

Kontaminasi mikotoksin dalam produk makanan dan pertanian di Malaysia

(Contamination of mycotoxins in food and agricultural products of Malaysia)

Noor Fadilah Mohd Bakri

Pengenalan

Pencemaran mikotoksin dalam produk pertanian dan makanan merupakan antara isu utama keselamatan makanan masa kini. Masalah ini bukan sahaja mengancam kesihatan manusia, tetapi juga menjejaskan kualiti produk yang dicemari sekali gus meninggalkan impak buruk kepada nilai pemerdagangan produk-produk ini. Pengambilan toksin secara tidak langsung melalui makanan yang telah dicemari oleh mikotoksin meninggalkan kesan yang dikenali sebagai *Mycotoxicosis* yang digambarkan melalui simptom seperti keracunan, pertumbuhan yang tidak sempurna, lemah daya tahan badan terhadap penyakit, mahupun kanser. Ia turut dikaitkan sebagai penyebab kepada kematian. Impak buruk yang terjadi daripada kesan kontaminasi bahan ini dalam produk makanan dan pertanian dirasai sepanjang rantaian bekalan produk, dari ladang hingga ke meja pengguna. Ia boleh dicemari sebelum dan semasa dituai, semasa penyimpanan, ketika pengedaran, pemprosesan produk pertanian di kilang-kilang, di pasaran mahupun ketika produk telah sampai kepada pengguna. Kerugian yang ditanggung akibat produk yang tidak dapat dieksport dan nilai yang rendah di pasaran disebabkan kualiti produk yang rendah adalah antara kesan yang menjejaskan pendapatan petani dan sekali gus meninggalkan implikasi buruk kepada ekonomi negara kita.

Mikotoksin adalah sejenis toksin yang terhasil sebagai bahan metabolit sekunder daripada kumpulan kulat tertentu. Kebanyakan mikotoksin mempunyai berat jisim yang kecil dan mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap haba. Populasi manusia yang terdedah kepada mikotoksin adalah melalui pengambilan makanan yang mudah dicemari oleh mikotoksin seperti kekacang, beras, kopi, rempah-ratus, herba, bijirin dan juga buah-buahan kering. Penghasilan toksin ini dipengaruhi oleh faktor-faktor persekitaran, sosioekonomi dan kaedah pemprosesan makanan. Faktor persekitaran seperti yang dialami oleh negara kita iaitu iklim tropika (panas dan hujan sepanjang tahun) dengan suhu dan kelembapan yang tinggi (22.8 – 31.8 °C dengan purata suhu 28.9 °C dan kelembapan relatif (RH) 60 – 98% dengan purata RH 85%) menjadikannya persekitaran kondusif untuk mikotoksin membiak.

Di peringkat antarabangsa, kawalan terhadap mikotoksin adalah melalui had limit yang ditetapkan dalam

makanan bergantung kepada jenis-jenisnya. Had limit ini ditetapkan berdasarkan penilaian risiko keselamatan setiap mikotoksin dengan mengambil kira faktor-faktor seperti berat badan purata populasi, jumlah purata makanan tertentu yang berisiko dicemari dan berdasarkan kajian toksikologi dan keberkesanan (efikasi) terhadap haiwan tikus di dalam makmal.

Kesatuan Eropah yang dikatakan mempunyai kawalan peraturan paling ketat terhadap mikotoksin menetapkan aras yang dibenarkan untuk aflatoksin dalam kekacang, buah-buahan kering dan bijirin ialah 5 ng/g. Jumlah keseluruhan aflatoksin dalam produk-produk ini perlu mematuhi aras 10 ppb. Berdasarkan Peraturan Makanan 1985, aras mikotoksin yang dibenarkan dalam makanan ialah 35 ng/g (untuk aflatoksin dan mikotoksin lain). Setelah beberapa pindaan dijalankan, aras 15 ng/g ditetapkan untuk aflatoksin dalam kekacang dan 5 ng/g ditetapkan untuk produk rempah.

Jenis-jenis mikotoksin

Sehingga kini terdapat lebih 400 jenis mikotoksin yang telah dikenal pasti, tetapi berdasarkan kesan toksik yang ditinggalkan ke atas kesihatan manusia, aflatoksin (AF), fumonisin (Fb), okratoksin A (OTA), deoxynivalenol (DON) dan zearalenon (ZEN) sering mendapat perhatian kerana kerap berlaku insiden berkaitan dengannya dan kesan yang signifikan kepada kesihatan manusia. Toksin ini adalah daripada kumpulan fungi *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicilium* dan *Claviceps*.

Aflatoksin yang terhasil daripada kulat *Aspergillus* bersifat sangat toksik dan karsinogenik. Daripada 18 jenis AF yang dikenal pasti, AFB₁, AFB₂, AFG dan AFM ialah empat jenis aflatoksin yang penting. Aflatoksin secara umumnya boleh dijumpai dalam produk bijirin (beras, gandum, jagung, barli dan *sorghum*) dan rempah-ratus (lada hitam, cili, kunyit dan ketumbar). Mikotoksin didapati stabil pada suhu tinggi, tetapi mudah terjejas dengan kehadiran gas oksigen, cahaya UV, suhu ekstrem, pH dan agen pengoksidaan. Aflatoksin diklasifikasikan sebagai *Class 1 Human Carcinogen* oleh Agensi Penyelidikan Kanser Antarabangsa (IARC) berikutan sifatnya yang tetragenik, mutagenik dan meninggalkan kesan hepatotoksik (kanser hati) kepada manusia.

Kulat daripada spesies *Fusarium* adalah penghasil utama mikotoksin fumonisin (Fb). Kontaminan fumonisin banyak terjadi pada jagung di ladang mahupun produk berasaskan jagung. Kumpulan utama yang penting dalam kumpulan mikotoksin adalah daripada kumpulan fumonisin B iaitu fumonisin B1, B2 dan B3. Kesan kesihatan yang ditinggalkan oleh mikotoksin ini masih dikaji, tetapi ada kajian yang melaporkan pengambilan jagung yang terkontaminasi dengan fumonisin mempunyai korelasi yang tinggi dengan insiden

kanser esofagus. Terdapat juga kajian yang melaporkan fumonisin boleh menghalang pengambilan asid folik dan memberi kesan kepada kecacatan tiub saraf di kalangan masyarakat yang menjadikan jagung sebagai makanan ruji seperti di Afrika Selatan dan utara negara China.

Pencemaran aflatoksin dan okratoksin A (OTA) sering terjadi serentak terutamanya dalam komoditi makanan seperti rempah-ratus. Jintan putih, ketumbar dan kunyit mudah terkontaminasi dengan okratoksin dalam persekitaran yang sesuai dengan pertumbuhan fungus penghasil mikotoksin ini. Selain pencemaran pada rempah-ratus, OTA juga sering mencemari makanan seperti bijirin, kopi, buah-buahan kering, koko dan produk tenusu. Okratoksin terhasil daripada fungus spesies *Aspergillus* dan *Penicillium*, terutamanya *Aspergillus ochraceus*, *A. carbonarius*, *A. niger* dan *Penicillium verrucosum*. Terdapat kajian penyelidikan yang melaporkan OTA boleh dikesan dalam darah, susu ibu dan juga urin. OTA boleh diserap ke dalam saluran pencernaan manusia jika kita termakan makanan yang dicemari oleh kulat ini. OTA telah menunjukkan kesan kerosakan dan menyebabkan kanser kepada haiwan ujian di dalam makmal.

Zearalenon adalah sejenis lagi mikotoksin yang popular dan mudah mempunyai kontaminasi dengan produk makanan terutamanya bijirin. ZEN yang sebelum ini dikenali sebagai Toksin F2, dihasilkan oleh kulat daripada spesies *Fusarium* terutamanya *Fusarium graminearum*, *Fusarium culmorum* dan *Fusarium cerealis*. Spesies kulat penghasil ZEN mudah didapati dalam tanah terutamanya di kawasan beriklim panas. Gandum dan beras adalah substrat pemangkin utama penghasilan mikotoksin ini. Kesan keracunan ZEN sering dikaitkan dengan masalah yang berkaitan dengan hormon estrogen seperti menjejaskan kesuburan, mengurangkan aras serum testosteron, meningkatkan risiko keguguran dan dikaitkan dengan kanser serviks.

Teknik mengesan mikotoksin dalam sampel produk makanan

Kajian dan penyelidikan yang dijalankan secara intensif berkaitan mikotoksin menyaksikan pelbagai teknik pengesanan yang ringkas, mudah dan tepat telah dibangunkan. Pengesanan mikotoksin yang dijalankan melibatkan pelbagai teknik menggunakan instrumen/peralatan berteknologi tinggi seperti Kromatografi Cecair Berprestasi Tinggi (*High Performance Liquid Chromatography*), Kromatografi Gas (*Gas Chromatography*) yang digabungkan dengan pelbagai alat pengesanan seperti Spektrometer Jisim (*Mass Spectrometer*), Pengesanan Nyalaan Ion (*Flame Ionize Detector*) dan lain-lain. Kaedah pengesanan yang ekstensif ini mampu mengesan kehadiran mikotoksin biarpun dalam kuantiti yang sedikit kerana sensitivitinya.

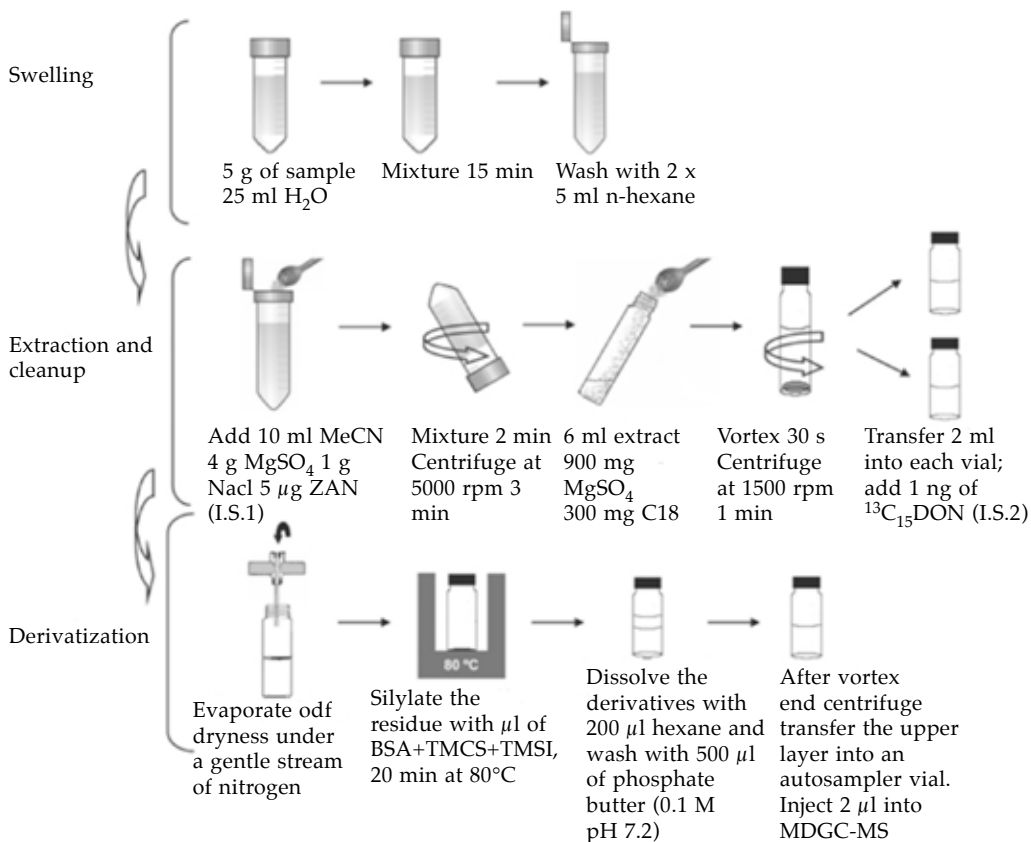
Secara ringkasnya, kaedah ini melibatkan beberapa peringkat iaitu pengasingan sampel daripada kotoran dan bendasing dengan merendamnya dalam air suling mahupun larutan kimia terpilih seperti metanol. Sampel seterusnya akan melalui proses pengekstrakan menggunakan kolum tertentu yang dilengkapi dengan membran khas yang dikenali sebagai *Solid Phase Extraction Column* dan *Immunoaffinity Column* untuk memerangkap analit sebelum disuntik ke dalam instrumen untuk ditentukan kuantiti kehadirannya. *Gambar rajah 1* menunjukkan teknik asas pengesanan mikotoksin berdasarkan kajian yang pernah dilakukan. Kaedah pengesanan yang digunakan adalah berdasarkan teknik QuEChERS – *quick, easy, cheap, effective, rugged* dan *safe*, di mana ia merupakan teknik cepat, mudah, murah, efektif, lasak dan selamat yang baru dibangunkan. Ia mengekstrak mikotoksin daripada sampel dengan lebih efisien dan boleh diaplikasikan dalam pengesanan stimulasi dan lebih daripada satu mikotoksin boleh dikesan sekali gus.

Status terkini kajian kontaminan mikotoksin

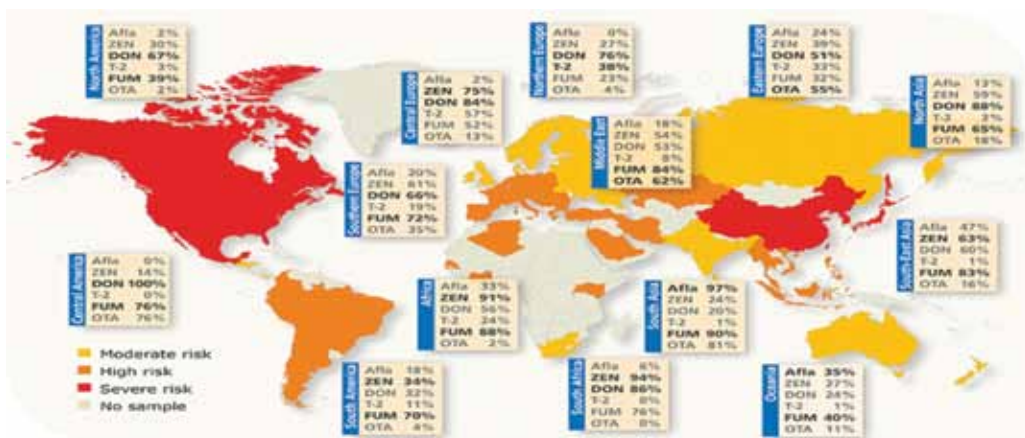
Gambar rajah 2 menunjukkan taburan insiden kontaminasi mikotoksin di seluruh dunia. Rajah ini adalah berdasarkan Laporan Kaji Selidik Mikotoksin Biomin 2015 yang menunjukkan kontaminasi mikotoksin dalam pelbagai komoditi makanan daripada bijirin kepada makanan terproses. Kajian ini melibatkan 8,271 sampel makanan dari 75 negara di seluruh dunia. Sebanyak 31,492 analisis aflatoksin, fumonisin, okratoksin, zearalenon, deoxynivalenol dan T-2 toksin dijalankan. Keputusan analisis mendapati 47% sampel dari Asia Tenggara positif untuk aflatoksin, 83% dicemari fumonisin, 16% mengandungi OTA dan 63% adalah positif untuk zearalenon.

Kajian pencemaran mikotoksin di Malaysia terutamanya terhadap aflatoksin bermula sejak 1965 oleh Institut Penyelidikan Perubatan (IMR). Kajian yang mula dijalankan adalah berkaitan pemantauan kandungan aflatoksin dalam pelbagai jenis makanan. Penyelidikan berkaitan aflatoksin seterusnya diambil alih oleh Institut Penyelidikan dan Kemajuan Pertanian Malaysia (MARDI) pada 1981. Jabatan Kimia di bawah Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi seterusnya diarahkan memantau kehadiran aflatoksin untuk penguatkuasaan bermula 1983. Kementerian Kesihatan Malaysia melalui Makmal Kawalan Kualitinya di seluruh negara merupakan agensi yang kini dipertanggungjawabkan memantau kehadiran mikotoksin dalam produk makanan di Malaysia.

Di MARDI, terdapat beberapa projek penyelidikan yang berkaitan mikotoksin terutamanya aflatoksin dan fumonisin dijalankan sekitar tahun 2007 – 2010. Antara projek yang dimaksudkan adalah projek penyelidikan mengesan



Gambar rajah 1. Teknik pengesanan mikotoksin menggunakan kaedah QuEChERS



Gambar rajah 2. Biomin's Survey Mikotoksin 2015 (Rujukan: <http://www.info.biomin.net>)

kehadiran aflatoksin dalam produk kacang tanah yang biji benihnya dikeluarkan oleh MARDI. Dalam projek ini, kaedah pengesanan aflatoksin telah dioptimumkan sebagai kawalan kualiti untuk memastikan baka kacang tanah ini bebas daripada pencemaran aflatoksin. Selain itu, projek pengesahsahihan (*validation*) kit biosensor pengesanan fumonisin dalam produk pertanian juga dijalankan di MARDI. Projek yang dibiayai oleh *National Biosensor Research Group* ini, turut mengoptimumkan analisis penentuan kehadiran fumonisin menggunakan teknik HPLC. Hasil penyelidikan projek ini, kit prototaip penentuan fumonisin telah berjaya dibangunkan.

Insiden kontaminasi paling signifikan dalam sejarah di Malaysia dilaporkan pada Oktober 1988 apabila terjadinya wabak penyakit di Perak yang membawa kematian kepada 13 orang murid Cina setelah memakan *Joh See Fun* (mi Cina). Simptom penyakit yang dialami oleh mangsa keracunan ialah demam, muntah, cirit-birit dan sakit dada. Aflatoksin dikesan di dalam sampel mi tersebut dan dipercayai mencemari gandum yang digunakan untuk membuat mi tersebut. Berikutan insiden ini, pemantauan terhadap aras mikotoksin telah dijalankan secara intensif dan dipelopori oleh IMR. MARDI turut memainkan peranan penting dalam membangunkan kaedah pengesanan aflatoksin. Antara kajian utama MARDI sekitar 1980-an adalah pengesanan aflatoksin dalam produk kekacang, biji koko dan juga beras. Komoditi makanan tersebut termasuk bijirin dan rempah-ratus adalah kumpulan makanan yang berisiko tinggi dikontaminasi oleh mikotoksin ini di Malaysia. Produk yang dicemari sering kali digunakan sebagai bahan utama dalam masakan ataupun dimakan terus oleh pengguna seperti kekacang.

Kontaminasi makanan daripada mikotoksin telah banyak didokumenkan dalam laporan kajian terutamanya yang melibatkan aflatoksin. Beberapa kajian yang dijalankan terhadap aflatoksin mendapati terdapat beberapa produk kekacang yang mentah mahupun diproses mempunyai kandungan aflatoksin yang melebihi nilai yang ditetapkan dalam Akta Makanan 1983, iaitu 15 ng/g dalam kekacang dan 5 ng/g untuk produk rempah.

Walaupun Malaysia bukan pengeluar utama produk kekacang, tetapi persekitaran yang kondusif untuk pembiakan kulat dan juga pengendalian yang lemah dan tidak teratur membuatkan produk kekacang di sini berisiko tinggi dicemari aflatoksin. Daripada satu kajian yang dijalankan pada tahun 2011 (*Jadual 1*) didapati 90 daripada sampel yang dianalisis, 73% produk dikesan mempunyai aflatoksin dalam julat 0.54 – 15.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$. Maksimum AFB1 dikesan dalam produk kekacang pada julat 1.47 – 15.33 $\mu\text{g}/\text{kg}$, tetapi julat ini adalah bawah julat yang dibenarkan oleh Peraturan Makanan 1985

Jadual 1. Kontaminasi aflatoksin B1 dalam produk makanan dan pertanian di Malaysia

Jenis makanan	Bil. sampel	Sampel positif (%)	Min ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Julat kontaminasi ($\mu\text{g}/\text{kg}$)
Produk berasaskan beras	13	9 (69.2)	1.75	0.68 – 3.79
Produk berasaskan gandum	14	9 (64.2)	1.6	0.55 – 5.07
Produk berasaskan jagung	8	6 (75)	3.86	1.75 – 8.95
Produk oat	10	5 (50)	1.25	0.65 – 2.085
Kacang tanah	13	11 (84.6)	4.25	1.47 – 15.32
Bunga matahari	7	6 (85.7)	2.55	1.14 – 5.33
Bijan	8	7 (87.5)	0.9	0.54 – 1.82
Kekacang	7	2 (28.5)	0.87	0.66 – 1.09
Cili	8	8 (100)	2.62	0.58 – 3.5
Lada hitam	4	4 (100)	1.2	0.65 – 2.1
Jintan putih	3	2 (66.6)	3.26	1.89 – 4.64
Jumlah keseluruhan	95	69 (72.6)	1.95	0.54 – 15.32

dan Akta Makanan 1983. Tiada aflatoksin dikesan dalam produk biskut dan konfeksionari.

Jadual 2 membincangkan hasil dapatan kajian pengesanan mikotoksin yang giat dijalankan di Malaysia. Dapatan yang dibentangkan adalah daripada kajian terkini yang dijalankan bermula 2010 – 2012. Sampel yang dianalisis adalah daripada kumpulan bijirin seperti beras, gandum, barli, oat dan produk berasaskan jagung. Sampel beras diperoleh daripada pembekal beras tempatan manakala sampel gandum dan barli diperoleh dari pasar raya yang kebanyakan diimport dari Argentina, China, Indonesia dan Thailand. Sampel beras yang diperoleh dicemari dengan AFB1 (12%), AFB2 (23%), AFG1 (18%) dan AFG2(18%) dengan julat 0.01 – 5.9 ng/g. Produk berasaskan beras adalah paling tinggi terkontaminasi dengan AF. Sebanyak 65.4% sampel daripada produk ini didapati mengandungi *A. flavus*.

Produk bijirin lain yang sering dicemari oleh aflatoksin termasuklah gandum, oat, barli dan produk berasaskan jagung. Sebanyak 33.3% sampel beras terkontaminasi dengan AF dalam julat 0.01 – 3.96 ng/g. Kajian yang dijalankan pada 2012 dengan menggunakan kaedah yang lebih tepat dan sensitif menunjukkan 70% sampel yang dianalisis daripada jenis beras, gandum, barli dan oat dicemari mikotoksin ini.

Kejadian pencemaran fumonisin dalam sampel bijirin dari pasaran di Malaysia turut melaporkan sampel beras, gandum, barli dan oat mengandungi ketiga-tiga jenis fumonisin iaitu Fb1, Fb2 dan Fb3. Sampel gandum mencatatkan aras paling tinggi iaitu 80.63 ng/g. Kontaminasi

Jadual 2. Aras mikotoksin dalam produk makanan dan pertanian di Malaysia

Produk	AFs	Fb	OTA	ZEN
Beras	0.01 – 3.83		0.05 – 5.32	2.8 – 73.11
	0.68 – 3.79			
	0.19 – 3.96	27.85 – 74.67	0.49 – 5.96	2.4 – 6.11
	0.15 – 4.54	40.1 – 61.5	0.2 – 4.34	1.5 – 51.1
	0.15 – 4.42	12.59 – 33.25	0.2 – 4.34	1.5 – 51.1
Produk berasaskan gandum	0.42 – 1.89			
	0.1 – 5.93		0.1	TD
	0.55 – 5.07			
	2.90 – 3.98	80.63	0.9	2.98 – 6.73
	0.2 – 3.2	42.0 – 75.3	0.15 – 2.11	1.42 – 12.74
Barli	0.2 – 3.2	12.15 – 29.35	0.15 – 2.11	1.42 – 12.74
	0.58			
	0.1 – 2.86		0.03	2.38 – 24.43
	0.26 – 2.59	45.5 – 97.7	0.18 – 2.84	0.95 – 20.26
	0.26 – 2.59	10.75 – 31.21	0.18 – 2.84	0.95 – 20.26
Oat	0.21 – 0.29		0.07	
	0.65 – 2.85			
	0.12 – 1.94	49.5 – 177.3	0.1 – 0.2	TD
	0.12 – 1.94	12.12 – 18.85	0.1 – 0.2	TD
	Tepung jagung	0.1 – 0.34		TD
0.15 – 1.8		48.2 – 209.3	0.1 – 5.76	1 – 13.47
0.15 – 1.8		30.15	0.1 – 5.14	1 – 13.47
Jagung	1.75 – 8.95			

AFs – Aflatoksin, Fb – Fumonisin, OTA – Okratoksin, ZEN – Zearalenone

TD – Tidak dapat dikesan

Fb dalam sampel beras pula berdasarkan kajian ini adalah dalam julat 27.85 – 74.67 ng/g. Aras ini adalah tinggi dan membimbangkan kita sebagai pengguna.

Melalui kaedah pengesanan okratoksin A (OTA) dalam makanan melaporkan hanya sedikit mikotoksin dalam sampel barli, beras, produk berasaskan jagung dan oat yang berada dalam aras 0.03 – 5.32 ng. Sehingga kini, hanya sedikit kajian dijalankan bagi mengesan mikotoksin ini dalam produk di Malaysia. Kaedah pengesanan mikotoksin secara stimulus turut melaporkan OTA berada dalam julat yang rendah iaitu 0.1 – 5.32 ng/g pada kumpulan sampel yang sama. Pengesanan mikotoksin zearalenon dalam produk makanan di Malaysia juga agak terhad dapatan kajiannya memandangkan ia adalah isu yang baru mendapat perhatian. Kajian yang lebih

terperinci membabitkan mikotoksin OTA dan ZEN perlu lebih banyak dijalankan ke atas pelbagai sampel untuk mendapatkan lebih banyak data dan gambaran sebenar insiden pencemaran mikotoksin ini dalam produk makanan dan pertanian kita.

Kesimpulan

Pencemaran mikotoksin dalam produk makanan dan pertanian yang dilaporkan daripada beberapa kajian penyelidikan di negara ini menunjukkan ia satu isu yang perlu diambil perhatian. Ancaman kontaminasi mikotoksin ini menjejaskan kualiti produk pertanian dan mengakibatkan kerugian kepada ekonomi negara ini. Isu paling utama kesan daripada kontaminasi mikotoksin ini adalah masalah kesihatan yang signifikan terhadap populasi yang berisiko terdedah kepadanya. Dalam usaha melindungi pengguna Malaysia daripada risiko kesihatan yang dibawa oleh mikotoksin ini, langkah bersepadu perlu dijalankan.

Memandangkan kontaminasi mikotoksin ini berlaku di sepanjang rantaian pembekalan produk makanan dan pertanian, usaha kerjasama daripada pelbagai pihak perlu dilipatgandakan. Peraturan makanan juga perlu dipinda supaya lebih spesifik bagi setiap mikotoksin berbanding dengan peraturan yang sedia ada hari ini. Dicadangkan juga untuk mengkaji kos kerugian sebenar yang dibawa oleh mikotoksin ini pada produk pertanian kita bagi membolehkan langkah pencegahan yang lebih berkesan melalui program pertanian yang baik, pengendalian sebelum dan selepas penuaian serta penyimpanan mahupun sewaktu pemasaran dapat dirancang dengan lebih strategik bagi membendung isu keselamatan makanan yang timbul daripada kontaminasi mikotoksin ini.

Bibliografi

- Afsah Hejri-L Jinap, S., Arzandeh, S. dan Mirhosseini, H. (2012). Optimazation of HPLC conditions for quantitative analysis of aflatoxins in contaminated peanut. *Food Control* 22: 113 – 119
- Afsah Hejri-L Jinap, S., Radu, S. dan Shakibazadeh, S. (2013). A review on mycotoxins in food and feed: Malaysia case study. *Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety* 12: 629 – 651
- Amanda, A., Lara, M., Gluseppe, M., Emilia, F., Fernando, B.L., Cládia, T.P. dan Guillermina, F. (2016). Mycotoxins and their consequences in aquaculture: A review. *Aquaculture* 45: 1 – 10
- Anukul, N., Vagnai, K. dan Mahakarnchanakul, W. (2013). Significance of regulation limits in mycotoxin contamination in Asia and risk management programs at the national level. *Journal of Food and Drug Analysis* 21: 227 – 241
- Biomin (2015). Biomin's Mycotoxin Survey (2015). Diperoleh dari <http://www.info.biomin.net>
- Herzallah, S., Alshawabkeh, K. dan Fatftah, A. (2008). Aflatoxins decontamination of artificially contaminated feeds by sunlight, {gamma}-radiation and microwave heating. *Journal Poultry Science Res.* 17: 515 – 521

- Jalili, M., Jinap, S. dan Radu, S. (2010). Natural occurrence of ochratoxins. A contamination in commercial black and white pepper products. *Mycopathologia* 170: 251 – 258
- Jalili, M. dan Jinap, S. (2012). Natural occurrence of aflatoxins and ochratoxins A in commercial dried chili. *Food Control* 24: 160 – 164
- Leong, Y.H., Rosma, A., Latiff, A.A. dan Ahmad, N.I. (2011). Exposure assessment and risk characterization of Aflatoxins B1 in Malaysia. *Mycotoxin Res.* 27: 207 – 214
- Marasas, W.F.O., Riley, R.T., Hendricks, K.A., Stevens, V.L., Sadler, T.W., Gelineau-van Waes, J., Missamer, S.A., Cabrera, J., Torres, O., Gelderblom, W.C.A., Allegood, J., Martinez, C., Maddox, J., Miller, J.D., Starr, L., Sullards, M.C., Roman, A., Voss, K.A., Wang, E. dan Merrill Jr., A.H. (2004). Fumonisin disrupt sphingolipid metabolism, folate transport and neural tube development in embryo culture and in vivo: a potential risk factor for human neural tube defects among populations consuming fumonisin-contaminated maize. *Journal of Nutrition* 134(4): 711 – 716
- Norhayati, A., Noor Hasani, H. dan Nor Shifa, S. (2015). Natural occurrence of aflatoxins and ochratoxins A in processed spices marketed in Malaysia. *Food Additives & Contaminants: Part A.* 32 (4): 518 – 532
- Norhayati, A. (2000). Aflatoxins in Malaysian food. *Mycotoxins* 50: 31 – 35
- Patterson, R.R.M. dan Lima, N. (2010). How will climate change affect mycotoxins in foods? *Food Res Interl.* 43: 1902 – 1914
- Rahmani, A, Jinap, S dan Soleimany, F. (2010). Validation of the procedure for the simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A and zearalenone in cereals using HPLC-FLD. *Food Addit. Contam A* 27: 1683 – 1693
- Reddy, K.R.N., Nazira, I, Farhan, A. dan Baharuddin, S. (2011). Occurrence of *Aspergillus spp.* and Aflatoxin B1 in Malaysian foods for human consumption. *Journal of food science* 76(4): 99 – 104
- Reddy, K.R.N. dan Salleh, B. (2010). A preliminary study and the occurrence of *Aspergillus spp.* and Aflatoxins B1 in imported wheat and barley in Penang, Malaysia. *Mycotoxins Res.* 26: 267 – 271
- Shahzad, Z.I., Sonia, N., Muhammad Rafique, A. dan Jinap, S. (2014). Natural incidence of aflatoxins, ochratoxins A and zearalenone in chicken meat and eggs. *Food Control* 43: 98 – 103
- Shepard, G.S. (2008). Impact of mycotoxins on human health in developing countries. *Food additives & Contaminants: Part A.* 25(2): 146 – 151
- Soleimany, F., Jinap, S., Faridah, A. dan Khatib, A. (2012). A UPLC-MS/MS for simultaneous determination of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, DON, fumonisin, T-2 toxin and HT-2 toxin in cereals. *Food Control* 25: 647 – 653
- Soleimany, F., Jinap, S., Rahmani, A. dan Khatib, A. (2011). Simultaneous detection of 12 mycotoxins in cereals using RP-HPLC-PDA-FLD with PHRED and a post-column derivatization system. *Food Addit Contam A* 28: 494 – 501
- Wagacha, J.M. dan Muthomi, J.W. (2008). Mycotoxin problem in Africa: Current status, implications to food safety and health and possible management strategies. *International Journal of Food Microbiology* 124: 1 – 12
- Wan Norhasima, W.M., Abdulmir, A.S., Abu Bakar, F., Son, R., dan Norhafniza, A. (2009). The health and toxic adverse effects of *Fusarium* fungal mycotoxin, fumonisin on human population. *American Journal of Infectious Diseases* 5(4): 273 – 281

Ringkasan

Mikotoksin adalah sejenis toksin yang terhasil sebagai bahan metabolit sekunder daripada kumpulan kulat tertentu. Kontaminasi mikotoksin dalam produk pertanian dan makanan berlaku di seluruh dunia termasuklah di negara kita. Ia meninggalkan kesan yang memudaratkan untuk kesihatan manusia dan juga meninggalkan impak buruk kepada ekonomi negara ini melalui kerugian yang dialami akibat penolakan hasil pertanian yang berkualiti rendah daripada dipasarkan. Kesan kesihatan yang dialami akibat pengambilan toksin ini dikenali sebagai *Mycotoxycosis*. Terdapat lebih daripada 400 jenis mikotoksin telah dikenal pasti setakat ini, namun empat jenis mikotoksin spesifik iaitu aflatoksin, fumonisin, okratoksin A dan zearalenon ialah mikotoksin yang sering diberi perhatian berikutan kesannya yang signifikan terhadap kesihatan manusia dan insiden pencemarannya yang sering terjadi. Ulasan artikel ini cuba meringkaskan senario kontaminasi mikotoksin dalam produk makanan dan pertanian di negara kita. Dari pelbagai laporan kajian yang diperolehi, didapati insiden kontaminasi toksin ini masih berlaku dalam produk Malaysia. Maka langkah yang lebih ketat diperlukan untuk mengawal dan seterusnya mengurangkan kontaminasi mikotoksin ini.

Summary

Mycotoxins is a toxin that is produced as secondary metabolite product from certain group of fungus. Contamination of mycotoxins in foods and agricultural products occurs worldwide including our country. This contamination imposed a severe health condition for human and also give bad implication to the economy due to the rejected low quality of products in the market. Mycotoxicosis is a condition resulted from ingestion of this toxins from foods. There are 400 identified mycotoxins so far, but four of them, aflatoxins, fumonisin, ochratoxins A and zearalenone have received much attention due to significance health effects on human and high frequency report of contamination incidence. This article is a review on scenario of mycotoxins contamination in foods and agricultural product in this country. From the various report, occurrence of mycotoxins contamination is still happening in our products. Thus a stringent method of control to reduce the contamination is required.

Pengarang

Noor Fadilah Mohd Bakri
Pusat Penyelidikan Sains Teknologi Makanan, Ibu Pejabat MARDI,
43400 Serdang, Selangor
E-mel: fadilah@mardi.gov.my