproduksi aflatoxin yang cukup tinggi pada saat fase logaritmik jamur, yang mana fase tersebut merupakan fase jamur sudah dapat menyesuaikan diri dengan lingkungannya yang kondusif, sehingga dapat mempercepat laju pertumbuhan jamur *Aspergillus* yang tumbuh pada substrat yang sesuai. Selain itu, kemasan produk sampel merica C4 dikemas dalam plastik yang tidak hampa udara, sehingga suhu dan kelembaban udara di dalam kemasan juga dapat mempengaruhi tumbuhnya jamur *Aspergillus*.

Kontaminasi jamur pada merica tidak hanya terjadi di Indonesia, namun juga terjadi hampir di beberapa negara produsen merica, karena sebagian besar masih menggunakan pengolahannya dengan kondisi kebersihan yang kurang terjaga [13]. Hasil penelitian Tosun dan Recep (2013), sampel lada hitam terdeteksi aflatoxin B1 sebanyak 27,6 μ g/kg [14]. Hasil penelitian Jacxsens et al (2016) menyebutkan bahwa dari sampel penelitiannya yaitu cabai dan lada, pada sampel lada ditemukan pertumbuhan jamur jenis *Aspergillus flavus*, *A. Parasiticus*, *A. niger* dan *Penicillium spp*, jamur tersebut dapat memproduksi aflatoxin [15]. Selain itu, hasil analisis dari 120 sampel lada putih dan hitam di Malaysia, baik

dalam bentuk butiran ataupun bubuk yang diperoleh dari supermarket (bentuk kemasan) dan pasar (bentuk curah) menunjukkan bahwa 47,5% terkontaminasi okratoksin A berkisar antara 0,15 – 13, 58 µg/g, dimana 33,3% diantaranya mengandung okratoksin A melebihi batas maksimum (5 µg/g) yang ditentukan oleh Malaysia [16]. Hasil penelitian Widowati, et al (2017) menunjukkan bahwa dari semua sampel lada bubuk yang diidentifikasi terkontaminasi jamur xerofilik, yaitu jamur *Aspergillus candidas*, *A. ochraceus*, *A. fumigatus*, *Eurotium herbariorum*, *A. tamarii*, *E. Chevalieri*, *A. penicilloides*, *A. niger* dan *A. oryzae* [17].

Sampel kunyit dengan kode sampel B5 terdeteksi aflatoksin B1 sebanyak 1,41 ppb. Sampel B5 merupakan sampel kunyit dari supermarket Y di kabupaten Jember. Tercemarnya aflatoksin B1 pada sampel kunyit dengan kode sampel B5, dikarenakan sampel dikemas sejak tanggal 18 Juni 2019 dalam wadah styrofoam dan terbungkus plastik wrap, kondisi suhu di dalam kemasan dan suhu lingkungan tempat penyimpanan, serta cara penanganan pascapanen yang dilakukan oleh petani yang kurang higienis juga dapat mempengaruhi tumbuhnya jamur *Aspergillus* pada produk kunyit tersebut. Sampel kunyit yang diambil dari pasar tradisional tidak ada yang terdeteksi aflatoksin karena kunyit disimpan dalam wadah terbuka sehingga ada pergantian siklus udara serta perputaran siklus jual beli kunyit di pasar lebih cepat dibandingkan di supermarket, sehingga kunyit yang tersimpan di pasar tidak dalam waktu yang lama. Faktor lain yang dapat mempengaruhi tidak terdeteksinya aflatoksin pada sebagian besar sampel kunyit, diduga dapat dikarenakan zat anti jamur yang terkandung di dalam kunyit, sehingga jamur *Aspergillus* penghasil aflatoksin tidak dapat tumbuh. Kunyit mengandung Curcuminoid dengan komposisi utama yang terkandung yaitu Curcumin Difureolymethane merupakan komponen bioaktif pada kunyit yang bersifat anti jamur dan bakteri, anti inflamasi, antioksidan, anti kanker, anti protozoa, dan anti virus [18].

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Ferreira, et al (2013) dalam penghambatan pertumbuhan *Aspergillus flavus* dengan menggunakan minyak esensial curcumin dari kunyit (*Curcuma longa* L.), dengan pemberian curcuminoid dari ekstrak kunyit dengan konsentrasi 2000 ppm dapat menghambat pertumbuhan *Aspergillus niger* dan *Fusarium oxysporum* [19]. Penelitian lain yang dilakukan oleh Dias, et al (2013), pemberian minyak atsiri dari ekstrak kunyit dengan konsentrasi 0,5% mampu menghambat produksi aflatoksin yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus* sebesar 99,9% [20]. Dari 6 sampel bawang merah yang diambil dari pasar tradisional dan supermarket, terdapat 2 sampel bawang merah yang terdeteksi aflatoksin B1, yaitu kode sampel A2 sebanyak 0,14 ppb dan A3 sebanyak 1,55 ppb, kedua sampel tersebut merupakan sampel yang diambil dari pasar tradisional Y dan Z. Adanya kontaminasi aflatoksin pada bawang merah tersebut dapat dikarenakan kondisi lingkungan pasar dengan hasil pengukuran suhu di pasar Y mencapai 27oC dan di pasar Z suhu mencapai

26oC, yang mana jamur *Aspergillus* dapat menghasilkan toksin maksimum pada rentang suhu tersebut. Selain itu, kelembaban udara di pasar Y mencapai 74% dan di pasar Z kelembaban udara 84%, sehingga menyebabkan jamur dari jenis *Aspergillus* tumbuh dan menghasilkan metabolit sekunder yaitu aflatoksin. Bawang merah di pasar tersebut disimpan di wadah terbuka (kotak kayu) yang tidak memiliki pori-pori atau lubang, serta volume bawang merah yang ditumpuk dalam wadah tersebut terlalu banyak sehingga sirkulasi udara tidak lancar. Selain jamur jenis *Aspergillus*, jamur jenis *Fusarium* juga bersifat patogen pada bawang merah dapat menyebabkan pembusukan [21]. Menurut Chatri (2016), menjelaskan bahwa kelembaban udara dapat mempengaruhi tahap awal dari perkembangan spora dari patogen terutama jamur, seperti jamur *Phytophthora palmivora*, *P. Infestans*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria solani*, dan *Oidium caricae* dapat berkembang dengan pesat pada kelembaban tinggi [22].

Hasil penelitian pada sampel bawang merah dan kunyit dengan kontaminasi aflatoksin B1 tidak melebihi batas maksimum cemaran aflatoksin pada rempah-rempah di Indonesia BPOM RI, perlu dipertahankan dalam proses pengolahannya mulai dari penanaman, perawatan, panen, dan pascapanen, serta distribusi dan penyimpanannya agar tetap terjaga mutu dan kualitas dari rempah-rempah tersebut, dikarenakan bawang merah dan kunyit juga merupakan salah satu bahan rempah-rempah yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat baik sebagai bumbu masakan ataupun obat serta sangat rentan terjadi pembusukan apabila dalam proses penyimpanan kurang tepat. Menurut Nguegwouo, et al., (2018) menjelaskan bahwa sebagai upaya untuk mencegah risiko akibat paparan mikotoksin, perlu diperhatikan terkait dengan adanya tanda cemaran mikotoksin pada rempah-rempah, seperti perubahan warna dan bau dari bahan rempah yang dapat dianggap sebagai penanda adanya pertumbuhan jamur serta periode waktu penyimpanan, karena penyimpanan pada suhu kamar di daerah dengan iklim tropis sangat cocok untuk pertumbuhan jamur [23].

Cara panen yang umumnya dilakukan oleh petani adalah dengan mengeringkan dijemur terpapar sinar matahari secara langsung, tanpa menggunakan alas untuk tempat penjemuran. Berdasarkan Permentan RI nomor: 73/Permentan/OT.140/7/2013, pada proses pengeringan bahan rempah sebaiknya menggunakan alas dalam proses penjemuran untuk meminimalisir adanya kontaminasi mikroba dari tanah dan terserapnya kandungan air tanah oleh bahan rempah, sehingga dapat menyebabkan pembusukan dan diduga dapat tumbuh jamur. Setelah kering, bahan rempah kemudian akan ditimbang dan dijual kepada tengkulak atau pengepul untuk selanjutnya di jual. Sisa hasil panen yang tidak terjual disimpan di gudang penyimpanan untuk digunakan sebagai bibit pada penanaman selanjutnya. Penanganan pasca panen merupakan suatu tahapan budidaya pada tanaman rempah-rempah yang sudah mencakupi umur panen meliputi panen, pengangkutan, sortasi, pengeringan, penyimpanan, pengolahan, dan pemasaran. Penyimpanan bahan rempah yang dilakukan oleh petani dalam penanganan pascapanen yaitu dengan cara disimpan di gudang. Pada umumnya, gudang yang digunakan sebagai tempat

penyimpanan yaitu gudang dengan atap bertutup, beralas lantai, serta ventilasi udara yang cukup untuk pertukaran udara di dalam gudang. Bawang merah disimpan dengan diikat dan digantung di para-para gudang, untuk kunyit diletakkan langsung di atas lantai gudang, dan untuk penyimpanan merica dibungkus dengan karung plastik dan disimpan di gudang. Menurut Safitri dan Sri (2019), menjelaskan bahwa penyimpanan di gudang menjadi salah satu proses pasca panen yang krusial karena sangat rentan terjadi pembusukan yang disebabkan oleh fungi [24].

Menurut Kader & Hussein (2009), selain karena penyimpanan di gudang, kontaminasi jamur pada rempah-rempah dapat terjadi saat proses penanaman, selama panen, dan saat pengangkutan pasca panen [25]. Dalam pengemasan yang dilakukan oleh petani masih secara konvensional yaitu dengan menggunakan jaring plastik dan karung, dan pengangkutan pascapanen bahan rempah diangkut dengan menggunakan kendaraan truk bak terbuka untuk dijual dan didistribusikan kepada penjual di pasar dan tengkulak, dengan kondisi kebersihan yang kurang diperhatikan. Selain itu, perubahan temperatur lingkungan dapat mempengaruhi dari gen regulator dan produksi aflatoxin dari jenis jamur spesies *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* [26]. Suhu dan kelembaban udara yang terus meningkat dapat meningkatkan pertumbuhan jamur dan bakteri patogen dapat tumbuh dengan baik [27].

7. Kesimpulan

Suhu dan kelembaban udara memiliki peran untuk jamur spesies *Aspergillus* dapat memproduksi aflatoxin pada bahan pangan, khususnya rempah-rempah. Berdasarkan hasil pengujian terhadap 18 sampel, merica dengan kode sampel C4 terdeteksi aflatoxin B1 paling tinggi sebanyak 45,35 ppb dan aflatoxin total sebanyak 99,3 ppb, melebihi batas maksimum yang ditentukan oleh BPOM RI untuk aflatoxin B1 sebanyak 15 ppb dan aflatoxin total sebanyak 20 ppb untuk rempah-rempah dalam bentuk utuh dan bubuk.

Saran yang dapat dilakukan bagi supermarket perlu ditingkatkan dalam monitoring pengaturan suhu dan kelembaban udara di lingkungan tempat penyimpanan bahan rempah. Bagi peneliti selanjutnya, dapat melakukan pengembangan penelitian untuk mengidentifikasi kontaminasi mikotoksin lain seperti okratoksin, yang mana jenis mikotoksin tersebut juga menjadi perhatian utama dalam bidang pertanian dan kesehatan. Serta untuk pengambilan sampel penelitian, dengan mengidentifikasi adanya kontaminasi aflatoxin pada rempah yang diambil secara langsung dari hasil panen, rempah yang berada di pasar dan supermarket serta bahan rempah di rumah tangga.

8. Ucapan Terimakasih

Terima kasih kami mengucapkan kepada Direktur Program Pasca Sarjana Universitas Jember Bapak Prof. Dr. Ir. Rudi Wibowo, MS. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Bapak Dr. Isa Ma'rufi, S.K.M., M.Kes. Selaku Ketua Program Studi Magister Ilmu Kesehatan Masyarakat. Serta

kami ucapkan terima kasih kepada Bapak Prof. Dr. drg. Ady Soesetijo, Sp.Pros, dan Ibu Dr. dr. rer. biol. hum. Erma Sulistyanyingsih, M.Si selaku pembimbing yang telah dengan penuh kesabaran memberikan bimbingan pada penelitian ini.

9. Acuan Referensi

- [1] Peterson, R.R.M & Lima. (2011). *Further mycotoxin effects from climate damage*. Journal of Food Research International. 44:2555–2566.
- [2] Ozbey, F & Kabak . (2012). *Natural Occurrence of Aflatoxin and Ochratoxin A in Spices*. Journal of Food Control, 28(2): 354-361.
- [3] Pesavento, G., Ostuni, M., Calonico, C., Rossi, S., Capei R., LO Nostro A. (2016). *Mycotoxins and Aflatoxin Contamination in Myristica fragrans seeds (nutmeg) and Capsicum annuum (chilli) packaged in Italy and Commercialized worldwide*. Journal of Preventive Medical Hygiene, 57(2): E102-9.
- [4] Dwi, W.R.P dan Kiki Fibrianto. (2018). *Rempah untuk Pangan dan Kesehatan*. Malang: UB Press.
- [5] Peterson, R.R.M & Lima. (2010). *How will climate change affect mycotoxin in food?* Journal of Food Research International. 43: 1902-1914.
- [6] Hartono, A. (2005). *Penyakit Bawaan Makanan: Fokus Untuk Pendidikan Kesehatan*. Jakarta: EGC.
- [7] Fung, F., & Clark, R.F. (2004). *Health effects of mycotoxins: a toxicological overview*. Journal Toxicology Clinic: 42: 217-234.
- [8] Sharma RA & Farmer PB. (2004). *Biological Relevance of Adduct Detection to the Chemoprevention of Cancer*. Clinical Cancer Research. Vol. 10: 4901-4912.
- [9] Martin J & Dufour JF. (2008). *Tumor Suppressor and Hepatocellular Carcinoma*. World Journal Gastroenterol 14: 1720-1733.
- [10] Kumar, P., Dipendra, K.M., Madhu, K., Tapan, K.M., and Sang, G.K. (2017). *Aflatoxins: A global concern for food safety, human health and their management*. Review: frontiers in Microbiology: January 2017. Vol.7. doi: 10.3389/fmicb.2016.02170.
- [11] Lewis, L. Onsongo M, Njapau H, Rogers HS, Lubber G, Kieszak S. (2005). *Aflatoxin contamination of commercial maize products during an outbreak of acute aflatoxicosis in Eastern and Central Kenya*: Environmental Health Perspect.113: 1763-7.
- [12] Rahmianna, A.A dan Yusnawan. (2015). *Monitoring of Aflatoxin Contamination at Market Food Chain in East Java*. Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences. August: 3(4).
- [13] Syakir, M., Tatang Hidayat, dan Ria Maya. (2017). *Karakteristik Mutu Lada Putih Butiran dan Bubuk yang Dihasilkan melalui Pengolahan Semi Mekanis di Tingkat Petani*. Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian, Vol 14 No.3:134 – 143.
- [14] Tosun, H dan Recep Arslan. (2013). *Determination of Aflatoxin B1 Levels in Organic Spice and Herbs*. The Scientific World Journal volume 2013. Article ID 874093.http://dx.doi.org/10.1155/2013/874093.
- [15] Jaxcens,L., Pratheeb, Yogendrarajaha, dan Bruno De Meulenaer. (2016). *Risk Assesment of Mycotoxins and Predictive Mycology in Sri Lanka spices: chilli and pepper*. Procedia Food Science 6:326-330.

- [16] Jalili, MS., Jinap dan S Randu. (2010). *Natural occurrence of ochratoxin A Contamination in Commercial Black and White Pepper Product*. Mycopathologia Journal, 170: 251 – 258.
- [17] Widowati, S., Kartinah W., dan Guruh Sri Pamungkas. (2017). *Identifikasi Jamur Kontaminan yang Bersifat Xerofilik pada Lada Bubuk*. Jurnal Biomedika, Vol 10, No 02, ISSN: 2302 – 1306.
- [18] Mubarak, Z., Basri A.G., Mutia. (2011). *Daya Hambat Kunyit (Curcuma longa linn) terhadap Pertumbuhan Candida Albicans*. Cakradonya Dental Journal. p-ISSN: 2085-546X; e-ISSN: 2622-4720.
- [19] Ferreira, FD., C. Kemmelmeter, C.C Arrotateia et al., (2013). *Inhibitory effect of the essential oil of Curcuma longa L. and curcumin on aflatoxin production by Aspergillus flavus Link*. Journal of Food Chemistry. Vol 136, no.2 pp. 789-793.
- [20] Dias, FF., Simone Aparecida GM., Francine Maery DF., Carla Cristina Arrotela, Christiane Luciana da Costa, Celso Vataru Nakamura, dan Miguel Machinski Junior. (2013). *The Inhibitory Effects of Curcuma longa L. Essential Oil dan Curcumin on Aspergillus flavus Link Growth and Morphology*. Hindawi Publishing Corporation. The Scientific World Journal. Vol. 2013.
- [21] Pawar, B., Mane S.B., Bhosale, S.B., Chavan, A., M., Colledge, S.R, Jalna, D., Ambedkar, B. (2016). *Allium cepa L. I Maharashtra*. Asian Journal of Science and Technology, 07(08), 3387 – 3389.
- [22] Chatri, M. (2016). *Pengantar Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Jakarta: Kencana.
- [23] Nguégwouo, E., Lucien Etape Sone., Alex Tchuenchie, Hippolyte Moufa Tene., Emile Mounchigam., Nico Frederic Njayou, & Gabriel Medoua. (2018). *Ochratoxin A in black pepper, white pepper and clove sold in Yaounde (Cameroon) markets: contamination levels and consumers practices increasing health risk*. International Journal of Food Contamination 5:1. DOI 10.1186/s40550-017-0063-9.
- [24] Safitri, R R dan Sri Sofiaty Umami. (2019). *Isolasi dan Identifikasi Fungi Pada Pasca Panen Bawang Merah Allium ascalonicum L. var. Super Philip*. Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya Vol. 14 No. 1. p-ISSN: 1907-087X; e-ISSN: 2527-4562.
- [25] Kader, A.A & Hussein, A.M. (2009). *Harvesting and Postharvest Handling of Dates*. Aleppo: ICARDA.
- [26] Schmidt-Heydt, M., Rufer, C.E., Abdel Hadi A., Magan, N., and Geisen, R. (2010). *The production of aflatoxin B1 or G1 by Aspergillus parasiticus at various combinations of temperature and water activity is related to the ratio of aflS to aflR expression*. Journal of Mycotoxin Research. 26, 241–246. doi: 10.1007/s12550-010-0062-7.
- [27] Parinesa, M & Ata Bahojb Almasi. (2015). *Effect of climate on agriculture*. Biodiversity Journal. 6 (2): 633 -636.