

# CEMARAN AFLATOKSIN PADA PRODUKSI JAGUNG DI DAERAH JAWA TIMUR (AFLATOXIN CONTAMINATION DURING CORN PRODUCTION IN EAST JAVA)

Endang S. Rahayu\*<sup>1)</sup>, Sri Raharjo\* dan Agustina A. Rahmianna\*\*

## ABSTRAK

Penelitian ini ditujukan untuk mengidentifikasi tingkat cemaran aflatoksin pada produksi jagung di Propinsi Jawa Timur mulai dari tingkat petani, pengecer maupun pedagang serta mendapatkan data tentang praktek pasca-panen melalui kuesioner maupun peninjauan lapangan. Pemantauan dilakukan di 4 (empat) kabupaten penghasil jagung terbesar di Propinsi Jawa Timur, yaitu Malang, Tuban, Kediri dan Sumenep.

Uji infeksi jamur menunjukkan bahwa hampir 100% biji yang diambil baik dari petani, pengumpul maupun pedagang di empat kabupaten terinfeksi oleh jamur bermiselia putih dan hitam (tidak dilakukan identifikasi lanjut), *Aspergillus* dan *Penicillium*. Kadar air jagung yang diuji berkisar antara 12.60% – 20.84%. Hal ini merupakan indikator bahwa proses pasca panen belum berlangsung dengan baik. Data uji infeksi jamur aflatoksigenik menggunakan media AFPA menunjukkan bahwa sampel dengan cemaran aflatoksin tinggi (>100 ppb), rata-rata terinfeksi dengan jamur aflatoksigenik >50 %.

Hasil uji aflatoksin menunjukkan bahwa dari 115 sampel yang diambil dari petani, pengumpul dan pedagang, 27 sampel (23%) tidak terdeteksi aflatoksin, sedang 48 sampel (42%) dengan cemaran aflatoksin < 20 ppb, 26 sampel (23%) dengan cemaran 20 – 100 ppb, dan 14 sampel (12%) dengan cemaran >100 ppb. Dari hasil uji diperoleh bahwa 6 sampel memiliki cemaran aflatoksin > 300 ppb, dengan cemaran tertinggi adalah sekitar 350 ppb.

Secara umum dapat disimpulkan bahwa praktek produksi jagung yang kurang baik dapat memberi peluang terhadap tingginya cemaran aflatoksin. Rekomendasi cara bercocok tanam yang tepat, pengeringan hingga kadar air 13% yang tidak boleh ditunda, penyimpanan pada ruang yang kering dan bersih perlu disampaikan untuk petani, pengecer dan pedagang, maupun pemerintah. Demikian pula insentif bagi petani, pengumpul dan pedagang yang mampu mempertahankan kebersihan biji dari infeksi jamur *Aspergillus flavus* dan cemaran aflatoksin perlu ditingkatkan.

## PENDAHULUAN

Propinsi Jawa Timur merupakan sentra produksi jagung terbesar di Indonesia. Dari total luas areal panen di Indonesia, seluas 62% areal panen berada di Jawa Timur. Pada mulanya, jagung banyak dikonsumsi langsung oleh penduduk sebagai makanan pokok namun dalam perkembangannya jagung dipakai sebagai salah satu bahan baku industri pakan (Diperta Jatim, 1992). Di Jawa umumnya dan Jawa Timur khususnya, sekitar 70% areal tanam jagung terletak di lahan kering dengan musim tanam selama awal musim hujan; ditanam pada akhir bulan

Oktober dan dipanen bulan Januari atau Februari. Sedangkan 30% areal jagung sisanya berada di lahan sawah, ditanam pada musim kemarau setelah padi (mulai Maret hingga Juli/Agustus). Jagung biasanya ditanam secara monokultur di lahan sawah, sedang di lahan kering jagung sangat populer sebagai komponen tumpangsari dengan ketela pohon, kacang tanah atau padi gogo (Subandi *et al.*, 1998). Pada sentra produksi, petani menanam jagung dua kali setahun di lahan kering: yaitu pada awal musim hujan (saat tanam Oktober) dan musim tanam kedua dimulai pada bulan Februari. Sebaliknya pada lahan sawah, jagung hanya ditanam sekali, antara bulan Mei/Juni hingga Agustus/September (Subandi *et al.*, 1998).

Salah satu potensi bahaya yang banyak dijumpai pada jagung adalah cemaran aflatoksin yaitu toksin yang dihasilkan oleh jamur *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* yang merupakan problem di seluruh dunia khususnya daerah tropis (Lillehoj, 1978). Kedua jamur ini merupakan jamur tropis yang sering menyerang kacang-kacangan dan biji-biji apabila kondisinya memungkinkan yaitu kadar air substrat dan kelembaban udara yang tinggi. Aflatoksin adalah senyawa bifuran, non polar, stabil terhadap panas, dan tahan perlakuan fisik maupun kimia. Dengan sifat-sifat ini aflatoksin yang sudah mencemari bahan makanan sulit untuk dihilangkan. Bahkan aflatoksin B<sub>1</sub> yang terkonsumsi sapi perah melalui pakan juga tidak hilang sama sekali tetapi berubah menjadi aflatoksin M<sub>1</sub> yang muncul pada susu yang memiliki toksisitas mirip dengan aflatoksin B<sub>1</sub>. Efek yang ditimbulkan oleh akumulasi toksin pada tubuh ini terhadap kesehatan manusia ataupun hewan ternak adalah hepatotoksik (kerusakan pada hati), hepatokarsinogenik (kanker hati), mutagenik, teratogenik maupun immunosupresif (Watson, 1993; Janssen *et al.*, 1997).

Cemaran aflatoksin pada jagung di Indonesia cukup tinggi (laporan kerja sama FTP UGM dengan proyek ACIAR no 8806, tahun 1993). Dari sampel jagung yang ada di pasaran hampir separuhnya tercemari *Aspergillus flavus* dengan berbagai level kandungan aflatoksin, bahkan ada yang di atas 1000 ppb. Dibandingkan dengan negara Asia yang lain (Thailand dan Philippina) angka cemaran aflatoksin pada jagung menduduki peringkat tertinggi (Anonim, 1993).

Berdasarkan pertimbangan yang telah disampaikan maka perlu dilakukan kajian terhadap cemaran aflatoksin pada berbagai tingkatan produksi dan praktek pasca panen jagung. Data primer tentang cemaran aflatoksin maupun data sekunder yang didasarkan dari kuesioner selanjutnya dapat digunakan sebagai landasan untuk menyusun rekomendasi tentang cara-cara meminimalkan cemaran aflatoksin pada jagung melalui tindakan pascapanen yang tepat, sehingga akan dapat diproduksi jagung yang aman untuk konsumsi.

\* Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

1) Kontak Person, Telp: (0274) 524517, e-mail : [endangyk@yogya.wasantara.net.id](mailto:endangyk@yogya.wasantara.net.id)

\*\* Balai Penelitian Tanaman Kacang-kacangan dan Umbi-Umbian (Balitkabi) Malang

## METODE PENELITIAN

### Lokasi dan waktu pengambilan sampel

Lokasi pengambilan sampel jagung ditentukan berdasarkan agroekologi dan tingkat produksi per tahun di antara kabupaten di lungkup Jawa Timur. Dengan demikian terpilih 4 (empat) kabupaten dengan produksi per tahun tertinggi dengan 2 (dua) agroekologi yaitu Tuban, Malang, Sumenep mewakili lahan kering dan Kediri mewakili lahan irigasi. Untuk masing-masing kabupaten dipilih 3 kecamatan, didasarkan pada produksi tertinggi. Sampel diambil dari 4 level rantai produksi jagung yaitu petani, pengumpul, pedagang dan pengecer. Dari setiap kecamatan diambil 5 petani, 2 pengumpul, dan 2 pedagang.

Pengambilan sampel jagung dilakukan pada bulan Maret untuk lahan kering (Malang, Tuban dan Sumenep) dan Juni untuk lahan irigasi (Kediri). Dari Kabupaten Malang, sampel jagung diambil dari Kecamatan Bantur, Kalipare dan Singosari. Untuk Kabupaten Tuban dari Kecamatan Kerek, Montong dan Semanding. Sedangkan untuk Kabupaten Sumenep adalah Kecamatan Lenteng, Serenggi dan Bluto. Sedangkan di Kabupaten Kediri sampel diambil dari Kecamatan Pare, Banyakan, Plemahan dan Papar. Pada kajian ini juga di ambil sampel dari beberapa pedagang di pasar di Kecamatan Bangkalan, Burneh dan Tanah Merah, Kabupaten Bangkalan sebagai tambahan.

### Sampel jagung

Pada level petani sampel jagung diambil dalam bentuk jagung pipilan dan jagung glondongan. Pada level pengumpul, pedagang dan pengecer jagung diambil dalam bentuk pipilan. Jumlah sampel yang diambil untuk jagung pipilan sebanyak 2 kg dan untuk jagung glondongan sekitar 5 kg.

### Uji jamur untuk sampel jagung

Uji jamur pada jagung dilakukan dengan metoda langsung menggunakan media DCPA, DRBC, AFPA, DG-18. Media DCPA dan DRBC digunakan untuk menumbuhkan jamur umum yang terdapat pada biji-bijian, DG-18 untuk jamur xerophilik, sedangkan AFPA (*Aspergillus Flavus Parasiticus* Agar) untuk menentukan toksigenik *Aspergillus* group. Jamur aflatoksigenik akan memberikan warna oranye yang kuat pada bagian belakang cawan Petri (Pitt dan Hocking, 1985).

Sampel jagung sebanyak 100 g didesinfeksi dengan mencelupkan pada larutan klorin 0,4% selama dua menit dan dicuci dengan air steril, kemudian sebanyak 3 x 10 biji ditanam pada 4 media uji (satu cawan Petri diberi 10 biji jagung). Inkubasi dilakukan pada suhu 27°C, selama 5-7 hari, dan selama 2 hari untuk media AFPA. Jumlah biji jagung yang terkontaminasi jamur dihitung sebagai persentase biji tercemar jamur.

### Uji cemaran aflatoksin

Uji aflatoksin dilakukan dengan metoda ELISA dan persiapan sampel jagung adalah sebagai berikut: 100 gram sampel digiling, diambil 25 gram dan dimasukkan ke dalam 80% metanol sebanyak 75 ml, setelah diletakkan dalam 'shaker' dan dikocok selama 15 menit, kemudian didiamkan

selama 30 menit. Setelah 30 menit, diambil hasil ekstrak di bagian atas yang jernih untuk uji aflatoksin dengan ELISA dengan prosedur yang telah ditetapkan.

### Data Penunjang

Informasi praktek agronomi dan pasca panen yang dilakukan oleh petani dan penebas/pengumpul diaring dengan menggunakan kuesioner. Data penunjang lain yang dikumpulkan adalah kadar air jagung, kerusakan fisik pada jagung, kelembaban dan suhu ruang selama pengeringan dan penyimpanan.

### Hasil dan Pembahasan

#### Kondisi umum produksi jagung

Petani di Jawa Timur pada umumnya mengelola pertanaman jagung seluas 0.1 – 2.0 ha, dengan kapasitas produksi sekitar 3-4 ton pipilan kering/ha. Petani di Kabupaten Malang, Tuban, dan Sumenep pada umumnya tanam jagung pada bulan Oktober dan panen pada Februari (di lahan kering). Sedangkan petani di Kabupaten Kediri melakukan tanam pada bulan Februari dan panen pada bulan Mei (di lahan sawah). Semua petani yang disurvei di Kabupaten Sumenep (Madura) menanam jagung varietas lokal, sedang di kabupaten-kabupaten lain nenanam baik varietas lokal, unggul nasional atau jagung hibrida. Benih varietas lokal disediakan oleh petani sendiri dengan cara menyimpan jagung yang baik untuk digunakan sebagai benih pada musim tanam berikutnya. Sedang benih jenis hibrida (Pioneer P-2, P-7, P-8, P-11, dan Bisi-2, Bisi-5, C-7) diperoleh petani dari toko-toko pertanian.

Cara panen yang umum dilakukan oleh petani adalah dengan mengeringkan terlebih dahulu tongkol jagung berklobot saat masih menempel pada batang tanaman. Setelah kering tongkol selanjutnya dipotong secara manual. Pengeringan tongkol jagung yang telah dipanen umumnya dilakukan dengan menggunakan sinar matahari, setelah kering jagung dipipil baik dengan tangan atau dengan alat pemipil. Pengeringan jagung pipilan dilanjutkan dengan sinar matahari, dan setelah jagung kering disimpan dalam zak (karung) plastik. Kadar air jagung yang berasal dari petani responded di empat kabupaten sudah cukup rendah, rata-rata di bawah 20%, dan hal ini sesuai dengan laporan Winarno (1988). Beberapa petani menyimpan benih lokal dalam bentuk tongkol berklobot di atas perapian pawon, agar tetap kering. Petani menentukan kekeringan jagung secara tradisional yaitu dengan perabaan (jagung licin dan berbunyi krisik-krisik nyaring) atau dengan digigit. Para petani pada umumnya menjual jagung ke pengumpul (penebas) dalam bentuk pipilan maupun glondong (tongkol).

Pada saat ditanyakan tentang aflatoksin, seluruh petani, pengumpul dan pedagang yang ada di empat kabupaten yang disurvei menjawab bahwa mereka tidak mengetahui tentang aflatoksin. Namun mereka mengetahui atau mengamati munculnya jamur yang berwarna hijau, biru, dan abu-abu apabila jagung kurang kering. Pada umumnya petani tidak melakukan pemisahan (*grading*) terhadap kualitas jagung, Biasanya mereka mencampur saja jagung yang sudah berjamur dengan jagung yang masih

baik. Hanya beberapa pedagang yang memisahkan jagung berdasarkan tingkat kekeringan dan ada tidaknya jamur.

Jagung yang diproduksi di Kabupaten Malang, Tuban dan Kediri pada umumnya digunakan sebagai pakan, hanya sebagian kecil saja, yaitu jagung putih yang digunakan sebagai pangan diolah menjadi beras jagung. Sebaliknya, jagung yang diproduksi di kabupaten Sumenep (varietas lokal) pada umumnya dikonsumsi sebagai makanan (beras jagung) dan hanya sebagian kecil saja sebagai pakan.

Pada kondisi lingkungan tumbuh yang optimal, varietas unggul jagung bersari bebas yang dilepas sekitar tahun 1990 ke belakang mempunyai rata-rata hasil antara 4-5,7 ton pipilan kering/ha, sedangkan jagung hibrida dapat lebih tinggi lagi. Rendahnya produksi jagung di tingkat petani di lokasi survei antara lain disebabkan kurang optimalnya masukan pupuk, tidak ada pengendalian hama dan penyakit, benih yang digunakan bermutu rendah. Untuk berproduksi tinggi, tanaman jagung bersari bebas membutuhkan pupuk anorganik sebanyak 250 kg Urea, 100 kg SP-36 dan 100 kg KCl/ha, sedangkan jagung hibrida membutuhkan ketiga jenis pupuk tersebut dalam jumlah lebih banyak (Subandi dan Manwan, 1990).

Pada beberapa varietas jagung hibrida, terdapat beberapa tongkol jagung yang tidak seluruhnya terselubungi oleh klobot saat masak di pohon. Keadaan ini menyebabkan biji jagung rentan terhadap serangan hama yang berlanjut pada terjadinya infeksi jamur. Terbukanya klobot bagian atas merupakan jalan bagi masuknya serangan hama (*Heliothis*, *Sithophilus*) dewasa untuk meletakkan telur pada butiran biji jagung dan selanjutnya menetas, berkembang menjadi larva dan memakan biji jagung. Luka pada biji akan memacu infeksi jamur *A. flavus*. Oleh karena itu, varietas jagung dengan klobot yang menutup rapat bagian atas tongkol akan mengurangi infeksi jamur (McMillan, 1987). Mekanisme pertahanan ini kemudian digunakan sebagai salah satu kriteria seleksi oleh pemulia jagung utamanya terhadap infeksi hama dan penyakit.

### Pengumpul dan pedagang jagung

Banyaknya jagung yang dibeli pengumpul sangat bervariasi, mulai 0,5 ton pipilan kering/hari sampai dengan 62,5 ton pipilan kering/musim. Pengumpul membeli jagung dari petani berupa jagung glondong atau pipilan dan diangkut dengan menggunakan jasa truk. Setelah diterima pengumpul, jagung masih dikeringkan lagi dengan cara dijemur, kemudian dimasukkan ke dalam karung plastik untuk disimpan. Pengumpul menentukan kekeringan jagung secara tradisional, dengan digigit atau diraba, namun ada pula pengumpul yang menggunakan *moisture tester* (2 pengumpul yang disurvei). Pengumpul ini memperkirakan jagung yang disimpan memiliki kadar air sekitar 17 %. Beberapa pengumpul menyimpan jagungnya selama beberapa hari, namun ada juga yang sampai 4 bulan. Ruang atau gudang penyimpanan tidak dilengkapi dengan alat pengatur kelembaban dan suhu udara. Oleh karena itu sangat mungkin terjadi peningkatan kadar air. Thahir *et al.* (1988) melaporkan bahwa cara ini akan meningkatkan butir rusak hingga 5%.

Pada umumnya pengumpul tidak melakukan pengamatan tingkat kekeringan dan kondisi fisik jagung selama selama penyimpanan. Jagung yang telah dikumpulkan pada umumnya di jual ke pedagang yang lebih besar, atau disetor ke KUD, atau ke pabrik pakan. Pada umumnya pengumpul jagung tidak memiliki pengetahuan yang memadai tentang aflatoxin, namun demikian mereka memahami munculnya jamur berwarna kehijauan apabila jagung kurang kering.

Para pedagang jagung di Jawa Timur pada umumnya membeli jagung mulai dari 3 ton sampai dengan 10 ton setiap harinya saat panen raya. Pengemasan menggunakan karung plastik. Pada umumnya pedagang tidak melakukan pengendalian selama penyimpanan, namun beberapa pedagang melakukan kontrol kualitas yaitu dengan mengatur kekeringan biji (diusahakan kadar air 17 %) dengan cara melakukan penjemuran jagung yang belum kering. Kadar air biji di atas 17% dan kelembaban relatif di atas 85% didukung oleh suhu udara antara 25-32°C menyebabkan pertumbuhan dan produksi aflatoxin akan meningkat puluhan hingga ribuan ppb setelah disimpan 28 hari (Sauer, 1987). Beberapa pedagang juga memisahkan biji yang telah berjamur, atau memisahkan kotoran-kotoran yang lain. Pada umumnya pengetahuan pedagang tentang aflatoxin juga sangat terbatas.

### Cemaran jagung oleh jamur (mold)

Data lengkap cemaran jamur dan aflatoxin untuk Kabupaten Malang, Tuban, Kediri dan Sumenep masing-masing disajikan pada Tabel 1,2,3 dan 4. Dari uji infeksi jamur diperoleh hasil bahwa hampir 100 % biji yang diambil baik dari petani, pengumpul maupun pedagang di empat kabupaten terinfeksi oleh jamur bermiselium putih dan hitam (tidak dilakukan identifikasi lanjut), *Aspergillus* dan *Penicillium*. Kadar air jagung yang diuji berkisar antara 12% - 20%, walaupun beberapa sampel yang sedang dalam proses pengeringan (setelah dipanen) memiliki kadar air > 20. Tingginya kadar air jagung merupakan indikator bahwa proses pasca panen belum berlangsung dengan baik.

Petani di keempat daerah survei melakukan teknik pengeringan (dijemur) seperti yang dilakukan petani jagung umumnya. Teknik pengeringan umumnya sudah dilakukan pada saat jagung masih di lapang, sebelum panen dilakukan. Setelah kulit tongkol (klobot) mengering makan batang dan daun di atas tongkol djpangkas, jagung berklbot tetap dibiarkan menempel pada batangnya sampai kering alami (Tahir *et al.*, 1987). Dengan berjalannya waktu maka terjadi penurunan kadar air biji. Kadar air selain mempengaruhi berat jagung juga mempengaruhi mutu bijinya. Berdasarkan penelitian Purwadaria (1988) dalam Subandi *et al.* (1998) bahwa panen pada saat kadar air tinggi (35-40%) maka susut mutu 6-10%, sedang dengan kadar air rendah (17-20%) akan menurunkan susut mutu menjadi 5-9%.

Selain menurunkan kadar air, pengeringan setelah dipanen akan menghidarkan (paling tidak menurunkan) biji jagung dari kontaminasi jamur *A. flavus*. Seperti diketahui bahwa infeksi jamur *A. flavus* dapat terjadi bersamaan dengan perkembangan biji atau jamur menempel pada permukaan luar biji setelah biji mulai masak (payne, 1987). Hal ini memungkinkan terjadinya kontaminasi

aflatoksin pada saat panen, bahkan hingga 14 ppb. Penundaan pengeringan selama dua hari telah meningkatkan kontaminasi aflatoksin dari 14 menjadi 94 ppb (Paz *et al.*, 1989 dalam Subandi *et al.*, 1998). Oleh karena itu pengeringan untuk menurunkan kadar air biji hingga ke level aman, yaitu 13%, terhadap kontaminasi *A. flavus* merupakan tindakan yang sangat penting. Penyimpanan pada kadar air tersebut juga akan memperlama masa simpan.

Jamur *A. flavus* dan *A. parasiticus* menginfeksi beberapa butir sampai mencapai 100 % biji (artinya seluruh biji terinfeksi jamur aflatoksigenik tersebut). Hasil ini ternyata sejalan dengan hasil uji aflatoksin pada biji jagung. Jagung yang memiliki cemaran aflatoksin tinggi, bahkan >100 ppb, rata-rata >50% jumlah butir jagung terinfeksi jamur aflatoksigenik. Terdapat hubungan antara kadar biji, kelembaban udara/lingkungan dan resiko infeksi *A. flavus*. Tingkat kelembaban uadar selama penyimpanan di dalam rumah tercatat berkisar antara 80-95%. Kondisi ini sangat mendukung pertumbuhan jamur. Jamur yang umumnya tumbuh dengan baik pada kadar air biji 18—18,5% dan ditunjang oleh kelembaban nisbi ruang simpan lebih tinggi dari 70% (Christensen, 1972 dalam Saenong, 1987).

### Tingkat cemaran aflatoksin

#### Kabupaten Malang

Rata-rata cemaran aflatoksin pada sampel jagung dari petani di tiga kecamatan sangat bervariasi mulai dari tidak terdeteksi sampai dengan 352 ppb (Tabel 1). Cemaran aflatoksin untuk sampel jagung yang diambil dari pengumpul sangat bervariasi dan sulit diambil suatu kesimpulan. Demikian pula sulit dikaitkan dengan cemaran yang terdapat pada sampel jagung di tingkat petani.

Sampel jagung yang diambil dari pengumpul di kecamatan Singosari memiliki cemaran aflatoksin lebih rendah dari cemaran aflatoksin di tingkat petani di kecamatan tersebut. Hal ini diperkirakan karena terjadinya pencampuran jagung dari berbagai petani dengan cemaran aflatoksin yang lebih rendah. Pantas timbul dugaan di sini bahwa kondisi riil cemaran aflatoksin pada jagung di tingkat petani Singosari pada umumnya lebih rendah dibandingkan dengan data yang diperoleh dari survei ini. Hal ini juga didukung dengan cemaran yang terdapat pada sampel jagung berasal dari pedagang yang merupakan pasokan dari pengumpul. Ternyata pengumpul di daerah Singosari yang kita survei tidak melakukan penimbunan secara besar-besaran, jagung yang dikumpulkan segera dijual ke pedagang yang lebih besar.

Kondisi yang sama juga dijumpai pada cemaran aflatoksin pada jagung yang berasal dari kecamatan Bantur. Cemaran aflatoksin pada sampel jagung dari para petani di kecamatan ini berkisar antara 11-20 ppb, pada pengumpul juga sekitar 0-40 ppb, sedangkan di pedagang sekitar 34 ppb.

Cemaran aflatoksin pada sampel jagung yang berasal dari petani di kecamatan Kalipare sangat bervariasi mulai dari tidak terdeteksi sampai dengan 352 ppb. Terdapat 4 (empat) sampel jagung dari petani yang cemaran aflatoksinnya tidak terdeteksi. Namun di luar dugaan, ada satu sampel jagung dari petani dan pengumpul di Kalipare yang memiliki cemaran sangat tinggi, yaitu masing-masing

352 dan 340 ppb. Dari pengamatan lingkungan/tempat oleh Tim Kajian Aflatoksin diperoleh informasi bahwa praktek penyimpanan di petani dan pengumpul ini tidak memenuhi persyaratan. Pengumpul menimbun jagung dalam jumlah yang sangat banyak (sampai dengan 40 ton), di ruang/gudang yang sangat lembab dan kotor, bahkan ayampun kadang-kadang masuk ke gudang ini.

#### Kabupaten Tuban

Level aflatoksin sampel jagung dari lima petani di kecamatan Semanding cukup rendah yaitu di bawah 10 ppb, bahkan ada tiga sampel yang aflatoksinnya tidak terdeteksi. Level aflatoksin yang rendah juga ditemui pada sampel jagung dari pengumpul (9 ppb) serta Pedagang (4 ppb) (Tabel 2). Hasil ini menunjukkan bahwa praktek pasca panen jagung cukup baik di daerah Semanding ini.

Hasil cemaran aflatoksin sample jagung dari lima petani di kecamatan Kerek juga cukup rendah (<10 ppb). Namun satu pengumpul ternyata memiliki cemaran yang sangat tinggi, yaitu 192 ppb. Pengumpul di desa Sumberarum dengan cemaran tinggi ini memiliki kapasitas menimbun 12-13 ton setiap harinya selama 3 bulan. Diperoleh informasi bahwa batas kadar air jagung yang dapat diterima dari petani adalah antara 17-25 %, sedang jagung dipasarkan apabila kadar air telah turun mencapai 17 %. Apabila kadar air jagung belum memenuhi persyaratan maka jagung yang masih tinggi kadar airnya dikeringkan di bawah sinar matahari pada lantai jemur. Pengumpul ini memiliki *moisture tester*, sehingga dapat melakukan analisis kadar air dengan lebih akurat. Namun demikian batasan penerimaan kadar air jagung yang cukup tinggi (17%) masih memberikan kesempatan jamur tumbuh dengan subur. Seperti halnya petani dan pengumpul di kabupaten lain, pengumpul di daerah Kerek ini juga tidak kenal dengan istilah aflatoksin, walaupun mereka paham terhadap munculnya jamur perusak jagung. Pada praktek usahanya, pengumpul memang tidak berusaha untuk memisahkan jagung yang telah berjamur dari butiran jagung yang bersih. Timbunan jagung yang sangat banyak tanpa pengaturan kelembaban, kadar air tinggi, ruang yang tidak memadai untuk penyimpanan menyebabkan level aflatoksin sangat tinggi di pengumpul ini.

Survei juga dilakukan terhadap satu pedagang di kecamatan Kerek. Pedagang ini melakukan sortasi terhadap jagung yang akan dijual berdasarkan ada tidaknya jamur, kekeringan, kerusakan fisik dan kotoran lain. Sampel yang diambil dari jagung berkualitas baik mempunyai nilai cemaran 3 ppb sedangkan pada jagung berkualitas jelek adalah 194 ppb.

Pasca panen para petani jagung di kecamatan Montong juga sangat bervariasi. Hal ini tercermin pada level cemaran aflatoksin pada sampel jagungnya. Di antara tujuh sampel yang diuji, satu sampel tidak terdeteksi, tiga sampel cemarannya di bawah 20 ppb, tiga sampel lainnya memiliki cemaran yang sangat tinggi, di atas 190 ppb, dan satu diantaranya dengan cemaran di atas 300 ppb. Level cemaran di tingkat pengumpul juga tinggi (228 ppb) (Tabel 2). Diperkirakan pengumpul ini mendapat pasokan jagung dari petani-petani dengan level cemaran aflatoksin yang tinggi pula. Sampel jagung yang diambil dari pedagang mempunyai cemaran sekitar 30 ppb (Tabel 2). Diduga

Pedagang memperoleh jagung dengan tingkat cemaran yang cukup rendah namun selama penyimpanan di gudang pedagang terjadi kenaikan kandungan aflatoksin akibat pertumbuhan jamur.

### **Kabupaten Kediri**

Dua belas sampel jagung yang diambil dari petani di Kediri aflatoksinya tidak terdeteksi (Tabel 3). Sedangkan dua sampel kecamatan Papar menunjukkan cemaran yang cukup tinggi, masing-masing 84 dan 311 ppb (Tabel 3). Dibandingkan dengan petani di kabupaten lain yang disurvei, petani di daerah Kediri diperkirakan mempraktekkan teknik produksi jagung yang lebih baik.

Tanam jagung di Kediri dilakukan di lahan sawah pada bulan Februari dan panen dilakukan pada bulan Mei. Pada kondisi kering setelah tidak ada hujan, tanaman memperoleh air dari pengairan. Pengairan yang dilakukan oleh petani mengurangi stres pada tanaman jagung, sehingga jagung dapat tumbuh dengan subur dan tidak mudah mengalami serangan infeksi. Petani juga melakukan kontrol terhadap hama dengan penyemprotan insektisida. Demikian pula saat panen yang dilakukan pada musim kemarau memberikan kondisi pengeringan yang lebih intensif dibandingkan dengan sistem produksi jagung yang dilakukan di tiga kabupaten yang lain yang panennya dilakukan pada bulan Februari – Maret. Panen pada musim hujan telah menyebabkan pengeringan tidak dapat berlangsung dengan intensif.

Data cemaran aflatoksin pada jagung di tingkat pengumpul dan pedagang di Kabupaten Kediri berkisar antara 16 – 177 ppb. Hasil ini serupa dengan yang terjadi di kabupaten yang lain, sehingga diperkirakan mereka juga mempraktekkan cara-cara yang sama. Walaupun di tingkat petani cemaran cukup rendah, namun karena praktek pasca panen di tingkat pengumpul dan pedagang kurang baik maka cemaran aflatoksin meningkat cukup tajam.

### **Kabupaten Sumenep**

Cemaran aflatoksin jagung di petani dan pengumpul yang disurvei dari Kabupaten Sumenep berkisar antara 2 – 23 ppb (Tabel 4). Cemaran ini cukup rendah dibandingkan dengan cemaran aflatoksin di kabupaten lainnya. Diduga bahwa keadaan fisik jagung dan bentuk penyimpanan menjadi salah satu penyebab rendahnya cemaran.

Jagung varietas lokal yang berasal dari Sumenep berdiameter tongkol kecil. Dibanding dengan jagung dari tiga kabupaten yang lain, maka jagung dari kabupaten ini lebih kecil. Ternyata kecilnya diameter tongkol menyebabkan klobot bisa membungkus seluruh tongkol dengan rapat. Oleh karena itu kemungkinan infeksi jamur atau serangan hama pada biji menjadi lebih rendah. Di sisi lain, jagung hibrida yang berdiameter tongkol besar kadang-kadang klobot tidak bisa membungkus seluruh tongkol dengan rapat sehingga biji mudah terinfeksi jamur maupun terserang hama selagi masih di lapang.

Bentuk penyimpanan yang umum dilakukan adalah jagung bertongkol dan disimpan di pawon yang bersuhu udara relatif lebih tinggi dari ruangan yang lain. Panas dan asap dari perapian dapur selain meningkatkan suhu udara juga menghasilkan senyawa yang dapat membunuh jamur dan serangga hama. Penyimpanan jagung bertongkol

ternyata menurunkan tingkat kerusakan fisik butiran (misal patah) sehingga mengurangi infeksi jamur *A. flavus*. Ternyata infeksi jamur lebih tinggi pada biji yang rusak sehingga kontaminasi aflatoksin juga lebih tinggi dibanding dengan biji yang utuh meskipun keduanya diinokulasi dengan larutan spora jamur (Echandi, 1987).

Pengambilan sampel jagung juga dilakukan di tingkat pedagang pasar di Bangkalan, Burneh, dan Tanah Merah. Cemaran aflatoksin pada jagung yang diambil di pedagang ini sangat bervariasi dari tidak terdeteksi sampai sekitar 338 ppb. Mengingat bahwa jagung di daerah Madura lebih banyak digunakan untuk konsumsi manusia, maka tingginya cemaran aflatoksin di tingkat pedagang ini cukup memprihatinkan.

### **Tingkat cemaran aflatoksin secara umum**

Ringkasan data tentang cemaran aflatoksin jagung secara keseluruhan (petani, pengumpul dan pedagang) disajikan pada Tabel 5. Dari 115 sampel yang diambil, 27 sampel (23%) tidak terdeteksi aflatoksin, sedang 48 sampel (42%) dengan cemaran aflatoksin < 20 ppb, 26 sampel (23%) dengan cemaran 20 – 100 ppb, dan 14 sampel (12%) dengan cemaran > 100 ppb. Enam sampel memiliki cemaran aflatoksin > 300 ppb, dengan cemaran tertinggi adalah sekitar 350 ppb.

Sampel yang diperoleh dari petani memiliki tingkat cemaran aflatoksin yang bervariasi mulai dari tidak terdeteksi sampai dengan >300 ppb. Dari 70 sampel yang diuji, 21 di antaranya tidak terdeteksi aflatoksinya, namun demikian enam sampel memiliki cemaran >100 ppb, bahkan tiga diantaranya memiliki cemaran >300 ppb. Cemaran di tingkat petani yang sangat tinggi ini sangat memprihatinkan, karena cemaran ini diperkirakan masih akan meningkat apabila saat disimpan sebelum dipasarkan jagung tidak mendapatkan perlakuan yang tepat.

Informasi dari pengamatan di lapang dan wawancara menunjukkan bahwa petani pada umumnya melakukan praktek produksi jagung yang kurang tepat. Kurang optimalnya masukan pupuk dan minimnya pengendalian hama dan penyakit menyebabkan jagung tidak tumbuh dengan optimal dan mudah terserang penyakit dan infeksi jamur. Biji jagung hibrida dengan klobot yang tidak menutupi seluruh tongkol jagung merupakan peluang pertama infeksi jamur yang terjadi di lapangan, khususnya apabila biji yang tidak tertutup ini terserang hama. Namun demikian sebenarnya secara genotip, tidak ada korelasi antara varietas (hibrida dan bukan hibrida) dengan infeksi jamur *A. flavus* (Anguiano dan Guzman de Pena, 1987).

Kandungan aflatoksin pada pengumpul dan pedagang juga sangat bervariasi. Dari 45 sampel yang diambil, terdapat enam sampel dengan aflatoksin tidak terdeteksi, 13 sampel <20 ppb, 18 sampel 20 – 100 ppb dan selebihnya (8 sampel) memiliki tingkat cemaran >100 ppb (Tabel 5). Sampel dari pengumpul dan pedagang yang memiliki cemaran >300 ppb ada tiga sampel. Pengumpul dan pedagang dengan cemaran sangat rendah atau bahkan tidak terdeteksi melakukan pemisahan jagung yang baik dan kurang baik. Sampel dengan cemaran aflatoksin rendah diperoleh dari sampel yang berkualitas baik. Pada umumnya pengumpul dan pedagang tidak melakukan praktek pengeringan dan penyimpanan yang baik. Proses

pengeringan dilakukan di lapangan yang kebersihannya tidak dijaga dengan baik, demikian pula mereka pada umumnya tidak mengatur kondisi ruangan penyimpanan dengan tepat. Ruangan yang lembab dapat meningkatkan kadar air jagung yang telah kering dan menyebabkan jamur tumbuh dengan subur dan menghasilkan aflatoksin.

Dari hasil survei dan uji aflatoksin dapat disimpulkan bahwa praktek produksi jagung yang kurang baik dapat memberi peluang terhadap tingginya cemaran aflatoksin. Rekomendasi cara bercocok tanam yang tepat, pengeringan hingga yang tidak boleh ditunda, pengeringan hingga kadar air biji mencapai 13% dan penyimpanan pada ruangan yang kering dan bersih ini perlu disampaikan untuk petani, pengumpul dan pedagang. Demikian pula insentif bagi petani, pengumpul dan pedagang yang mampu mempertahankan kebersihan biji dari infeksi jamur *A. flavus* dan cemaran aflatoksin perlu digalakkan.

### Kesimpulan

1. Praktek produksi jagung di Propinsi Jawa Timur belum dilaksanakan dengan baik, terutama pertimbangan terhadap berkembangnya cemaran jamur. Hal ini ditandai dengan tingginya cemaran aflatoksin di tingkat petani, pengumpul ataupun pedagang.

2. Uji aflatoksin pada 70 sampel jagung yang diambil di tingkat petani menunjukkan bahwa 30% jumlah sampel tidak terdeteksi aflatoksinya; 50% dengan cemaran aflatoksinya <20 ppb, 11% dengan 20 – 100 ppb, dan 9% dengan cemaran > 100 ppb. Cemaran tertinggi pada tingkat petani adalah 353 ppb.
3. Dari 45 sampel jagung yang diambil dari pengumpul dan pedagang, 13% kandungan aflatoksinya tidak terdeteksi, 29% dengan konsentrasi < 20 ppb, 40% berkisar antara 20 – 100 ppb, sedang 18% memiliki cemaran > 100 ppb. Cemaran tertinggi adalah 340 ppb.
4. Diperlukan suatu tindakan yang nyata dari pemerintah, instansi atau badan swasta terkait untuk melakukan sosialisasi terhadap resiko bahaya yang timbul akibat mengkonsumsi aflatoksin yang tercemar pada makanan, pengendalian cemaran aflatoksin selama produksi bahan pangan atau makanan ataupun terhadap berlakunya regulasi yang telah ada.

### Ucapan Terima kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Badan Ketahanan Pangan (BKP) Propinsi Jawa Timur yang telah mendanai penelitian ini.

Tabel 1. Cemaran aflatoksin dan jamur pada jagung di Kabupaten Malang (Mold and aflatoxin contaminations on corn in Malang district)

	Kecamatan	Desa	Variety	Aflatoksin (ppb)			Water Content (%)	% Infected bean*
				Farmer	Collector	Trader		
1	Singosari	Dengkol	Lokal	3.75			14.06	100 (0)
2		Dengkol	Lokal	12.48			14.65	100 (0)
3		Dengkol	Lokal	16.25			14.28	100 (0)
4		Dengkol	Lokal	16.83			14.63	100 (0)
5		Dengkol	Lokal	20.46			13.65	100 (0)
6		Gondorejo				7.24	**	100 (0)
7		Pagetan					16.89	**
8	Bantur	Sumber Rejo	P-2	11.70			14.19	100 (7)
9		Rejoyoso	Bisi-2	12.30			13.80	100 (4)
10		Rejoyoso	Bisi-2	17.70			12.60	100 (10)
11		Sumber Rejo	P-2	18.24			14.98	100 (0)
12		Tlekung	P-11	19.72			12.76	100 (0)
13		Rejoyoso				19.90	13.60	100 (24)
14		Wonokerto				9.63	13.94	100 (4)
15		Wonokerto				0	14.70	
16		Wonokerto				0	14.65	100 (7)
17		Wonokerto				37.23	12.92	20 (7)
18		Wonokerto				31.71	16.95	
19		Wonokerto					0	14.47
20		Wonokerto					33.73	**

21	Kalipare	Ngembul	Lokal	0			19.41	100 (0)
22		Ngembul	Lokal	7.91			14.50	100 (4)
23		Ngembul	P-11	17.85			18.05	100 (4)
24		Sumber Maron	Lokal	18.86			20.84	100 (0)
25		Sumber Maron	P-11	20.04			14.68	100 (0)
26		Kaliasem		0			14.16	100 (7)
27		Pohjejer		352.69			30.71	100 (97)
28		Kalipare		0			13.70	100 (0)
29		Kalipare		81.06			11.35	
30		Sumber Petung		195.00			22.17	100 (100)
31		Sukowilangun		0			15.24	
32		Kalipare			340.83		14.31	100 (64)
33		Poh Jejer			0		13.50	34 (4)
34		Poh Jejer				77.48	**	100 (14)
35		Kalipare				28.32	13.19	
36		Kalipare				0	14.90	

\* Dalam kurung adalah % biji tercemar jamur aflatoksinogenik

\*\* Kadar air tidak dianalisa

Tabel 2. Cemarkan aflatoksin dan jamur pada jagung di Kabupaten Tuban  
(Mold and aflatoxin contamination on corn in Tuban district)

	Kecamatan	Desa	Variety	Aflatoksin (ppb)			Water Content (%)	% Infected bean*
				Farmer	Collector	Trader		
1	Semanding	Gedong Ombo	P-11	0			26.76**	100 (4)
2		Widangan	P-11	0			26.26**	100 (4)
3		Widangan	Bisi-5	0			24.74**	100 (27)
4		Widangan	Bisi-5	2.69			21.39**	100 (0)
5		Widangan	P-7	6.37			29.80**	100 (0)
6		Tunah			9.01		15.14	100 (14)
7		Gedong Ombo				3.48	13.52	100 (20)
8	Kerek	Temayang	Lokal	0			16.04	100 (0)
9		Temayang	P-7	1.00			13.82	100 (0)
10		Temayang	P-7	2.45			15.99	100 (0)
11		Temayang	P-7	2.92			21.10**	100 (4)
12		Temayang	P-11	3.05			14.83	100 (7)
13		Sumberarum			191.25		17.12	100 (50)
14		Kerek				3.02	15.74	100 (0)
15		Kerek				193.89	16.69	100 (77)
17	Montong	Montong Sekar	P-7	4.12			17.15	100 (0)
18		Pucangan	Bisi-5	6.62			17.45	100 (17)
20		Pucangan	Lokal	196.85			16.61	100 (4)
16		Montong Sekar	Bisi-2	0				100 (4)
21		Montong Sekar	Bisi-2	213.11			16.01	100 (100)
19		Pucangan	Lokal	13.84			13.42	100 (0)
22		Pucangan	Lokal	332.07			17.16	100 (97)
23		Montong			227.03		16.36	100 (100)
24		Pucangan				29.12	15.24	100 (4)

\* Dalam kurung adalah % biji tercemar jamur aflatoksinogenik

\*\* Kadar air dianalisa setelah dipanen

Tabel 3. Cemaran aflatoksin dan jamur pada jagung di Kabupaten Kediri  
(Mold and Aflatoxin contamination on corn in Kediri district)

No	Kecamatan	Desa	Type of Seed	Aflatoksin (ppb)			Water Content (%)	% Infected Seed*	
				Farmer	Collector	Trader			
1	Pare	Palem	Bisi-2	0			30.96	100 (0)	
2		Palem	C-7	0			28.87	100 (0)	
3		Pare					15.18	15.43	100 (0)
4	Banyakan	Babatan	Bisi-2	2.98			26.30	100 (0)	
5		Babatan	Bisi-2	0			19.70	100 (0)	
6		Tiron	Bisi-2	0			33.26	100 (4)	
7		Manyaran	P-11	17.88			31.32	100 (84)	
8		Manyaran	Bisi-2	0			33.19	100 (0)	
9		Ngesong				118.50		13.28	100 (0)
10		Tiron					15.84	13.96	100 (7)
11	Plemahan	Tegowangi	P-7	0			28.62	100 (0)	
12		Centong/ Langenharjo	C-7	0			31.62	100 (0)	
13		Langnharjo	P-8	0			28.70	100 (0)	
14		Mejono	Bisi-2	0			30.34	100 (0)	
15		Ngino	C-7	0			31.38	100 (7)	
16		Wonokerto					77.28	14.66	100 (4)
17	Papar	Kedung Malang	Bisi-2	0			25.53	100 (4)	
18		Papar	P-13	22.20			34.40	100 (0)	
19		Dawuan Kidul	C-7	83.25			30.71	100 (100)	
20		Peh Kulon	Bisi-2	0			24.91	100 (0)	
21		Mediunan	Bisi-2	310.98			29.73	100 (100)	
22		Wonokerto				176.36		13.00	100 (64)

\* Dalam kurung adalah % biji tercemar jamur aflatoksigenik

Tabel 4. Cemaran aflatoksin dan jamur pada jagung di daerah Madura  
(Mold and Aflatoxin contamination on corn in Madura)

	Kecamatan	Desa	Type of Seed	Aflatoksin (ppb)			Water Content (%)	% Infected Seed*
				Farmer	Collector	Trader		
1	Lenteng	Lembung Timur	Lokal	14.57			15.97	100 (0)
2		Lembung Timur	Lokal	15.05			14.62	100 (0)
3		Lembung Timur	Lokal	8.07			14.30	100 (0)
4		Lembung Timur	Lokal	2.72			15.13	100 (0)
5		Lembung Timur		4.57			14.82	100 (0)
6		Lenteng				12.85		15.72
7	Saronggi	Saronggi	Lokal	33.96			16.61	100 (84)
8		Saronggi	Lokal	7.10			16.72	100 (0)
9		Saronggi	Lokal	16.90			15.55	100 (0)
10		Saronggi	Lokal	22.35			16.21	100 (7)
11		Saronggi	Lokal	15.80			14.92	100 (0)
12		Saronggi				18.51		15.17



13	Bluto	Blumbungan	Lokal	15.00	17.32	100 (0)	
14		Blumbungan	Lokal	5.69	14.90	100 (0)	
15		Blumbungan	Lokal	8.75	15.07	100 (7)	
16		Blumbungan	Lokal	14.50	14.29	100 (4)	
17		Blumbungan		21.00	18.84	100 (4)	
18	Bangkalan				79.31	12.16	
19					77.12	11.19	100 (10)
20					337.32	11.29	100 (90)
21					20.39	12.19	
22					25.02	11.89	
23					45.12	11.95	100 (4)
24					319.10	11.34	100 (34)
25					50.39	11.92	
26	Burneh				3.21	11.44	
27					0	12.12	100 (7)
28					38.55	11.57	
29					70.53	11.73	
30	Tanah merah				81.50	11.69	
31					18.12	11.48	100 (10)
32					35.93	12.02	100 (0)
33					65.54	12.16	

\* Dalam kurung adalah % biji tercemar jamur aflatoksigenik

Tabel 5. Data cemaran aflatoksin pada petani, pengumpul dan pedagang di Propinsi Jawa Timur (Aflatoxin contamination on corn obtained from farmer, collector and trader)

Kabupaten	Kecamatan	Number of sample				
		Analyzed	Not Detected	< 20	20-100	>100
Malang	Singosari	7 (5)*	0	6 (4)	1 (1)	
	Bantur	13 (5)	3	7 (5)	3	
	Kalipare	16 (11)	6 (4)	3 (3)	4 (2)	3 (2)
Tuban	Semanding	7 (5)	3 (3)	4 (2)		
	Kerek	8 (5)	1 (1)	5 (4)		2
	Montong	9 (7)	1 (1)	3 (3)	1	4 (3)
Kediri	Pare	3 (2)	2 (2)	1		
	Banyakan	7 (5)	3 (3)	3 (2)		1
	Plemahan	6	5 (5)		1	
	Papar	6 (5)	2 (2)		2 (2)	2 (1)
Madura	Lenteng	6 (5)		6 (5)		
	Saronggi	6 (5)		4 (3)	2(2)	
	Bluto	5 (5)		4 (4)	1(1)	
	Bangkalan	8			6	2
	Burneh	4	1	1	2	
	Tanah Merah	4		1	3	
Jumlah		115 (70)	27 (21)	48 (35)	26 (8)	14 (6)
			23% (30%)	42% (50%)	23% (11%)	12% (9%)

\* Dalam kurung adalah jumlah sampel yang diperoleh dari petani, sebagai contoh : 7 adalah sampel yang diambil dari petani, pengumpul dan pedagang, sedang (5) adalah sampel dari petani

## VII. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1993. ACIAR no 8806. Annual Report 1992-1993.
- Anguiano, R.G.L., and D. Guzman de Pane. 1987. The laboratory response of two maize varieties and three hybrids to two types of aflatoxin-producing *Aspergillus* strains. P.254-259. In M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds.). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- Diperta Jatim (Dinas Pertanian Tanaman Pangan Propinsi Daerah Tingkat I Jawa Timur). 1992. Pengembangan jagung hibrida di Jawa Timur. Hlm. 32-38. Dalam A. Kasno, M. Dahlan, Hanudji Ps. dan A. Winarto (peny.), Risalah Lokakarya Produksi Benih Jagung Hibrida. Lokakarya diselenggarakan di Balittan Malang tanggal 14 Februari 1992. Balai Penelitian Tanaman Pangan Malang.
- Echandi, R.Z. 1987. The relationship between aflatoxin formation and kernel damage in Costa Rica maize. P. 167-171. In M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- Janssen, M.M.T., H.M.C. Put, and M.J.R. Nout. Natural Toxins. P. 8-36. In. De Vries, J. (Ed). CRC Press, New York.
- Lillehoj, E.B. 1987. The aflatoxin-in-maize problem: The historical perspective. P. 13-32. M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- McMillan, M.W. 1987. Maize plants resistance to insect damage and associated aflatoxin development. P. 250-253. In M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- Payne, G.A. 1987. *Aspergillus flavus* infection in maize: Silks and kernels. P. 119-129. In M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- Pitt, I.J. dan A.D. Hocking. 1985. Fungi and Food Spoilage. Academic Press. Sydney. 413 hlm.
- Saenong, S. 1988. Teknologi benih jagung. Hlm. 163-184. Dalam Subandi, M. Syam dan A. Widjono. (peny.). Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.
- Sauer, D.B. 1987. Conditions that affect growth of *Aspergillus flavus* and production of aflatoxin in stored maize. P. 41-50. In M.S. Zuber, E.B. Lillehoj and B.L. Renfro (Eds). Aflatoxin in Maize. A Proceeding of the Workshop. CIMMYT. Mexico D.F.
- Subandi dan I. Manwan. 1990. Penelitian dan Teknologi Peningkatan Produksi Jagung di Indonesia. Pusat Penelitian Pengembangan Tanaman pangan. Bogor. 67 hlm.
- Subandi, I.G. Ismail dan Hermanto. 1998. Jagung. Teknologi Produksi dan Pascapanen. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor. 57 hlm.
- Thahir, R., Sudaryono, Soemardi dan Suharmadi. 1988. Teknologi pasca panen jagung. Hlm. 271-308. Dalam Subandi, M. Syam dan A. Widjono (peny.). Jagung,
- Watson, D.H. 1993. Toxicants occuring naturally in food. Hlm. 76-94. Dalam Watson, D.H. (ed). Ellis Horwood. New York.
- Winarno, F.G. 1988. Teknologi pengolahan jagung. Hlm. 309-348. Dalam Subandi, M. Syam dan A. Widjono (peny.) Jagung. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor.