

Peranan mikotoksin dalam industri makanan ternak¹⁾

SUKARDI HASTIONO

Balai Penelitian Penyakit Hewan, Bogor

RINGKASAN

Dalam rekomendasi khusus konperensi mikotoksin yang diselenggarakan di Nairobi Kenya tahun 1977, antara lain ditekankan perlunya peningkatan usaha mencegah berkembangnya mikotoksin, baik pada bahan pangan maupun pakan dan produk-produknya, di samping pengawasan dan pengendalian yang ketat terhadap pencemaran mikotoksin kemudian merupakan masalah dunia yang penting dan harus ditangani secara bertanggungjawab mulai dari jalur petani ke perusahaan sampai jalur perusahaan ke konsumen. Bagi negara-negara tropik seperti Indonesia, penanganan secara ber-sungguh-sungguh perlu diperhatikan, jika tidak menghendaki akibat-akibat negatif daripadanya.

Ergotismus merupakan mikotoksikosis pertama dilaporkan disebabkan oleh cendawan *Claviceps purpurea* pada tahun 1711, dan komponen toksik ergot itu telah diketahui sebagai alkaloida dalam tahun 1875 (Kadis *et al.*, 1972; FAO/WHO/UNEP. 1977-b). Setelah itu, para sarjana Jepang sekitar tahun 1891 mulai tertarik pada toksisitas kapang yang tumbuh pada padi sebagai penyebab "yellow rice", sementara para penemu Rusia sibuk dan terlibat dengan penyebab stakibotriotoksikosis pada kuda sekitar tahun 1924. Sarjana Amerika pun dalam tahun 1913 sudah dapat menyimpulkan bahwa produk pertumbuhan cendawan pada substrat itulah yang menjadi penyebab penyakit (Ciegler *et al.*, 1971; Kadis *et al.*, 1972).

Dalam 2 - 3 dasawarsa terakhir masalah mikrotoksin ini kemudian semakin meluas dan menjadi masalah dunia, terlebih-lebih sejak kejadian aflatoksikosis (keracunan aflatoksin) yang pertama dilaporkan pada

Mikotoksin itu sendiri merupakan penamaan umum bagi produk-produk toksin dari cendawan dalam proses perombakan substrat, dan sebagai pencemar hasil-hasil pertanian, terutama serelia dan kacang-kacangan, mikotoksin ini selalu ditemukan di dalamnya.

Beberapa hasil penelitian yang dilaporkan oleh Departemen Kesehatan RI menyebutkan tingginya kadar aflatoksin dalam bahan pangan tertentu. Kadar itu menjadi lebih tinggi melampaui kadar minimum yang diperbolehkan untuk konsumsi, apabila cara-cara penyimpanan dan penanganannya tidak diperhatikan.

kalkun di Inggris tahun 1960, yang dikenal sebagai "turkey 'X' disease" (Goldblatt, 1969; Ainsworth dan Austwick, 1973). Masalah pencemaran aflatoksin, khususnya pada pangan/pakan dan produk pertanian lainnya yang akan dikonsumsi baik oleh manusia maupun hewan ternak kemudian ramai menjadi bahan pembicaraan, sama ramainya dengan pembicaraan masalah pencemaran lingkungan itu sendiri oleh berbagai bahan pencemar (polutan), seperti asap dan sampah industri di perkotaan, tumpahan minyak dan zat kimia di perairan dan sebagainya. Berbagai jenis cendawan yang mungkin menjadi sumber penghasil mikotoksin kemudian banyak dipelajari dan diteliti. Tak ketinggalan pula terhadap usaha-usaha pengawasan dan pengendaliannya. Suatu hubungan sebab-akibat antara konsumsi aflatoksin dengan perkembangan kanker hati telah pula diteliti sekurang-kurangnya pada delapan jenis hewan, termasuk bangsa kera yang sangat dekat hubungan genetiknya

1) Makalah yang disajikan dalam Seminar Penelitian Peternakan, Cisarua, Bogor, 24 - 26 Maret 1981.

dengan manusia (Coldblatt, 1969; FAO/WHO/UNEP. 1977-a dan 1977-1).

Alasan-alasan itulah agaknya yang menyebabkan badan-badan internasional seperti FAO, WHO dan UNEP menyelenggarakan konferensi internasional mengenai mikotoksin yang pertama di Nairobi Kenya, pada tahun 1977, yang diikuti oleh hampir semua negara anggota PBB.

Peranan mikotoksin kemudian menjadi penting dan merugikan dalam dua aspek, yakni aspek kesehatan dan toksikologik yang dapat menimbulkan berbagai mikrotoksikosis, dan aspek ekonomik dan niaga yang sangat merugikan karena mencemari berbagai hasil pertanian (FAO/WHO/UNEP. 1977-1).

Dalam tulisan ini dibahas aspek yang kedua saja, atas dasar pemikiran bahwa industri pakan di Indonesia saat ini sedang maju dan berkembang, sehingga hal itu perlu mendapat perhatian sungguh-sungguh.

MIKOTOKSIN DAN CENDAWAN PENGHASIL MIKOTOKSIN

Berbagai jenis cendawan, khususnya kapang dalam pertumbuhannya pada substrat, menghasilkan berbagai metabolit seperti pigmen, toksin dan antibiotika yang mempunyai fungsi biologik (Ainsworth, 1971; FAO/WHO/UNEP., 1977-k).

Toksin yang dihasilkan cendawan toksigenik ini secara umum disebut *mikotoksin*, dan apabila dikonsumsi oleh manusia dan hewan, akan menimbulkan dua macam gangguan keracunan yakni:

- 1) *misetismus*, apabila jamur beracun termakan atau sengaja dimakan;
- 2) *mikotoksikosis*, apabila bahan pangan/pakan dan produk pertanian lainnya terkontaminasi cendawan toksigenik, atau tanaman yang berpenyakit cendawan fitopatogenik dikonsumsi.

Menurut Austwick (1973) cendawan toksigenik penghasil mikotoksin ini dapat berupa cendawan saprofitik atau patogenik. Toksisitas mikotoksin pun bervariasi, mulai dari yang hanya sebagai penekan pertumbuhan mikro-organisme tertentu sampai kepada yang mematikan makhluk dan bersifat karsinogenik seperti aflatoksin misalnya.

Mikotoksin sebagian besar dihasilkan oleh *Aspergillus* sp., *Penicillium* spp. dan *Fusarium* spp. Cendawan lainnya tidak begitu potensial menghasilkan mikotoksin. Hal ini telah dibuktikan oleh Scott dengan percobaannya pada tahun 1965 (Goldblatt, 1969) melalui pemberian pakan yang sengaja dicemari berbagai isolat cendawan berasal dari sereal dan kacang-kacangan kepada anak-anak itik. Dari isolat-isolat itu, 46 galur di antaranya (terdiri atas 22 spesies) ternyata toksigenik dan mematikan anak-anak itik tersebut. Dari 46 galur cendawan toksigenik itu, 27 galur di antaranya adalah *Aspergillus* spp., 12 galur *Penicillium* spp., 4 galur *Fusarium* spp., 2 galur *Paecilomyces* spp. dan 1 galur *Trichothecium* spp.

Tabel 1 memperlihatkan gambaran mengenai macam mikotoksin dan jenis cendawa yang menghasilkannya (Ciegler *et al.*, 1971; Kadis *et al.*, 1971; FAO/WHO/UNEP. 1977-C). Dari tabel itu jelas bahwa suatu spesies cendawan dapat menghasilkan lebih dari satu jenis mikotoksin, dan suatu jenis mikotoksin dapat dihasilkan oleh beberapa spesies cendawan.

Sementara itu Culvenor (1974) telah menginventarisasi genus-genus cendawan yang spesiesnya toksik (Tabel 2). Dalam daftar ini hanya diinventarisasi cendawan penyebab mikotoksikosis saja, dan tidak termasuk Basidiomycotina yang sebagian besar anggotanya terdiri atas jamur-jamur beracun, yang merupakan penyebab misetismus.

1. PENCEMARAN MIKOTOKSIN DAN MASALAHNYA

Peran mikotoksin yang merugikan dapat dilihat dari dua aspek, yaitu:

- a) aspek kesehatan dan toksikologik, berupa mikotoksikosis akut sampai timbulnya kanker hati khronis pada manusia dan hewan yang makan bahan pangan/pakan yang tercemar mikotoksin;
- b) aspek ekonomik dan niaga, berupa perubahan-bahan fisik, kimiawi dan lain-lain pada bahan pangan/pakan dan hasil pertanian lainnya, sehingga tak dapat dimanfaatkan lagi.

Secara umum pertumbuhan cendawan pada bahan pangan/pakan dan hasil-hasil pertanian lainnya akan mengubah secara fisik terhadap bau, rasa dan mutunya. Walaupun dalam beberapa hal perubahan-perubahan ini diperlukan, misalnya pada proses pembuatan kiju untuk memperoleh bau, rasa dan aroma yang enak, namun dalam banyak hal berakibat negatif, misalnya menyebabkan bau dan rasa yang tidak enak dan busuk. Di samping itu dihasilkan juga mikotoksin yang justru mencemari hasil-hasil pertanian tadi (Goldblatt, 1969; FAO/WHO/UNEP. 1977-b).

Pengaruh Mikotoksin Pada Ternak

Dari sekian banyak mikotoksin yang berhasil diasingkan (Tabel 1), yang secara nyata banyak ditemukan pada komoditi pertanian dan dapat berakibat toksikosis pada ternak ialah *aflatoksin*, *zearalenon*, *okratoksin*, *trikoteken*, *sitrinin*, *patulin*, *asam penisilik* dan *alkaloida ergot* (Goldblatt, 1969; Aisnworth, 1971; Ciegler *et al.*, 1971; Kadis *et al.*, 1971; FAO/WHO/UNEP. 1977-b) dengan kekhususan masing-masing sebagai berikut :

- a) *Aflatoksin*. Terdiri atas aflatoksis B₁ (terbanyak), B₂, G₁, G₂ dan beberapa lainnya. Toksisitasnya akut dan dapat mematikan itik (paling peka), kalkun, ayam dan unggas lain. Pada mamalia seperti babi dan sapi, kerugiannya bervariasi, mulai dari pengurangan berat badan, efisiensi makanan dan gangguan histopatologik yang ringan sampai kepada pembentukan kanker hati yang berat. Pengaruh sekunder pada ayam berupa peningkatan kepekaan terhadap penyakit menular.
- b) *Zearalenon*. Menimbulkan gejala estrogenik pada babi (paling peka), sapi, ayam dan kalkun. Pada babi gejalanya berupa pembengkakan vulva, uterus dan kelenjar susu beserta putingnya; dapat pula terjadi prolapsus vagina dan atrofi ovarium. Toksikosis pada babi bunting berakibat lahir mati, atau mati muda, atau beranak sedikit, sedangkan pada pejantan muda berefek kebetina-betinaan (*feminizing effect*) berupa testes mengalami atrofi dan kelenjar susu membesar. Pada kalkun berakibat pembengkakan dubur sampai prolapsus kloaka, sedangkan pada ayam petelur menurunkan mutu kulit kerabang.
- c) *Okratoksin*. Terdiri atas okratoksin A dan B. Okratoksin A (paling banyak) menimbulkan kerusakan ginjal pada babi, anjing, itik, ayam dan tikus mencit. Pada babi digejalai dengan besar (*diuresis*), banyak minum (polidipsi) dan penurunan berat badan. Pada ayam ditemukan kelambatan dewasa kelamin dan penurunan produksi telur. Pada toksikosis yang lebih parah terjadi kerusakan ginjal dan hati, dan berakhir dengan kematian. Toksin ini menimbulkan pula residu pada jaringan tubuh hewan potong.

- d) *Trikoteken*. Mikotoksin ini banyak jenisnya, di antaranya ada enam jenis yang potensial terdapat pada komoditi pertanian, Toksin T-2 paling banyak berperan, bekerja menekan pertumbuhan badan, menimbulkan penyakit dan kematian pada babi, sapi dan unggas. Pada babi menimbulkan muntah, ulkus nekrotik pada moncong dan mulutnya. Pada sapi berakibat perdarahan ekstensif pada mukosa seluruh visera sampai mematikan-nya dan meningkatkan frekuensi keguguran. Pada ayam dan kalkun timbul luka-luka pada paruh dan lidah dan tekak, produksi telur menurun serta kulit kerabang menipis.
- e) *Sitriinin*. Toksikosis oleh sitriinin merusak ginjal pada babi dan ternak lain.
- f) *Patulin*. Toksin ini bersifat karsinogenik pada tikus dengan terbentuknya sarkoma di tempat suntikan.
- g) *Asam penisilik*. Bersifat karsinogenik pada hewan-hewan percobaan dengan timbulnya tumor yang secara eksperimental dapat ditransplantasikan.
- h) *Alkaloida ergot*. Menimbulkan efek kontraktil pada sistem peredaran darah dan uterus yang berakibat keguguran pada sapi dan gangrena pada tungkai dan ujung ekor. Efek sampingannya berupa kekacauan pada sistem pencernaan, hipersensitivitas, inkoordinasi otot, peningkatan sekresi kelenjar dan percepatan denyut nadi.

Pencemaran mikotoksin pada produk pertanian

Komoditi pertanian yang dapat dicemari mikotoksin penting dapat dilihat pada Tabel 3, dan masing-masing komoditi itu dapat dicemari oleh satu atau lebih mikotoksin yang jumlah dan konsentrasinya ber-

variasi seperti terlihat pada Tabel 4 (FAO/WHO/UNEP., 1977-d).

Mikotoksin-mikotoksin tersebut umumnya dapat terbentuk dari cendawan toksigenik yang memproduksinya pada kelembaban antara 9 - 25% dan temperatur antara 4 - 42°C (Ciegler *et al.*, 1971; FAO/WHO/UNEP. 1977-e).

Peristiwa kontaminasi mikotoksin tersebut sudah terjadi sejak dari saat tanaman tumbuh di sawah atau ladang, pemanenan hasilnya, pengeringan dan penjemuran, penyimpanan, pengangkutan atau pengolahan komoditi tersebut menjadi produk lainnya (FAO/WHO/UNEP. 1977-j). Persyaratan umum untuk pertumbuhan cendawan toksigenik itu pada komoditi pertanian adalah udara hangat dan lembab (Goldblatt, 1969; FAO/WHO/UNEP. 1977-e). Serangga-serangga kecil yang merusak dan menjadi hama komoditi pertanian merupakan pembuka infeksi, karena hama itu bertindak sebagai pembawa cendawan tadi (FAO/WHO/UNEP. 1977-j).

Kerugian ekonomi akibat mikotoksin

Kerugian ekonomi akibat konsumsi mikotoksin pada hewan dapat diketahui dari jumlah korban, misalnya babi di Jerman akibat konsumsi jawawut (*barley*) dari Amerika Serikat, aflatoksikosis di Inggris yang menghancurkan 100.000 kalkun akibat konsumsi bungkil kacang tanah asal Brazil, kematian 14.000 anak itik dan 5000 unggas lainnya oleh sebab-sebab yang sama. Kejadian-kejadian di atas hanya merupakan kejadian kecil yang sempat dicatat dan dilaporkan (Goldblatt, 1969; FAO/WHO/UNEP. 1977-d).

Sementara itu, kerugian ekonomi yang langsung mengenai komoditi pertaniannya sendiri sangat rumit. Laporan-laporan tertulis mengenai hal itu sangat terbatas dan

kebanyakan bersifat kualitatif. Penelaahan-penelaahan pun kebanyakan tidak lengkap dan terbatas pada aflatoksin saja, sehingga sangat sulit untuk menyatakan kerugian ekonomi itu secara komprehensif. Belum lagi yang menyangkut biaya-biaya penanggulangan dan pengendaliannya (FAO/WHO/UNEP. 1977-d).

Tabel 5 memperlihatkan macam dan bentuk kerugian itu secara umum yang berkaitan dengan kontaminasi komoditi pertanian oleh mikotoksin. Menurut perkiraan (FAO/WHO/UNEP. 1977-d) lebih dari 1 milyar ton tanaman pertanian penting yang dihasilkan di daerah-daerah penghasil utama dunia terancam oleh kontaminasi mikotoksin. Mungkin suatu nilai ekspor lebih dari 16 milyar dolar Amerika akan terbang sia-sia. Tabel 6 lebih memperjelas jumlah kerugian itu.

Masalah mikotoksin di Indonesia

Komoditi pertanian yang dapat dikontaminasi oleh mikotoksin dan banyak digunakan dalam industri pakan di Indonesia adalah jagung, padi, sorghum, bungkil kacang tanah, bungkil kelapa, kacang kedelai, kacang hijau beserta bungkilnya, ubi kayu dan produk-produknya, ubi jalar, kentang, tepung ikan dan sebangsanya.

Kadar aflatoksin dalam jagung pernah ditemukan sampai 12.500 *ppb* miktogram per kilogram bahan, walaupun sebagian besar dilaporkan di bawah 1.000 *ppb*. Di Indonesia dilaporkan tak ditemukan aflatoksin pada contoh jagung yang diperiksa. Pada padi kadar aflatoksin relatif rendah, di Filipina di bawah 20 *ppb* dan di Indonesia pernah ditemukan 15 *ppb* aflatoksin G₁. Sementara itu, pada kacang tanah dan bungkilnya di Indonesia masing-masing dite-

mukan 180 *ppb* dan 126 *ppb* aflatoksin B₁ dan 353 *ppb* dan 174 *ppb* aflatoksin C₁. Kadar pada bungkil kacang tanah itu turun apabila telah mengalami fermentasi, misalnya dijadikan oncom. Di tangan para pedagang, kadar aflatoksin pada kacang tanah tinggi, khususnya pada pedagang pengecer, yaitu sampai 4.100 *ppb* aflatoksin B₁ dan 460 *ppb* aflatoksin C₁. Ikan asin dilaporkan pula mengandung 5 *ppb* aflatoksin B₁ (FAO/WHO/UNEP. 1977-b dan 1977-d).

Muhilal *et al.* (1971) dan Rudjito *et al.* (1972) menyebutkan bahwa kacang tanah mengandung aflatoksin 40 - 4 100 *ppb* dan bungkilnya 760 *ppb* (kadar tertinggi di Bogor) atau 99 - 333 *ppb* untuk kadar rata-rata di Bandung. Angka-angka tersebut beberapa kali lebih tinggi dari kadar aflatoksin dalam bahan pangan yang diizinkan dikonsumsi, yang menurut *The American and Canadian Food and Drug Administration* sebesar 40 - 50 *ppb* (Muhilal *et al.*, 1971), sedangkan menurut *Protein Advisory Group* dari FAO-WHO-UNICEF adalah sebesar 30 *ppb* (Muhilal *et al.*, 1971; FAO/WHO/UNEP. 1977-f). Goldblatt (1969) mengemukakan bahwa kadar aflatoksin minimum dalam pakan yang mampu menimbulkan kerusakan pada hati anak-anak itik umur sehari adalah 30 *ppb*.

Kenyataan-kenyataan di atas memberi gambaran, bahwa bahan pangan yang mengandung bungkil kacang tanah dikhawatirkan mengandung aflatoksin yang cukup membahayakan. Disimpulkan bahwa makin lama kacang tanah atau bungkilnya disimpan, khususnya dalam kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan *Aspergillus flavus*, kadar itu semakin meningkat (Muhilal *et al.*, 1971; Muhilal dan Rujito, 1971; Rudjito *et al.*, 1972).

Suripto *et al.* (1980) melaporkan bahwa pakan yang diberikan pada itik-itik di Indonesia secara teratur terkontaminasi aflatoksin, dan kasus aflatoksikosis ditemukan pula pada itik. Dalam pada itu Hastiono (1977-a) pernah melaporkan adanya pakan itik berasal dari kasus aflatoksikosis yang berpopulasi *Aspergillus flavus* sangat tinggi.

Berdasarkan ketentuan batas tertinggi kadar aflatoksin yang diizinkan dikonsumsi manusia Masyarakat Ekonomi Eropa (MEE) memberikan batas toleransi tertinggi aflatoksin B₁ bagi pakan seperti terlihat pada Tabel 7 (FAO/WHO/UNEP. 1977-d).

PENANGANAN MASALAH MIKOTOKSIN

Masalah mikotoksin yang rumit ini perlu ditangani secara bersungguh-sungguh, mulai dari tingkat petani, kemudian perusahaan dan akhirnya konsumen. Ini berarti bahwa penanganan itu harus sudah dimulai sejak dari penyemaian tanaman di lapangan sampai kepada pengolahan menjadi bahan pangan dan pakan yang siap dikonsumsi (FAO/WHO/UNEP. 1977-e).

Oleh karena itu, konperensi mikotoksin di Nairobi menggarisbawahi penanganan masalah mikotoksin ini dengan menitikberatkan pada usaha penanggulangan dan pengendaliannya dengan merumuskan rekomendasi khusus untuk memberikan prioritas pada pencegahan perkembangan mikotoksin, pengawasan dan pengendalian kontaminasi dan program latihan, penyuluhan dan penelitian.

Pencegahan berkembangnya mikotoksin

Untuk langkah ini diperlukan seperangkat tindakan sejak dari tumbuhan itu belum dapat menghasilkan apa-apa sampai kepada hasilnya yang siap dikonsumsi.

Tindakan semacam ini sangat diperlukan, khususnya bagi tanaman yang hasilnya diperoleh dari tanah (*sub-soil crops*) seperti kacang tanah, kentang, ubi, bawang dan sebagainya, karena tanaman demikian mudah terkontaminasi. Kegagalan sudah dapat terjadi bahkan sejak sebelum panen (FAO/WHO/UNEP. 1977-e).

Menurut FAO/WHO/UNEP (1977-e; 1977-j) beberapa langkah penting untuk itu adalah:

- a. *Pada stadium pertumbuhan tanaman di lapangan:* Bertujuan menghindari infeksi cendawan pada tanaman selama masa tumbuh dan pembentukan biji. Tindakannya diarahkan kepada pengawasan terhadap infeksi serangga sebagai pembawa dan pertumbuhan cendawan, di antaranya penggunaan varietas tahan hama dan penyakit, pengelolaan yang baik meliputi pengairan, rotasi pertanaman, penyemaian /penanaman benih menurut jarak tanam yang dianjurkan, pembasmian gulma dan sampah, penanaman dan pemanenan yang tepat waktunya untuk meminimalkan infeksi, pengurangan kerusakan mekanik dan penggunaan pestisida dan fungisida yang tepat dan teruji baik.
- b. *Pada stadium pemanenan dan pengeringan.* Tujuannya melindungi dan mengurangi kemungkinan infeksi cendawan dan pembentukan mikotoksin pada komoditi yang dipanen, meliputi pemanenan pada kematangan penuh, tak menunda pengeringan pasca panen, menghindarkan pembasahan kembali, dan sebelum disimpan komoditi dikeringkan secara tuntas sampai batas kelembaban yang aman.
- c. *Pada stadium penyimpanan.* Tujuan penyimpanan adalah untuk menjaga dan mempertahankan agar komoditi itu tetap

kering dan terlindung dari kerusakan oleh serangga, cendawan dan hama lainnya. Persyaratan itu meliputi struktur gudang penyimpanan yang cukup kering, berventilasi yang baik dan terlindung oleh fumigan, insektisida pelindung atau pestisida anti hama yang baik, temperatur (dianjurkan menggunakan temperatur rendah untuk menekan pembentukan mikotoksin) dan kelembaban nisbi ruangan yang konstan serta komoditi hendaknya bermutu baik.

- d. *Pada stadium pengangkutan.* Tujuannya ialah agar dalam stadium ini, yang kadang-kadang makan waktu berbulan-bulan, tidak terjadi kontaminasi oleh cendawan, serangga dan hama lainnya, atau pembentukan mikotoksin yang meningkat karena adanya perubahan kondisi temperatur dan kelembaban, Termasuk di dalamnya adalah: pengawasan terhadap perubahan kondisi, desinfeksi periodik terhadap alat angkutan yang kosong, dan pengamanan terhadap bahan kemasan yang bocor.
- e. *Pada stadium pengolahan pasca panen.* Dalam stadium pengolahan ini, komoditi selalu dihadapkan pada kondisi yang menguntungkan bagi pertumbuhan cendawan dan kontaminasi mikotoksin. Cara untuk menghindari atau mengurangi resiko ini antara lain: komoditi harus terlindung dari kondisi yang merugikan, proses dehidrasi harus dipercepat, komoditi yang rusak atau menyimpang harus dipisahkan dari yang baik, mikotoksin yang ada harus benar-benar telah inaktif dan jangan sampai terbentuk bahan toksik yang baru.

Pengawasan dan pengendalian kontaminasi mikotoksin

Untuk tujuan ini diperlukan langkah-langkah penanganan berikut (FAO/WHO/UNEP. 1977-g dan 1977-h):

- a. Perlu disusun program pengawasan yang mantap untuk menetapkan kejadian dan stadium kontaminasi mikotoksin pada rantai makanan sejak dari produksi sampai kepada konsumsi melalui prosedur pengambilan contoh (sampling) yang tepat, peralatan laboratorium yang lengkap, tenaga yang terlatih dan metode deteksi yang baik.
- b. Perlu adanya sistem pengendalian pangan nasional yang mapan melalui program bantuan teknik internasional.
- c. Negara-negara (berkembang) yang telah menerapkan saran-saran praktis program ini perlu mendapat bantuan teknis.
- d. Perlu penelaahan terperinci mengenai pemasaran dan distribusi komoditi lokal, nasional ataupun internasional, agar program ini dapat berkembang.
- e. Perlu adanya pengamanan hukum agar komoditi yang terkontaminasi dapat didekontaminasi dengan baik, kemudian dimanfaatkan dan dapat memasuki perdagangan internasional.
- f. Perlu adanya standar referensi yang baik agar program ini dapat disusun rumusan permasalahannya.

Program latihan, penyuluhan dan penelitian

Untuk tujuan ini diperlukan langkah-langkah berikut (FAO/WHO/UNEP. 1977-i):

- a. Program latihan dan pendidikan yang mengarah kepada pencegahan pertumbuhan cendawan dan kontaminasi miko-

toksin pada komoditi bahan pangan/pakan perlu ditunjang dengan: penyediaan fasilitas laboratorium beserta perlengkapannya, khususnya bagi negara-negara produser, memberikan latihan cara-cara penyuluhan, pengawasan, pengamatan dan pengendalian kepada para petugas, termasuk latihan kepada petugas medis dan veteriner dalam hal diagnose mikotoksis.

- b. Agar program ini menjadi efektif, petugas penyuluhan hendaknya dibekali latihan mengenai: prinsip cara bertani yang baik, metode pengelolaan hasil panen yang layak, informasi mengenai hubungan antara mikotoksin dengan kesehatan dan cara pencegahan kontaminasi.
- c. Informasi mengenai penelitian adaptif hendaknya dikumpulkan, diperbanyak dan disebarluaskan ke negara-negara berkembang.
- d. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut untuk membantu merumuskan masalah dan mengurangi kejadian kontaminasi mikotoksin pada bahan pangan/pakan, antara lain menemukan varietas tanaman yang tahan segala kondisi, mengadakan survai untuk memperoleh data mengenai segala aspek yang berhubungan dengan mikotoksin, prosedur sampling dan metode analitik untuk mendeteksi mikotoksin dalam berbagai bahan, dan mengadakan penelitian-penelitian mengenai efek yang merugikan dari mikotoksin pada kesehatan, keadaan lingkungan yang memungkinkan mikotoksin dapat dihasilkan, dan implikasi sosial dan ekonomi dari masalah mikotoksin tersebut.

Penerapan penanganan masalah mikotoksin di Indonesia

Di Indonesia, masalah aflatoksin agaknya lebih menonjol bila dibandingkan dengan

masalah mikotoksin lainnya, meskipun penelitian-penelitiannya masih sangat sedikit. Untuk tahap demikian, perhatian pada masalah aflatoksin ini sebaiknya ditingkatkan, karena kadarnya yang mengkhawatirkan banyak ditemukan pada berbagai bahan pangan (Muhilal *et al.*, 1971; Muhilal dan Rujito, 1971; Rujito *et al.*, 1972).

Dengan berpedoman pada rekomendasi konferensi mikotoksin tersebut di atas, dapat dirumuskan cara-cara penanganan masalah aflatoksin ini dengan menerapkan metode yang sesuai untuk kondisi Indonesia. Dalam kaitannya dengan batas-batas toleransi aflatoksin yang dapat dikonsumsi, konferensi menyarankan tiga kategori berikut (FAO/WHO/UNEP. 1977-g, FAO, 1977a):

- 1) Batas toleransi rendah hendaknya diberikan kepada bahan pangan yang dipergunakan langsung untuk konsumsi manusia.
- 2) Batas toleransi sedang diberikan kepada bahan pakan untuk konsumsi sapi dan ternak perah lain dan pakan starter
- 3) Sedangkan batas toleransi tinggi diberikan kepada bahan pakan untuk semua jenis ternak dan unggas lain di luar jenis ternak di atas.

Dengan berpegang pada ketiga kategori di atas, ketentuan MEE yang menyangkut batas toleransi tertinggi untuk aflatoksin pada pakan (FAO/WHO/UNEP. 1977-d) kiranya dapat dipergunakan sebagai patokan dasar bagi industri pakan di Indonesia.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Beberapa kesimpulan penting, khususnya yang menyangkut industri pakan di Indonesia adalah:

- a. Secara umum masalah mikotoksin dapat diatasi secara bertahap melalui pena-

- nganan yang baik dan berencana, sambil melengkapi fasilitasnya.
- b. Penanganan masalah aflatoxin kiranya perlu mendapat prioritas utama, khususnya melalui cara-cara pencegahan yang mantap.
 - c. Beberapa kriteria mengenai cara-cara penanganan ini dapat dipergunakan dan diterapkan di Indonesia.
 - d. Tindakan-tindakan yang praktis, sederhana dan mudah dimengerti oleh petani sebaiknya diinformasikan seluas-luasnya.
2. Mengingat kondisi iklim di Indonesia sangat menguntungkan bagi pertumbuhan cendawan, maka beberapa saran penting dapat dikemukakan sebagai berikut:
- a. Jangan terlalu lama menyimpan bahan pakan di gudang atau tempat lain, terutama yang berkelembaban tinggi, baik di tingkat petani produsen, perusahaan pakan maupun konsumen (peternak).
 - b. Dalam menyusun pakan hendaknya dipilih komponen yang baik, kering atau berkelembaban rendah dan komponen harus segera diproses.
 - c. Pakan yang sudah siap pakai, baik di tingkat perusahaan maupun konsumen jumlahnya harus disesuaikan dengan kebutuhan dan harus segera dipergunakan/didistribusikan, jangan ditunda atau disimpan lama.
 - d. Apabila pakan terpaksa disimpan di gudang (perusahaan atau konsumen), hendaknya jangan terlalu lama dan diusahakan

kan agar pakan itu habis terpakai sebelum rusak atau diduga rusak.

- e. Pakan atau bahan komponennya yang terlihat rusak atau diduga rusak sebaiknya jangan dipergunakan untuk konsumsi atau proses lainnya, kecuali apabila cara-cara dekontaminasinya telah diketahui dengan baik.

The role of mycotoxins in animal feed industry

SUMMARY

The conference on mycotoxins held in Nairobi Kenya in 1977, put forward specific recommendations for the prevention of mycotoxin development in animal feed and animal feed products, and also for the monitoring of mycotoxin contamination in all agricultural products. Problems caused by mycotoxins are an important world problem and should be handled responsibly by everyone from the farmer to the factory and from the factory to the consumer. This is particularly important in tropical countries, otherwise this problem could easily be come out of control.

The term mycotoxin is the general name for any toxic by-product produced during fungal breakdown of a substrate. Mycotoxins are potential contaminants of many agricultural products, particularly cereals and nuts.

Research by the Ministry of Health has shown that the aflatoxin content of certain agricultural products is high. The content will become higher, exceeding the minimum content permitted for consumption, if no attention is paid to storage and handling of these products.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainsworth, G.C. 1971. *Ainsworth & Bisby's Dictionary of the Fungi*. 6th E., CMI, Kew, Surrey, England.
- Ainsworth, G.C. dan P.K.C. Austwick. 1973. *Fungal Disease of Animals*. 2nd Ed., Farnham Royal, Slough, England, (CAB).
- FAO/WHO/UNEP. 1977-a. Assessment and Control of Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-b. Global Perspective on Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya. 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-c Health and Toxicological Aspects of Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-d. Trade and Economic Aspects of Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-e. Prevention of Contamination of Foods and Feeds by Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins. Nairobi, Kenya 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-f. Detoxification of Food and Animal Feed Contaminated by Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-g. Surveillance and Control Measures to Reduce Contamination by Mycotoxins, Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-h. Extension at National Levels to Solve Problems of Contamination by Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-i. Priorities for Research and Training in the field of Mycotoxins. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-j. Recommended Practices for the Prevention of Mycotoxins in Food, Feed and Their Products, Draft of A guideline. Joint Conference on Mycotoxins, Nairobi, Kenya, 19 - 27 September 1977.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-a. Mycotoxins Surveillance - - A Guideline FAO Food Control Series. Rome.
- FAO/WHO/UNEP. 1977-b. Report of the Joint FAO/WHO/UNEP Conference on Mycotoxins. FAO Food and Nutrition Papers. Rome.
- Austwick, P.K.C. 1973. Pathogenicity. *Dalam "The Genus Aspergillus"*. (K.B. Raper and D.I. Fennell, Editors). R.E. Krieger Publ. Co., Huntington, New York, pp. 82 - 126.
- Ciegler, A.S. Kadis dan S.J. Ajl. 1971. *Microbial Toxins. Vol VI. Fungal Toxins*. Academic Press, New York and London.
- Culvenor, C.C.J. 1974. The Hazard from Toxic Fungi in Australia, *Aust. Vet. J.*, 50 : 69 - 78.
- Goldblatt, L.A. (Editor). 1969 *Aflatoxin*, Scientific background, Control and Implications. Academic Press, New York and London.
- Hastiono, S. 1977-a. Penyakit-penyakit cendawan pada hewan. Bagian I, Sistematika Penyakit. *Bul. LPPH*, 13 : 38 - 51.

Kadis, S., A. Ciegler dan S.J. Ajl. 1971. *Microbial Toxins. Vol VII. Algal and Fungal Toxins*. Academic Press, New York and London.

Kadis, S., A. Ciegler dan S.J. Ajl. 1972. *Microbial Toxins. VOL. VIII. Fungal Toxins*, Academic Press, New York and London.

Muhilal, D. Karjadi dan D.D. Prawiranegara. 1971. Kadar aflatoxin dalam kacang tanah dan hasil olahannya. *Penelitian Gizi dan Makanan*, 1 : 87 - 93.

Muhilal dan D. Rudjito. 1971. Pengaruh penyimpanan kacang tanah di rumah tangga terhadap kandungan aflatoxin. *Penelitian Gizi dan Makanan*, 1 : 93 - 100.

Rudjito, D., Muhilal, H.S.P. Wirohusodo dan D. Karjadi, 1972. Aflatoxin dalam kacang tanah, minyak, bungkil dan oncom. *Penelitian Gizi dan Makanan* 2 : 80 - 87.

Suripto, D. Kingston, J. Hetzel dan A. Lasmini. 1980. Aflatoxicosis pada itik-itik Indonesia (Laporan kasus). *Risalah Seminar Penyakit Reproduksi dan Unggas*, Tugu, Bogor, 13 - 15 Maret 1980, 323 - 326).

Tabel 1. Daftar mikotoksin dan cendawan yang menghasilkannya.

No	Macam mikotoksin	Cendawan penghasil
1.	Aflatoksin	<i>A. flavus</i> , <i>A. parasiticus</i>
2.	Sterigmatosistin	<i>Aspergillus versicolor</i>
3.	Okratoksin	<i>Aspergillus ochraceus</i>
4.	Asam aspergilik	<i>Aspergillus flavus</i>
5.	Asam kojik	<i>A. flavus</i> , <i>Aspergillus</i> spp.
6.	Asam beta-nitropropanoik	<i>Aspergillus flavus</i>
7.	Toksin tremorgenik	<i>Aspergillus flavus</i>
8.	Luteoskirin	<i>Penicillium islandicum</i>
9.	Rugulosin	<i>Penicillium rugulosum</i>
10.	Peptid mengandung klorin	<i>Penicillium islandicum</i>
11.	Islanditoksin	<i>Penicillium islandicum</i>
12.	Sitrinin	<i>Penicillium citrinum</i>
13.	Sitreoviridin	<i>P. citreo-viride</i> , <i>Penicillium</i> spp.
14.	Rubratoksin	<i>Penicillium rubrum</i>
15.	Patulin	<i>P. expansum</i> , <i>A. clavatus</i>
16.	Asam penisilik	<i>P. puberulum</i> , <i>P. cyclopium</i>
17.	Asam siklopiazonik	<i>Penicillium cyclopium</i>
18.	Psoralens	<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>
19.	Toksin stakibotris	<i>Stachybotrys atra</i> , <i>S. alternans</i>
20.	Toksin ATA	<i>Fusarium sporotrichiodes</i>
21.	Diasetoksiskirpenol	<i>Fusarium scirpi</i> <i>F. tricinctum</i>
22.	Toksin T-2	<i>Fusarium tricinctum</i> , <i>F. nivale</i>
23.	Nivalenol, Deoksinivalenol	<i>Fusarium nivale</i>
24.	Fusarenon	<i>Fusarium nivale</i>
25.	Butenolid	<i>Fusarium nivale</i>
26.	Zearalenon	<i>Fusarium graminearum</i>
27.	Sporidesmin	<i>Pithomyces chartarum</i>
28.	Toksin rizoktonia	<i>Rhizoctonia leguminicola</i>
29.	Ergot	<i>Claviceps purpurea</i>

Tabel 2. Genus-genus cendawan yang spesiesnya toksik.

Subdivisi	Kelas	Genus
1. Zygomycotina	Zygomycetes	<i>Mucor, Rhizopus</i>
2. Ascomycotina	Plectomycetes	<i>Ceratocystis</i>
	Pyrenomycetes	<i>Gibberella, Claviceps, Chaetomium, Cochliobolus</i>
	Discomycetes	<i>Sclerotinia, Gyromitra, Helvella</i>
3. Deuteromycotina	Hyphomycetes	<i>Rhizoctonia, Asperigillus, Paecilomyces, Penicillium, Trichoderma, Verticillium, Periconia, Stachybotrys, Trichothecium, Cladosporium, Pithomyces, Helminthosporium, Alternaria, Dendrodochium, Myrothecium, Fusarium.</i>
	Coelomycetes	<i>Diplodia, Phomopsis</i>

Tabel 3. Mikotoksin penting dan komoditi pertanian yang dapat dikontaminasi olehnya.

Jenis mikotoksin	Macam komoditi pertanian
1. Aflatoksin	Terutama kacang tanah beserta bungkil dan minyaknya, kemudian padi, jagung, gandum, kopra, susu, kiju dan bahan lainnya.
2. Zearalenon	Jagung, gandum, sorghum, jawawut, bijian keras (nut), rumput kering, pakan dll.
3. Okratoksin	Jagung, gandum, jawawut, bijian sereal lain, kacang-kacangan, sayur-sayuran, buah-buahan, produk hewani.
4. Trikoteken	Jagung, padi, gandum, bijian sereal lain, jerami, rumput kering, pakan dll.
5. Sitrinin	Gandum, padi, jawawut, bijian sereal lain, kacang tanah, produk hewani.
6. Patulin	Buah-buahan serta sarinya: apel, pisang, nenas, anggur, buah pir, buah persik, pakan (pellet) dll.
7. Asam penisilik	Kacang-kacangan (buncis dll.), jagung, susu, daging.
8. Alkaloida ergot	Bijian sereal (gandum dsb.) yang terinfeksi cendawan ergot.



PIPEREX

**Obat cacing dosis tunggal
untuk unggas dan ternak**

Membasmi:
Cacing gelang
Cacing bungkul



SQUIBB
Veteriner products
P.O. Box. 2760 JKT

Tabel 4. Komoditi pertanian dan mikotoksin yang dikandungnya.

Komoditi pertanian	Mikotoksin yang dikandung
1. Bijian serealia:	
– jagung	m-1, m-2, m-3, m-4 dan m-7
– gandum dan jawawut (jelai)	m-1, m-2, m-3 dan m-5
– p a d i	m-1, m-4 dan m-5
– sorghum	m-1 dan m-2
– bijian serealia lain	m-1, m-3 dan m-4
2. Bijian berminyak:	
– kacang tanah	m-1 dan m-5
– biji kapas, kacang kedelai, kelapa dan bunga matahari	m-1
3. Minyak sayuran:	
– minyak kacang tanah, kelapa dan zaitun	m-1
4. Kacang-kacangan :	m-1, m-3 dan m-7
5. Umbi-umbian/akar-akaran :	
– ubi kayu, kentang, wortel dan bawang	m-1
6. Bijian keras (nut) :	m-1, m-2 dan m-8
7. Buah-buahan :	
– K o p i	m-1, m-3 dan m-8
– coklat	m-1
– nenas, anggur, apel, pisang	m-1 dan m-6
8. Produk hewani :	
– susu, kiju, telur, daging dan ikan	m-1, m-3, m-5, m-6 dan m-7

Keterangan : m-1 = aflatoksin
 m-2 = zearalenon
 m-3 = okratoksin
 m-4 = trikoteken

m-5 = sitrinin
 m-6 = patulin
 m-7 = asam penisilik
 m-8 = sterigmatosistin

Tabel 5. Macam kerugian akibat kontaminasi mikotoksin pada komoditi pertanian.

Pemikul beban kerugian	Macam kerugian/biaya tambahan
1. Di tingkat nasional :	
a. Petani produsen	<ul style="list-style-type: none"> – produksi bahan pangan/pakan merugi; – perdagangan merugi, pendapatan berkurang; – produktivitas ternak turun; – produktivitas kerja petani berkurang;
b. Pedagang menengah	<ul style="list-style-type: none"> – komoditi diafkir, nilai jual turun; – tambahan biaya simpan, angkut dan kemas; – perdagangan merugi, nama baik jatuh; – sumber bahan mentah/baku hilang.
c. Keuangan/dana nasional	<ul style="list-style-type: none"> – ekspor berkurang, devisa menurun; – perdagangan merugi: tambahan biaya pengapalan, analisa barang afkiran dll.; – tambahan biaya dekontaminasi komoditi; – tambahan biaya subsidi impor; – tambahan biaya pengendalian/pengawasan; – peningkatan kebutuhan fasilitas kesehatan; – tambahan biaya program latihan/penyuluhan.
d. Konsumen (hewan dan manusia)	<ul style="list-style-type: none"> – melemahkan kesehatan/kemampuan produktif; – kurang gizi karena kurang pangan/pakan; – harga bahan pangan/pakan naik oleh impor; – adanya tambahan biaya pengobatan dll.
2. Di tingkat internasional :	<ul style="list-style-type: none"> – penyediaan bahan pangan/pakan berkurang; – kemungkinan adanya fluktuasi harga; – peningkatan berbagai kesulitan dalam produksi pertanian internasional mendatang.

Tabel 6. Perkiraan kerugian beberapa komoditi dunia terpenting.

Jenis komoditi	Produksi dunia (juta ton)	Nilai ekspor US \$ juta) +)
1. Kacang tanah	19	622 1)
2. K o p r a	4	332 ¹⁾
3. Biji kapas	22	165 ¹⁾
4. Bijian keras	4,4	124
5. Coklat dan hasilnya	1,6	2.350
6. J a g u n g	322	6.998
7. P a d i	344	3.318
8. Jawawut (barley)	155	1.777
9. Sorghum	54	1.000
10. G a n d u m	120	221
11. Ubi kayu (kasave)	105	280

Keterangan: +) Perkiraan tahun 1975.

—) Termasuk bungkil dan produk lainnya.

**Tabel 7. Batas toleransi aflatoksin B₁ pada pakan
untuk negara-negara MEE'**

K o m o d i t i	Batas toleransi tertinggi aflatoksin B1 (ppb)
1. Bahan baku/produk pertanian komponen pakan	50
2. Pakan lengkap untuk sapi, domba dan kambing (kecuali sapi perah dan anak domba/kambing)	50
3. Pakan lengkap untuk babi dan unggas dewasa	20
4. Suplemen pakan untuk hewan atau ternak perah	20
5. Pakan lengkap lainnya	10