

Pengelolaan Penyakit Pascapanen Jagung

Syahrir Pakki dan A. Haris Talanca
Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros

PENDAHULUAN

Jagung adalah tanaman yang penting untuk pangan dan pakan. Lebih dari 120 juta ha lahan kering pada berbagai area di dunia menjadi media utama pengusahaannya (Pingali 2001). Di Indonesia, selain pada lahan kering, jagung diusahakan pada lahan sawah setelah panen padi dengan produktivitas mencapai sekitar 7,0 t/ha (Puslitbangtan 2006).

Dalam kaitan kehilangan hasil jagung, organisme pengganggu tanaman (OPT) menjadi penyebab penting apabila menginfeksi tanaman pada fase vegetatif, semakin muda tanaman terinfeksi semakin besar peluang kehilangan hasil. Selanjutnya pada fase pascapanen, OPT yang perlu menjadi perhatian adalah hama kumbang bubuk dan patogen tular benih yang menyebabkan penurunan kualitas hasil. Biji jagung, baik sebagai pakan, maupun pangan mudah rusak akibat faktor eksternal dan internal, sehingga kurang bermanfaat, bahkan dapat membahayakan kesehatan manusia dan ternak yang mengonsumsinya.

Salah satu faktor eksternal yang berpengaruh terhadap kualitas pangan dan pakan dari jagung adalah infeksi cendawan *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp. Cendawan tersebut dominan ditemukan pada jagung dalam penyimpanan (Muis *et al.* 2002). Infeksi awal terjadi pada fase *silking* di lapang, kemudian terbawa oleh benih ke tempat-tempat penyimpanan (Schutless *et al.* 2002). Patogen-patogen tersebut kemudian berkembang dan memproduksi mikotoksin, sehingga bahan pakan menjadi rusak dan bermutu rendah. Di daerah beriklim tropis, suhu, curah hujan, dan kelembaban yang tinggi serta media penyimpanan tidak memadai, sangat mendukung perkembangan patogen-patogen tersebut.

Secara umum pengertian mikotoksin yang dihasilkan oleh cendawan seperti *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp. adalah hasil metabolisme sekunder yang bersifat toksik. Bath dan Miller (1991) serta Munclovd (2003) melaporkan bahwa mikotoksin dari *A. flavus* banyak mencemari produk-produk pertanian di berbagai negara. Di Indonesia, aflatoksin juga merupakan mikotoksin yang dominan mencemari produk pertanian, terutama jagung dan kacang tanah (Bachri 2001).

Selain aflatoksin, *Fusarium* spp. dapat memproduksi fumonisin dan cukup banyak ditemukan pada tanaman pangan sebagai mikroorganisme pencemar produk komoditas pertanian (Oren *et al.* 2003). *Penicillium* spp. dapat memproduksi toksin ochratoxin. Mekatoksin-mekatoksin tersebut menjadi salah satu penyebab kanker dan penurunan kekebalan tubuh pada manusia dan ternak.

Di Indonesia, fumonisin dan ochratoxin belum banyak dilaporkan, namun pencemaran aflatoksin diperkirakan telah lama terjadi sebagaimana yang dilaporkan Ginting (1986) bahwa kandungan aflatoksin pada jagung cukup tinggi.

Untuk mengatasi penurunan kualitas produk-produk pertanian maka masalah mikotoksin pada bahan baku pangan dan pakan perlu mendapat perhatian. Kewaspadaan yang lebih awal diharapkan dapat menjadi salah satu cara dalam upaya peningkatan mutu produk jagung. Hal tersebut dapat diupayakan dengan mengkombinasikan pemahaman terhadap pengetahuan biologi, inang, sebaran, toksisitas, dan komponen pengendalian lainnya.

Data dan informasi yang dikemukakan pada bahasan dimaskudkan untuk memberikan pemahaman tentang penyakit pascapanen jagung dan upaya untuk menekan sekecil mungkin penurunan kualitas dan kuantitas hasil, akibat penyakit tersebut.

PATOGEN *Aspergillus* Spp.

Sebaran dan Gejala

Aspergillus spp. pertama kali dilaporkan di Turki pada tahun 1960, kacang tanah yang diimpor dari Brasil tertular berat dan menyebabkan kerugian yang besar bagi usaha tanaman kacang tanah dan toksinnya pada waktu itu diberi nama aflatoksin (Swindale 1987). *Aspergillus* spp. kemudian dilaporkan di banyak negara, dan menjadi kendala, terutama dalam kualitas biji-bijian sebagai bahan pangan dan pakan. Christensen dan Meronuck (1986) melaporkan bahwa dari 33 spesies yang ditemukan, *A. flavus* dan *A. parasiticus* adalah cendawan yang mempunyai kesamaan yang erat dan menginfeksi biji-bijian dan beberapa jenis tanaman lainnya.

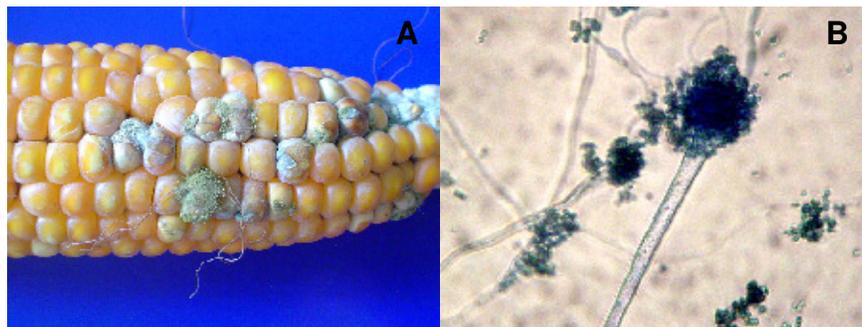
Dari beberapa spesies *Aspergillus* spp., *A. flavus* teridentifikasi sebagai penyakit penting yang menginfeksi biji jagung. Inang utama *A. flavus* adalah jagung, kacang tanah, dan kapas. Penyakit ini mempunyai banyak inang alternatif, sekitar 25 jenis tanaman, khususnya padi, sorgum, dan kacang tunggak (CAB International 2001). Pakki dan Muis (2006) melaporkan bahwa

A. flavus ditemukan pada fase vegetatif dan generatif tanaman, serta pascapanen jagung.

Pada jagung, gejala *Aspergillus* spp. ditandai cendawan berwarna hitam, (spesies *A. niger*) dan berwarna hijau (*A. flavus*). Infeksi *A. flavus* pada daun menimbulkan gejala nekrotik, warna tidak normal, bercak melebar dan memanjang, mengikuti arah tulang daun. Bila terinfeksi berat, dan berwarna coklat kekuningan seperti terbakar. Gejala penularan pada biji dan tongkol jagung ditandai oleh kumpulan miselia yang menyelimuti biji (Gambar 1A). Hasil penelitian Pakki dan Muis (2006) menunjukkan adanya miselia berwarna hijau dan beberapa bagian agak coklat kekuningan. Pada klobot tongkol jagung, warna hitam kecoklatan umumnya menginfeksi bagian ujung klobot, perbedaan warna sangat jelas terlihat pada klobot tongkol yang muda.

Bentuk konidia bulat sampai agak bulat umumnya menggumpal pada ujung hipa (Gambar 1B) berdiameter 3-6 μm , sklerotia gelap hitam dan kemerahan, berdiameter 400-700 μm . Konidia *A. flavus* dapat ditemukan pada lahan pertanian. Pada areal pertanaman kapas, *A. flavus* ditemukan lebih dari 3.400 koloni/g tanah kering, dan pada area lahan pertanaman jagung 1.231/g tanah kering (Shearer *et al.* 1992). Keadaan ini menggambarkan bahwa populasi koloni pada media tumbuh jagung dapat menjadi sumber inokulum awal untuk perkembangannya. Perkembangan sklerotia dari tanah sampai mencapai rambut jagung hanya dalam tempo 8 hari (Wicklow *et al.* 1984).

Dari 33 spesies yang telah dilaporkan (CAB International 2001), *A. flavus* merupakan spesies dominan yang menginfeksi jagung. *A. flavus* merupakan patogen utama pada pascapanen jagung dan banyak mendapat perhatian para peneliti mikotoksin di Indonesia. Patogen ini memproduksi toksin dan menginfeksi komoditas pertanian yang dikonsumsi manusia maupun



Gambar 1. Gejala visual dan bentuk konidia *A. flavus*.
Sumber: Pakki (koleksi pribadi)

Tabel 1. Beberapa spesies *Aspergillus*.

Spesies	Spesies	Spesies
<i>carbonarius</i>	<i>japonicus</i>	<i>restrictus</i>
<i>clavatus</i>	<i>kambarensis</i>	<i>sydowii</i>
<i>fischeri</i>	<i>luchuensis</i>	<i>tamarii</i>
<i>flavifus</i>	<i>niger</i>	<i>terreus</i>
<i>flavus</i>	<i>ochraceus</i>	<i>ustus</i>
<i>F. oryzae</i>	<i>parasiticus</i>	<i>versicolor</i>
<i>Fumigatus</i>		

Sumber: CAB International (2001).

ternak. Pada Tabel 1 disajikan beberapa spesies *A. flavus* yang telah dilaporkan.

Karakter bionomi *A. flavus* memberi gambaran bahwa cendawan tersebut mempunyai daya tular yang tinggi dari pertanaman ke tempat-tempat penyimpanan. Pakki dan Muis (2006), menemukan bahwa bawaan dari biji tidak selamanya menampakkan gejala, namun juga berasal dari yang tidak bergejala. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Christense dan Meronuck (1986) bahwa *A. flavus* dapat menginfeksi ke bagian internal biji, namun tidak dapat ditularkan ke pertanaman selanjutnya. Hal ini juga memberi petunjuk bahwa pencegahan lebih dini di areal pertanaman akan mengurangi biji terinfeksi dan sekaligus menekan intensitas aflatoksin di tempat-tempat penyimpanan.

Toksisitas

Aflatoksin yang dihasilkan oleh metabolisme sekunder cendawan *A. flavus* telah banyak dilaporkan di berbagai negara, sedangkan di Indonesia datanya masih sangat terbatas. Hasil penelitian Stemou *et al.* (1997) mengindikasikan adanya korelasi positif antara infeksi *A. flavus* dengan kontaminasi aflatoksin. Semakin tinggi infeksi *A. flavus* semakin tinggi kontaminasi aflatoksin (Tabel 2).

Kontaminasi aflatoksin dimulai dari infeksi dini *A. flavus* di pertanaman dan terbawa ke tempat penyimpanan, kemudian menjadi sumber inokulum awal penyebab kontaminasi di gudang-gudang penyimpanan. Peluang perkembangan *A. flavus* makin besar apabila benih disimpan pada kadar air tinggi. Menurut Asevedo *et al.* (1993), kadar air optimum yang tidak memberi peluang bagi cemaran aflatoksin adalah 11%, suhu media penyimpanan 15°C dan kelembaban 61,5%.

Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis aflatoksin yang ditemukan pada biji jagung pada umumnya adalah aflatoksin B1 (AFB1) dan aflatoksin B2 (AFB2) (Tabel 3).

Dari data tersebut dapat disimpulkan bahwa AFB1 dan AFB2 adalah aflatoksin yang mencemari biji jagung. Jagung menjadi sumber utama aflatoksin pada pakan komersial, ini terlihat dari kandungan AFB1 yang dapat mencapai 2333 µg/g². Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Bachri (2001), dari keempat macam aflatoksin (AFB1, AFB2, AFG1, AFG2), AFB1 paling sering ditemukan di alam, dan mempunyai bawaan toksigenik yang tinggi, dan berbahaya bagi kesehatan ternak dan manusia.

Apabila bahan makanan, dan pakan terkontaminasi oleh aflatoksin dan termakan oleh hewan dalam jumlah tertentu, dapat menimbulkan residu pada hewan tersebut. Menurut Stack (2000), ambang kandungan aflatoksin pada pakan sapi dan babi adalah 100 ppb dan untuk unggas adalah 200 ppb. Ternak yang mengonsumsinya secara terus menerus akan akan menurun kekebalan daya tahan tubuhnya dan merusak organ hati.

Tabel 2. Persentase infeksi *A. flavus* pada biji dan kontaminasi aflatoksin di enam wilayah pengamatan.

Wilayah	Presentase infeksi <i>A. flavus</i>		Kontaminasi aflatoksin (B1+B2) (ppb)	
Overall	82,5	60,0	136,8	139,8
Southern Guinena	95,0	93,0	241,2	262,9
Nourthern Guinena	85,0	33,0	109,5	80,6
Coastal	70,0	80,0	16,7	23,3
Sudan	75,0	33,0	28,3	27,5

Sumber: Stemou *et al.* (1997).

Tabel 3. Jenis aflatoksin yang mengkontaminasi biji jagung.

Jenis aflatoksin	Kadar aflatoksin	Pustaka
AFB1, AFB2	-	Diener (1989)
AFB1, AFB2	23,33-262,3 ppb	Stemou <i>et al.</i> (1997)
AFB1	418 µg/g ²	Robert <i>et al.</i> (1993)
AFB1	-	Vieira (2003)
Aflatoksin	15,6-2.333 µg/g ²	Ernesto <i>et al.</i> (2000)
AFB1	39,10 ppb	Bachri <i>et al.</i> (1995)
AFB1	27-299 ppb	Gou <i>et al.</i> (1999)

AFB1 = Aflatoksin B1.

AFB2 = Aflatoksin B2.

PATOGEN *Fusarium* Spp.

Sebaran dan Gejala

Fusarium spp. adalah patogen utama yang sering dijumpai pada beberapa jenis tanaman dan dilaporkan memiliki 31 spesies (Glenn *et al.* 2001). *F. verticilliodies* merupakan sinonim dari spesies *F. moniliforme*, dan dominan ditemukan pada tanaman jagung dan menginfeksi akar, batang, pelepah, dan tongkol, terutama biji (Schutless *et al.* 2002). Di Sulawesi Selatan, pada berbagai cara penyimpanan jagung oleh petani ditemukan 10,6% menginfeksi biji (Pakki *et al.* 2003). *Fusarium* spp. tergolong phylum *Ascomycota* dari famili *Hypocreaceae*. Patogen *F. moniliforme* menghasilkan spora aseksual, misellia terbagi atas 3-7 sekat dan berukuran 2,4-4,9 x 150 x 160 µm. Konidia dihasilkan dari rantai potongan hipa, berdiameter 25-50 x 3-9 µm. Pada Tabel 4 dapat dilihat beberapa taksonomi spesies dari *F. verticilliodies* dan *F. moniliforme*.

Daerah sebaran *Fusarium* spp. meliputi daerah dingin dengan suhu 5°C sampai daerah tropik dengan suhu 20°C, dan dapat hidup baik pada wilayah kering dengan curah hujan tahunan < 250 mm sampai daerah basah dengan curah hujan di atas 1000 mm per tahun. Di Indonesia baru dilaporkan enam spesies dan satu di antaranya adalah *F. moniliforme* yang dominan menginfeksi jagung (Bachri 2001).

Gejala khas patogen ini adalah terdapat kumpulan miselia pada bagian permukaan batang atau tongkol dan biji jagung, berwarna keputihan dan terdapat warna merah jambu. Infeksi pada batang jagung biasanya menyebabkan pembusukan, invasi ke dalam biji melalui rambut jagung pada ujung tongkol, selanjutnya menginfeksi biji pada bagian dalam tongkol, bersifat *symptomless* atau dapat ditemukan pada biji yang tidak bergejala, menginfeksi ke bagian internal biji jagung, dan dapat ditularkan melalui biji (Munclodv and Biggerstaf 2000).

Tabel 4. Taksonomi spesies *F. verticilliodies* dan *F. moniliforme*.

Spesies <i>Fusarium</i>	Spesies <i>Fusarium</i>
<i>F. acuminat</i>	<i>F. intricans</i>
<i>F. avenaceae</i>	<i>F. nygamai</i>
<i>F. baccata</i>	<i>F. pulicaris</i>
<i>F. fujikuroi</i>	<i>F. stilboides</i>
<i>F. gardoni</i>	<i>F. tricincta</i>
<i>F. imperatae</i>	<i>F. xylarioides</i>
<i>F. indica</i>	<i>F. zaeae</i>

Sumber: Cab International (2001).

Tabel 5. Toksin dan tingkat toleransi kandungan mikotoksin *Fusarium moniliforme* pada jagung.

Spesies <i>Fusarium</i>	Mikotoksin	Tingkat toleransi cemaran mikotoksin untuk ternak
<i>F. moniliforme</i>	Fumonisin	5 ppm (kuda) 10 ppm (babi) 50 ppm (sapi)
<i>F. graminearum</i>	Zearaleunone	-

Sumber: Stack (2000)

Toksisitas

F. moniliforme memproduksi mikotoksin yaitu fumonisin dan bersifat toksik pada ternak dan manusia (Oren *et al.* 2003). Toksin lain yang dihasilkan oleh *F. graminearum* adalah zearalenone. Toksin ini belum banyak mendapat perhatian namun juga berdampak buruk terhadap ternak. Di Jawa Barat, Okky *et al.* (1993) telah mengidentifikasi toksin zearalenone pada biji jagung dan gandum. Di Amerika, toksin fumonisin dan zearalenone telah ditemukan mengkontaminasi biji jagung dan tingkat toleransi mikotoksin zerealeunone belum tampak teridentifikasi (Tabel 5).

PATOGEN *Penicillium* Spp.

Sebaran dan Gejala

Patogen *Penicillium* spp. pada biji jagung ditemukan berupa gumpalan miselia berwarna putih menyelimuti biji, diselingi warna kebiru-biruan (Gambar 2). Patogen ini adalah patogen tular benih yang mempunyai inang utama jagung. Tanaman lain belum dilaporkan dapat menjadi inangnya, namun dapat menginfeksi tanaman jagung pada fase prapanen dan pascapanen. Bagian tanaman yang dapat terinfeksi adalah batang, daun, biji dan telah teridentifikasi 18 spesies (Tabel 6).

Intensitas penularan pada biji jagung dapat mencapai lebih dari 50% (Handoo dan Aulakh 1999). Gejalanya ditandai oleh bercak pada kulit ari biji, bila menginfeksi tongkol secara optimal menyebabkan pembusukan (Satula 1969). Pengaruh terhadap kualitas benih adalah penurunan daya tumbuh (Kohler 1960). Spesies *P. oxalicum* memproduksi oxalid acid dan bersifat toksik terhadap biji.

Penicillium spp. dapat ditularkan melalui biji. Apabila ditanam, biji-biji yang terinfeksi *Penicillium* spp. dari lokasi pertanaman dapat menularkan



Gambar 2. Gejala *Penicillium* spp. pada biji jagung.

Tabel 6. Beberapa spesies *Penicillium* yang menginfeksi tanaman jagung.

<i>P. aurantiogriseum</i>	<i>P. hirsutum</i>
<i>P. brevicompactum</i>	<i>P. italicum</i>
<i>P. chysogenum</i>	<i>P. nigricaus</i>
<i>P. citrinum</i>	<i>P. oxalicum</i>
<i>P. digitatum</i>	<i>P. purpurogenum</i>
<i>P. expansum</i>	<i>P. raistrickii</i>
<i>P. frequentas</i>	<i>P. rubrum</i>
<i>P. funiculosum</i>	<i>P. simplicissum</i>
<i>P. gadlewski</i>	<i>P. viridicatum</i>

pada pertanaman selanjutnya. Patogen akan berkembang baik pada suhu < 15°C dan akan tertekan perkembangannya pada suhu >25°C. Penyebaran dalam suatu populasi tanaman di lapang selalu berasosiasi positif dengan populasi serangga. Semakin tinggi populasi serangga, semakin besar intensitas biji terinfeksi *Penicillium* spp. karena serangga dapat menjadi vektor penyebar perkembangan patogen ini di pertanaman dan tempat penyimpanan.

Toksin hasil metabolisme sekunder dari patogen *Penicillium* spp. adalah ochratoxin dan citreoviridin, yang dapat meracuni ternak. Di Indonesia, toksin ini belum banyak mendapat perhatian peneliti, sehingga belum ada laporan tentang pengaruh terhadap kesehatan ternak.

PENGENDALIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengendalian *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp., dapat dilakukan pada fase prapanen dan pascapanen.

Prapanen

Pencegahan infeksi dini *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp. dapat dilakukan dengan rotasi pertanaman bukan inang, yang akan memutus siklus perkembangannya. Pencegahan penularan oleh serangga dengan penyemprotan insektisida dapat berefek ganda, yaitu meminimalisasi penyebaran patogen dalam suatu populasi tanaman jagung karena tertekannya populasi serangga yang menjadi vektor penyebarannya di pertanaman.

Di Indonesia, penggunaan varietas tahan untuk pengendalian *Aspergillus* spp. belum banyak dilaporkan. Scoot dan Zumono (1999) menemukan varietas yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap *A. flavus* seperti galur-galur inbrida LB31, IH 513, dan C12. Wakman *et al.* (2003) melaporkan varietas-varietas yang mempunyai ketahanan yang tinggi antara lain adalah Bisi-1, Bisi-2, Bisi-3, Bisi-4, Bisi-5, Bisi-6, Pioneer-4, Pioneer-5, Pioneer-7, Kalingga, Bisma-1, dan Bisma-2. Pengendalian patogen prapanen dengan penggunaan varietas tahan dapat mengurangi sumber inokulum awal sehingga efektif menekan perkembangan cendawan *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp. dan *Penicillium* spp. di penyimpanan.

Pengelolaan air yang baik menghindari tanaman dari stress air yang mengakibatkan biji jagung mudah terinfeksi *A. flavus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panen tepat waktu dapat menekan kontaminasi cemaran aflatoksin (Jonis *et al.* 1981). Pengendalian dengan asam propianik dapat menekan kontaminasi mikotoksin sekitar 85%, dan menekan infeksi cendawannya di pertanaman lebih dari 90% (CAB International 2001).

Pascapanen

Cemaran *Aspergillus* spp., *Fusarium* spp., dan *Penicillium* spp. pada bahan pakan dapat dikurangi dengan melakukan penyortiran antara biji jagung yang terkontaminasi dengan biji yang sehat. Widyastuty (1998) melaporkan bahwa jagung yang ditumbuhi jamur berwarna hijau kekuningan mempunyai kadar aflatoksin yang tinggi dibanding biji yang tidak terkontaminasi *A. flavus*.

Penjemuran biji jagung pada kadar air 13% dan penyimpanan pada suhu 15°C dan kelembaban 61,5% merupakan kondisi ideal untuk menekan cemaran mikotoksin (Asevedo *et al.* 1993). Hal lain yang dapat dilakukan adalah mengurangi kerusakan secara fisik pada saat prosesing dan menekan infestasi serangga, terutama dalam penyimpanan, karena serangga berperan penting dalam penyebaran mikotoksin (Stack 2000).

Sanitasi dengan asam propianik secara reguler pada fasilitas tempat penyimpanan dengan tujuan membersihkan sisa-sisa cendawan sebagai sumber infeksi awal dapat menghindari terinfeksi nya biji sehat.

PENUTUP

Patogen utama yang dominan menginfeksi pada pascapanen jagung adalah *A. flavus*, *F. verticilliodies*, dan *Penicillium* spp. Hasil metabolisme sekunder patogen tersebut, masing-masing menghasilkan aflatoxin (AFB1 dan AFB2), fumonisin, dan ochratoxin yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan ternak.

Pengendalian prapanen efektif mengendalikan bawaan inokulum dari lapang dan selanjutnya menekan kontaminasi toksin di tempat penyimpanan. Sanitasi reguler dengan bahan aktif asam propianik dan ammonia, penyortiran biji sehat dan terinfeksi, penyimpanan pada kadar air rendah, suhu dan kelembaban tempat penyimpanan rendah berperan penting menekan perkembangan patogen-patogen tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Asevedo, I.G., E. Genble, B. Correa, C.R. Paula, R.M.A. Almedia, and V.M.S. Firamil. 1993. Influence of temperature and relative humidity on production of aflatoxin in sampled of stored maize artificially contaminated with *Aspergillus flavus* (Link). *Revista de Microbiologica* 24(1):32-37.
- Bachri, S., P. Zahari, and R. Maryan. 1995. Aflatoxin contents in feeds ruffs a prehyminary study. Paper presented in the World Veterinary Congress XXV. Japan.
- Bachri, S. 2001. Mewaspadaai cemaran mikotoksin pada bahan pangan, pakan, dan produk ternak di Indonesia. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 20(2):55-64.
- Baht, R.V. and J.D. Miller. 1991. Mycotoxins and food supply. *Food Nutrition and Agriculture* 1:27-31.

- CAB International. 2001. Crop protection compendium. CAB International.
- Christensen and Meronuck. 1986. Quality maintenance in stored grains and seeds minneapolis. USA University of Minnesota Press.
- Diener, U. 1989. Preharvest aflatoxin contamination of peanut, corn, and cotton seed. A review. Biodete Rioraratiun Res. 2:217-244.
- Ernesto, M.M., V.B. Mario, and F.P. Federico. 2000. Use of propionic acid salt to inhibit aflatoxin production in stored grains of maize. *Agrocinecia* 34:477-484.
- Ginting. 1986. Variasi kejadian dan kandungan aflatoksin pada jagung yang bersumber dari Tegal, Taiwan, dan Lampung pada pabrik makanan ternak di Bogor. *Penyakit Hewan* 18(31)79-81.
- Gleen, A.E., D.M. Hilton, L.E. Yates, and C.W. Bocon. 2001. Detoxipication of corn antimicrobial cpomound as the basis for isolating *Fusarium verticillioidies* and some other *Fusarium* species from corn. *The American Soceity for Microbiology* 67(7):2873-2981.
- Guo, B., Z. Russin, J.S., Cleveland, R.L. Brown, and Damanu. 1999. Evidence for cutinase production by *Aspergillus flavus* and its possible role in infection of corn Kernels *Phytopatology* 86:824-829.
- Handoo, M.L. and K.S. Aulakh. 1999. Seeds borne fungi of maize in India *Seed Research* 7(1):41-47
- Jonis, R.K., H.E. Duncan, and P.B. Hamilton. 1981. Planting date, harvest date, irrigation effect on infection and aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in the field corn. *Phytophatology* 71:810-816.
- Kohler, B. 1960. Comstalk rots in illionis III. *Agric. Exp. Stem. Bul.* 658.
- Muis, A., S. Pakki, dan A.H. Talanca. 2002. Inventarisasi dan identifikasi cendawan yang menyerang biji jagung di Sulawesi Selatan. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit, Balitsereal, Maros. p. 21-30.
- Munclovd, G.P. and C.M. Biggerstaf. 2000. Stalk roots and ear roots in Bt hybrids, riceville, biolo cult. test control. *Plant Disease* 12:105.
- Munclovd, G.P. 2003. Cultural and genetic approaches to managing mycotoxins in maize. *Annual Rev. Phytopathol.* IOWA. USA.
- Okky, S.D., S. Haryanto, dan A. Ambarwati. 1993. Assosiasi *Fusarium* dengan beberapa tanaman yang mempunyai arti ekonomi penting di Jawa Barat dan produksi mikotoksinnya pada biji jagung. Kongres PFI dan Seminar Ilmiah ke XII. Yogyakarta.

- Oren, L., E. Sinadar, C. David, and A. Sharon. 2003. Early event in the *Fusarium verticillioides* maize – interaction characterized by using a green fluorescent protein expressing transgenic isolate. *The American Society for Microbiology* 69(3):1693-1701.
- Pakki, S., A.H. Talanca, dan A. Muis. 2003. Inventarisasi cendawan yang menyerang biji jagung di Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, dan Nusa Tenggara Timur. *Hasil Penelitian Hama dan Penyakit, Balitsereal, Maros*. p. 32-42.
- Pakki, S. dan A. Muis. 2006. Patogen utama pada tanaman jagung setelah padi rendengan di lahan sawah tadah hujan. *Seminar Mingguan Balitsereal, Maros*. (Belum diterbitkan).
- Pingali, P.L. 2001. CIMMYT 1999-2000, world maize fact and trends. Meeting world maize needs. technological opportunities and priorities for the public sector. CIMMYT, Mexico.
- Puslitbangtan. 2006. Pengembangan jagung di lahan bera. *Berita Puslitbangtan*. Bogor.
- Robert, L.B., J.C. Peter, E.C. Thomas, and N.W. Widstrom. 1993. Living maize embryo influences accumulation of aflatoxin in maize kernels. *Journal of Food Protection* 56(11):967-971.
- Satula, T.L. 1969. Pathogenicity of the causal agent of *Penicillium* disease of maize seed and seedling. *Zakhyst Rast* 9:88-91.
- Shearer, J.F., S. Baker, and N.K. Tittarylh. 1992. A study of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* in Iowa. *Crop field 1988-1990*. *Plant Diseases* 76(1)19-22.
- Schutless, F., K.F. Cardwell, and S. Gounou. 2002. The effect of endophytic *Fusarium verticillioides* on invasion of two maize variety by lepidoptera stemborer and coleoptera grain feeders. *The American Phytopathological Society*.
- Scott, G.E. and Zumono. 1999. Registration of MP 420 germplasma line of maize. *Crop Science* 32(5):1296.
- Stack. 2000. Grain mould and mycotoxins in corn. *University of Nebraska-Lincol and the United States of Agricultural*. 19 p.
- Stemou, M., K.F. Cardwell, F. Shutless, and K. Hell. 1997. *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin contamination of pre harvest maize in Benin. *Plant Disease* 81(11):1323-1327.
- Swindale. 1987. A general overview of the problem of aflatoxin contamination of groundnut. Summary and recommendation of the International Workshop on Aflatoxin Contamination of Groundnut. p. 28.

- Vieira, S.L. 2003. Nutritional implication of mould development in feed stuffs and alternatives to reduce the mycotoxin problem in poultry feeds. *Worlds poultry Science Journal* 59(111-122).
- Wakman, W., S. Rahamma, dan S. Kontong. 2003. Penelitian penyakit busuk batang jagung. Hasil Penelitian Hama dan Penyakit. Balitsereal, Maros. p.26-29.
- Wicklow, D.T, B.W. Horn, W.R Burg, and R.J. Cole. 1984. Schlerotium dispersal of *A.flavus* and *E.ochrosalmoneum* from maize during harvest. *Transactions of the British Mycological Society* 83(2): 299-303.
- Widyastuty. 1998. Mikotoksin pada pakan babi asal Sumatera Utara. Kumpulan makalah Kongres Nasional PMKI I dan Temu Ilmiah Bogor. p.283-288.