

Prevalensi Kapang Okratoksigenik dan Kandungan Okratoksin A pada Kopi *Selang Semende*

Occurrence of Ochratoxigenic Molds and Ochratoxin-A in Semende *Selang Coffee*

Rika Puspita Sari MZ¹, Harsi Dewantari Kusumaningrum^{2*}, Ratih Dewanti-Haryadi²

¹Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jl. Lingkar Akademik, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Jl. Lingkar Akademik, Babakan, Kec. Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia

*Penulis korespondensi: Harsi Dewantari Kusumaningrum, *E-mail*: h_kusumaningrum@apps.ipb.ac.id

Tanggal submit: 9 Oktober 2018; Tanggal penerimaan: 6 Desember 2019

ABSTRAK

Kecamatan Semende, Kabupaten Muara Enim merupakan daerah penghasil kopi dengan produksi mencapai 92% dari komoditi hasil pertaniannya. Kopi *selang* adalah istilah lokal untuk kopi yang dipanen pada Desember-Juli sebelum musim panen raya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui prevalensi kapang okratoksigenik dan kandungan okratoksin A pada kopi *selang* Semende. Sejumlah 40 sampel kopi *selang* dikumpulkan dari petani (buah dan biji kopi beras), pengumpul (biji kopi beras), dan pengolah (bubuk kopi). Sampel dianalisis kadar air, mutu mikrobiologi dan kandungan okratoksin. Rata-rata kadar air buah kopi dan biji kopi asal petani ditemukan sebesar 69,88% dan 13,90%, sedangkan biji kopi asal pengumpul dan bubuk kopi asal pengolah sebesar 13,45% dan 2,97%. Kadar air biji kopi sedikit melebihi ketentuan dalam SNI yaitu 12,5%. Rata-rata angka lempeng total dan angka kapang-khamir pada bubuk kopi di tingkat pengolah adalah 1,90 Log CFU/g dan 1,99 Log CFU/g, masih memenuhi persyaratan yang berlaku untuk bubuk kopi. *A. niger* ditemukan pada buah kopi asal petani (50%), biji kopi asal petani (90%) maupun pengumpul (90%) dan pada bubuk kopi (30%). *A. ochraceus* hanya ditemukan pada biji kopi petani (10%) dan bubuk kopi (30%). Hal ini menunjukkan bahwa kapang pencemar sudah ditemukan sejak dari tingkat petani. Walaupun demikian, kandungan okratoksin A relatif rendah dan masih memenuhi persyaratan yang ditentukan (maksimum 5 ppb). Okratoksin A pada biji kopi asal pengumpul ditemukan pada kisaran 0,86 ppb-2,81 ppb, sedangkan pada biji kopi asal petani sebesar 0,14 ppb dan pada bubuk kopi asal pengolah sebesar 0,19 ppb.

Kata kunci; *A. niger*; *A. ochraceus*; mutu mikrobiologi kopi; okratoksin; kopi *selang*

ABSTRACT

Semende Subdistrict and Muara Enim District are coffee-producing regions with the total coffee production contributing to 92% of its agricultural commodities. Selang coffee is a local term for coffee harvested in December-July before the harvest season. This study aimed to determine the occurrence of ochratoxigenic fungi and ochratoxin-A in Semende *selang* coffee. A total of 40 samples of *selang* coffee were collected from farmers (fruit and rice coffee beans), collectors (rice coffee beans), and processors (coffee powder). The moisture content, microbiological quality, and the level of ochratoxin were analyzed. The results showed that the average moisture contents of coffee fruit and beans from farmers were 69.88% and 13.90%, respectively. In comparison, the coffee beans and powders from the collectors and processors had a moisture content of 13.45% and 2.97%, respectively. All coffee beans slightly exceeded the limits of moisture content (>12.5%) specified in SNI 2907:2008. The total plate count and mold-yeast number in coffee powder was 1.90 Log CFU/g and 1.99 Log CFU/g, respectively, still fulfilling the applicable requirements for coffee powder. *Aspergillus niger* was found in coffee fruit from farmers

(50%), coffee beans from farmers (90%), coffee beans from collectors (90%), and coffee powders (30%). *Aspergillus ochraceus* is only found in coffee beans from farmers (10%) and coffee powder (30%). This finding showed that the presence of molds had been found at the farmer level. However, the level of ochratoxin-A in Semende Selang coffee was low and within the specified limits of a maximum of 5 ppb. The ochratoxin-A content in the coffee beans from the collectors was ranged from 0.86 to 2.81 ppb, in the coffee beans from the farmers was found to be 0.14 ppb, and in the coffee powder from processors were 0.19 ppb.

Keywords: *A. niger*; *A. ochraceus*; microbiological quality of coffee; ochratoxin; selang coffee

PENDAHULUAN

Semende merupakan salah satu Kecamatan yang terletak di Kabupaten Muara Enim, Sumatera Selatan dikenal sebagai daerah penghasil kopi, terutama jenis Robusta sebagai komoditi unggulan dengan luas lahan perkebunan 15.439 ha yang diproduksi oleh petani rakyat dengan pengolahan kering (tanpa fermentasi) (BPS, 2016). Kopi termasuk golongan tanaman tahunan, oleh karena itu panen raya kopi Semende hanya terjadi 1 kali dalam setahun yaitu pada bulan Agustus-November. Menjelang masa panen raya, petani biasa melakukan panen buah kopi yang matang meski jumlahnya sedikit, masyarakat lokal menyebutnya dengan istilah kopi *selang* yang dipanen sepanjang bulan Desember-Juli. Meskipun produksi kopi *selang* lebih sedikit dibanding saat panen raya, kopi *selang* memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan suplai kopi di Sumatera Selatan dan Lampung.

Praktik penanganan dan pengolahan pasca panen pada kopi selang sangat menentukan mutu mikrobiologi dan kadar air yang dihasilkan. Petani kopi di Semende biasa melakukan pengeringan dengan menjemur buah kopi di bawah sinar matahari baik menggunakan alas maupun tanpa alas (di atas tanah atau jalan aspal), selanjutnya biji kopi disimpan di dalam bangunan gudang semi permanen. Tahapan pengeringan dan penyimpanan memegang peranan penting dalam menghasilkan biji kopi yang berkualitas, tidak hanya mutu fisik dan kadar air tetapi juga mutu mikrobiologi yang dapat menjadi indikasi keamanan pangan seperti mikotoksin. Mikotoksin adalah toksin alami yang dihasilkan oleh kapang tertentu pada berbagai komoditas pertanian termasuk kopi. Berbagai hasil studi melaporkan bahwa mikotoksin yang terkait dengan komoditas kopi adalah Okratoksin A (Taniwaki dkk., 2001; Batista dkk., 2009; Choiron, 2010; Moslem dkk., 2010; Micco dkk., 2015).

Okratoksin adalah senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum*, *Aspergillus carbonarius* dan beberapa galur dari spesies *Aspergillus niger*, berbentuk kristal putih, berfluorensense di bawah sinar UV, tahan panas, larut lemak dan bersifat toksik (Tsuboichi dkk., 1985).

Okratoksin dilaporkan diduga kuat penyebab gagal ginjal dan tumor, nefrotoksik, genotoksik terhadap sel HepG2, karsinogenik, kematian sel eritrosit dan nekrosis 50% sel neuro-2a (pemicu kanker otak) (Ehrlich dkk., 2002; Abid dkk., 2003; Fazekas dkk., 2005; Sava dkk., 2006; Jilani dkk., 2012) an agent responsible for endemic Balkan nephropathy is known to trigger apoptosis and thus being toxic to several organs including the kidney. The mechanisms involved in ochratoxin A induced apoptosis include oxidative stress. Sequelae of ochratoxin intoxication include anemia. Similar to apoptosis of nucleated cells, erythrocytes may undergo suicidal cell death or eryptosis, which is characterized by cell shrinkage and cell membrane scrambling resulting in phosphatidylserine-exposure at the cell surface. Eryptosis could be triggered by Ca²⁺-entry through oxidant sensitive unspecificcation channels increasing cytosolic Ca²⁺ activity ([Ca²⁺]_i); Bhat dkk., 2016).

Sebagai daerah penghasil kopi terbesar di Kabupaten Muara Enim, setiap rantai proses produksi kopi *selang* Semende bertanggungjawab untuk menghasilkan produk kopi yang aman dikonsumsi. Akan tetapi, proses pengolahan yang biasa dilakukan berpotensi terhadap kontaminasi kapang okratoksigenik dan kandungan okratoksin A pada produk kopi yang dihasilkan. Di samping itu, penelitian mengenai keamanan kopi *selang* Semende sebagai komoditas kopi terbesar di Kabupaten Muara Enim belum pernah dilaporkan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian terhadap mutu kadar air, mutu mikrobiologi, prevalensi kapang okratoksigenik dan kandungan okratoksin A agar dapat diketahui status keamanan pangan pada buah kopi *selang* Semende.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari sampai Agustus 2018 di perkebunan kopi Semende, Laboratorium Fitopatologi Seameo Biotrop, Laboratorium Terpadu ITP IPB, Seafast IPB dan BBIA, Bogor. Sampel kopi *selang* jenis Robusta yang diperoleh dari tingkat petani berupa buah kopi dan biji kopi beras, sedangkan dari tingkat pengumpul berupa biji kopi beras serta dari

tingkat pengolah berupa bubuk kopi di Kec. Semende, Kab. Muara Enim, Sumatera Selatan.

Pengambilan sampel dilakukan berdasarkan metode SNI 2323: 2008. Sejumlah sampel dalam bentuk buah dan biji kering dihancurkan dengan blender atau grinder, sedangkan sampel dalam bentuk bubuk dapat langsung digunakan untuk dianalisis. Analisis kadar air basah dilakukan dengan metode SNI 2907:2008 dan SNI 2983:2014 menggunakan oven (Mommert, Mommert GmbH + Co. KG, Jerman) dan cawan aluminium.

Angka lempeng total dan angka kapang-khamir dilakukan dengan metode *pour plate*. Sebanyak 25 g sampel ditimbang dan ditambahkan 225 mL larutan BPW (1%) (Oxoid) kemudian dihomogenkan hingga diperoleh suspensi dengan pengenceran 10^{-1} selanjutnya dilakukan pengenceran kembali sampai tingkat pengenceran 10^{-6} . Sebanyak 1 mL suspensi sampel dari tingkat pengenceran masing-masing diinokulasikan ke dalam cawan petri (*triplo*) kemudian dituangkan sebanyak 15-20 mL media agar cair dengan suhu ± 45 °C. Analisis angka lempeng total dilakukan dengan inokulasi suspensi pengenceran 10^{-4} sampai 10^{-6} menggunakan media *Plate Count Agar* (PCA, Oxoid) (ISO 4833:2013), sedangkan untuk analisis kapang khamir dilakukan dengan inokulasi suspensi pengenceran 10^{-1} dan 10^{-2} menggunakan media *Potatoes Dextrose Agar* (PDA, Oxoid) yang ditambahkan kloramfenikol untuk sampel buah kopi dan media *Dichloran Glycerol 18% Agar* (DG18, Lab M) untuk sampel biji dan bubuk kopi (BAM: *Yeast, Molds and Mycotoxin*).

Isolasi dan identifikasi kapang kontaminan dilakukan tahap awal yaitu pemurnian isolat yang tumbuh pada tahap analisis angka kapang-khamir. Selanjutnya sekelumit hifa dipindahkan ke media identifikasi yaitu *Malt Extract Agar* (MEA, MERCK), *Czapex Yeast Agar* (CYA, Pitt dan Hocking, 2009) dan *Glycerol 25% Nitrogen* (G25N, Pitt dan Hocking, 2009) (Pitt dan Hocking, 2009) kemudian diinkubasi pada suhu 25 °C dan 37 °C selama ± 7 hari. Pengamatan dilakukan secara morfologi meliputi warna pada permukaan dan dasar koloni, diameter, sifat koloni dan ada atau tidaknya eksudat yang dihasilkan. Kemudian dilakukan pengamatan secara mikroskopis meliputi hifa, konidiofor, tipe konidia, vesikula dan fialida. Hasil pengamatan dibandingkan dengan database kapang pada acuan Pitt dan Hocking (2009). Analisis kandungan okratoksin dilakukan dengan metode SNI 2983:2014 menggunakan *High Performance Liquid Chromatography-Immunoaffinity Column* (HPLC-IAC, Waters, USA). Sampel positif terkontaminasi kapang okratoksigenik dengan prevalensi dan jumlah koloni cukup tinggi, kadar air tinggi dan rendah dari standar SNI

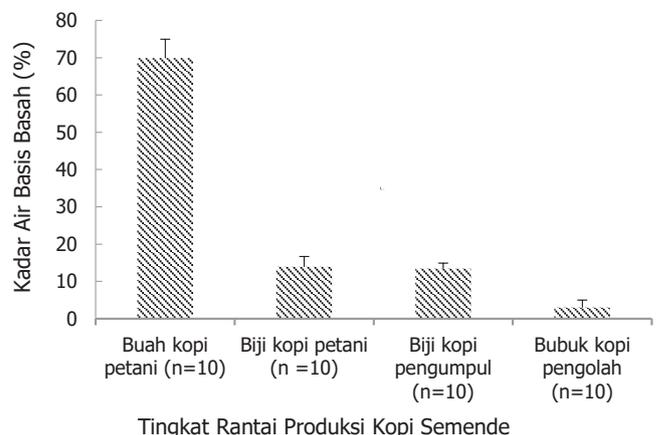
kemudian dilakukan pengujian kandungan konsentrasi okratoksin A.

HASIL DAN PEMBAHASAN

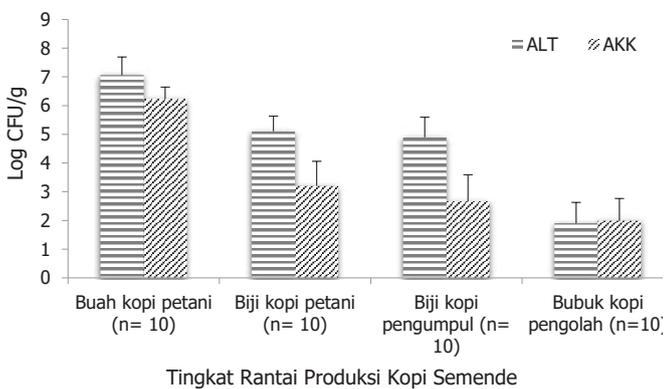
Kadar Air, Angka Lempeng Total, dan Angka Kapang-Khamir

Kadar air, angka lempeng total (ALT), dan angka kapang-khamir (AKK) kopi *selang* pada tingkat rantai produksi di Semende disajikan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Rata-rata kadar air buah kopi *selang* Semende asal petani yaitu 69,88%. Harahap (2017) melaporkan kadar air buah kopi Robusta dari kabupaten Aceh Tengah dan Gayo cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan buah kopi *selang* asal Semende, yaitu mencapai 78% dan 90%. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh perbedaan kondisi tanah dan kelembaban udara. Selanjutnya, kadar air biji kopi asal petani dan pengumpul tidak berbeda nyata ($p>0,05$) yaitu 13,90% dan 13,45%. Namun, rata-rata kadar air buah kopi dan biji kopi *selang* Semende berbeda sangat nyata ($p<0,05$) dengan bubuk kopi *selang* Semende. Rata-rata kadar air bubuk kopi *selang* Semende adalah 2,97%. Penurunan kadar air terjadi akibat proses penyangraian dari biji kopi beras menjadi biji kopi sangrai yang kemudian diolah menjadi bubuk kopi sebagai produk akhir. Penyangraian dengan suhu tinggi menyebabkan biji kopi mengalami susut air atau kehilangan air yang cukup besar. Wijaya dan Yuwono (2015) menganalisis kadar air biji kopi Robusta sangrai yang diperoleh dari Pasar Besar Malang berada pada kisaran yang relatif lebih rendah yaitu antara 1,77-2,36%.

Tingginya kadar air buah kopi berpengaruh terhadap tingginya total mikroba dan kapang-khamir



Gambar 1. Rerata kadar air di tingkat rantai produksi kopi *selang* semende. Masing-masing tingkat rantai produksi 10 sampel dengan 3 kali pengulangan



Gambar 2. Rerata angka lempeng total (ALT) dan angka kapang-khamir (AKK) pada tingkat rantai produksi kopi *selang* semende. Masing-masing tingkat rantai produksi 10 sampel dengan 3 kali pengulangan

yaitu 7,06 Log CFU/g dan 6,24 Log CFU/g. Buah kopi pada bagian *skin*, *pulp* dan *parchment* mengandung karbohidrat (35%), protein (5,2%), fiber (30,8%) dan mineral (10,7%) sedangkan pada bagian *mucilage* mengandung air (84,2%), protein (8,9%), gula (4,1%) dan kadar abu (0,7%) (Widyotomo dan Sri, 2007). Komposisi tersebut cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme, terutama pertumbuhan bakteri dan khamir yang menyebabkan pembusukan pada daging buah kopi.

Penurunan kadar air buah menjadi biji kopi kering dikarenakan perlakuan penjemuran di bawah sinar matahari. Rata-rata kadar air, ALT dan AKK pada biji kopi di tingkat petani berturut-turut adalah 13,90 %, 5,10 Log CFU/g dan 3,20 Log CFU/g. Petani melakukan penjemuran buah kopi dengan panas matahari dan langsung di atas tanah atau di atas jalan aspal baik dengan atau tanpa alas, kebiasaan ini berisiko terjadinya kontaminasi silang antara kapang lingkungan yang berasal dari tanah ke biji kopi saat dijemur. Di samping itu, sirkulasi udara dan pengeringan yang tidak sempurna dapat mengakibatkan kadar air masih cukup tinggi sehingga tidak memenuhi syarat SNI (<12,5%). Penundaan penjemuran dan menyimpan biji kopi dalam kondisi basah (kadar air >13%) biasa dilakukan di tingkat petani yang dapat memicu pertumbuhan kapang (Yani, 2008) bahkan dapat memicu produksi mikotoksin.

Rendahnya kemauan petani untuk menghasilkan biji kopi *selang* dengan kadar air sesuai standar dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya (1) penjemuran secara tradisional yang sangat bergantung pada cuaca sehingga kesulitan mengeringkan buah kopi saat musim hujan atau tidak panas, (2) tidak adanya perbedaan harga yang signifikan antara biji kopi yang kering mendekati sempurna dengan yang belum kering

sedangkan disisi lain penghasilan keluarga petani bergantung pada hasil kopi selang sehingga segera dijual ke pengumpul.

Dalam penelitian ini ditemukan bahwa rerata kadar air, ALT, dan AKK biji kopi *selang* di tingkat pengumpul relatif lebih kecil daripada di tingkat petani, meskipun secara statistik keduanya tidak berbeda nyata ($p < 0,05$). Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kadar air ditingkat pengumpul lebih tinggi daripada tingkat petani pada biji kopi panen raya Lampung dan Jember karena penyimpanan biji kopi berkisar antara 1-3 bulan (Yani, 2008 dan Choiron, 2010). Berbeda dengan di Semende, pada tingkat pengumpul tidak terjadi penyimpanan biji kopi *selang* dalam waktu yang lama (maksimum 14 hari), namun mencampur biji kopi berkualitas baik dengan biji kopi berkualitas rendah dapat memperkecil kadar air, ALT dan AKK saat dianalisis, masing-masing secara berturut-turut yaitu 13,45 %, 4,90 Log CFU/g dan 2,67 Log CFU/g.

Kadar air biji kopi baik di tingkat petani maupun pengumpul rata-rata tidak memenuhi syarat SNI biji kopi yang mensyaratkan kadar air biji kopi maks 12,5 % (SNI 2907:2008). Rerata kadar air, ALT dan AKK pada bubuk kopi berturut-turut adalah 2,97 %, 1,90 Log CFU/g dan 1,99 Log CFU/g dan telah memenuhi syarat bubuk kopi SNI 01-3542-2004 dan Perka BPOM No. 6 Tahun 2016. Kadar air kopi sangrai juga telah dianalisis oleh Wijaya dan Yuwono (2015) relatif lebih rendah yaitu berkisar antara 1,77 %-2,36 %.

Prevalensi dan Total Kapang Okratoksigenik

Rusdianto (2008) menyatakan terdapat 2 titik kritis tahapan pengolahan kopi yang berpotensi tumbuhnya kapang okratoksigenik yaitu penjemuran dan penyimpanan. Oleh karena itu, kadar air memegang peranan penting dalam menjaga mutu biji kopi. Biji kopi dengan kadar air >12,5% akan mudah terinfeksi kapang pascapanen penghasil okratoksin terutama *Aspergillus* dan *Penicillium* yang dapat tumbuh pada kisaran 13-18% (Susila, 2004), dapat memproduksi mikotoksin pada kadar air 13-16% dan bisa lebih tinggi lagi tergantung substratnya (Bullerman, 1984)

Okratoksin A dapat diproduksi oleh kapang *A. ochraceus*, *A. carbonarius*, *P. verrucosum* dan beberapa galur *A. niger* (Perrone dkk., 2006; Leong dkk., 2007). Prevalensi dan jumlah kapang tersebut dalam produk kopi dapat dijadikan prediksi keamanan pangan kopi dari okratoksin. Prevalensi dan rerata total kapang okratoksigenik pada kopi semende di tingkat rantai produksi disajikan pada Tabel 1. Total sebanyak enam sampel, masing-masing dua sampel dari rantai produksi yang memiliki kriteria (a) positif terkontaminasi *A. ochraceus* dan *A. niger* atau salah satunya, (b) kadar air

memenuhi dan/atau tidak memenuhi standar SNI, diuji kandungan okratoksin A. Kandungan okratoksin A pada sampel kopi *Selang* Semende dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1 menunjukkan bahwa *A. niger* telah mengkontaminasi kopi sejak awal dari bahan baku buah kopi *selang* hingga menjadi produk akhir berupa bubuk kopi. Pada buah kopi *selang*, 50% sampel uji ditemukan *A. niger* dengan rata-rata jumlah koloni mencapai 1,10 Log CFU/g. Sebanyak 90% biji kopi baik di tingkat petani maupun pengumpul telah terkontaminasi *A. niger* dengan jumlah koloni yang berbeda, masing-masing yaitu 1,90 dan 1,57 Log CFU/g. Prevalensi *A. niger* pada bubuk kopi menempati posisi paling rendah yaitu 30% namun dengan rata-rata jumlah koloni tertinggi mencapai 0,69 Log CFU/g dibandingkan dengan buah kopi dan biji kopi. Kapang *A. niger* termasuk kapang lingkungan dan memiliki spora hitam yang dapat bertahan dari sinar matahari, bahkan beberapa galur memiliki spora yang tahan terhadap suhu tinggi (Valero dkk., 2007) sehingga dapat bertahan meskipun telah dikeringkan saat penjemuran maupun pemanasan saat penyangraian.

Sampel kopi *selang* yang terkontaminasi *A. ochraceus* lebih sedikit daripada *A. niger* karena hanya ditemukan pada biji kopi *selang* asal petani dan bubuk kopi asal pengolah dengan jumlah koloni yang relatif

lebih rendah. Meskipun dalam jumlah kecil, keberadaan *A. ochraceus* dalam bahan pangan harus diwaspadai karena dapat berisiko memproduksi okratoksin A di dalam bahan pangan tersebut. Pertumbuhan *A. ochraceus* pada biji-bijian kering seharusnya dapat dicegah dengan penerapan *good handling practice* (GHP) dan memenuhi kandungan kadar air bahan baku sesuai dengan syarat yang berlaku (<12,5%). Sebanyak 10% sampel biji kopi dan 30% sampel bubuk kopi telah terkontaminasi *A. ochraceus* dengan jumlah koloni yang berbeda, masing-masing mencapai 0,03 Log CFU/g dan 0,16 Log CFU/g.

Aspergillus ochraceus secara alami terdapat di lingkungan, tanah, tanaman mati atau busuk (fitopatogenik) kemudian mampu beradaptasi pada berbagai komoditas pangan dengan kadar air dan aktivitas air (a_w) yang rendah seperti sereal, kacang, kakao dan kopi (Moslem dkk., 2010). Oleh karena itu, keberadaan kapang *A. niger* dan *A. ochraceus* sangat mungkin disebabkan oleh kontaminasi silang dari tanah atau buah kopi busuk yang terbawa dari lahan perkebunan saat proses panen atau saat penjemuran di atas tanah dan aspal bahkan setelah proses pengolahan. Kopi yang disapu dari tanah sangat beresiko tinggi terkontaminasi kapang toksigenik asal tanah dan mengandung okratoksin (Batista dkk., 2009). Proses penyangraian

Tabel 1. Prevalensi dan rerata total kapang okratoksigenik pada kopi *Selang* Semende di tingkat rantai produksi

Sampel	n sampel	<i>A. ochraceus</i>		<i>A. niger</i>	
		Prevalensi (%)	Rerata total kapang (Log CFU/g)	Prevalensi (%)	Rerata total kapang (Log CFU/g)
Buah kopi petani	10	0	0	50	1,10 ± 1,32
Biji kopi petani	10	10	0,03 ± 0,08	90	1,90 ± 1,73
Biji kopi pengumpul	10	0	0	90	1,57 ± 1,17
Bubuk kopi pengolah	10	30	0,16 ± 0,30	30	0,69 ± 1,39

Tabel 2. Kandungan okratoksin A pada rantai produksi kopi *Selang* Semende

Rantai produksi	Bentuk sampel	Kode sampel	<i>A. Ochraceus</i>	<i>A. Niger</i>	Kandungan okratoksin (ppb)
Petani	Biji kopi	B10	+	-	0,14
		B11	-	+	*tt
Pengumpul	Biji kopi	C9	-	+	0,86
		C10	-	+	2,81
Pengolah	Bubuk kopi	D2	+	+	1,19
		D8	+	+	*tt

Keterangan: *Tidak terdeteksi

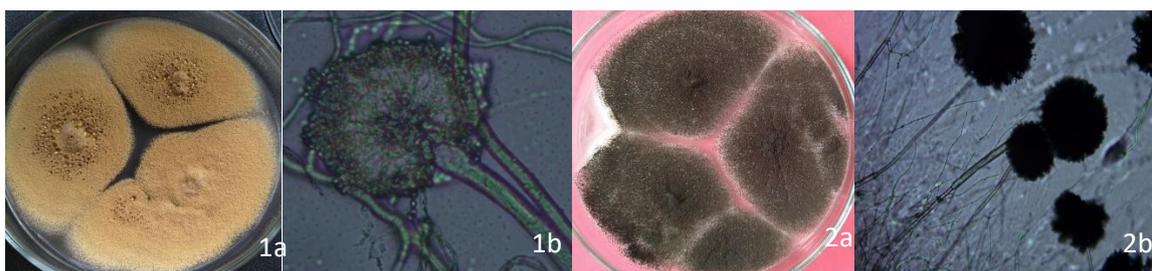
dengan suhu tinggi dapat membunuh *A. ochraceus* dan *A. niger* namun pada bubuk kopi masih tetap ditemukan. Hal ini diduga karena terjadi kontaminasi silang antara bahan baku biji kopi kering ke biji kopi sangrai yang disimpan dalam ruangan yang sama. Hasil survei menemukan hampir semua produsen kopi bubuk Semende memproduksi bubuk kopi dan menempatkan bahan baku biji kopi kering, kopi yang telah disangrai dan produk akhir bubuk kopi dalam satu ruangan. Kondisi ini sangat rentan terjadinya kontaminasi silang. Morfologi dan mikroskopis *A. ochraceus* dan *A. niger* yang diisolasi dari kopi *Selang* Semende dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat bahwa 2 dari 6 sampel uji tidak terdeteksi kandungan okratoksin A yaitu pada biji kopi tingkat petani dan bubuk kopi tingkat pengolah. Kandungan okratoksin A pada sampel biji kopi di tingkat pengumpul dengan kisaran 0,86 ppb – 2,81 ppb, meskipun tidak ditemukan *A. ochraceus* pada sampel akan tetapi terkontaminasi oleh *A. niger*. Oleh sebab itu, diduga kandungan okratoksin A disebabkan oleh (1) *A. niger* okratoksigenik yang mengkontaminasi kemudian memproduksi okratoksin A pada biji kopi dan (2) terjadinya kontaminasi silang dari okratoksin A yang telah terbentuk di dalam biji kopi stok panen raya (masa simpan >3 bulan) yang dicampurkan ke biji kopi *selang*. Meskipun positif terkontaminasi *A. ochraceus*, kandungan okratoksin A pada biji kopi *selang* paling kecil dibandingkan dengan semua sampel uji yaitu sebesar 0,14 ppb. Pada sampel bubuk kopi yang terinfeksi *A. ochraceus* dan *A. niger* ternyata memberikan hasil yang berbeda yaitu 1,19 ppb dan tidak terdeteksi. Hal ini menunjukkan bahwa kapang memerlukan waktu untuk memproduksi miko toksin dan pengolahan biji kopi dengan suhu tinggi saat penyangraian juga berperan dalam mereduksi okratoksin A. *A. ochraceus* yang diinfeksi pada biji kopi (kadar air 14%) yang diinkubasi pada 29 °C selama 3 minggu hanya memproduksi 0,15 ppb okratoksin A (Taniwaki dkk., 2001). Micco dkk. (2015) melaporkan

bahwa proses penyangraian pada biji kopi dapat mereduksi kandungan okratoksin A hingga 48-87%.

Keragaman kandungan okratoksin A pada rantai produksi *selang* Semende kemungkinan disebabkan oleh (1) masa simpan biji kopi di tingkat petani hanya kurang dari 2 minggu, sehingga tidak cukup waktu dan kondisi yang tidak optimum untuk memproduksi okratoksin, (2) beberapa galur *A. niger* yang ditemukan pada sampel tidak memiliki gen penghasil okratoksin (non-toksigenik), (3) biji kopi panen raya yang telah disimpan ≥ 3 bulan dengan kadar air $>12,5\%$ yang digunakan sebagai pencampur pada biji kopi *selang*, berisiko tinggi terinfeksi kapang okratoksigenik dan memproduksi okratoksin A di tingkat pengumpul, (4) bubuk kopi telah mengalami proses penyangraian dengan suhu ≥ 200 °C dapat mereduksi kadar okratoksin A. Pada penelitian ini, kandungan okratoksin pada semua sampel uji masih dibawah standar SNI 7385:2009 (maks 5 ppb) dan tidak dilakukan pengujian kandungan okratoksin A terhadap sampel buah kopi di tingkat petani. Batista dkk. (2009) mencatat bahwa buah kopi (matang dan tidak matang) berisiko rendah mengandung okratoksin A.

Kopi dengan kadar air di bawah standar yang disarankan oleh SNI (biji kopi $\leq 12,5\%$ dan bubuk kopi $\leq 7\%$) juga masih ditemukan kandungan okratoksin. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan okratoksin A dapat terjadi sejak awal rantai proses produksi dari bahan baku. Oleh karena itu, pencegahan terbentuknya okratoksin A pada kopi harus dilakukan sejak awal proses panen sampai proses pengemasan. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam penanganan kopi agar dihasilkan kopi yang berkualitas dan aman antara lain (1) melakukan sortasi dari buah busuk, tanaman atau ranting busuk dan kotoran tanah, (2) melakukan penjemuran menggunakan rak-rak untuk menghindari terjadinya kontak buah kopi dengan tanah dan terjadi sirkulasi udara sehingga pengeringan merata, (3) pengeringan dilakukan sampai kondisi kadar air $\leq 12,5\%$, (4) tidak menyimpan biji kopi dengan kadar air $\geq 12,5\%$ di dalam karung dan mencampur dengan biji



Gambar 3. Penampakan makroskopik *A. ochraceus* (1a), mikroskopik *A. ochraceus* perbesaran 1000x (1b), makroskopik *A. niger* (2a), mikroskopik *A. niger* perbesaran 600x (2b) dari kopi *selang* Semende

kopi yang memenuhi standar, (5) meletakkan produk mentah dengan produk akhir di ruangan yang berbeda agar tidak terkontaminasi silang, (6) melakukan kontrol terhadap kelembaban udara dan suhu ruangan penyimpanan atau gudang.

KESIMPULAN

Penanganan pascapanen buah kopi dan pengolahan sangat mempengaruhi kadar air, mutu mikrobiologi dan keamanan pangan kopi *selang* Semende. Penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar air tertinggi pada buah kopi, selanjutnya diikuti secara berturut-turut oleh biji kopi asal petani, biji kopi asal pengumpul dan kadar air terendah pada bubuk kopi asal pengolah. Kadar air sangat berperan terhadap pertumbuhan total mikroba, angka kapang-khamir, prevalensi *A. ochraceus* dan *A. niger* serta produksi okratoksin oleh spesies kapang tersebut. Rata-rata kadar air, angka lempeng total dan angka kapang-khamir bubuk kopi *selang* Semende telah memenuhi standar persyaratan yang berlaku (SNI 01 3542:2004 dan Perka BPOM No. 6 Tahun 2016 untuk bubuk kopi). Prevalensi *A. niger* tertinggi ditemukan pada biji kopi baik di tingkat petani maupun pengumpul sebesar 90% dan 50% sampel buah kopi *selang* Semende, sedangkan *A. ochraceus* hanya ditemukan pada biji kopi petani dan bubuk kopi dengan prevalensi yang rendah. Kandungan okratoksin A tertinggi pada biji kopi *selang*, baik asal petani maupun asal pengumpul. Meskipun demikian, kandungan okratoksin A pada semua sampel uji kopi *selang* Semende masih dibawah 5 ppb sehingga memenuhi standar SNI 7385:2009 dan syarat keamanan pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada PT. Tambang Batubara Bukit Asam (Persero) Tbk yang telah memberikan bantuan dana penelitian dan Kepala Laboratorium Fitopatologi Seameo Biotrop, Bogor beserta staff yang telah banyak membantu penulis dalam pelaksanaan penelitian ini.

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dengan pihak lain terkait manuskrip publikasi ini.

DAFTAR PUSTAKA

[BPS] Badan Pusat Statistik. (2016). Kabupaten Muara Enim Dalam Angka. Muara Enim: BPS Kabupaten Muara Enim.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. (2004). *Kopi Bubuk SNI 01-3542-2004*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

[SNI] Standar Nasional Indonesia. (2009). Batas maksimum kandungan mikotoksin dalam pangan SNI 7385:2009. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

[SNI] Standarisasi Nasional Indonesia. (2008a). *Biji Kakao SNI 2323:2008*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

[SNI] Standarisasi Nasional Indonesia. (2008b). *Biji Kopi SNI 2907:2008*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

[SNI] Standarisasi Nasional Indonesia. (2014). *Kopi Instan SNI 2983:2014*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Indonesia.

Abid, S., Hassen, W., Achour, A., Skhiri, H., Maaroufi, K., Ellouz, F., ... Bacha, H. (2003). Ochratoxin A and human chronic nephropathy in Tunisia: Is the situation endemic? *Human and Experimental Toxicology*, 22(2), 77–84. <https://doi.org/10.1191/0960327103ht328oa>

BAM. (2001). *BAM: yeasts, molds and mycotoxins*. FDA's Bacteriological Analytical Manual. Retrieved from: www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm071435.htm%0A

Batista, L. R., Chalfoun, S. M., Silva, C. F., Cirillo, M., Varga, E. A., & Schwan, R. F. (2009). Ochratoxin A in coffee beans (*Coffea arabica* L.) processed by dry and wet methods. *Food Control*, 20(9), 784–790. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2008.10.003>

Bhat, P. V., Pandareesh, M. D., Khanum, F., & Tamatam, A. (2016). Cytotoxic effects of ochratoxin a in neuro-2a cells: Role of oxidative stress evidenced by N-acetylcysteine. *Frontiers in Microbiology*, 7(AUG), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01142>

Bullerman, L. (1984). Effects of potassium sorbate on growth and patulin production by *Penicillium patulum* and *Penicillium roqueforti*. *Journal Food and Protection*, 47, 312–315.

Choiron, M. (2010). Penerapan GMP pada penanganan pasca panen kopi rakyat untuk menurunkan okratoksin produk kopi (studi kasus di Sidomulyo, Jember). *Agrointek*, 4(2), 114–120.

Ehrlich, V., Darroudi, F., Uhl, M., Steinkellner, H., Gann, M., Majer, B., ... Knasmuller, S. (2002). Genotoxic effects of ochratoxin A in human-derived hepatoma (HepG2) cells. *Journal Food and Chemical Toxicology*, 40, 1085–1090. [https://doi.org/10.1016/S0278-6915\(02\)00045-5](https://doi.org/10.1016/S0278-6915(02)00045-5).

Fazekas, B., Tar, A., & Kovacs, M. (2005). Ochratoxin A content of urine samples of healthy humans in Hungary. *Journal Acta Veterinaria Hungaria*, 53, 35–44. <https://doi.org/10.1556/AVet.53.2005.1.4>

- Harahap, M. R. (2017). Identifikasi daging buah kopi robusta berasal dari Provinsi Aceh. *Journal of Islamic Science and Technology*, 3(2), 201–210.
- ISO 4833:2013. (2013). *Microbiology food and chain for pour plate*. International Standard Organization.
- Jilani, K., Lupescu, A., Zbidah, M., Abed, M., Shaik, N., & Lang, F. (2012). Enhanced apoptotic death of erythrocytes induced by the mycotoxin ochratoxin A. *Kidney and Blood Pressure Research*, 36(1), 107–118. <https://doi.org/10.1159/000341488>
- Micco, C., Grossi, M., Miraglia, M., & Brera, C. (2015). A study of the contamination by ochratoxin A of green and roasted coffee beans, (September). <https://doi.org/10.1080/02652038909373788>
- Moslem, M. A., Mashraqi, A., Abd-Elsalam, K. A., Bahkali, A. H., & Elnagaer, M. A. (2010). Molecular detection of ochratoxigenic *Aspergillus* species isolated from coffee beans in Saudi Arabia. *Genetics and Molecular Research : GMR*, 9(4), 2292–2299. <https://doi.org/10.4238/vol9-4gmr943>
- Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan, R. I. (2016). Kriteria Mikrobiologi dalam Pangan. In *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia* (No 16). Jakarta: Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Perrone, G., Mule, G., Susca, A., Battilani, P., Pietri, A., & Logrieco, A. (2006). Ochratoxin A Production and Amplified Fragment Length Polymorphism Analysis of. *Society*, 72(1), 680–685. <https://doi.org/10.1128/AEM.72.1.680>
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *Fungi and food spoilage*. Springer. <https://doi.org/10.15713/ins.mmj.3>
- Rusdianto, A. S. (2008). Peningkatan kualitas kopi rakyat dengan penerapan HACCP.
- Sava, V., Reunova, O., Velasquez, A., Harbison, R., & Sánchez-Ramos, J. (2006). Acute neurotoxic effects of the fungal metabolite ochratoxin-A. *NeuroToxicology*, 27(1), 82–92. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2005.07.004>
- Susila, W. (2004). Standar OTA Eropa untuk Kopi: Musuh yang Konstruktif. *Lembaga Riset Perkebunan*. Bogor: Lembaga Riset Perkebunan.
- Taniwaki, M. H., Urbano, G. R., Cabrera Palacios, H. A., Leitao O, M. F. F., Menezes, H. C., Vicentini, M. C., ... Taniwaki, N. N. (2001). Influence of water activity on mould growth and ochratoxin A production in coffee. Trieste, Italy: 19th ASIC Coffee Conference.
- Tsuboichi, H., Terada, H., Yamamoto, K., Hisada, K., & Sakabe, Y. (1985). Caffeine degradation and increased ochratoxin A production by toxigenic strains *Aspergillus ochraceus* isolated from green coffee beans. *Mycopathologia*, 90, 182–186.
- Valero, A., Begum, M., Leong, S. L., Hocking, A. D., Ramos, A. J., Sanchis, V., & Marín, S. (2007). Effect of germicidal UVC light on fungi isolated from grapes and raisins. *Letters in Applied Microbiology*, 45(3), 238–243. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2007.02175.x>
- Widyotomo, S., & Sri, M. (2007). Senyawa penting pada biji kopi. *WARTA Puslitkoka Indonesia*, 23 (1), 44–50.
- Wijaya, D. A., & Yuwono, S. S. (2015). Pengaruh lama pengukusan dan konsentrasi etil asetat terhadap karakteristik kopi pada proses dekafeinasi kopi robusta. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1560–1566.
- Yani, A. (2008). Infeksi Cendawan pada biji kopi selama proses pengolahan primer (studi kasus di Propinsi Bengkulu). *Jurnal Akta Agrosia*, Vol.11 No., 87–95.