

AFLATOKSIN PADA BIJI JAGUNG

KASMA ISWARI

Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sumatera Barat

ABSTRAK

Kecemasan pangan perlu mendapatkan perhatian khusus karena, akhir-akhir ini banyak sekali penyakit yang berbahaya seperti kanker sebagai penyebab kematian pada manusia akibat terkontaminasi oleh terinfeksinya bahan pangan oleh mikroba. Salah satu kasus diantaranya adalah biji jagung yang terinfeksi oleh cendawan *Aspergillus flavus*. Cendawan ini pada kondisi tertentu menghasilkan toksin yang disebut dengan aflatoksin yang dapat menimbulkan penyakit kanker hati pada manusia dan hewan. Makalah ini merupakan review dari hasil penelitian terdahulu, publikasi ilmiah baik dalam negeri maupun luar negeri. Tujuan penyusunan makalah ini adalah untuk mengetahui faktor yang mempengaruhi dan pengendalian serangan *A. flavus* dan produksi aflatoksin pada biji jagung serta level maksimum kandungan aflatoksin yang diperbolehkan dalam biji jagung atau produk pangan lainnya. Faktor yang mempengaruhi dan pengendalian serangan *A. flavus* serta produksi aflatoksin pada biji jagung diantaranya adalah : (1) Kadar air biji selama penyimpanan > 14% akan meningkatkan serangan dan produksi aflatoksin, (2) Kondisi atmosfer ruang penyimpanan dengan komposisi atmosfer 60% CO₂ dan 20% O₂ dapat menekan jumlah koloni *A. flavus* menjadi nol, pada komposisi atmosfer 40% CO₂ dan 20% O₂ jumlah koloni meningkat menjadi 11 koloni setelah penyimpanan dua bulan. (3) Suhu ruang yang optimum adalah 25-35 °C dan kelembaban > 83% untuk perkembangan dua bulan. (4) Varietas arjuna lebih rentan terhadap serangan *A. flavus* dibandingkan CPl-2, (5) Pengerangan tongkol jagung dengan teknik penjemuran tongkol sampai kadar air 17%, kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 14% memberikan koloni terendah yaitu 84,2 koloni/g bahan, (6) Aktivitas air (aw) dibawah aw minimum untuk pertumbuhan jamur dapat menekan populasi *A. flavus* dan produksi aflatoksin, dan (7) Cendawan yang antagonis terhadap *Aspergillus* sp yaitu spesies *Penicillium* (AC2) positif dapat menghambat pembentukan aflatoksin oleh *A. flavus*. Usaha pengendalian perkembangan cendawan *A. flavus* adalah: Kadar air simpan biji < 14%, ruang simpan bersih, biji sebelum disimpan bebas dari serangan hama, suhu rendah dan kelembaban rendah, pengaliran atmosfer dengan meningkatkan kandungan CO₂ dan menurunkan kandungan O₂ dari udara normal. Level maksimum kandungan aflatoksin pada biji jagung dan produk pangan lainnya yang diperbolehkan FAO adalah maksimum 1-2 µg/kg bahan, Badan POM Indonesia masih memberikan toleransi maksimum pada 20-35 µg/kg bahan, sedangkan beberapa negara seperti Singapura, Polandia, dan Rumania menyarankan zero untuk semua jenis makanan.

Kata kunci: jagung, penyimpanan, aflatoksin

PENDAHULUAN

Kecemasan pangan perlu mendapatkan perhatian khusus karena, akhir-akhir ini banyak sekali penyakit yang berbahaya seperti kanker sebagai penyebab kematian manusia yang disebabkan oleh terkontaminasi dan terinfeksinya bahan pangan ataupun pakan oleh mikroba. Salah satu kasus diantaranya adalah terkontaminasi dan terinfeksi nya biji jagung oleh cendawan *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*. Cendawan ini tidak hanya merusak biji jagung ataupun bahan pangan dan pakan, tetapi juga menghasilkan toksin yang disebut aflatoksin. Aflatoksin adalah tergolong mikotoksin yang bersifat karsinogenik, larut dalam air, dan solven polar, tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa, menyebabkan kanker hati pada hewan dan manusia. Aflatoksin yang sering ditemukan pada biji jagung adalah B₁, B₂, G₁, dan G₂ (Prachayawarakorn *et al.*, 1996). Jagung mengandung air, karbohidrat dan lemak yang cukup

tinggi, kondisi nutrisi tersebut merupakan media yang sangat cocok untuk pertumbuhan cendawan *A. flavus*.

Dharmaputra *et al.* (1998) melaporkan hasil penelitian di beberapa lokasi di Lampung bahwa dari 35% sampel jagung yang berasal dari petani, pedagang pengumpul pedagang menengah dan pedagang besar telah terserang oleh *A. flavus* dan terkontaminasi aflatoksin yang tinggi yaitu antara 23-367 ppb. Pit *et al.* (1998) dalam Dharmaputra *et al.* (1999) juga mengisolasi cendawan lapang dan pascapanen yang menyerang biji jagung yang diperoleh dari Bogor dan Yogyakarta sebanyak 82 sampel, diketahui bahwa cendawan yang dominan menginfeksi biji jagung adalah *A. flavus* yaitu 80% dari sampel terinfeksi.

Makalah bertujuan untuk mengetahui serangan *A. flavus* serta produksi aflatoksin pada biji jagung serta mengetahui level maksimum kandungan aflatoksin yang diperbolehkan dalam biji jagung ataupun produk pangan lainnya.

SERANGAN CENDAWAN *A. FLAVUS* DAN PRODUKSI AFLATOKSIN PADA BIJI JAGUNG

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Serangan Cendawan *Aspergillus flavus* Pada Biji Jagung

Serangan *A. flavus* dan produksi aflatoksin pada biji jagung selama di penyimpanan dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah: kadar air biji, lama penyimpanan, kondisi atmosfer ruang penyimpanan, suhu ruang penyimpanan, derajat awal serangan, varietas, metode pengeringan, banyaknya benda-benda asing, terdapatnya aktifitas serangan, aktifitas air (aw) dan cendawan yang antagonis terhadap *Aspergillus* sp (Syarif *et al.*, 1993).

Kadar Air

Kadar air merupakan suatu faktor yang dapat menentukan berkembangnya cendawan *A. flavus* dalam biji jagung. Pernyataan ini telah diteliti oleh Iswari (2000) bahwa penyimpanan jagung pada kadar air $\geq 18\%$ meningkatkan populasi *A. flavus* dan produksi aflatoksin (Tabel 1). Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut cendawan *A. flavus* dapat tumbuh dan berkembang pada fase logaritma dalam waktu yang cukup lama sehingga menghasilkan aflatoksin dalam jumlah yang besar (Dharmaputra *et al.*, 1998).

Tabel 1. Pengaruh kadar air terhadap perkembangan *A. flavus* dan produksi aflatoksin, Bogor 2000.

Kadar air penyimpanan (%)	Populasi <i>A. Flavus</i> (koloni/g bahan)	Produksi aflatoksin ($\mu\text{g/kg}$)
12	10,21	-
14	15,24	0,25
18	585,82	37,21
22	1670,20	258,93

Shetty *et al.*, (1994) juga melaporkan hasil penelitiannya bahwa, jagung yang disimpan dengan kadar air 18% persentase butir terserang cendawan dan produksi aflatoksin lebih besar dibandingkan dengan disimpan pada kadar air 15% dengan lama penyimpanan berbeda (Tabel 2).

Hal ini membuktikan bahwa cendawan pascapanen memerlukan kadar air lebih besar dari 14%, oleh sebab itu disarankan penyimpanan biji-bijian sebaiknya pada kadar air $\leq 14\%$ atau pada kadar air yang layak sesuai komoditas biji-bijian dibawah aktifitas air minimum kebutuhan cendawan.

Pada Tabel 2 diketahui bahwa semakin lama penyimpanan, koloni *A. flavus* cenderung menurun, peningkatan jumlah koloni terjadi setelah 15 hari penyimpanan, selanjutnya jumlah koloni kembali menurun. Produksi aflatoxin berfluktuasi, meningkat kembali setelah melewati peningkatan pertumbuhan koloni yaitu setelah 30 hari penyimpanan. Hal ini membuktikan bahwa peningkatan produksi aflatoxin terjadi setelah cendawan melewati fase logaritma untuk menuju fase kematian (Syarif *et al.*, 1993).

Tabel 2. Pengaruh kadar dan lama penyimpanan terhadap pertumbuhan *A. flavus* dan produksi aflatoxin, Mysori, 1994

Lama Penyimpanan (hari)	Kadar air (%)			
	15		18	
	Populasi (koloni/g bahan)	Aflatoxin ($\mu\text{g/kg}$)	Jumlah koloni	Aflatoxin ($\mu\text{g/kg}$)
0	26	52	26	52
15	27	36	32	42
30	15	46	14	51
60	8	28	4	20

Sumber: Shetty *et al.*, 1994

Kondisi Atmosfir

Cendawan *A. flavus* berkurang virulensinya apabila komposisi atmosfir 60 % CO₂ dan 20% O₂ dibandingkan komposisi 40% CO₂ dan 20 O₂, berkurangnya virulensi lebih terlihat dengan semakin lama penyimpanan (Tabel 3). Hal ini disebabkan karena, semakin lama penyimpanan pada komposisi atmosfir 60 % CO₂ dan 20% O₂, menekan proses respirasi *A. flavus*, sehingga perkembangan *A. flavus* terhambat dengan demikian produksi aflatoxin juga akan tertekan (Berg *et al.*, 1995).

Tabel 3. Pengaruh kondisi atmosfir selama penyimpanan jagung, Mysori, 1994

Lama Penyimpanan (hari)	Kondisi Atmosfir			
	Jumlah koloni		Aflatoxin B1 ($\mu\text{g/kg}$)	
	MA ^a	MA ^b	MA ^a	MA ^b
0	26	26	52	52
15	12	11	24	26
30	22	2	3	5
60	11	0	5	6

Sumber: Shetty *et al.*, 1994

MA^a komposisi atmosfir 40% CO₂ dan 20% O₂

MA^b komposisi atmosfir 60% CO₂ dan 20 % O₂

Suhu dan kelembaban udara

Suhu dan kelembaban udara saling berinteraksi dengan kadar air biji. Kadar air biji akan selalu berada dalam keseimbangan dengan kelembaban relatif udara ruang simpan, karena biji

jagung merupakan sel hidup yang bersifat higroskopis. Suhu yang tinggi dan kelembaban udara yang tinggi sangat cocok untuk pertumbuhan *A. flavus*.

Menurut Brown *et al* (1995), suhu yang optimum untuk produksi aflatoksin oleh *A. flavus* adalah 25- 35 °C dengan masa inkubasi selama 15 hari dan kelembaban relatif 83%, keadaan demikian ditemui di daerah tropis

Varietas dan metoda pengeringan

Varietas dan metoda pengeringan jagung telah diteliti pengaruhnya terhadap populasi *A. flavus* dan produksi aflatoksin oleh Dharmaputra *et al*, (1997) bahwa, varietas arjuna lebih rentan terhadap serangan *A. flavus* dibanding CPI-2 dan pengeringan tongkol jagung sampai kadar air biji 17% diperoleh populasi tertinggi yaitu 1224,4 koloni/g bahan, sedangkan dengan teknik penjemuran tongkol sampai kadar air 17%, kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 14% memberikan koloni terendah yaitu 84,2 koloni/g bahan (Tabel 4).

Tabel 4. Pengaruh varietas, metoda pengeringan dan lama penyimpanan terhadap populasi *A. flavus* dan produksi aflatoksin B1

Pengaruh	Populasi <i>A. flavus</i> (koloni/g)	Aflatoksin B1 (µg/kg)
Varietas		
Arjuna	697.2	32.36
CPI-2	306.4	35.97
Metoda pengeringan		
I	570.9	36.73
II	84.2	34.79
III	1224.4	30.34
IV	127.7	34.60

Sumber: Dharmaputra *et al.*, 1997

Keterangan:

- I. Tongkol dijemur sampai kadar air 20%, kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 17%
- II. Tongkol dijemur sampai kadar air 20% kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 14%
- III. Tongkol dijemur sampai kadar air 17%, kemudian dipipil tanpa penjemuran kembali
- IV. Tongkol dijemur sampai kadar air 17%, kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 14%

Prachayawarakorn *et al.*, (1996) melaporkan bahwa ketebalan pengeringan serta kadar air awal penyimpanan mempengaruhi kerusakan biji jagung oleh *A. flavus*. Ketebalan pengeringan 50 cm dengan initial kadar air 23.4% meningkatkan persentase infeksi biji oleh *A. flavus* mulai dari 35% setelah dikeringkan satu hari, meningkat tajam menjadi 95 % selama pengeringan 14 hari. Demikian juga halnya dengan produksi aflatoksinnya. Kandungan aflatoksin meningkat dari satu hari pengeringan kandungan aflatoksin tidak terdeteksi, tetapi setelah pengeringan berjalan selama 14 hari kandungan aflatoksin mencapai 265 ppb dengan ketebalan pengeringan 50 cm dengan initial kadar air 23.4%. Tidak demikian halnya kalau kadar air awal 18.7% dengan ketebalan 30 cm. Kandungan aflatoksin pada satu hari pengeringan 40 µg/kg bahan, meningkat setelah pengeringan berjalan selama empat hari yaitu mencapai 100 µg/kg bahan, dan turun kembali setelah pengeringan berjalan 14 hari yaitu 35 µg/kg bahan

Cendawan Antagonis

Cendawan antagonis terhadap *A. flavus* dalam memproduksi aflatoksin telah diisolasi dari 15 sampel jagung oleh Bermundo *et al* (1999) di Filipina selama musim panen 1997 dan 1998, dimana didapat satu spesies *Penicillium* (AC2) dan satu spesies dari cendawan yang belum teridentifikasi (AC8) yang positif dapat menghambat pembentukan aflatoksin oleh *A. flavus* (Tabel 5)

Tabel 5. Cendawan antagonis yang diperoleh dari jagung menghambat produksi aflatoksin oleh *Aspergillus flavus*

Cendawan antagonis (code isolat)	Cendawan antagonis
<i>Penicillium</i> sp (AC1)	Negatif
<i>Penicillium</i> sp (AC2)	Positif
<i>Penicillium</i> sp (AC3)	Negatif
<i>Penicillium</i> sp (AC4)	Negatif
<i>Fusarium</i> sp (AC5)	Negatif
<i>Penicillium</i> sp (AC6)	Negatif
Cendawan belum teridentifikasi (AC8)	Negatif
<i>Aspergillus</i> (AC13)	Positif
<i>Fusarium</i> sp (AC16)	Negatif
Keterangan: Negatif = tidak antagonis, Positif = antagonis	

USAHA PENCEGAHAN DAN PENGENDALIAN CENDAWAN *ASPERGILLUS FLAVUS* SEBAGAI PENGHASIL AFLATOKSIN

Agar biji jagung tidak terserang cendawan *Aspergillus flavus*, ada beberapa usaha yang harus dilakukan untuk pencegahan dan pengendalian aflatoksin selama di penyimpanan yaitu:

(1) Ruang penyimpanan harus bersih, (2) Biji yang disimpan tidak rusak dan tidak terserang hama, (3) Penyimpanan dibawah aktifitas air minimum untuk pertumbuhan jamur (0,60), (4) Kadar air rendah ($\leq 14\%$), Suhu ruang penyimpanan $< 15^{\circ}\text{C}$ atau $> 40^{\circ}\text{C}$, (5) Kelenjaban udara ruang simpan 60-70%, dan (6) Dilakukan pengaturan atmosfer dengan meningkatkan kandungan CO_2 dan menurunkan kandungan O_2 dari tekanan udara normal.

KANDUNGAN AFLATOKSIN DARI BERBAGAI NEGARA

Hasil survey Pitt dan Hocking (1996) pada tiga Negara yaitu Indonesia, Filipina dan Thailand melaporkan bahwa persentase jagung yang mengandung aflatoksin antara $> 50 \leq 300 \mu\text{g/kg}$ bahan, ternyata Indonesia di atas negara Thailand dan Filipina (Tabel 6)

Tabel 6. Kandungan aflatoksin pada sampel jagung dari Indonesia, Thailand, dan Filipina ($\mu\text{g/kg}$)

Range aflatoksin	Indonesia (%)	Filipina (%)	Thailand (%)
≥ 5	68	44	53
$> 5 < 10$	2	9	0
$> 10 \geq 50$	8	27	17
$> 50 \geq 300$	18	14	15
$> 300 \geq 1.000$	3	5	11
$> 1.000 \geq 5.000$	1	1	4
> 5.000	0	0	0

Tabel 6 menunjukkan bahwa 18% dari sampel jagung yang berasal dari Indonesia berada pada kondisi yang sudah berbahaya bagi kesehatan manusia dan hewan. FAO (1990) ; Stoloff (1991) *dalam* Siriacha (1999) menetapkan level maksimum kandungan aflatoksin pada beberapa negara di Asia seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Level maksimum kandungan aflatoksin pada bahan makanan di negara-negara Asia

Negara	Komoditi	Toleran (µg/kg)	
		B1	B1+B2+G1+G2
RRC	Produk jagung	20	-
	Kacang tanah/produknya	20	-
	Sereal lainnya,makanan fermentasi	5	-
Taiwan	Sereal (beras, jagung, kacang tanah, sorghum, barley, oat)	50	-
Hong Kong	Kacang tanah/produknya	20	(termasuk A1M1,dan M2)
India	Semua makanan	30	-
Jepang	Semua makanan	10	-
Jordan	Almonds, jagung, kacang, pistachio nuts, beras	15	30
Malaysia	Semua makanan	-	35
Nepal	Sereal dan legum	30	-
Filipina	Kelapa, produk kacang-kacangan	20	-
Singapura	Ekspor	0	0
Thailand	Semua makanan	20	20
Vietnam	Semua makanan, dan kacang-kacangan	0	-

Sumber: FAO (1990), Stoloff et al (1991) *dalam* Siriacha (1999)

Pada Tabel 7 diketahui bahwa toleransi kandungan aflatoksin yang ditetapkan oleh FAO dalam produk pangan maupun pakan adalah < 50 µg/kg, rata-rata beberapa negara menetapkan 20 µg/kg, bahkan Singapura menetapkan zero untuk semua komoditi ekspor, sedangkan Vietnam zero untuk semua jenis makanan dan kacang-kacangan.

Tabel 8. Batas maksimum aflatoksin B1 produk pangan negara-negara mitra dagang Indonesia

Produk pangan	Batas maksimum (µg/kg)	Negara
Kacang tanah, jagung dan hasil olahannya	1	Perancis
	2	Denmark
	2	Belanda
	5	Begia,Mesir,Yunani, Luxemburg, Malawi, Israel
	15	Yordania
	20	Cina, Filipina
	25	Portugal
Semua makanan	0	Polandia,Rumania, Singapura
	1	Austria, Swiss
	2	Jerman,Czech, Hungaria, Irlandia,Italia, Belanda, Afrika Selatan dan Spanyol
	10	Jepang
	20	Nigeria, Portugal
	30	India
Makanan bayi dengan bahan baku susu	0.01	Czech
Rempah-rempah	20	Italia

Sumber : Dirjen Pengolahan Hasil Pertanian dan Hortikultura (2005), Catatan: FAO 2-5 ppb

Pada kondisi sekarang beberapa negara mitra dagang Indonesia di dunia lebih kritis lagi terhadap level maksimum kandungan aflatoksin pada produk pangan. Kalau sebelum tahun 2000 FAO masih menetapkan < 50 µg/kg, sekarang ini FAO memberikan toleransi 1-2 µg/kg, dan bahkan Polandia, Rumania dan Singapura tidak mengizinkan aflatoksin pada semua produk pangan (Tabel 8).

Badan POM Indonesia masih mengizinkan level aflatoksin dalam produk jagung dan pangan lainnya sebesar 25-30 µg/kg (Tabel 9). Dalam era globalisasi nanti, produk Indonesia akan kalah bersaing dengan produk pangan negara-negara lainnya di dunia bila batas maksimum tersebut tidak diturunkan.

Tabel 9. Batas maksimum Aflatoksin Pada Produk Pangan menurut Badan POM

Jenis Pangan	Batas maksimum (µg/kg)
Kacang tanah	20-35
Jagung	20-35
Tepung jagung	20-35
Pati jagung	20-35
Minyak jagung	20-35
Makanan sereal	20-35
Corn flakes	20-35
Popcorn, Pangan lain yang mengandung jagung	20-35

Sumber: Dirjen Pengolahan Hasil Pertanian dan Hortikultura (2005)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Aflatoksin merupakan toksin yang dihasilkan oleh cendawan *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus*. Cendawan tersebut lebih sering menyerang jagung selama di penyimpanan, karena jagung mengandung karbohidrat, lemak dan protein dengan perbandingan yang proporsional sebagai media untuk pertumbuhannya.
2. Faktor yang mempengaruhi serangan *A. flavus* dan produksi aflatoksin pada biji jagung diantaranya adalah : (1) Kadar air biji selama penyimpanan > 14% akan meningkatkan serangan dan produksi aflatoksin, (2) Kondisi atmosfer ruang penyimpanan dengan komposisi atmosfer 60% CO₂ dan 20% O₂ dapat mengurangi jumlah koloni *A. flavus* dari 11 pada komposisi atmosfer 40% CO₂ dan 20% O₂ menjadi nol. (3) Suhu ruang yang optimum adalah 25-35 °C dan kelembaban > 83% untuk perkembangan *A. flavus* dan produksi aflatoksin pada biji jagung, dan tekanan perkembangannya pada suhu < 15 °C atau > 40 °C dengan kelembaban < 70%, (4) Varietas arjuna lebih rentan terhadap serangan *A. flavus* dibanding CPI-2, (5) Pengeringan tongkol jagung dengan teknik penjemuran tongkol sampai kadar air 17%, kemudian dipipil dan dikeringkan kembali sampai kadar air 14% memberikan koloni terendah yaitu 84,2 koloni/g bahan, (6) Aktifitas air (aw) dibawah aw minimum untuk pertumbuhan jamur dapat menekan populasi *A. flavus* dan produksi aflatoksin, dan (7) cendawan yang antagonis terhadap *Aspergillus* sp yaitu spesies *Penicillium* (AC2) dan satu

- spesies dari cendawan yang belum teridentifikasi (AC8) positif dapat menghambat pembentukan aflatoxin oleh *A. flavus*.
3. FAO menetapkan kandungan aflatoxin pada produk pangan termasuk jagung adalah 1-2 µg/kg bahan. Beberapa negara di dunia sudah mengikuti aturan tersebut, namun Indonesia masih belum mengacu pada level tersebut.
4. Beberapa usaha pencegahan dan pengendalian cendawan *Aspergillus flavus* adalah: Kadar air simpan < 14%, suhu ruang penyimpanan < 15 °C atau > 40 °C, kelembaban udara ruang simpan 60-70%, dan dilakukan pengaturan atmosfer dengan meningkatkan kandungan CO₂ dan menurunkan kandungan O₂ dari tekanan udara normal.

Saran

Dalam era globalisasi, keamanan pangan terutama mengenai kesehatan manusia merupakan hal yang sangat penting, standar mutu menjadi hal utama. Perdagangan pangan semakin ketat dengan standar mutunya. Oleh karena itu dari sekarang Indonesia sudah seharusnya memperhatikan hal tersebut terutama mengenai batasan maksimum kandungan aflatoxin, karena saat ini di Indonesia ditetapkan level maksimum aflatoxin diatas level yang ditetapkan FAO.

DAFTAR PUSTAKA

- Bermundo. RQ, Nelson. C, Santiago, Marichelle M, Rosario. 1999. Fungal antagonists as sources of natural fungicidal compounds for the control of aflatoxin-forming fungi on corn and peanut. Proceeding of the 7th International Working Conference on Stored Product Protection 14-19 October 1998. Beijing, P.R. China, 1: 217-239.
- Berg. T., G. Rasmussen, I. Thorup. 1995. Mycotoxins in Danish Foods. National Food Agency of Health. Denmark. 11-40.
- Brown . RL, TE. Cleveland, GA. Payne, CP. Woloshuk, KW. Campbell and DG. White. 1995. Determination of resistance to aflatoxin production in maize kernels and detection of fungal colonization using an *Aspergillus flavus* transformant expressing *Eschericia coli* β- Glucuronidase. Phytopathology 85 (9) : 983-984.
- Dirjen Pengolahan hasil dan Hortikultura. 2005. Standar Mutu Produk Pangan. Jakarta
- Dharmaputra. OS, I. Retnowati, HK.Purwadaria, and H. Susilo. 1997. The effects of drying and shelling on *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin production of maize. Biotropia 10: 29-41.
- , Sunjaya dan W.Wakman. 1998. Penanganan Pascapanen, serangan serangga dan cendawan serta kontaminasi aflatoxin pada jagung. Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung. Ujung Pandang -Maros 11-12 Nopember 1997. Balai Penelitian Tanaman Jagung dan Serelia Lain 594-603.
- , 1999. Review on fungi and mycotoxin in Indonesia commodities. Proceeding of the 7th International Working Conference on Storage Product Protection 14-19 October 1998. Beijing, P.R. China, 1: 217-239.
- Pitt. JI and AD. Hocking. 1996. Current knowledge of fungi and mycotoxinsPraca associated with food commodities in Southeast Asia. Paper presented at the 17th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology. Lumut, Malaysia 25-27 July 1995. ACIAR. Canberra: 5-10.

- Prachayawarakorn, S, S. Soponronnari, A. Nathakaranakule. 1996. Controlling aflatoxin contamination in maize stored under tropical conditions. Paper presented at the 17th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Technology. Lumut, Malaysia 25-27 July 1995. ACIAR. Canberra:
- Shetty, HS, P.Vijaya, CM. Usha, KI. Patkar, and J. Lacey. 1994. Effect of physical treatments on moulding and aflatoxin production in maize. Proceedings of the 6th International Working Conference on stored-product protection 17-23 April 1994, Canberra, Australia 2 : 1054-1058.
- Siriucha, P. 1999. Minimizing aflatoxin production in grains in the tropics. The 5th JIRCAS International Symposium. September 9-10,1998. Postharvest Technology in Asia. Japan 7 : 87-93.