

KONTAMINASI PATULIN PADA BUAH DAN PRODUK OLAHAN APEL

Christina Winarti, Miskiyah dan S Joni Munarso

Balai Besar Penelitian Pascapanen Pertanian, Bogor

ABSTRAK

Patulin (*4-hydroxy-4H-furo (3,2c) pyran-2(6H)-one*) merupakan mikotoksin yang diproduksi sejumlah kapang yang terdapat pada buah dan produk olahan buah, terutama apel. Penelitian membuktikan bahwa patulin berpotensi menimbulkan efek negatif terhadap kesehatan, antara lain *hyperaemia*, pendarahan, peradangan dan pembengkakan saluran cerna. Pada dosis tinggi patulin bersifat karsinogenik, imunotoksik dan neurotoksik. Penelitian dilakukan untuk mengetahui kadar patulin pada buah apel segar maupun jus apel, baik jenis lokal maupun impor. Sejumlah sampel diambil secara acak untuk pengujian kadar patulinnya. Buah apel sebanyak 15 sampel (12 sampel jenis Manalagi dan 3 sampel jenis *Rome beauty*), sedangkan untuk apel impor yaitu jenis Fuji dan Washington sebanyak 8 sampel yang diperoleh dari pedagang buah dan supermarket. Untuk produk olahan apel terdiri atas 20 sampel jus apel produk lokal dan 5 merk jus impor, serta masing-masing 2 sampel makanan bayi dan cider apel. Pengujian kadar kontaminan patulin dilakukan dengan HPLC dan sebelumnya dilakukan identifikasi jenis kapang pada buah segar. Hasil pengujian menunjukkan pada apel lokal var Manalagi teridentifikasi kapang *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Fusarium* sp., sementara pada apel Fuji hanya ditemukan *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. Hasil pengujian kadar patulin diketahui bahwa 33,3 % sampel apel lokal yang diuji positif terdeteksi mengandung patulin, sedangkan pada apel impor 37,5% positif terdeteksi patulin. Dari 5 sampel buah apel lokal yang positif tersebut 1 sampel mempunyai kadar patulin >50 mg/kg. Hasil pengujian terhadap produk olahan apel menunjukkan bahwa 17,6% sari apel lokal positif terdeteksi adanya patulin, sedangkan untuk sari apel impor 60% positif terdeteksi patulin dengan kadar > 50 mg/l. Pada produk makanan bayi semua sampel yang diuji tidak terdeteksi adanya patulin, sedangkan pada sampel cider apel, terdapat satu sampel positif mengandung patulin.

Kata kunci Buah apel, patulin, jus apel, kontaminan

ABSTRACT. Christina Winarti, Miskiyah and S Joni Munarso. 2008. Patulin Contamination in apples and apple products. Patulin (*4-hydroxy-4H-furo (3,2c) pyran-2(6H)-one*) is a mycotoxin produced by a number of fungi commonly found in fruit and fruit-based products, most notably apples. Several studies investigated the potential adverse health effects of patulin including hyperaemia, bleeding, edema, ulceration, intestinal hemorrhage. At high concentration, patulin has carcinogenic, mutagenic, teratogenic, immunotoxic, and neurotoxic effect. The aims of research identifying of the patulin level in apple and apple products, both from local growers and imported. Fifteen samples of apples consisting of Manalagi (12) and Rome Beauty (3), and eight samples of imported apples, i.e Fuji and Washington, were purchased from growers and retailers in Malang and Bogor. Twenty samples of apple juice from local producers, 5 samples imported apple juice, 2 samples of baby food containing apple, and 2 samples apple cider were also purchased. Analyses include patulin content using HPLC and identification of fungi in fresh apple. Research showed that apple var Manalagi contained *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. and *Fusarium* sp., meanwhile, Fuji apple contained only *Penicillium* sp. and *Aspergillus* sp. Results of patulin analysis showed that 33.3 % of local apple fruit was positively detected to contain patulin, whereas 1 contaminated samples had patulin concentration higher than 50 mg/kg. Patulin was detected in 37.5% of imported apples. Patulin was also detected in 17.6% of local apple juice and 60% for imported apple juice. One sample of apple cider was detected to contain patulin, while no patulin were detected in all baby food.

Keywords : Apple fruit, apple juice, patulin, contaminant

PENDAHULUAN

Patulin merupakan mikotoksin yang diproduksi oleh sejumlah kapang yang biasa terdapat pada buah dan produk olahan buah, terutama pada apel. Se-

lain itu juga ditemukan pada tomat, pisang, nanas, peach, aprikot dan plum (Drusch dan Ragab, 2003). Patulin merupakan racun metabolit yang diproduksi oleh beberapa spesies *Penicillium*, *Aspergillus* dan *Byssoschlamys*. Mikotoksin ini dihasilkan oleh sekitar

60 spesies dari 30 genus jamur. Namun penghasil utama patulin adalah kapang penyebab busuk pada apel yaitu *Penicillium expansum*. Jenis kapang ini biasanya terdapat pada apel yang membusuk sehingga apabila apel tersebut diproses/diolah produk olahannya juga mengandung patulin.

Patulin (*4-hydroxy-4H-furo (3,2c) pyran-2(6H)-one*) merupakan sejenis lakton heterosiklis tidak jenuh yang bersifat larut dalam air, dengan rumus bangun seperti terlihat pada Gambar 1. Semula dianggap patulin hanya terdapat pada jus dan *cider* apel, ternyata patulin juga ditemukan pada beberapa jenis jus buah lainnya yaitu anggur, cherry, pear, aprikot, *orange*, nanas, strawberi. Namun kontaminasi terbanyak ditemukan pada apel dan olahannya.

Penelitian telah banyak dilakukan untuk mengetahui efek negatif patulin terhadap kesehatan. Percobaan pada hewan uji menunjukkan bahwa patulin menyebabkan gejala toksikosis pada paru-paru dan otak, serta kerusakan hati dan ginjal (Llewellyn *et al.*, 1998). Pada manusia dilaporkan terjadinya gejala-gejala seperti mual, gangguan pencernaan, dan muntah. Sumber lain menyebutkan bahwa simtom penyakit yang disebabkan oleh patulin termasuk gangguan syaraf, kejang, paru-paru, oedema, sakit pencernaan dan intestinal *haemorrhage*. Patulin juga mempunyai efek genotoksik, neurotoksik, imunotoksik, *immunosuppressive*, teratogenik, dan karsinogenik (Sant'Ana *et al.*, 2008).

Adanya negatif efek patulin mendorong *Codex Committee on Food Additives and Contaminants* (CCFAC) mengembangkan peraturan baru perihal kandungan mikotoksin (terutama patulin) pada apel, jus apel dan produk yang mengandung jus apel (CCFAC, 2004). WHO (1995) telah merekomendasikan level patulin maksimum dalam jus apel adalah 50 mg/l (50 ppb). Ambang batas kandungan patulin pada apel dan produk-produk apel masih bervariasi di beberapa negara, bahkan ada yang menetapkan standar yang lebih ketat, yaitu antara 25–35 mg/l.

European Common Market (European Union, 2003) menetapkan batas 25 mg/l untuk produk apel *solite* dan *puree* apel dan 10 mg/l untuk jus dan produk makanan bayi dan anak-anak yang mengandung *puree* apel. *Food and Drug Administration* (FDA) menetapkan batas patulin 50 mg/l untuk jus apel dan konsentrat jus apel (USFDA, 2005). Pembatasan hanya dikenakan pada jus dan konsentrat jus apel karena dianggap kedua produk tersebut secara natural terkontaminasi patulin. *Joint Expert Committee Food and Agricultural* (JECFA) menetapkan *provisional maximum daily intake* patulin adalah sebesar 0,4 mg/kg berat badan (WHO, 1995). Di Indonesia (Anonymous, 2009) menetapkan batas maksimum kandungan patulin adalah 50 mg/kg (50 ppb) untuk sari buah apel, buah apel dalam kaleng, nektar apel dan minuman beralkohol berbasis apel. Untuk *puree* USA, Kanada, Inggris, Belanda, Belgia, Australia, New Zealand, Afrika Selatan, Turki, Chili, Brasil, Italia dan Perancis, di mana patulin terdeteksi pada jus apel (Moake *et al.*, 2005). Hasil survei yang 32 Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian: Vol.5 2009

dilakukan oleh Yurdun *et al.*, (2001) di Turki dan Burda (1992) di New South Wales terhadap jus apel menunjukkan bahwa beberapa sampel mengandung patulin 500–1000 mg/l. Sedangkan hasil survei di Iran menunjukkan bahwa 69% dari jus apel dan 78% konsentrat jus apel yang diteliti, kandungan patulinnya di atas 15 ìg/l. Hasil penelitian juga menyatakan bahwa dari 33% sampel jus apel kadar patulinnya diatas BMR (nilai maksimum mencapai 285 ìg/l), 56% sampel konsentrat jus apel kandungan patulinnya diatas BMR (nilai maksimum 148 ìg/l) (Cherahgali *et al.*, 2005).

Data kontaminan patulin dapat berguna sebagai bukti ilmiah yang sering diperlukan dalam penentuan standar berkaitan dengan kebijakan mengenai *Sanitary and Phytosanitary* (SPS). Di samping itu dapat digunakan untuk melindungi konsumen dalam negeri berkaitan dengan semakin membanjirnya buah-buahan impor, terutama apel. Mengingat bahaya patulin bagi tubuh sedangkan data masih sangat terbatas, maka penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai jenis kontaminan tersebut pada apel dan produk olahannya di Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Bogor pada bulan Mei sampai Juli Tahun 2006. Bahan baku yang digunakan adalah buah apel segar dan jus apel dalam kemasan, baik jenis lokal maupun impor. Sampel buah apel dan jus diperoleh dari sentra produksi apel di Batu, Malang, Jawa Timur dan beberapa supermarket di Bogor dan Jakarta.

Peralatan yang digunakan adalah HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), blender, timbangan, *freeze dryer*, peralatan gelas lainnya. Bahan kimia yang digunakan antara lain standar patulin, etil asetat, sodium karbonat, sodium anhidrous, asam asetat, benzene, alkohol, aquadest, dll.

Metodologi

1. Pengambilan Sampel

Sampel terdiri dari buah dan jus apel jenis lokal dan impor. Pengambilan sampel dilakukan dengan sengaja (*Purposive Sampling Method*). Pemilihan jenis apel berdasarkan varietas yang dominan di pasaran. Berdasarkan hasil survei di lapangan maka apel varietas lokal yang terpilih yaitu Manalagi dan Rome Beauty, sedangkan jenis apel impor yaitu apel Fuji dan Washington. Sampel berasal dari petani, pedagang dan supermarket yang diambil secara acak dari wadahnya. Setiap sampel yang diambil sekitar 1 kg apel. Dari jumlah tersebut kemudian dihancurkan dan dipreparasi untuk analisis kadar patulinnya. Pengujian dilakukan secara duplo. Jumlah sampel buah apel lokal dari jenis Manalagi dan Rome Beauty sebanyak 15 sampel (6 sampel asal petani, 5 sampel

dari pedagang dan 4 sampel dari supermarket), sedangkan apel impor (Fuji dan Washington) sebanyak 8 sampel yang diperoleh dari pedagang buah dan supermarket. Dari masing-masing jenis apel lokal dan impor yang dominan juga diambil sampelnya untuk identifikasi jenis kapangnya.

Untuk jus (sari buah) apel lokal dan cuka apel diambil dari pabrik pengolahan yaitu sebanyak 3 sampel, serta dari pedagang dan supermarket di Batu, Malang dan di Bogor, total sebanyak 17 sampel. Sampel untuk produk impor diperoleh dari supermarket besar di Jakarta, sebanyak 5 sampel.

2. Prosedur Analisis Patulin (AOAC, 2000)

Sampel dalam bentuk jus atau konsentrat sebanyak 5 ml diekstraksi dengan 10 ml etil asetat, dan kocok selama 1 menit menggunakan vortex. Kemudian tambahkan 10 ml etil asetat dan kocok kembali. Selanjutnya ditambahkan 2 ml pelarut sodium karbonat 1,5%, kemudian kocok lagi. Ekstrak selanjutnya dikeringkan menggunakan 1 g sodium sulfat anhidrous. Residu kemudian dicuci lagi dengan larutan asam (dengan cara menambahkan 1 ml etil asetat). Selanjutnya residu dievaporasi menggunakan *freeze drier*, kemudian didiamkan pada suhu kamar. Langkah selanjutnya larutkan kembali menggunakan 0.5 ml larutan asam asetat. Sampel kemudian diinjeksikan pada HPLC dengan *flow rate* 0,5 ml/menit, dan detektor UV. Selanjutnya dilakukan kuantifikasi berdasarkan hasil pembacaan kromatogram.

Data yang diperoleh kemudian dirata-rata dan dihitung persentase jumlah sampel positif patulin

Tabel 1. Data sampel apel segar yang terkontaminasi patulin
Table 1. Data of fresh apple sample contaminated with patulin

No./ No	Jenis Apel/ Kind of apple	Jumlah sampel yang dianalisis/ Number of sample analyzed	Jumlah sampel positif/ Number of positive sample	Kadar patulin ($\mu\text{g/l}$)/ Patulin content ($\mu\text{g/l}$)	% sampel positif/ % of positive sample	% BMR/ % >MRL	> of	Rata-rata kadar patulin/ Average of patulin content ($\mu\text{g/l}$)
1.	Apel lokal/ Local apple							
	Manalagi	12	4	15; 12; 18; 90	33,3 %	8,5 %		11,25
	Rome Beauty	3	1	36	33,3 %	0 %		12
2.	Apel impor/ Imported apple							
	Fuji	5	2	39; 45	40,0 %	0 %		16,8
	Washington	3	1	46	33,3%	0 %		15,3
	Total	23	10	15 - 90				
3.	Apel afkir (var. manalagi)	1	1	1686		100 %		

terhadap jumlah total sampel yang dianalisis. Selain itu dihitung juga persentase sampel positif patulin terhadap batas maksimum residu (BMR) patulin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis patulin pada sampel buah apel segar dan olahan baik produk lokal maupun impor menunjukkan adanya beberapa sampel yang positif mengandung patulin dengan kadar yang bervariasi, dan beberapa sampel tidak terdeteksi adanya patulin. Pada Tabel 1 terlihat bahwa sebanyak 5 sampel dari 15 sampel apel Manalagi dan Rome Beauty yang diuji terdeteksi mengandung patulin, dan dari 5 sampel yang terdeteksi tersebut 2 sampel kadarnya > 50 mg/kg. Sedangkan 3 sampel dari 8 sampel apel impor jenis Fuji dan Washington yang diuji juga terdeteksi patulin, dimana dari 3 sampel yang positif, 2 sampel kadarnya > 50 mg/kg. Hasil penelitian Marin *et al.* (2006) menyebutkan bahwa difusi patulin dipengaruhi oleh varietas dan keasamannya pada apel Golden Delicious dan Fuji. Semakin asam dan lunak apel Golden Delicious maka produksi patulin lebih tinggi, sedangkan pada apel Fuji difusi mikotoksin semakin besar.

Hasil pengujian buah yang afkir yaitu bagian buah yang rusak/busuk karena luka benturan selama pemanenan, penyimpanan atau distribusi (Gambar 1), dari satu sampel yang diuji kadar patulinnya sangat tinggi yaitu mencapai 1686 mg/kg. Hal ini senada dengan hasil penelitian Baretta *et al.* (2000)

Tabel 2. Hasil identifikasi jenis kapang pada apel Manalagi dan Fuji

Table 2. Results of fungi identification of Manalagi and Fuji apple

No.	Sampel/Sample	Jenis kapang/ Kind of Fungi
1.	Apel manalagi/ Manalagi apple	- <i>Fusarium sp</i> - <i>Penicillium sp</i> - <i>Aspergillus niger</i>
2.	Apel Fuji/ Fuji apple	- <i>Fusarium sp</i> - <i>Penicillium sp</i>

dan Hassan (2000) yang menguji bagian apel yang busuk/berjamur, masing-masing 81% dan 100% positif mengandung patulin, dengan kadar masing-masing 2 – 11300 mg/kg dan 1000 mg/kg.

Hasil identifikasi jenis kapang yang terdapat dalam buah apel segar dari varietas Manalagi dan Fuji terlihat bahwa dalam buah apel tersebut teridentifikasi kapang-kapang penghasil patulin. Tabel 2 menyajikan hasil identifikasi kapang pada apel Manalagi dan Fuji, sedangkan gambar sampel apel yang diuji terlihat pada Gambar 1. Dikatakan dalam Drusch dan Ragab, (2003) bahwa patulin merupakan racun metabolit yang diproduksi oleh beberapa spesies *Penicillium*, *Aspergillus* dan *Byssoschlamys*. Patulin dihasilkan oleh sekitar 60 spesies dari 30 genus jamur. Kapang penghasil patulin yang utama adalah *Penicillium expansum*. Infeksi *P. expansum* terutama disebabkan luka akibat serangga dan pengangkutan, yang menyebabkan masuknya kapang melalui sistem vaskuler dan lentisel. Menurut Sommer *et. al.*, dalam Drusch dan Ragab (2003) kehadiran spesies-spesies produsen patulin pada buah tidak selalu menghasilkan mikotoksin patulin. Beberapa faktor seperti suhu inkubasi, ukuran luka dan jenis substrat memainkan peran yang penting dalam produksi patulin. Menurut Taniwaki *et. al.* (1992), difusi patulin pada buah apel yang rusak/



Gambar 1. Sampel apel afkir di tingkat pengumpul/
Figure 1. Sample of offgrade apple fruits at a collector

busuk sampai kedalaman 1-2 cm dari bagian yang terinfeksi. Sementara hasil penelitian Laidou *et. al.*, (2001) pada buah pir yang mulus difusi patulin bisa sampai 0,6 cm.

Lama penyimpanan mempengaruhi kadar patulin (Sydenham *et.al* dalam Drush and Ragab, 2003). Kadar patulin apel yang disimpan pada tempat terbuka selama 15 dan 33 hari lebih tinggi dibanding penyimpanan pada 7 hari. Persentase bagian yang dibuang (busuk dan rusak) selama sortasi meningkat dari 1,76% (penyimpanan 15 hari) menjadi 3,2 % (penyimpanan 33 hari). Sementara kadar patulinnya dari bagian yang busuk tersebut meningkat dari 1120 menjadi 6235 mg/kg.

Hasil pengujian kadar patulin pada produk olahan apel menunjukkan bahwa dari tiga sampel sari buah apel yang diperoleh dari pengolah di Malang, Jawa Timur, semuanya tidak terdeteksi adanya patulin, sedangkan 3 sampel sari buah lokal dari supermarket terdeteksi patulin yang cukup tinggi (Tabel 3). Sedangkan pada sari buah apel produk impor dari 5 sampel sari buah yang diuji 3 sampel terdeteksi adanya patulin dengan kadar yang cukup tinggi di atas ambang batas yang diperbolehkan, dengan kisaran 91,5 – 132,5 µg/l, sedangkan standar yang ditetapkan oleh WHO adalah 50 µg/l. Tingginya kadar patulin pada sari buah kemungkinan disebabkan bahan baku yang digunakan pada pembuatan sari buah apel telah tercampur dengan bahan yang sudah mulai membusuk/berjamur, atau perlakuan penghilangan bagian buah yang busuk (*trimming*) kurang sempurna. Dikatakan oleh Lovett *et.al.*, dalam Drusch and Ragab (2003) bahwa perlakuan *trimming* pada buah apel segar akan mengurangi patulin sampai 99% pada produk sari buah. Sebagai pembandingan, hasil penelitian Gokmen and Acar (1998) menunjukkan dari 215 konsentrat jus apel yang diuji yang berasal dari tiga supplier di Turki semuanya terdeteksi patulin dengan kadar 7 – 375 mg/l dan 43% sampel kadarnya melebihi ambang batas. Sedangkan hasil survei yang dilakukan di Spanyol tahun 1992 menunjukkan dari 100 sampel sari buah 82% terkontaminasi patulin dan 7%-nya > 50 mg/l, dengan rata-rata 13,8-50 mg/l dan kadar tertinggi 170 mg/l. Sementara itu hasil survei di Itali tahun 2005 menunjukkan dari 53 sampel sari buah apel 24,8% terkontaminasi patulin dengan kadar 1,58 – 55,41 mg/kg (Spadaro *et.al.*, 2007). Hasil penelitian lain di Spanyol yang dilakukan oleh Murillo-Arbizu *et.al.*, (2008) menunjukkan bahwa dari 100 sampel jus apel sebanyak 11% kadar patulin di atas ambang batas JECFA (50 mg/l), dengan konsentrasi patulin maksimum tercatat sebesar 118,70 mg/l.

Hasil pengujian terhadap 2 sampel produk makanan bayi semuanya tidak terdeteksi adanya patulin. Penelitian yang dilakukan oleh Prieta *et.al.*, dalam Leggot (2001) yang menyebutkan bahwa patulin tidak terdeteksi pada 12 produk makanan bayi

Tabel 3. Kadar Patulin pada beberapa produk olahan apel
 Table 3. Patulin content on apple processing product

No	Jenis sampel/ Kind of sample	Asal sampel/ Sample origin	Jumlah sampel (n)/ Number of sample (n)	Jumlah sampel positif/ Number of positive sample	Kadar patulin sampel yang positif (µg/l)/ Patulin content on positive sample (µg/l)	% sampel positif/ % of positive sample	% > BMR/ % > BMR	Rata-rata kadar patulin/ Average of patulin content (µg/l)
1.	Sari buah Lokal/ Local fruit juice	Pengolah/ Producer Pedagang dan Supermarket/ Trader and supermarket	3 17	0 3	ttd 12; 52; 133	ttd 17,6	ttd 11,7	Ttd 11,58
2	Sari buah Impor/ Import juice	Pedagang dan Supermarket/ Trader/ supermarket	5	3	91,5; 97,6; 132,5	60	60	64,32
3.	Makanan bayi/ Baby food	Supermarket/ supermarket	2	0	ttd	ttd	ttd	ttd
4	Total Cuka/ Cider total	Pedagang/ Trader	2	1	78	50	50	39
			29	7				

Keterangan/Remarks: ttd: tidak terdeteksi/nd (not detectable), limit deteksi/limit detection 0,1 µg/liter

yang diuji. Sedangkan pengujian terhadap 2 sampel cuka apel, satu sampel terdeteksi patulin dengan kadar cukup tinggi yaitu 78 mg/l.

Kontaminasi patulin pada jus apel mengindikasikan bahwa jenis mikotoksin ini sampai titik tertentu cukup stabil selama tahap-tahap pengolahan jus apel. Patulin bersifat tahan terhadap pemanasan sehingga tetap survive selama proses pasteurisasi pada pembuatan jus apel. Kapang penghasil patulin masih bisa tumbuh dan menghasilkan patulin pada suhu 0°C. Sehingga untuk mengurangi kadar patulin pada jus apel, Codex telah merekomendasikan untuk melaksanakan GAP (Good Agricultural Practices) dan GMP (Good Manufacturing Practices) di semua rantai produksi jus apel (Anonymous, 2003a). FAO juga merekomendasikan untuk mengadopsi sistem HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) sebagai garansi untuk mengontrol patulin dan kontaminan lain yang terdapat dalam jus apel (Anonymous, 2003b).

Data hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap kadar patulin di berbagai negara juga menunjukkan kecenderungan yang sama, yaitu kisaran kadar patulin dari beberapa sampel yang diuji bervariasi dari < 10–100 %.

KESIMPULAN

1. Tingkat prevalensi kejadian kontaminasi patulin pada buah apel lokal dari semua sampel yang diuji terbukti memiliki frekuensi yang lebih rendah dibanding buah apel impor (33,3% vs 37,5%). Dari sampel yang positif, 1 sampel kadarnya >50 mg/kg. Kecenderungan yang sama juga terjadi pada sari buah apel yaitu masing-masing 17,6 % untuk

produk lokal dan 60 % untuk produk impor.

2. Mengonsumsi buah dan produk olahan apel lokal dengan demikian mampu memberikan tingkat keamanan pangan yang lebih baik daripada produk impor.
3. Hasil identifikasi kapang, pada apel var Manalagi didapatkan kapang *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. dan *Fusarium* sp, sementara pada apel Fuji ditemukan *Penicillium* sp, *Aspergillus* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2003a. Code of Practice of The Prevention and Production of Patulin Contamination in Apple Juice and Apple Juice Ingredients in Other Beverages. CAC/RCP 50:1-6.
- Anonymous. 2003b. Manual on the application of the HACCP system in mycotoxin prevention and control. FAO/IAEA Training and Reference Centre for Food and Pesticide Control. Rome. 2001. 13 p.
- Anonymous. 2009. Batas Maksimum Kandungan Mikotoksin dalam Pangan. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 24 halaman.
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. Natural Toxins: Mycotoxins. 2000 AOAC International Washington, DC. P.1-53.
- Barette, B.A., Gaiaschi, C.L; and P. Restan. 2000. Patulin in apple-gasie foods: Occurance and safety evaluations. Food Addit. CONTAM. 5:399-406
- Burda, K. 1992. Incidence of patulin, apple, pear, and mixed fruits products marketed in New South Wales. J. Food Prot : 47: 637-646.

- Cherahgali, A.M.; Mohammadi, H.R.; Amirahmadi, M.; Yazdanpanah, H.; Aboushossain, G.; Zamanian, F.; Khansari, M.G.; dan Afshar, M. 2005. Incidence of Patulin Contamination in Apple Juice Produced in Iran. *Food Control* 16 : 165-167.
- Codex Committee on Food Additives and Contaminants (CCFAC). 2004. Report of the 36th Session of the Codex Committee on Food Additives and Contaminants. Rotterdam, The Netherlands, 22-26 March 2004.
- Drusch, S and W. Ragab. 2003. Mycotoxin in Fruits and Fruits Juices and Dried Fruits. *Journal of Food Protection* 8: 1514-1527.
- European Union. 2003. Commission Regulation (EC) No. 1425. Official Journal of European Union. 3 halaman.
- Gimeno, A. 2005. Patulin and citrinin in Portuguese apples with rotten spots. *J. Food Protection* 68 : 7: 1-7
- Gokmen, V., and J. Acar. 1998. Incidence of patulin in apple juice concentrates produced in Turkey. *J. Chromatogr. A* 815: 99-102
- Hassan, H.A. H. 2000. Patulin and aflatoxins in brown rot infection of apple fruits and their regulation. *World Journal Microbiology Biotechnology* 16: 607-612
- Laidou, I.A.; Thanassouloupoulas, C.C.; dan Liakopoulou-Kyriakides, M. 2001. Diffusion of Patulin in The Flesh of Pears Inoculated with Four Post-harvest Pathogens. *J. Phytopathol.* 149 : 457-461.
- Leggot, N and G.S. Shephard. 2001. Patulin in South African Commercial Apple Products. *Food Control* 12:73-76.
- Llewelly, G.C.; J.A. McCay; R.D. Brown; D.L. Musgrove; L.F. Butterworth; A.E. Munson; dan K.L. White. 1998. Immunological Evaluation of the Mycotoxin Patulin in Female B6C3F (1) Mice. *Food. Chem. Toxicol.* 36 : 1007 – 1115.
- Marin, S.; Morales, H.; Hasan, H.A.; Ramos, A.J.; dan Sanchis V. 2006. Patulin distribution in Fuji and Golden Apples Contaminated with *Penicillium expansum*. *Food Addit. Contam.*: 23(12): 1316-1322.
- Moake, M.M., O.I Paddilla-Zahour dan R.W. Warobo. 2005. Comprehensive Review of Patulin Control Methods in Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* : 1: 8-21
- Murillo-Arbizu, M., S. Amezcqueta., E. Gonzalez-Penas and A.L. de Cerain. 2008. Occurrence of patulin and its dietary intake through apple juice consumption by Spanish population. *Food Chemistry*, doi: 10.1016/j.foodchem.2008.07.054
- Sant'Ana, A.S., A. Rosenthal and P.R. de Massaguer. 2008. The fate of patulin in apple juice processing: a review. *Food Research International* 41: 441-453
- Spadaro, D., A. Ciavarella., S. Frati., A. Garibaldi and M.L. Gullino. 2007. Incidence and level of patulin contamination in pure and mixed apple juices marketed in Italy. *Food Control* 18:1098-1102.
- Taniwaki, M.H.; Hoenderboom, C.J.M.; Vitali, A.A.; dan Eiroa, M.E.U. 1992. Migration of Patulin in Apple Juice. *Journal of Food Protection* 55:902-904.
- USFDA. 2005. US Food and Drug Administration, Apple Juice, Apple Juice Concentrates, and Apple Juice Product – Adulteration with Patulin. Food and Cosmetic Guidance Documents. Sec.510.150. (<http://www.cfsan.fda.gov/~dms/guidance.html>).
- WHO. 1995. Evaluation of certain food additives and contaminants. WHO. Forty-fourth Report of the JOINT FAO-WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: Technical Report Series 859:36-38.
- Yurdun, T., G.Z. Omurtag and O. Ersay, 2001. Incidence of patulin in apple juices marketed in Turkey. *J. Food Prot.* 11: 1851-1853