

STATUS DAN REGULASI KONTAMINAN MIKOTOKSIN PENTING DALAM PRODUK PANGAN

S. Joni Munarso

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

ABSTRAK

Mikotoksin sering diartikan sebagai senyawa beracun (toksin) yang dihasilkan oleh sekelompok kapang tertentu. Dalam banyak kasus sering ditemukan adanya mikotoksin yang mengkontaminasi bahan atau produk pangan dan menimbulkan sejumlah kerugian, terutama menyangkut kesehatan konsumen dan perdagangan produk yang bersangkutan. Aflatoksin yang dihasilkan kapang *Aspergillus flavus* merupakan salah satu jenis mikotoksin yang paling dikenal masyarakat. Hal ini terkait dengan kejadian kontaminasi aflatoksin pada beberapa hasil pertanian maupun produk pangan di Indonesia. Sidang *Codex Committee on Food Additives and Contaminants* (CCFAC) ke 37 (2004) membahas perlunya regulasi kontaminan mikotoksin dalam produk pangan. Mikotoksin penting yang dibahas tersebut meliputi *Patulin*, *Ochratoxin A* dan *Deoxynivalenol* (DON), yang ketiganya belum banyak diperhatikan di Indonesia. Makalah ini mengkaji karakteristik ketiga jenis mikotoksin beserta dampak negatif yang ditimbulkannya, serta menguraikan status tingkat kontaminasinya di Indonesia dan perkembangan regulasinya dalam produk pangan.

Kata Kunci: mikotoksin, keragaan, regulasi, pangan

ABSTRACT

Mycotoxin is a toxic compound produced by a specific group of mold. It is ovenly found that mycotoxin contaminate foods and bring amount of disadvantages, mainly related to consumer's health and trade barrier. Aflatoxin is the most popular toxin in Indonesia, since some evidences of food intoxication are related to it. However, it could be stated that the most important mycotoxin in the international trade at present are Patulin, Ochratoxin A and Deoxynivalenol (DON). The 37th session of Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC) (2004) noted the importance of regulation development regarding those three contaminants. Meanwhile, less attention to such contaminants has been given by Indonesia. This article reviewed the characteristics of those mycotoxins, including its negative effect, as well as its contamination level and progress of its regulation in food products.

Keywords: mycotoxin, status, regulation, food

PENDAHULUAN

Mikotoksin adalah produk metabolit sekunder yang dihasilkan oleh suatu kapang tertentu yang bersifat racun bagi manusia maupun hewan. Se jauh ini diperkirakan terdapat sekitar 300 jenis mikotoksin, dan seiring dengan peningkatan kemampuan analisis dan metode deteksi, maka ragam mikotoksin ke depan diduga akan semakin banyak. Kapang penghasil mikotoksin ini biasanya tumbuh pada komoditas hasil pertanian tertentu, baik sebelum hasil pertanian tersebut dipanen maupun ketika komoditas yang bersangkutan dalam proses penanganan pascapanen. Kapang ini tidak hanya menghasilkan mikotoksin, tetapi juga menurunkan mutu dan bahkan merusak komoditas tersebut.

Penurunan mutu tersebut secara langsung dapat berakibat pada penurunan nilai jual komoditas hasil pertanian dan bahkan penolakannya dari pasar. Dengan demikian, kontaminasi mikotoksin dalam hasil pertanian tidak hanya berdampak pada penurunan

derajat kesehatan masyarakat melalui perkembangan penyakit mikotoksikosis, tetapi juga menimbulkan kerugian pada perdagangan hasil pertanian.

Badan Pangan dan Pertanian PBB (FAO) memperkirakan bahwa 25% komoditas hasil pertanian di dunia saat ini terkontaminasi oleh mikotoksin (Cortyl, 2005). Lebih lanjut disebutkan bahwa mikotoksin yang dianggap paling penting saat ini, khususnya terkait dengan produksi ternak, meliputi Aflatoksin, Trichotesen, Zearalenon, Okhratoksin A, dan Fumonisin. Sementara itu, sidang ke 36 *Codex Committee on Food Additives and Contaminants* (CCFAC) tahun 2004 menyebutkan bahwa mikotoksin yang mendesak untuk diperhatikan dalam perdagangan produk pangan beberapa tahun ke depan meliputi Patulin, Okhratoksin A (OTA), dan Deoksinivalenol (DON).

Aflatoksin merupakan jenis mikotoksin yang paling banyak dikenal di Indonesia. Sedikit perhatian juga telah diberikan pada Okhratoksin A. Sementara itu jenis mikotoksin lainnya belum banyak diperhatikan keberadaannya, dampak kesehatan maupun dampak perdagangannya. Makalah ini mengkaji karakteristik dan dampak negatif Patulin, OTA dan DON serta status kontaminasi dan regulasinya di Indonesia. Hasil kajian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi delegasi Indonesia dalam menetapkan posisi Indonesia dan dalam pembahasan kontaminan mikotoksin di forum *Codex Alimentarius Commission*.

KARAKTERISTIK DAN DAMPAK NEGATIF MIKOTOKSIN

Patulin

Toksin Patulin pertama kali diisolasi tahun 1942 dari *Penicillium claviformae* dan diberi nama Claviformin (Anonim, 1982). Meskipun beracun, patulin pada awalnya dipakai sebagai antibiotika, namun kemudian dilarang penggunaannya. Toksin ini mempunyai efek bakterisida dan anti kapang (Syarief dan Halid, 1992) dan sering ditemukan pada buah, sayur dan sereal berjamur (Syarief *et al.*, 2003). Laporan lain menyebutkan bahwa patulin sering mengkontaminasi berbagai jenis buah, seperti apel, anggur dan *pear*, serta sayuran, jagung kering, sereal dan pakan. Sumber utama patulin yang membahayakan kesehatan manusia terdapat pada apel dan jus apel, terutama yang dibuat melalui pemerasan secara langsung (Huebner *et al.*, 2000).

McKenzie *et al* (1997) dalam Syarief *et al.* (2003) menyebutkan bahwa patulin adalah lakton berbentuk kristal yang tidak berwarna dengan rumus kimia $C_7H_6O_4$ dan berat molekul 154 dalton. Patulin larut dalam air, metanol, etanol, aseton, etil asetat dan kloroform, namun kurang larut dalam benzen, serta tidak larut dalam petroleum eter. Pada kondisi asam, patulin bersifat sangat stabil meskipun dipanaskan hingga 100°C.

Kristal patulin mempunyai titik leleh 110,5°C. Pemanasan komersial tidak dapat menguraikan patulin, mengingat patulin masih stabil pada pengolahan suhu tinggi dalam pH < 6,0. Proses sterilisasi ternyata tidak merusak patulin, tetapi hanya membunuh bakteri dan kapang penghasil patulin. Percobaan yang dilakukan Maggi *et al* (1995) menunjukkan bahwa pemanasan menggunakan tekanan tinggi tidak berpengaruh pada kandungan patulin dalam minuman aprikot.

Sebagai pembanding, proses pasteurisasi jus buah-buahan biasanya dilakukan pada suhu 60-90°C selama beberapa menit (Syarief *et al.*, 2003). Oleh sebab itu kandungan patulin dalam buah apel dan jus apel setelah dipasteurisasi masih berkisar pada nilai 100 ppb atau sedikit kurang dari 100ppb.

Keberadaan patulin dalam pangan dapat memberikan dampak negatif bagi kesehatan konsumen pangan. Pada kajiannya, Badan Pengawas Obat dan Makanan (2005) menyebutkan bahwa keracunan patulin dapat mengakibatkan *hyperaemia*, pendarahan, peradangan dan pembengkakan saluran pencernaan. Patulin tidak berpengaruh pada sistem reproduktif dan tidak pula bersifat teratogenik seperti yang

dibuktikan pada penelitian dengan mencit dan tikus yang diberikan patulin dalam ransumnya dengan dosis hingga 1,5 mg/kg berat badan/hari. Namun toksisitas patulin muncul pada embrio ketika dosis mencapai tingkat yang lebih tinggi.

Percobaan secara *in vitro* maupun *in vivo* mengindikasikan bahwa patulin bersifat *immunosuppressive* atau melemahkan sistem kekebalan tubuh. Dalam dosis tinggi, patulin juga bersifat karsinogenik atau mendorong terbentuknya sel kanker (European Mycotoxin Awareness Network, 2005).

Okhratoksin A (OTA)

Okhratoksin pertama kali ditemukan oleh para peneliti di Afrika Selatan (Galvano *et al.*, 1998). Sementara itu laporan pertama yang menyebut adanya Okhratoksin A (OTA) dalam jagung dilakukan di Amerika Serikat (Willie dan Morehouse, 1977 dalam Syarief *et al.*, 2003). Selanjutnya dilaporkan bahwa okhratoksin pertama kali diisolasi dari kapang *Aspergillus ochraceus* K-804 pada biji sorgum (Scott dalam Betina, 1989). Konsentrasi OTA yang sering dilaporkan umumnya mendekati 50 µg/kg (ppb). Selain pada jagung, OTA juga sering ditemukan pada kopi, bir, buah kering, kakao dan kacang-kacangan, serta pada proses pengolahan komoditas tersebut.

OTA adalah senyawa kristalin yang tidak berwarna dengan rumus kimia $C_{20}H_{18}ClNO_8$. OTA mempunyai titik leleh 169°C dan bersifat larut dalam khloroform, metanol, asetonitril, dan natrium bikarbonat cair. OTA juga bersifat stabil pada proses pemanasan atau pengolahan pangan lainnya.

OTA diserap oleh saluran pencernaan dengan lambat, dan didistribusikan melalui darah terutama ke ginjal. Dalam organ hati, otot dan lemak tubuh juga dapat ditemukan OTA dalam konsentrasi yang lebih rendah. Beberapa penelitian menunjukkan adanya transfer OTA dari pangan yang dikonsumsi ke dalam air susu, baik pada tikus, kelinci, maupun manusia (Badan POM, 2005).

Pemberian ransum pakan yang mengandung OTA 100 µg pada anak itik yang berumur 30 hari mengakibatkan perubahan pada karakteristik organ hati, seperti pembengkakan dan kerusakan struktur mitokondria (Kerkadi *et al.*, 1999). Pemberian dosis yang sama pada anak tikus menimbulkan terjadinya nekrosis sel hati. Pemberian secara oral pada mencit dan tikus menunjukkan efek karsinogen. Tumor hepatoselular muncul pada mencit, dan adenoma sel ginjal terjadi pada mencit maupun tikus.

Studi toksisitas menunjukkan bahwa nilai LD₅₀ OTA beragam untuk spesies yang berbeda. Kisaran nilai tersebut pada mencit adalah 46-58 mg/kg, tikus 20-30 mg/kg, babi 1 mg/kg, dan ayam 3,3 mg/kg berat badan.

Deoksinivalenol (DON)

DON atau disebut juga sebagai Vomitoksin adalah mikotoksin dari jenis Trichotesen tipe B. Toksin ini dihasilkan oleh kapang *Fusarium graminearum* dan *Fusarium culmorum*, yaitu kapang yang bersifat patogen terhadap tanaman. DON mempunyai berat molekul sebesar 296,32 dalton, dan bersifat stabil pada pemanasan dengan suhu 120-180°C, tetapi terurai pada pemanasan 210°C selama 30-40 menit. Sifat lainnya, DON terlarut dalam air, metanol dan asetonitril. Mengingat sifatnya yang stabil pada suhu tinggi, maka sangat sulit menghilangkan DON dari produk pangan yang terkontaminasi.

Bahan pangan yang umumnya terkontaminasi DON antara lain terigu, barley, oat, jagung, sorgum dan beras. DON juga sering ditemukan pada produk olahan dari komoditas terkait, seperti produk sereal sarapan, roti, mi instan, tepung makanan bayi, bir dan sebagainya.

Keracunan akut DON pada babi diperlihatkan melalui gejala keracunan seperti muntah, penurunan nafsu makan, diare dan penurunan berat badan. Intoksikasi akut menyebabkan nekrosis pada beberapa jaringan seperti saluran pencernaan, limfoid, dan

sunsum tulang. Lebih lanjut disampaikan bahwa DON tidak bersifat karsinogenik maupun metagenik (Badan POM, 2005).

Efek keracunan DON pada manusia dilaporkan dicirikan dengan gejala sakit perut, pusing, sakit kepala, iritasi tenggorokan, muntah, diare dan gangguan pencernaan lainnya. Namun gejala seperti ini bisa juga dipengaruhi oleh adanya toksin lain yang biasanya menyertai keberadaan DON dalam produk pangan, seperti zearalenon, nivalenol dan trichotesen lain.

KERAGAAN DAN REGULASI MIKOTOKSIN

Patulin

Kontaminasi patulin dalam makanan dan minuman di Indonesia belum mendapat perhatian yang cukup. Kegiatan penelusuran hasil penelitian terhadap patulin di Indonesia sejauh ini belum memperoleh satu pun data perihal tingkat kontaminasi patulin ini. Oleh sebab itu, penetapan posisi Indonesia dalam forum standardisasi patulin secara internasional berpeluang terkendala oleh ketiadaan data dukung ilmiah ini.

Sementara itu FAO (2004) menunjukkan bahwa 51 dari 104 negara yang tercatat oleh FAO telah melakukan regulasi terhadap patulin dalam pangan maupun pakan. Secara umum dapat dilihat bahwa kebanyakan negara (termasuk Indonesia) menghendaki batas maksimum patulin dalam sari buah, nektar dan minuman lain dari apel sebesar 50 µg/liter. Jika sari buah dan puree apel dipakai untuk campuran formulasi makanan bayi, maka batas maksimum patulin yang dikehendaki adalah 10 µg/kg. Namun jika puree apel diperuntukkan konsumen dewasa, maka batas maksimumnya ditetapkan sebesar 25 µg/kg.

Codex Alimentarius Commission pada sidangnya ke 26 (2002) telah mengadopsi draf batas maksimum patulin dalam jus apel dan minuman lain yang mengandung jus apel sebesar 50 µg/kg pada step 8. Hal ini berarti bahwa batas tersebut telah mulai dapat diterapkan dalam standar produk yang bersangkutan secara internasional. Namun demikian *Codex* juga mencatat bahwa batas yang selayaknya ditetapkan adalah sebesar 25 µg/kg, sehingga adopsi yang dilakukan saat ini bersifat temporer sambil menunggu dampak aplikasi *Code of Practice for the Prevention and Reduction Patulin Contamination in Apple Juice and Apple Juice Ingredients in Other Beverages* selama 4 tahun ke depan.

Okhratoksin A (OTA)

OTA telah mendapat perhatian yang lumayan baik dari para ilmuwan Indonesia. Beberapa data hasil penelitian menunjukkan keberadaan OTA dalam hasil pertanian maupun produk pangan olahan. Data tersebut sekaligus dapat menjadi gambaran tentang keragaan kontaminasi OTA dalam pangan di Indonesia.

Dharmaputra *et al.* (1999) melaporkan bahwa 70% kopi di tingkat petani di Lampung ternyata terkontaminasi OTA berkisar 0,3-39,8 ppb dengan rata-rata 18,7 ppb. Tingkat kontaminasi ini merupakan nilai tertinggi, mengingat pada tingkat pedagang pengumpul, kandungan OTA tersebut terdeteksi sebesar 12,4 ppb, dan pada tingkat importir sebanyak 45% sampel terkontaminasi OTA dengan nilai rata-rata sebesar 10,8 ppb (0,3-27,5 ppb).

Kajian pada jagung dan pakan ayam menunjukkan bahwa 60,6% sampel jagung yang diuji ternyata terkontaminasi OTA sebesar rata-rata 68,41 ppb. Sementara itu 42,9% sampel pakan ayam teridentifikasi mengandung OTA sebesar 33,44 ppb (Bahri dan Maryam, 2003).

Dengan data seperti di atas, tampak bahwa kontaminasi OTA dalam komoditas pertanian Indonesia tergolong cukup besar dan bahkan mengkhawatirkan mengingat regulasi yang ada di beberapa negara menghendaki keberadaan OTA dalam kandungan yang rendah. Sejauh ini memang baru 44 negara dari 104 negara anggota FAO yang melakukan pengaturan OTA dalam pangan (FAO, 2004). Batas maksimum yang ditetapkan pun masih sangat bervariasi.

Sebagian besar negara menetapkan bahwa kandungan OTA dalam bahan pangan (sereal) sebesar 5 ppb, sedangkan untuk produk olahan siap konsumsi sebesar 3 ppb. Beberapa negara menetapkan batas maksimum yang bervariasi untuk kopi dari 2,5 ppb hingga 50,0 ppb. Sementara untuk jagung 50 ppb dan buah kering 10 ppb.

Codex sendiri sejauh ini masih membatasi pengaturan OTA pada terigu, *barley* dan *rye* (keduanya termasuk kelompok terigu), serta produk turunannya. Proses standardisasi OTA tersebut kini telah melewati step 5 pada pembahasan CCFAC dan akan dimintakan kepada CAC untuk adopsi pada step 8 atau penetapan final. Batas maksimum yang diusulkan CCFAC adalah 5 ppb untuk produk terkait di atas. Namun demikian CAC belum menyetujui usulan tersebut mengingat belum tercapainya konsensus yang dikehendaki untuk batas maksimum tersebut. Oleh sebab itu statusnya saat ini ditahan pada step 7 sambil menunggu kajian yang lebih rinci dari *Joint Expert Committee on Food Additives and Contaminants* (JECFA)

Dalam sidang CCFAC (2004) delegasi Uni Eropa (EU) menyebutkan bahwa batas maksimum OTA 5 ppb secara teknis dapat dicapai. Delegasi ini juga mengingatkan bahwa JECFA telah merekomendasikan perlunya penekanan kontaminan OTA serendah mungkin melalui penerapan cara budidaya, penyimpanan dan pengolahan yang tepat. Pendapat EU ini didukung oleh beberapa delegasi lain. Namun kelompok delegasi lain menyebutkan bahwa JECFA melakukan kajian OTA pada 2 konsentrasi yang diusulkan yaitu 5 dan 20 ppb. Hasil kajian tersebut menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dari 2 konsentrasi OTA tersebut. Oleh sebab itu kelompok ini beranggapan bahwa penerapan batas maksimum 20 ppb juga masih baik dalam kaitannya dengan usaha perlindungan kesehatan masyarakat.

Deoksinivalenol (DON)

DON juga telah mendapat perhatian dari para ilmuwan meski tetap tidak lebih baik dari aflatoksin. Data hasil penelitian tentang DON yang ada di Indonesia umumnya dihasilkan pada tahun 1990-an. Penelitian Ali *et al* (1998) menunjukkan bahwa 12% sampel jagung komersial yang diamati ternyata mengandung DON berkisar 27-32 ppb (rata-rata 29,5 ppb). Sebelumnya, Maryam dan Zahari (1994) mendeteksi adanya DON dalam jagung yang bervariasi tergantung lokasi pengambilannya. Sebanyak 53,8% sampel jagung yang diambil dari dataran tinggi Jawa Barat terkontaminasi DON sebesar 3,87 ppm. Sementara 84,6% sampel jagung dari dataran rendah mengandung DON sebesar 5,66 ppm.

Meskipun belum banyak data DON yang tersedia di dalam negeri, keberadaan data di atas kiranya cukup baik untuk kontribusi awal Indonesia dalam pembahasan DON di tingkat internasional. Hal ini terkait dengan adanya penghentian kegiatan penetapan batas maksimum DON dalam forum CAC mengingat belum adanya data ilmiah pendukung yang cukup untuk menetapkan batas maksimum tersebut. CCFAC saat ini menunggu kontribusi setiap negara anggota Codex termasuk Indonesia untuk memasukkan informasi tentang DON pada sereal dan produk turunannya serta pengaruh pengolahan terhadap konsentrasi DON dan sebagainya. CCFAC juga meminta JECFA untuk mengkaji ulang peranan DON dalam keamanan pangan berdasarkan data dari berbagai negara (global). Dengan demikian, masih juga terbuka kesempatan bagi Indonesia untuk memberikan warna dalam proses penetapan batas maksimum DON dalam pangan.

KESIMPULAN

1. Berbagai jenis mikotoksin telah dikenal secara ilmiah. Namun terkait dengan kepentingan perdagangan hanya beberapa jenis mikotoksin saja yang telah diperhatikan. *Codex Alimentarius Commission* saat ini tengah menyusun regulasi kontaminan mikotoksin dalam produk pangan, khususnya untuk jenis Patulin, Okhratoksin A, dan Deoksinivalenol.
2. Karakteristik dan dampak negatif dari masing-masing jenis mikotoksin menunjukkan kekhususannya sendiri, baik dari kapang penghasil, sifat fisik maupun kimianya.
3. Informasi ilmiah tentang status kontaminasi patulin, OTA maupun DON di Indonesia masih belum cukup menggambarkan kondisi yang sesungguhnya. Data untuk patulin bahkan belum tersedia sama sekali, sedangkan untuk OTA masih terbatas pada kopi dan untuk DON terbatas pada jagung.
4. Codex telah menetapkan batas maksimum patulin dalam jus apel dan produk turunan apel sebesar 50 µg/kg bahan. Sementara batas maksimum untuk OTA masih dalam perdebatan antara 5 ppb dan 20 ppb, sedangkan untuk DON masih belum ada penetapan dan bahkan diharapkan adanya input informasi dari anggota Codex (termasuk Indonesia) perihal status kontaminasi DON dan batas maksimum yang selayaknya ditetapkan.
5. Berkaitan dengan situasi penyediaan data ilmiah yang belum lengkap di atas, maka disarankan agar kegiatan eksplorasi data dan kajian keragaan kontaminasi mikotoksin dalam komoditas hasil pertanian penting dan produk pangan olahannya dapat segera dilaksanakan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, N., Sarjono, Y. Yamashita, dan T. Yoshizawa. 1998. Natural occurrence of aflatoxins and *Fusarium* mycotoxin (fumonisins, deoxynivalenol, nivalenol, and zearalenone) in corn from Indonesia. *Food Additive and Contaminant*. 15:377-389.
- Anonim. 1982. *Mycotoxin Surveillance: a Guideline*. Food and Agriculture Organization. Rome.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2005. *Kajian Keamanan Mikotoksin*. Badan POM. Jakarta.
- Bahri, S dan R.Maryam. 2003. Mikotoksin berbahaya dan pengaruhnya terhadap kesehatan hewan dan manusia. *Wartazoa* 13 (4). Balai Penelitian Veteriner. Bogor.
- Betina, V. 1989. *Mycotoxins: Chemical, Biological and Environmental Aspects*. Elsevier. New York.
- Cortyl, M. 2005. An Overview of Mycotoxins and Mycotoxicoses; with Special Focus On Indonesian Situation. Makalah pada Simposium Permasalahan dan Upaya Penanggulangan Mikotoksin dan Mikotoksikosis di Indonesia. Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia. Jakarta.
- CCFAC. 2004. Report of the 36th Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants. CCFAC. Rotterdam, The Netherlands.

- Dharmaputra, O.S., I. Retnowati, S. Ambarwati dan C. Ismayadi. 1999. The occurrence of fungi and ochratoxin in stored coffee beans in Lampung. Laporan Penelitian. SEAMEO-BIOTROP. Bogor.
- European Mycotoxin Awareness Network. 2005. Ochratoxin A. <http://193.132.193.215/eman2/fsheet3.asp>.
- FAO. 2004. Worldwide regulations for mycotoxins in food and feed in 2003. FAO Food and Nutrition Paper 81. FAO. Rome.
- Galvano, F., A.Pietri, T. Bertuzzi, A. Piva, L. Chies, M. Galvano. 1998. Activated Carbons : In Vitro Affinity for Ochratoxin A and Deoxynivalenol and Relation of Adsorption Ability to Physicochemical Parameters. J.Food Protec.61(4): 469-475.
- Huebner, H., J.K. Kayura, L.Palaroni, C.L.Ake, S.L. Lemke, P. Herrera, and T.D. Phillips. 2000. Development and Characterization of Carbon-Based Composite Material for Reducing Patulin Levels in Apple Juice. J. Food Protec. 63: 106-110.
- Kerkadi, A., C. Barriault, R.R. Marquardt, A.A. Frohlich, A.M.Yousef, X. Zhu, and B.Tuchweber. 1999. Cholestyramine Protection Against Ochratoxin A Toxicity: Role of Ochratoxin A Sorption by the Resin and Bile Acid Enterohepatic Circulation. J.Food Protec. 62(12): 1461-1465.
- Maggi, A., S. Gola, E. Spotti, P. Rovere and P. Mutti. 1995. High Pressure Treatments of Ascospores of Heat resistant Molds and Patulin in Apricot Nectar and Water. J. Industri-conserve. (1): 26-29.
- Maryam, R. dan P. Zahari. 1994. Toksin *Fusarium* pada jagung yang berasal dari dataran tinggi dan dataran rendah. Makalah pada Kongres Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia I dan Temu Ilmiah. Bogor, 21-24 Juli 1994: 289-293.
- Syarief, R dan H. Halid. 1992. Teknologi Penyimpanan Bahan Pangan. Penerbit Arcan. Jakarta.
- Syarief, R., L. Ega, dan C.C. Nurwitri. 2003. Mikotoksin Bahan Pangan. IPB Press. Bogor.