

ASPEK KIMIAWI RACUN AFLATOKSIN DALAM BAHAN PANGAN DAN PENCEGAHANNYA

Susy Yunita Prabawati¹

Abstrak

Fungi Aspergillus flavus is the main source for aflatoxin. This fungi is very easy to grow up in tropic climate like Indonesia, therefore the production of latoxin in tropical country is high.

The most toxic aflatoxin is AFB₁ type with molecular weight of 312. This aflatoxin showed blue fluoresence under ultraviolet radiation. If Aflatoxin B contaminated fo odstuff, it can be carcinogenic and decrease immu no system.

Aflatoxin could contaminate some foodstuffs and animals easily like corn, wheat, nut, spices, rice, pig, chicken, etc.

Some efforts were done to prevent growing up of the fungi and aflatoxin production, and also to removed or destroyed aflatox in through smoking the foods, addition certain chemicals, and frying the foodstuff.

Keywords: aflatoxin, chemical aspects, foodstuff

A. Pendahuluan

Pangan merupakan salah satu komponen utama yang dibutuhkan oleh manusia untuk dapat mempertahankan hidupnya selain air dan oksigen. Kebutuhan pangan harus cukup berimbang dari segi kuantitas maupun kualitas. Kuantitas pangan yaitu banyak sedikitnya pangan yang dibutuhkan oleh tubuh, sedangkan kualitas pangan meliputi mutu, kandungan nutrien maupun keamanannya.

¹ Pengajar pada Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan Tadris Fakultas Tarbiyah UIN Sunan Kalijaga

Islam sebagai agama *rahmatan lil 'alamin* telah mengatur segala aspek dalam kehidupan manusia, termasuk masalah makanan. Dalam al-Qur'an banyak sekali disebut ayat-ayat yang membahas tentang makanan diantaranya disebutkan dalam Q.S. al-Maidah ayat 88 dan Q.S. al-Baqarah ayat 168.

"Dan makanlah makanan yang halal lagi baik dari apa yang telah Allah rezekikan kepadamu, dan bertaqwalah kepada Allah yang kamu beriman kepada-Nya." (Q.S. Al-Maidah: 88)²

"Hai sekalian manusia makanlah yang halal lagi baik dari apa yang terdapat di bumi, dan janganlah kamu mengikuti langkah-langkah syaitan, karena sesungguhnya syaitan itu adalah musuh yang nyata bagimu" (Q.S. al-Baqarah: 168)³

Ayat-ayat di atas menekankan pada manusia agar memperhatikan apa-apa yang dikonsumsi yaitu makanan selain halal maka harus baik dari segi kesehatan, gizi, dan lainnya.

Makanan dikatakan aman untuk dikonsumsi oleh manusia apabila bahan pangan tersebut bebas dari adanya komponen atau zat-zat yang apabila termakan dapat menyebabkan sakit atau bahkan mengakibatkan kematian. Makanan menjadi tidak aman untuk dikonsumsi manusia antara lain karena adanya racun alami yang terdapat dalam bahan pangan yang pengolahannya belum tuntas, penggunaan bahan aditif yang tidak aman, sisa pestisida, adanya logam berat berbahaya yang terikut oleh makanan, dan makanan yang terkontaminasi bakteri atau kapang yang menghasilkan toksin (racun) yang berbahaya.⁴

Suatu kelompok kapang yang termasuk dalam *mycotoxic fungi* sangat berpotensi untuk menghasilkan suatu racun (toksin) yang berbahaya yang disebut *Mycotoxins*. mycotoxin dapat dijelaskan sebagai suatu kelompok metabolit sekunder yang dihasilkan oleh kapang yang menyebabkan respon toksik pada manusia dan atau binatang apabila makanan/bahan makanan yang mengandung senyawa tersebut dikonsumsi.⁵

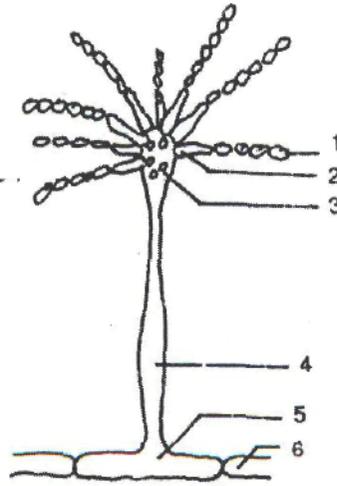
² Tim Penulis, *Al-Quran dan Terjemahannya*, (Jakarta: Departemen Agama RI, 1971), hal. 176.

³ *Ibid*, hal. 41.

⁴ Wiryatun Lestariana, "Aflatoksin dan Permasalahannya" dalam *2nd Asea-Unimed Mycotoxin Training Course*, (Yogyakarta: 20-25 Sept 1999), p.1.

⁵ Wogan, GN, "Mycotoxins" dalam *Annual rev. Pharmacol*, 1975, 15: 437.

Mikotoksin adalah suatu zat racun yang dihasilkan oleh jamur. Banyak jenis mikotoksin yang dihasilkan oleh jamur, diantaranya aflatoksin, zearalenon, trichotenes, oktratoksin dan patulin. Mikotoksin yang sering menyebabkan keracunan antara lain adalah yang berasal dari jenis *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Fusarium*. Jamur ini hidup secara bebas sebagai cemaran pada berbagai macam bahan makanan, biji-bijian, palawija dan komoditi pertanian, tetapi tidak semua jamur akan menghasilkan metabolit toksin. Ada pula diantaranya yang berguna seperti jamur tempe dan oncom.⁶



- | | |
|---------------|---------------|
| 1. konidia | 4. konidiotor |
| 2. sterigmata | 5. sel kaki |
| 3. vesikula | 6. miselium |

Gambar 1. Jamur *Aspergillus sp*

Jenis-jenis mycotoxic fungi yaitu :

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. Genus <i>Aspergillus</i> | 6. Genus <i>Phoma</i> |
| 2. Genus <i>Penicillin</i> | 7. Genus <i>Myrothecium</i> |
| 3. Genus <i>Fusarium</i> | 8. Genus <i>Phomopsis</i> |
| 4. Genus <i>Pithomyces</i> | 9. Genus <i>Diplopdia</i> |
| 5. Genus <i>Stachybotrys</i> | 10. Genus <i>Claviceps</i> |

Umumnya mikotoksin merupakan senyawa yang non polar, mempunyai berat molekul yang rendah, resisten (tahan) terhadap inaktivasi

⁶ D. Makfoeld, *Mikotoksin Pangan*, (Yogyakarta: Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada, 1993), p. 1.

baik secara kimia, biologi ataupun fisika serta mempunyai efek racun yang membahayakan. Beberapa genus kapang yang tersebut di atas, dapat menghasilkan toksin yang berbahaya, sebagai contoh yaitu spesies-spesies seperti *Aspergillus nidulans*, *Aspergillus versikolor* dan *Aspergillus flavus* (termasuk genus *Aspergillus*), adalah kapang penghasil utama aflatoksin. Aflatoksin yang paling berbahaya adalah yang dihasilkan oleh kapang spesies *Aspergillus flavus*.⁷

B. Aflatoksin

Pada awal tahun 1960 di Inggris terjadi malapetaka keracunan yang tidak teratasi yang mengakibatkan hilangnya anak ayam dalam jumlah besar. Dalam waktu yang singkat sindrom keracunan yang sama terjadi pada anak itik, ayam dan babi. Hal ini dipelajari ternyata bahwa malapetaka itu ada hubungannya dengan makanan yang diperdagangkan yang berisi kacang dan ikan, sehingga toksisitasnya dapat dihilangkan dengan mengganti kedelai dan milk kering. Seargent dan kawan-kawan, yang pertama mengkaitkan toksisitas dengan pencemaran jamur beberapa strain dari *Aspergillus flavus* dan memberikan nama generik "aflatoksin" kepada prinsip beracun.

Aflatoksin adalah suatu mikotoksin yang sejak tahun 1960 sampai sekarang masih menjadi perhatian para ilmuwan terutama ilmuwan negara-negara yang mempunyai iklim tropik seperti Indonesia. Iklim tropik ini akan memberi peluang yang cukup besar untuk tumbuhnya kapang yang menghasilkan aflatoksin.

Aflatoksin terdiri dari kata a, fla dan toksin (a = *aspergillus*, fla = *flavus*, toksin = racun). Aflatoksin merupakan senyawa yang bersifat racun yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus flavus*. Aflatoksin sangat berbahaya karena bersifat toksik, karsinogen, dan mutagen. Efek yang dapat ditimbulkan antara lain kanker, dapat menurunkan kekebalan tubuh dan menghilangkan nafsu makan.⁸

Aspergillus flavus mudah tumbuh pada suhu 20-30 °C, kadar air substrat di atas 9 % dan kelembaban udara 75-85 %. Semakin mudah pertumbuhan kapang *A.flavus*, maka dengan sendirinya aflatoksin yang diproduksinya juga meningkat.

⁷ J.G. Heathcote, J.R.Hibber, *Aflatoxins: Chemical and Biological Aspects*, (Holland: Elsevier North-Holland Inc), 1978, p.1.

⁸ Bahan Kursus pada 2nd *Asea-Uninet Mycotoxin Training Course*, (Yogyakarta: 20-25 September 1999), p. 10.

Beberapa bahan pangan yang tersebut di berikut ini, cukup rentan terkontaminasi aflatoksin, seperti: jagung, gandum, kacang, rempah-rempah, wijen dan beras. Sedangkan binatang atau organ binatang yang rentan terserang racun ini misalnya babi, unggas, hati unggas dan jantung babi.

C. Jenis-jenis Aflatoksin

Aflatoksin merupakan senyawa yang struktur kimianya hampir sama dengan struktur kimia senyawa-senyawa difuranokumarin. Berbagai jenis aflatoksin dan metabolitnya yang telah dikenal yaitu AFB₁, AFB₂, AFG₁, AFG₂, AFM₁, AFM₂, AFB_{2a}, dan AFG_{2a}. Di samping aflatoksin-aflatoksin tersebut, masih ada aflatoksin yang lain yaitu AFGM₁, AFGM₂, AFBG₂ dan AFB₃.

Nama-nama huruf di belakang seperti B,G dan M mempunyai arti sendiri-sendiri. Huruf B dari kata *blue* karena pada penyinaran dengan sinar ultra violet, aflatoksin menunjukkan fluoresensi warna biru. Huruf G dari kata *green*, karena menunjukkan fluoresensi warna hijau, sedangkan huruf M menunjukkan bahwa aflatoksin tersebut terdapat dalam air susu *milk*.⁹

Aflatoksin yang paling toksik dari berbagai jenis aflatoksins yang tersebut di atas adalah jenis AFB₁. Jenis ini paling banyak diteliti orang, diantaranya menyangkut karsinogenitas, struktur dan toksisitas akut.

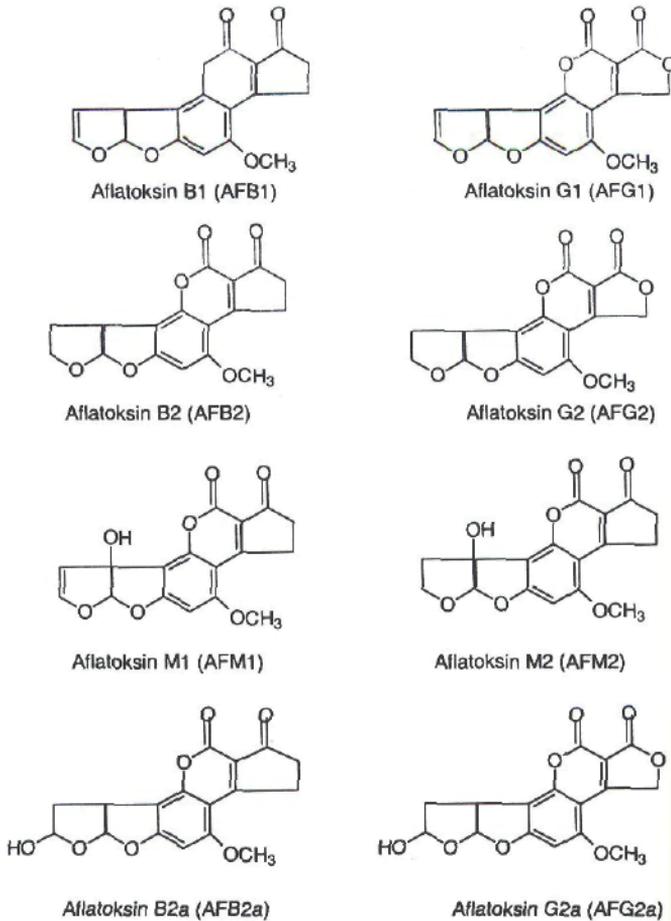
Masing-masing jenis aflatoksin mempunyai rumus molekul, struktur kimia dan sifat kimia yang berbeda, seperti dapat dilihat pada tabel 1 dan gambar 1 berikut:

Tabel 1. Jenis dan sifat aflatoksin

Jenis Aflatoksin	Rumus Molekul	Berat Molekul	Warna Fluoresense	Titik Lebur °C	Racing factor (Rf)
AFB ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₆	312	Biru	276	0,56
AFB ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	Biru	303-306	0,53
AFG ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	Hijau	244-246	0,48
AFG ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	Hijau	237-240	0,46
AFM ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₇	328	Biru	299	0,40
AFM ₂	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	Biru	293	0,30
AFB _{2a}	C ₁₇ H ₁₄ O ₇	330	Biru	240	0,13
AFG _{2a}	C ₁₇ H ₁₄ O ₈	346	Hijau	190	0,11
AFGM ₁	C ₁₇ H ₁₂ O ₈	344	Hijau	276	0,12
AFB ₃	C ₁₆ H ₁₄ O ₆	302	Biru	217	0,42
Aflatoksikol	C ₁₇ H ₁₄ O ₆	314	Biru	233	-

⁹ J.G. Heathcote, J.R.Hibber, *Aflatoxins: Chemical and Biological Aspects*, (Holland: Elsevier North-Holland Inc., 1978), p. 3.

Struktur kimia beberapa jenis aflatoksin, dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 1. Struktur kimia jenis-jenis aflatoksin¹⁰

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada bahan makanan dan hasil olahannya seperti kacang, oncom, beras, kentang, kemiri, bihun, minyak kelapa, dan jamu-jamu telah terdeteksi AFB₁¹¹. Dengan terdeteksinya AFB₁ dalam bahan makanan dan makanan di Indonesia,

¹⁰ Eaton, L.D, Gallagher, EP, "Mechanisms of Aflatoxin Carcinogenesis" dalam *Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol.*, 1994, 34 : 135-172

¹¹ Wiryatun Lestariana, BS, "Pengaruh Aflatoksin B₁ terhadap Spectrum Lipid Plasma Darah Tikus", Lab Biokimia, FKU UGM, dalam *Seminar Nasional Biokimia*, (Yogyakarta :21-22 Desember 1986), p. 3.

maka dikhawatirkan makanan tersebut telah ikut termakan manusia. Dari hasil penelitian ditunjukkan bahwa kekhawatiran tersebut telah terbukti yaitu dengan terdeteksinya AFB₁ dalam serum orang normal, penderita hepatitis, dan hepatoma dalam urine beberapa pasien yang datang di Rumah Sakit Dr. Sardjito Yogyakarta dengan berbagai macam penyakit.¹²

Di Indonesia, pemerintah belum menetapkan batas kadar AFB₁ yang diperbolehkan (dianggap tidak berbahaya) untuk bahan makanan yang beredar, akan tetapi beberapa organisasi dunia telah menetapkannya yaitu kadar maksimum aflatoxin yang diperbolehkan di dalam makanan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Kadar maksimum aflatoxin dalam makanan

Jenis makanan	Kadar
Sebagai konsumsi langsung: Sereal, Kacang, Buah kering	2 µg/kg B1 4 µg/kg (Total)
Sebagai Bahan tambahan: Kacang Tanah	8 µg/kg B1 15 µg/kg (total)
Terhadap Kacang dan buah kering	5 µg/kg B1 10 µg/kg (total)
Susu murni, susu pabrik	0,05 µg/kg M1

Assosiasi Bahan Makanan dan Obat (FDA) juga memberikan batasan untuk kadar aflatoxin dalam makanan yaitu:

1. Untuk makanan manusia 20 ppb
2. Untuk makanan anak sapi 100 ppb
3. Untuk makanan babi dan unggas 200 ppb
4. Untuk makanan sapi 300 ppb
5. Susu 0,5 ppb

Dari kedua tabel 1 dan 2 di atas, dapat terlihat bahwa aflatoxin rawan terkandung di dalam kacang-kacangan yang banyak dikonsumsi baik oleh manusia maupun hewan ternak seperti unggas.

¹² ibid, hal 4.

D. Metabolisme Aflatoksin

Telah banyak dilakukan penelitian tentang metabolisme aflatoksin di dalam tubuh dan sebagai objek penelitian yaitu dilakukan pada binatang seperti pada kelinci, kucing, itik, tikus dan ayam. Berdasarkan atas lamanya aflatoksin mengalami metabolisme, maka binatang dapat dibagi menjadi 3 kelompok:¹³

1. Metabolisme berlangsung dalam waktu kurang dari 12 menit. Binatang yang termasuk kelompok ini adalah kelinci, anak itik dan marmut.
2. Metabolisme berlangsung dalam waktu 1-4 jam. Binatang yang termasuk kelompok ini adalah ayam, mencit, babi dan biri-biri.
3. Metabolisme berlangsung dalam waktu 0,8-2,6 hari. Binatang yang termasuk kelompok ini adalah tikus.

Di dalam mitokondria, aflatoksin B₁ mengalami biotransformasi menjadi berbagai senyawa yang erat hubungannya dengan efek toksis dan karsinogenitasnya. AFB₁ mengalami biotransformasi menjadi metabolit yang terhidroksilasi dan mengalami oksidasi menjadi 8,9-epoksida aflatoksin B₁ yang reaktif. Metabolit terhidroksilasi yang terbentuk, berkonjugasi dengan glukuronida dan sulfat. Konjugat yang terbentuk ini bersifat polar dan diekskresikan melalui urine.

Senyawa 8,9-epoksida aflatoksin B₁ yang reaktif tersebut, disamping dapat berikatan secara kovalen dengan DNA pada N nomor 7 basa guanine, juga dapat berkonjugasi dengan glutathion tereduksi dan dapat mengalami hidrolisis menjadi dihidrodiol AFB₁. DNA yang terikat secara kovalen dengan 8,9-epoksida aflatoksin B₁ ada yang ikatannya stabil dan ada juga yang lepas kembali normal. Ikatan yang stabil ini dapat mengakibatkan kelainan pada sel sedangkan dihidrodiol AFB₁ yang terbentuk dapat berikatan secara kovalen dengan protein. Protein yang terikat secara kovalen ini dapat menyebabkan kematian sel dan menimbulkan keracunan.¹⁴

Pada dasarnya senyawa-senyawa kimia, racun, dan radiasi dapat mempengaruhi perkembangan sel. Metabolit hasil biotransformasi AFB₁ yang dapat membentuk ikatan kovalen dengan DNA di N⁷ guanin

¹³ W.H. Butler, *Aflatoxins in Purchase, I.F.H., Mycotoxins*, (New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1974), p. 40.

¹⁴ L.D. Eaton, and E.P. Gallagher, "Mechanism of Aflatoxin Carcinogenesis", 135-172.

dapat mengakibatkan mutasi gen. Gen yang mengalami mutasi ini dapat mengakibatkan RNA yang terbentuk dan translasinya menjadi protein dalam sitoplasma memberikan gambaran sitologis tidak sama dengan sel normal. Pengaruh aflatoksin B₁ terhadap sel dapat mengakibatkan kematian sel.

E. Pengaruh Aflatoksikosis

Aflatoksikosis adalah penyakit karena terdapatnya aflatoksin dalam tubuh hewan maupun manusia yang dapat mengganggu atau membahayakan. Kalau pada awalnya aflatoksin telah diketahui dapat menyebabkan kematian pada berbagai hewan, sekarang aflatoksin dapat pula membahayakan manusia.

Pengaruh aflatoksikosis tergantung dari banyak sedikitnya aflatoksin yang masuk ke dalam tubuh, jenis aflatoksin, cara masuknya, lamanya waktu mengkonsumsi, jenis kelamin dan jenis organisme yang mengkonsumsi. Pengaruh aflatoksikosis pada binatang dapat bersifat akut, subakut dan kronis. Pengaruh akut maupun kronis terutama terjadi di hati, sebab organ sasaran (target) utama efek toksisitas adalah hati.

Keracunan kronis AFB₁ mengakibatkan terjadinya kematian tanpa tanda-tanda klinis, tetapi juga dapat mengakibatkan ikterus dan serosis hati, seperti yang telah dicobakan pada tikus.¹⁵ Pada pemeriksaan histologis awal, aflatoksikosis dapat ditandai dengan adanya hiperplasi dan metaplasia sel-sel epitel pembuluh empedu. Hiperplasi dan metaplasia sel-sel epitel ini berkembang menjadi hepatoma, karsinoma hepatoseluler primer pada anak itik, marmut, kalkun dan tikus. Gejala-gejala lain keracunan kronis adalah berat badan menurun, reproduksi menurun, dan daya tahan tubuh terhadap penyakit infeksi menurun.

Wiryatun Lestariana (1997) melaporkan bahwa tikus yang setiap harinya diberi 15 µg AFB₁ dalam 0,2 ml propilen glikol selama 16 minggu dan mendapatkan ransum cukup vitamin A, ternyata AFB₁ menurunkan status vitamin A tikus, meningkatkan kadar sitokrom P450 dalam protein mikrosoma hati tikus dan gambaran histologis sel-sel epitel pembuluh empedu tikus mengalami hiperplasi dan metaplasia.

¹⁵ Wiryatun Lestariana, "Aflatoksin dan Permasalahannya" dalam *2nd Asea-Unined Mycotaxin Training Course*, (Yogyakarta: 20-25 Sept 1999), p.1.

Tikus yang mendapatkan ransum defisien vitamin A, disamping meningkatkan kadar sitokrom P450 dalam protein mikrosome hati tikus, AFB1 juga memperberat status defisiensi vitamin A tikus dan mengakibatkan gambaran histologia sel-sel epitel pembuluh empedu mengalami keratinisasi sempurna, tetapi tikus yang mendapatkan ransum lebih dari cukup vitamin A, kelainan-kelainan yang terjadi akibat efek toksis AFB1 dapat dihindari.

Penelitian lain yang juga dilakukan oleh Wiryatun Lestariana pada tahun 1986, menunjukkan bahwa pengaruh pemberian AFB1 dengan dosis 10 µg per hari pada tikus percobaan selama 60 hari terhadap spektrum lipid plasma darah tidak terlalu tampak, meskipun sudah terjadi hepatotoksikosis.

F. Metode Deteksi untuk Analisis Aflatoksin

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis keberadaan aflatoksin, misalnya dengan metode kromatografi atau spektroskopi. Metode kromatografi mempunyai keunggulan karena dalam metode ini tercakup proses pemisahan dan pengukuran. Tiga jenis kromatografi yang dapat digunakan untuk analisis aflatoksin dalam bahan pangan yaitu Kromatografi Lapis Tipis (TLC), Kromatografi Gas-Cair (GLC), dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (HPLC), sedangkan dengan metode spektroskopi, dapat digunakan Spektroskopi Massa (MS).¹⁶

Prinsip dasar kromatografi yaitu komponen yang akan dipisahkan terdistribusi di antara 2 fasa yang tidak saling bercampur yaitu fasa diam dan fasa gerak. Fasa diam dapat berupa suatu zat padat yang disusun secara merata di dalam suatu kolom maupun suatu cairan yang melapisi butir-butir halus fasa pengemban yang ditempatkan di dalam kolom. Dari tiga jenis kromatografi yang dapat digunakan, analisis menggunakan HPLC lebih disukai karena pada HPLC jarang digunakan reaksi derivatisasi,¹⁷ dengan demikian metode analisis ini dapat juga digunakan untuk mendeteksi keberadaan racun aflatoksin dalam bahan pangan.

¹⁶ 2nd ASEA-UNINET Mycotoxin Workshop 1999, Yogyakarta Indonesia

¹⁷ Sri Sumartini dan Julia Kartasubrata, "Peranan Kromatografi Cair Tekanan Tinggi (HPLC) dalam Analisa Konstituen Makro Pangan & Pakan", dalam *Proceeding Seminar Kajian Kimiawi Pangan*, (Yogyakarta : PAU UGM, 15-17 September 1987), p. 265.

Prinsip dasar spektroskopi adalah adanya interaksi antara energi radiasi elektromagnetik dengan zat kimia. Hasil interaksi tersebut akan menimbulkan peristiwa pemantulan, pembiasan, interferensi difraksi, penyerapan (absorpsi), fluoresensi dan ionisasi.¹⁸

Spektroskopi Massa dapat memberikan keterangan tentang hasil fragmentasi senyawa yang berupa fragmen-fragmen yang dinyatakan sebagai ratio massa dengan muatan (m/z), sehingga dapat diketahui berat molekul senyawa yang akan dianalisis.¹⁹ Berat molekul untuk berbagai jenis aflatoksin adalah antara 302-346.

G. Usaha-usaha Pencegahan Kontaminasi Aflatoksin

Dari beberapa hasil penelitian di atas, telah diketahui bahwa aflatoksin sangat berbahaya apabila termakan, baik dalam jumlah besar maupun kecil jika termakan secara terus menerus. Oleh karena itu kemungkinan tercemarnya makanan atau bahan pangan oleh aflatoksin perlu dihindari.

Pertumbuhan kapang merupakan masalah besar pada penyimpanan makanan/bahan pangan dalam lingkungan yang lembab. Negara-negara yang terletak di sekitar katulistiwa, sebagian besar mempunyai kondisi iklim panas dan dingin setiap tahunnya, sehingga memungkinkan kapang *A. flavus* tumbuh dengan mudah. Semakin mudah kapang tersebut tumbuh, maka semakin mudah pula aflatoksin dapat diproduksi. Berdasarkan sifat karsinogenik, hepatotoksik, mutagenik, dan teratogenik dari aflatoksin, maka aflatoksin tetap perlu menjadi perhatian sebelum ditemukan pencegahannya yang dapat diandalkan, baik pencegahan dalam pertumbuhan kapangnya maupun efek toksik aflatoksinya.

Usaha-usaha pencegahan tumbuhnya kapang *A. flavus* dan produksi aflatoksin serta usaha untuk menghilangkan/merusak aflatoksin telah banyak dilakukan antara lain:

1. Pengasapan makanan dengan fosfin sebagai insektisida dan rodentisida dapat mencegah pertumbuhan kapang dan aflatoksin dari 23 macam *Aspergillus*. Hasil penelitian yang dilakukan oleh

¹⁸ Slamet Sudarmaji, dkk, *Analisa Bahan Makanan & Pertanian* (Yogyakarta, Penerbit Liberty, 1989), p. 14.

¹⁹ Hardjono Sastrohamidjoyo, *Spektroskopi*, (Yogyakarta: Penerbit Liberty, edisi ke-2, 1991), p. 167.

Fardiaz menunjukkan bahwa kacang yang difermentasi dapat menurunkan kandungan aflatoksin sebesar 13,43 % begitu pula kacang yang dibuat mentega ternyata dapat menurunkan kandungan aflatoksin sebesar 20,58 %.²⁰

2. Garam-garam seperti NaCl, KCl, dan NaNO₃, pada kadar rendah dapat meningkatkan produksi aflatoksin, akan tetapi sebaliknya apabila kadar garam-garam tersebut dinaikkan, maka justru menghambat produksi aflatoksin. Obat-obat tertentu seperti insektisida, metal xantin (kafein dan teofilin) juga telah terbukti menghambat produksi aflatoksin. Beberapa senyawa lain yang telah terbukti sebagai pencegah tumbuhnya *Aspergillus* dan produksi aflatoksin adalah asam-asam organik seperti asam asetat, asam benzoat, asam sitrat, asam laktat, asam propionat dan asam sorbat.²¹
3. Penggorengan bahan pangan atau makanan yang terkontaminasi aflatoksin dapat menurunkan kadar AFB1 sebesar 80 % dan AFB2 sebesar 60 %. Penurunan kadar aflatoksin tersebut kemungkinan disebabkan karena aflatoksin larut dalam minyak penggoreng. Penggorengan tanpa minyak (disangrai) pada suhu 150°C selama 1 jam juga dapat menurunkan kadar AFB1 dan AFB2 sebesar 75 % dan 45 %.²²

H. Penutup

Aflatoksin adalah suatu mikotoksin yang sejak tahun 1960 sampai sekarang masih menjadi perhatian para ilmuwan, terutama negara-negara yang beriklim tropik termasuk Indonesia. Iklim tropik ini memberi peluang yang cukup besar bagi *Aspergillus flavus* untuk tumbuh pada bahan makanan dan atau makanan yang biasa dimakan sehari-hari sehingga dengan sendirinya bahan makanan atau makanan tersebut tentunya tercemar aflatoksin.

Peluang yang besar untuk tumbuhnya *Aspergillus flavus* pada makanan akan mengakibatkan hal-hal yang merugikan bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu diperlukan suatu upaya pencegahan

²⁰ Fardiaz, S., "Destruction of Aflatoxin during Processing of Aflatoxin-contaminated Peanuts into Products", *Indon. J. Tro. Agric.* 1991, vol.3, 27-31.

²¹ Rusul, G., Marth, E.H., *Food Additives and Plant Components Control Growth and Aflatoxin Production by Toxicogenic Aspergillus Mycopathologia*, 1988, 101: 13-23

²² Muhilal, Darwin Karyadi, Drajat D Prawironegoro, "Kadar Aflatoksin dalam Kacang Tanah dan Hasil Olahannya", dalam *Penelitian Gizi dan Pangan*, 1971, 1: 87.

tumbuhnya kapang *A.flavus* dan produksi aflatoksin serta usaha untuk menghilangkan/merusak aflatoksin antara lain dengan pengasapan makanan, penggunaan bahan kimia tertentu dan penggorengan bahan makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Tim, *Bahan Kursus pada 2nd ASEA-UNINET Mycotoxin Workshop*, Yogyakarta, t.p., 1999.
- Butler, W.H., *Aflatoxins in Purchase*, I.F.H., *Mycotoxins*, New York: Elsevier Scientific Publishing Company, 1974.
- Eaton, LD, Gallagher, EP, "Mechanisms of aflatoxin carcinogenesis" dalam *Annu.Rev.Pharmacol.Toxicol*, 1994, 34 : 135-172
- Fardiaz, S., "Destruction of Aflatoxin During Processing of Aflatoxin-Contaminated Peanuts into Products", dalam *Indon. J.Tro.Agric.* 1991, vol.3, 27-31
- Heathcote, J.G., Hibber, J.R., *Aflatoxins: Chemical and Biological Aspects*, Holland: Elsevier North-Holland Inc, 1978.
- Lestariana, W., "Aflatoxin dan Permasalahannya " dalam *2nd ASEA UNINET Mycotoxin Training Course*, Yogyakarta: 20-25 Sept 1999.
- Lestariana, W., "Pengaruh Aflatoxin B₁ terhadap Spectrum Lipid Plasma Darah Tikus", Lab Biokimia, FKU UGM, dalam *Seminar Nasional Biokimia*, Yogyakarta :21-22 Desember, 1986.
- Muhilal, Darwin Karyadi, Drajat D Prawironegoro, "Kadar Aflatoxin dalam Kacang Tanah dan Hasil Olahannya", dalam *Penelitian Gizi dan Pangan* , 1971, I: 87.
- Rusul, G., Marth, E.H. *Food Additives and Plant Components Control Growth and Aflatoxin Production by Toxicogenic Aspergillus Mycopathologia*, 1988, 101 : 13-23
- Sastrohamidjoyo, H., *Spektroskopi*, Yogyakarta: Penerbit Liberty, edisi ke-2, 1991.
- Sudarmaji, S., dkk, *Analisa Bahan Makanan & Pertanian*, Yogyakarta: Penerbit Liberty, 1989.
- Sumartini, S., Kartasubrata, J., " Peranan Kromatografi Cair Tekanan Tinggi (HPLC) dalam Analisa Konstituen Makro Pangan & Pakan", dalam *Proceeding Seminar Kajian Kimiawi Pangan*, Yogyakarta : PAU UGM, 15-17 September 1987.
- Tim Penulis, *Al-Quran dan Terjemahannya*, Jakarta: Departemen Agama RI, 1971.
- Wogan, GN, "Mycotoxins" dalam *Annual rev. Pharmacol* , 1975, 15 : 437.