

SISTEM KEAMANAN PANGAN BERBAHAN BAKU JAGUNG

Agus Supriatna Somantri dan Miskiyah

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No 12 Bogor 16114

Email : agussomantri962@yahoo.com

ABSTRAK

Keamanan pangan saat ini menjadi issue yang sangat penting untuk menjamin pangan yang aman dan layak dikonsumsi. Suplai pangan yang aman tidak hanya melindungi kesehatan masyarakat, tetapi juga meningkatkan kualitas generasi muda melalui pangan yang aman dan layak dikonsumsi. Upaya untuk mengidentifikasi dan menganalisis melalui HACCP pada penanganan pascapanen jagung perlu dilakukan. Di sisi lain, pengetahuan masyarakat mengenai kapang penghasil mikotoksin yang terdapat pada jagung masih terbatas. Mengingat pengaruhnya terhadap kesehatan, maka pemerintah menjadi bagian terdepan dalam penanggulangan kontaminasi mikotoksin. Penanganan kontaminan mikotoksin perlu dilakukan sejak tahap budidaya sampai dengan pascapanenan, karena beberapa jenis kapang sudah mulai menginfeksi ketika tanaman sedang dalam masa pertumbuhan. Penanganan pascapanen merupakan tahapan penting terjadinya kontaminan mikotoksin, dimana tahapan proses yang menjadi titik kritis adalah saat pemanenan, sortasi, pengeringan, sortasi mutu serta penyimpanan.

Kata kunci : Keamanan pangan, jagung

Abstract. Agus Supriatna Somantri and Miskiyah. 2012. Food Safety System From Corn. At this time, food safety become an importance issue to assurance safe food to consumed. Safe food supply not only protect public health, but also improved quality of the young generation. Identification and analysis need by conducting HACCP at postharvest handling of corn. In other side, society knowledge about mould that product mycotoxin from corn were limited. Because of its influence to health, so the government becomes leading-edge part in handling of mycotoxin contamination. Handling of mycotoxin contamination must conducted since farming to postharvest stage, because some mould types had started infection when plants in growth period. Postharvest handling is important step of happening of mycotoxin contamination, where process stage that became critical point is harvesting stage, sorting, drying, quality sorting and storage stage.

Keywords : food safety, corn

PENDAHULUAN

Keamanan pangan saat ini menjadi issue yang sangat penting untuk menjamin pangan yang aman dan layak dikonsumsi. Suplai pangan yang aman tidak hanya melindungi kesehatan masyarakat, tetapi juga meningkatkan kualitas generasi muda melalui pangan yang aman dan layak dikonsumsi. Jagung merupakan salah satu komoditas yang mempunyai masalah pada saat penanganan pascapanen, yang ditandai dengan tingginya kontaminasi kapang yang menghasilkan mikotoksin. Dukungan terhadap upaya pemerintah swasembada jagung, serta keinginan untuk terus menerus meningkatkan mutu dan keamanan pangan sangat diperlukan.

Jagung berpotensi tercemar, terutama selama penanganan pascapanen. Terdapat

beberapa sumber cemaran, yaitu cemaran mikrobiologi (infestasi serangga dan infeksi kapang), dan cemaran fisik (kotoran, debu, rambut jagung, ranting, kerusakan mekanis), yang lebih dominan dibandingkan dengan sumber bahaya yang lain. Adanya infestasi serangga mengakibatkan biji menjadi rusak sehingga spora kapang penghasil mikotoksin mudah menginfeksi ke dalam jagung. Cemaran fisik biasanya berupa kotoran lain yang terikut ketika pengupasan, penjemuran dan pemipilan jagung, kaki pekerja ketika mengupas dan menjemur tongkol jagung. Kerusakan fisik lain yang diakibatkan oleh mesin pemipil, sehingga biji rusak dan rentan terhadap infestasi kapang yang dapat mencemari jagung.

Salah satu pendekatan untuk untuk mengendalikan kontaminasi kapang khususnya yang menghasilkan aflatoksin adalah HACCP.

Sistem HACCP merupakan alat yang tepat untuk menetapkan sistem pengendalian karena berfokus pada pencegahan dari pada pengujian produk akhir. HACCP dapat diterapkan pada seluruh rantai pangan dari produk primer sampai pada konsumsi akhir dan penerapannya harus dipandu oleh bukti secara ilmiah terhadap resiko kesehatan manusia¹.

Makalah ini disusun dengan tujuan untuk mengidentifikasi titik kritis yang berkaitan dengan keamanan pangan pada jagung. Berdasarkan kajian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang titik kritis yang dapat mengganggu keamanan pangan berbahan jagung sehingga dapat dilakukan pencegahan melalui berbagai upaya penanganan.

KONTAMINAN MIKOTOKSIN PADA JAGUNG

Jagung merupakan salah satu komoditas pertanian yang rawan terhadap serangan kapang yang menghasilkan mikotoksin. Adapun mikotoksin yang dominan mengkontaminasi jagung antara lain aflatoksin, zearalenone, deoksinivalenol, fumonisin, dan phenilic acid². Beberapa penelitian lain menyebutkan adanya okratoksin³, asam siklopiazonat (CPA)⁴. Tabel 1 menunjukkan spesies kapang dan mikotoksin yang dominan mencemari produk pertanian⁵.

Aflatoksin berasal dari singkatan *Aspergillus flavus* toksin, merupakan senyawa birufat, non polar, stabil terhadap panas, dan tahan perlakuan fisik maupun kimia. Aflatoksin merupakan mikotoksin utama yang mengkontaminasi jagung baik selama di lapangan maupun di tempat penyimpanan^{5, 6, 7}. Kapang utama penghasil aflatoksin adalah *A. flavus*, *A. parasiticus*, *A. nomius*. *Aspergillus flavus* umumnya hanya memproduksi aflatoksin B, sedangkan *A. paraciticus* dan *A. nomius* dapat

memproduksi aflatoksin G^{8, 9}. Kapang tersebut dapat menyebabkan kerusakan bahan pangan serta susut berat, dimana pada kondisi yang sesuai mampu memproduksi aflatoksin. Aflatoksin merupakan suatu kelompok senyawa yang paling toksik karena memiliki efek yang bersifat mutagenik, karsinogenik, teratogenik, hepatotoksik, dan immunosupresif⁷.

Terdapat 4 macam aflatoksin yang paling sering dijumpai dan bersifat toksik yaitu aflatoksin B1, aflatoksin B2, aflatoksin G1 dan aflatoksin G2. Aflatoksin B1 merupakan karsinogen paling potensial, pada dosis yang tinggi dapat menyebabkan efek akut, dapat terakumulasi di otak, mempunyai efek buruk terhadap paru-paru, miokardium, dan ginjal¹⁰. Efek kronik dan sub akut aflatoksin pada manusia yaitu kanker hati, hepatitis kronik, *hipomegalomy*, penyakit kuning, dan sirosis hati, akibat mengkonsumsi pangan yang mengandung aflatoksin pada konsentrasi rendah secara terus menerus. Selain itu berperan dalam menyebabkan penyakit sindrom *Reye's* dan kwashiorkor.

Data kontaminan aflatoksin pada jagung di Indonesia dari berbagai pustaka menunjukkan tingkat kontaminan yang tinggi¹¹. Kandungan aflatoksin B1 pada jagung yang dikumpulkan dari beberapa wilayah di Indonesia terlihat pada Tabel 2. Survei pada beberapa wilayah Indonesia juga menunjukkan kecenderungan yang hampir sama^{12, 13}. Data tersebut menunjukkan bahwa kontaminan aflatoksin pada jagung cukup tinggi, sehingga memerlukan campur tangan pemerintah dalam penanganannya. Di sisi lain, Indonesia merupakan negara yang mempunyai peringkat tertinggi di Asia dalam hal kontaminan aflatoksin¹⁴.

Zearalenone (ZEN, toksin F2) merupakan toksin estrogenik yang dihasilkan oleh kapang *Fusarium*

Tabel 1. Kapang dan mikotoksin yang dihasilkan

Table 1. Moulds and mycotoxins produced

Spesies kapang/mould species	Mikotoksin yang dihasilkan/Mycotoxins produced
<i>Aspergillus parasiticus</i>	Aflatoksin B1, B2, G1, G2/aflatoxins B1, B2, G1, G2
<i>Aspergillus flavus</i>	Aflatoksin B1, B2/aflatoxins B1, B2
<i>Fusarium sporotrichioides</i>	Toksin T-2/T-2 toxins
<i>Fusarium graminearum</i>	Deoksinevalenol dan zearalenon/deoxynivalenol and zearalenone
<i>Fusarium moniliforme (F. verticillioides)</i>	Fuminisin B1/fumonisin B1
<i>Penicillium verrucosum</i>	Okratoksin/ochratoxin A
<i>Aspergillus ochraceus</i>	Okratoksin/ochratoxin A

Sumber/source : Kusumaningrum (2008)

Tabel 2. Data kontaminasi aflatoksin dari beberapa wilayah di Indonesia
 Table 2. Aflatoxin contamination data from several regions in Indonesia

Asal sampel/origin	Kandungan aflatoksin/ aflatoxin content (ppb)
Jawa Tengah/Central Java	229
Jawa Timur/West Java	45
Bali	27
Surakarta	428
Purworejo	49
Yogyakarta	92

Sumber/source : Haliza et al (2005)

graminerum, *F. tricinctum*, dan *F. moniliforme* 11. Dijelaskan pula bahwa komoditas yang banyak dicemari ZEN adalah jagung, dengan kandungan ZEN bervariasi antara 12 ppb¹⁵; 4,50 ppm pada jagung yang berasal dari dataran rendah dan 5,73 ppm di dataran tinggi¹⁶; dan 6 ppb pada jagung untuk pakan¹⁷. Zearalenon umumnya bersifat estrogenik pada hewan ternak, yang meliputi penurunan produksi, gangguan reproduksi, dan penyempitan ovarium.

Deoksinivalenol (DON, vomitoksin) merupakan mikotoksin jenis trikasetena tipe B, diproduksi oleh kapang *Fusarium gramineum* (*Gibberella zeae*) dan *F. culmorum*¹⁰. Keberadaan DON seringkali disertai oleh mikotoksin jenis lain seperti zearalenone, nivalenol, dan fumonisin¹⁰. Deoksinevalenol merupakan mikotoksin yang stabil secara termal, sehingga sangat sulit menghilangkannya.

Toksisitas akut terhadap DON pada hewan ternak menunjukkan gejala keracunan, seperti muntah, tidak mau makan, penurunan berat badan, dan diare. Sedangkan intoksikasi akut menyebabkan nekrosis pada beberapa jaringan seperti saluran pencernaan, jaringan limfoid dan sum sum tulang. Deoksinevalenol tidak bersifat karsinogen, mutagen, ataupun teratogen pada manusia¹⁰. Data kontaminan DON pada jagung menunjukkan angka 27 ppb¹⁵; jagung dataran tinggi 0,46-20,0 ppm dan jagung dataran rendah 1,92-21,6 ppm¹⁶.

Fumonisin merupakan toksin yang dihasilkan oleh kapang *Fusarium moniliforme* (*F. verticilloides*), *F. proliferatum*, *F. nygamai*, *F. anthropilum*, *F. dlamini*, dan *F. napiforme*. Kapang ini biasa di lapangan ataupun gudang, dan terutama terdapat pada jagung. Terdapat 10 jenis fumonisin, namun yang paling dikenal adalah fumonisin B1 (FB1), fumonisin B2 (FB2), dan fumonisin B3 (FB3),

dimana FB1 yang paling toksik, dan sering ditemukan pada jagung. Fumonisin diperkirakan sangat toksik, karena mempengaruhi sintesis *sphingolipid*. Efek fumonisin pada hewan percobaan menyebabkan hilang nafsu makan, lesu, dan gangguan saraf, karsinoma hepatoseluler primer, perkembangan janin terhambat, dan oedema. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Dharmaputra¹² menunjukkan bahwa kandungan FB1 yang terdeteksi pada jagung berkisar antara 0,24-54,54 ppb.

Okratoksin A (OTA) merupakan jenis mikotoksin yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus ochraceus*, *Penicillium verrucosum*, *P. viridicatum* dan *A. carbonarius*. Okratoksin pertama kali ditemukan sebagai kontaminan alami pada jagung, dan ditemukan berkisar dibawah 50 ppb, namun jika penyimpanan produk kurang memadai maka konsentrasi OTA akan meningkat. Studi toksisitas menunjukkan bahwa OTA bersifat nefrotoksik, karsinogenik, sitotoksik, immunosupresif, mutagenik, teratogenik, dan berpotensi menyebabkan kerusakan pada hati dan ginjal. Kontaminan OTA yang terdeteksi pada jagung berkisar antara 8 – 777,14 ppb¹⁰.

Regulasi mikotoksin untuk pangan dan pakan telah diatur di beberapa negara. Pemerintah melalui Badan Standardisasi Nasional pada tahun 2009 telah menetapkan suatu standar yang mengatur dan menetapkan batas kandungan mikotoksin pada jagung (SNI 7385 tentang Batas Kandungan Mikotoksin Dalam Pangan)¹⁰. Standar tersebut menyebutkan bahwa batas maksimum kandungan aflatoksin pada biji jagung, pati jagung, makanan cereal (*corn flakes*), *pop corn*, dan pangan olahan lain yang mengandung jagung adalah 20 ppb untuk aflatoksin B1 dan 35 ppb aflatoksin total, sedangkan untuk biji jagung yang digunakan sebagai bahan pakan tidak lebih dari 50 ppb. Kandungan deoksinivalenol maksimum pada

tepung jagung sebagai produk pangan adalah 1000 ppb, sedangkan kandungan fumonisin B1 dan B2 pada tepung jagung sebagai bahan baku dan produk olahan jagung siap konsumsi (*corn flakes, pop corn, dan corn chips*) masing-masing 2000 ppb dan 1000 ppb¹⁰. WHO, FAO, dan UNICEF telah menetapkan batas kandungan aflatoksin dalam makanan sumber karbohidrat yang dikonsumsi, tidak lebih dari 30 ppb¹⁸. Bahkan *European Commission* menetapkan batas maksimal total aflatoksin lebih rendah yaitu 4 ppb untuk produk sereal¹⁹. Standar yang cukup rendah tersebut menjadi tantangan bagi pelaku usaha untuk meningkatkan mutu dalam penanganan pascapanen jagung. Walaupun SNI masih bersifat sukarela, namun pelaku usaha jagung mempunyai kewajiban untuk menyelaraskan mutu jagungnya dengan SNI, selain sebagai bentuk tanggung jawab kepada masyarakat, juga mampu meningkatkan nilai tambah komoditas tersebut dalam perdagangan.

SISTEM PENANGANAN PASCAPANEN PADA JAGUNG

Penanganan kontaminan mikotoksin perlu dilakukan sejak budidaya sampai dengan penanganan pascapanen, karena beberapa jenis kapang sudah mulai menginfeksi ketika tanaman sedang dalam masa pertumbuhan. Menurut Sauer *et al*²⁰ serangan kapang menimbulkan banyak jenis kerusakan pada biji-bijian yang disimpan, yaitu menurunnya daya kecambah, perubahan warna, menimbulkan bau apek, susut berat, perubahan kimia dan nutrisi serta kontaminasi mikotoksin. Adapun metode untuk mereduksi kontaminasi mikotoksin pada masa pra panen meliputi cara budidaya yang baik (GAP), pembiakan tanaman dan rekayasa lingkungan¹⁰.

Penanganan pascapanen merupakan tahapan penting terjadinya kontaminan mikotoksin. Pada tingkat petani kegiatan penanganan pascapanen meliputi pengeringan dan sortasi. Cara mengeringkan bahan pangan hendaknya dilakukan secepatnya sampai kadar air yang sesuai, sehingga kapang sulit tumbuh. Sedangkan sortasi dilakukan untuk memisahkan antara jagung yang sudah terserang oleh kapang. Payne dalam Haliza *et al*¹¹, menyatakan pengeringan setelah panen akan menghindari biji jagung dari kontaminasi kapang seperti *A. flavus*. Karena infeksi kapang ini dapat terjadi bersamaan dengan perkembangan biji atau jamur menempel pada permukaan luar biji setelah

biji mulai masak. 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 ppb²¹. Oleh karena itu pengeringan untuk menurunkan kadar air hingga ke level aman dan merupakan tindakan yang sangat penting¹¹.

Sortasi perlu dilakukan dengan memisahkan bahan yang berkapang, langkah ini sangat penting dilakukan untuk mengurangi kontaminasi aflatoksin pada produk akhir. Mesin sortasi dan peralatan yang sesuai dibutuhkan untuk memperoleh proses sortasi yang maksimal. Peralatan seperti *Near Infra Red* (NIR) dapat digunakan untuk memisahkan biji berkapang yang hanya membutuhkan beberapa menit saja untuk beberapa kilogram biji¹¹. Kegiatan penyimpanan, pengangkutan, dan pemasaran terjadi pada tingkat pengumpul dan pedagang besar.

Pertumbuhan kapang banyak dipengaruhi faktor substrat, suhu, pH, kelembaban relatif atau aktivitas air (*aw*) dan adanya kompetisi dengan mikroorganisme lain²². Kadar air atau aktivitas air (*aw*), suhu dan waktu simpan merupakan 3 faktor utama yang saling berinteraksi dalam menentukan pertumbuhan kapang pada biji-bijian yang disimpan²⁰.

Jagung dengan kadar air 15 – 15,5% dapat disimpan aman selama 1 tahun pada suhu 15°C, namun pada suhu 30°C hanya 6 bulan sudah mengalami kerusakan yang disebabkan oleh kapang dari sedang sampai berat. Blaha *et al*²³ mengatakan bahwa suhu dan kelembaban relatif memainkan peranan penting tidak hanya terhadap pertumbuhan kapang, tetapi juga terhadap produksi aflatoksin. Faktor-faktor tersebut secara umum dapat dikelompokkan dalam 3 komponen utama yaitu, kondisi bahan yang disimpan (nutrisi, pH, kadar air, kerusakan fisik), kondisi lingkungan tempat penyimpanan (terutama suhu dan kelembaban relatif) dan kapang perusak.

Hasil uji di laboratorium menunjukkan bahwa jagung pipilan dari petani kadar airnya masih cukup tinggi yaitu sekitar 20 – 23%. Kandungan aflatoksin selama penyimpanan dengan memperhatikan tata cara penanganan pascapanen jagung yang baik akan mampu mengendalikan cemaran aflatoksin jagung. Data menunjukkan kandungan aflatoksin <4 ppb untuk semua jenis aflatoksin yang diamati (B1, B2, G1, dan G2)²⁴. Kontaminan *Aspergillus* spp awal sangat besar pengaruhnya dalam produksi aflatoksin, namun tidak semua *Aspergillus flavus*

mampu menghasilkan aflatoksin. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penanganan pascapanen yang cepat dan terkendali mampu menekan pertumbuhan kapang penghasil aflatoksin.

Pertumbuhan kapang dapat dikendalikan melalui pengeringan sampai Aw 70% atau kandungan air mencapai 14%²⁵. Kapang toksigenik mempunyai minimum aktivitas air untuk pertumbuhan dan produksi mikotoksin, kandungan air yang aman akan menjadi batas kritis untuk mengontrol dalam pengendalian kontaminan kapang. Kandungan air pada level yang tidak aman, dalam waktu 48 jam kapang dapat tumbuh dan mikotoksin dapat dihasilkan. Hal tersebut menjelaskan bahwa penanganan jagung yang memadai secepat mungkin melalui pengeringan sangat menentukan terjadinya kontaminan kapang.

DETEKSI KONTAMINAN PADA JAGUNG

Selama ini identifikasi cemaran aflatoksin pada jagung dilakukan dengan menggunakan analisis laboratorium. Cara ini cukup mahal dan membutuhkan waktu yang relatif lama. Mengingat tidak setiap sentra produksi jagung dekat dengan pusat pengujian atau laboratorium yang bisa melayani pengujian cemaran aflatoksin ini. Sehingga perlu adanya suatu cara yang dapat mengidentifikasi tingkat cemaran atau tingkat keamanan jagung yang mudah, murah, serta cepat dalam pengoperasiannya. Salah

satunya adalah dengan pengolahan citra. Teknik pengolahan citra bisa memberikan informasi yang baik jika digabungkan dengan sistem pengambilan keputusan yang bisa memberikan akurasi yang tinggi. Pengujian mutu fisik dan tingkat cemaran pada jagung menggunakan jaringan syaraf tiruan bersifat tidak merusak bahan uji. Cara kerjanya sangat sederhana dan dapat dioperasikan secara mudah. Pengujian dengan cara ini melibatkan sistem komputer sebagai alat pengambilan keputusannya, sehingga proses pengujian dapat berlangsung dengan cepat dengan tingkat ketepatan yang sangat baik.

Persyaratan mutu jagung berdasarkan SNI 01-3920-1995 seperti ditunjukkan pada Tabel 3, sedangkan persepsi tentang tingkat kerusakan pada biji jagung maka didefinisikan kembali tentang berbagai kategori mutu fisik tersebut. Definisi mutu fisik tersebut seperti terlihat pada Tabel 4.

Peralatan untuk pengujian mutu fisik jagung dan tingkat cemaran dengan menggunakan pengolahan citra digital terlihat pada Gambar 1. Adapun peralatan pengolahan citra tersebut tersusun dari: 1). Box sampel, terbuat dari kayu berukuran 60x30x20 cm. Fungsinya untuk menyimpan sampel yang akan diuji. Bagian dalam dinding box dilengkapi dengan *styrofoam* yang fungsinya untuk memantulkan dan meratakan cahaya; 2). Lampu, 5 Watt berjumlah 2 buah (berkekuatan masing-masing 80 watt). Fungsinya sebagai sumber cahaya, sehingga objek yang akan

Tabel 3. Persyaratan Mutu Jagung berdasarkan SNI 01-3920-1995

Table 3. The terms of the quality of corn based on sni 01-3920-1995

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan mutu			
			I	II	III	IV
1	Kadar air	(%)	Maks. 14	Maks. 14	Maks 15	Maks 17
2	Butir rusak	(%)	Maks 2	Maks 4	Maks 6	Maks 8
3	Butir warna lain	(%)	Maks 1	Maks 3	Maks 7	Maks 10
4	Buitr pecah	(%)	Maks 1	Maks 2	Maks 3	Maks 3
5	Kotoran	(%)	Maks 1	Maks 1	Maks 2	Maks 2

Tabel 4. Definisi dari setiap kategori mutu fisik jagung pipilan kering

Table 4. The definition of each category the quality of physical corn pipilan dry

No.	Mutu fisik	Definisi
1.	Biji utuh	biji jagung kering yang secara fisik keseluruhannya utuh tanpa adanya bercak, cacat ataupun jamur
2.	Biji rusak	biji jagung yang cacat ataupun rusak akibat serangan serangga atau hama gudang.
3.	Biji patah	biji jagung yang tidak utuh/rusak akibat proses perontokan atau pemipilan
4.	Biji berjamur	Biji jagung yang sudah terserang cendawan atau jamur

diuji lebih jelas warnanya. Keempat buah lampu tersebut dipasang pada dinding *box* menghadap pada benda; 3). Kamera digital. Berfungsi untuk mengambil citra jagung yang akan diuji, yang kemudian citra dipanggil menggunakan perangkat lunak pengolah citra diuji mutu fisik atau tingkat cemarannya; 4). Wadah sampel, adalah kertas berwarna biru. Warna ini telah dipilih sehingga pada saat dilakukan pengolahan citra, warna birunya akan hilang; 5). Perangkat lunak (*software*). Berfungsi untuk melakukan proses identifikasi mutu fisik ataupun tingkat cemaran aflatoxin. Perangkat

box pencitraan. Gambar jagung yang akan diproses harus berukuran 640 x 480 piksel dan dalam format JPEG atau BMP. Penggunaan sistem pemrograman ini sangat mudah dan cepat dalam prosesnya. Setelah program tampil seperti pada Gambar 2, klik OPEN dan panggil gambar jagung yang akan diproses, kemudian setelah gambar tampil, klik PROSES dan program akan memproses gambar ini dan dalam waktu singkat akan terlihat hasilnya.

PENGENDALIAN KONTAMINAN DENGAN PENERAPAN HACCP

Salah satu metode untuk mengendalikan kontaminan mikotoksin pada jagung adalah melalui penerapan *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) pada setiap tahap proses produksi sampai dengan pascapanen. Menurut Anonymous²⁶, pendekatan HACCP merupakan salah satu cara untuk mengendalikan kontaminasi kapang khususnya kapang yang menghasilkan aflatoxin. HACCP merupakan suatu pendekatan untuk mencegah dan mengontrol penyakit karena keracunan makanan¹. Sistem ini dirancang untuk mengidentifikasi bahaya yang berhubungan dengan beberapa tahapan produksi, prosesing atau penyediaan makanan, serta memperkirakan resiko yang akan terjadi dan menentukan prosedur operasi untuk prosedur kontrol yang efektif. Dijelaskan pula bahwa sistem tersebut tepat untuk menetapkan sistem pengendalian karena lebih berfokus pada pencegahan dari pada pengujian produk akhir. HACCP dapat diterapkan pada seluruh rantai pangan dari produk primer sampai pada konsumsi akhir dan penerapannya harus dipandu oleh bukti secara ilmiah terhadap resiko kesehatan manusia.

Tahapan pascapanen merupakan tahapan kritis pada perkembangan kapang penghasil mikotoksin. Sehingga dengan memperhatikan setiap tahapan yang menjadi titik kritis (*Critical points/CP*) pada pascapanen jagung dapat mengendalikan kontaminan mikotoksin pada jagung. Menurut Miskiyah *et al*²⁷, jika proses pemanenan sampai dengan pengeringan dilakukan secara baik dan terkontrol maka kandungan awal cemaran kapang cukup kecil, yaitu *Pennicillium sp* (100 CFU/gr), *Aspergillus niger* (20 CFU/gr), dan *Aspergillus flavus* (10 CFU/gr). Kandungan aflatoxin B1, B2, G1 dan G2 selama 8 minggu penyimpanan yaitu <4, <3, <4, dan <3 ppb. Dengan demikian penanganan yang memadai mampu menekan pertumbuhan kapang dan daya simpan yang baik.



Gambar 1. Perangkat pengolahan citra
Figure 1. Image processing device



Gambar 2. Tampilan program untuk menguji mutu fisik jagung
Figure 2. Program to test the physical appearance of corn

lunak dirancang sedemikian rupa sehingga sangat mudah untuk dioperasikan oleh siapapun.

Deteksi mutu fisik ataupun tingkat cemaran pada jagung digunakan sistem pemrograman yang di dalamnya melibatkan teknologi pengolahan citra digital dan jaringan syaraf tiruan. Tampilan pemrograman tersebut seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Sistem pemrograman ini digunakan setelah citra jagung diambil dengan menggunakan

Penggunaan HACCP pada prosesing pangan sangat efektif dalam mengendalikan bahaya yang terdapat pada pangan. Kesulitan dalam menghilangkan mikotoksin menjadikan tindakan pencegahan merupakan salah satu cara untuk mengontrol kontaminan aflatoxin yang paling baik. Banyak studi telah dilakukan untuk menurunkan infeksi kapang, termasuk berkembangnya spesies kapang yang resisten, metode alternatif pengolahan lahan, teknik pengeringan dan penyimpanan, dll. Suatu pendekatan HACCP telah dievaluasi dan menjadi suatu sarana pendekatan manajemen untuk mengeliminasi bahaya yang disebabkan oleh kontaminasi kapang²⁷.

PENUTUP

Upaya untuk meningkatkan keamanan pangan dapat dilakukan, salah satunya dengan menerapkan HACCP pada penanganan pascapanen jagung. Jagung merupakan salah satu komoditas yang rentan terhadap kontaminasi mikotoksin. Selama ini pengetahuan masyarakat mengenai kapang penghasil mikotoksin yang terdapat pada jagung masih terbatas. Penanganan kontaminan mikotoksin perlu dilakukan sejak tahap budidaya sampai dengan pascapanenan, karena beberapa jenis kapang sudah mulai menginfeksi ketika tanaman sedang dalam masa pertumbuhan. Penanganan pascapanenan merupakan tahapan penting terjadinya kontaminan mikotoksin, dimana tahapan proses yang menjadi titik kritis adalah saat pemanenan, sortasi, pengeringan, sortasi mutu serta penyimpanan. Strategi penanganan pascapanenan yang tepat diharapkan mampu mengendalikan terjadinya kasus kontaminasi mikotoksin pada jagung.

DAFTAR PUSTAKA

1. Bryan. Hazard Analysis Critical Control Point Evaluations. 1992. Geneva; World Health Organization.
2. Fardiaz S. Mycotoxin Contamination of Grain: a Riview of Research in Indonesia. Proceeding of the 17 th ASEAN Technical Seminar on Grain Postharvest Tecnology. ACIAR. Australia. 1996; pp : 112-119.
3. Maryam R. Kontaminasi Asam Siklopiazonat dan Aflatoksin pada Jagung. Kumpulan Makalah Lengkap: Kongres Nasional Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia I dan Temu Ilmiah. Bogor. 1994; Halaman : 289-293.
4. Widiastuti R, Maryam R, Blaney BJ, Salfina, Stoltz DR. Cylopiazonic Acid in Combination with Aflatoxin, Zearalenon and Ochratoxin A in Indonesian Corn. Mycopathol. 1988a; 104 : 153-156.
5. Kusumaningrum HD. Aflatoxin Contamination in Production Chain of Maize Product in Java and Its Relevance to Risk Assesment. Paper dipresentasikan dalam Internasional Seminar: managing Aflatoxin from Farm to Table; Bogor. 2008.
6. Pitt JI, Hocking AD. Fungi and Food Spoilage. London; Blackie Academic and Professional. 1996.
7. Bahri S, Maryam R, Widiastuti R. Tinjauan Efek Mikotoksin terhadap Performan Unggas. Jurnal Mikologi Kedokteran Indonesia. 2004; 4(1-2)/5 (1-2): 53-64.
8. Kazokiewics Z. Mycotoxin Contamination in Grain : Occurence and Significance of Storage Fungi Associated Mycotoxins in Rice and Cereal Grain. Australia; ACIAR. 1996; pp : 18-19.
9. Moss MO. Risk Assessment for Aflotoxins in Foodstuffs. International Biodeterioration and Biodegradation. 2002; 50 : 137-142.
10. Anonymous. Batas Kandungan Mikotoksin Dalam Pangan. SNI 7385. Jakarta; Badan Standardisasi Nasional. 2009; 24 halaman.
11. Haliza W, Miskiyah, Munarso SJ. Keragaan Kontaminan Mikotoksin pada Jagung. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen. Bogor. 2005; 1043-1057.
12. Dharmaputra OS, Retnowati I, Sunjaya, Ambarwati S. Populasi *Aspergillus flavus* dan Kandungan Aflatoxin pada Jagung di Tingkat Petani dan Pedagang di Propinsi Lampung. Prosiding Kongres Nasional XII dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia. Yogyakarta; 1993.
13. Rahayu ES, Raharjo S, Rahmianna AA. Cemaran Aflatoksin pada Produksi Jagung di Daerah Jawa Timur. Agritech. 2003; 23 (4) : 174-183.

14. Yamashita A, Yoshizawa T, Aiura Y, Sanchez PC, Dizon EI, Arim RH, Sardjono. Fusarium Mycotoxins and Aflatoxins in Corn from Southeast Asia. *Biosci. Biotech. Biochem.* 1995; 59 (9) : 1804-1907.
15. Ali N, Sardjono, Yamashita A, Yoshizawa T. Natural occurrence of aflatoxin and fusarium mycotoxins (Fumonisin, deoxynivalenol, nivalenol, and zearalenone) in corn from Indonesia. *Food Add Contaminant.* 1998; 15 : 337-348.
16. Maryam R, Zahari P. Mikotoksin Fusarium pada Jagung yang Berasal dari Dataran Tinggi dan Dataran Rendah. *Kumpulan Makalah Lengkap: Kongres Nasional Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia I dan Temu Ilmiah.* Bogor. 1994; Ha : 276-282.
17. Widiastuti R, Maryam R, Blaney BJ, Salfina Stoltz DR. Corn as a Source of Mycotoxins in Indonesian Poultry and the Effectiveness of Visual Examination Methods for Detecting Contamination. *Mycopathol.* 1988b;102 : 45-49.
18. Bainton SJ, Coker RD, Jones BD, Morley EM, Nagler MJ, Turner RL. *Mycotoxin Training Manual.* Tropical Product Institute, London. 1980; Pp 18-62.
19. Visconti A. New European Union Regulation for Aflatoxin in Foodstuffs. *Mycotoxicology Newsletter.* 1998; 4: 2: 1.
20. Sauer DB, Meronuck RA, Christensen CM. *Storage of Cereal Grains and Their Products.* American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul : 1992; 313 – 340.
21. Subandi. Corn Varietal Improvement in Indonesia : Progress and Future Strategies. *Indon. Agric. Res. Dev. J.* 1998; 20 (1) : 1-13.
22. Gourama H, Boullerman LB. *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus* Aflatoxigenic Fungi of Concern in Foods and Feeds: A Review. *J. of Food Protec.* 1995; 58(12): 1395 – 1404.
23. Blaha J, Said A, Jicinska E, Vlachopoulou A. Growth of The Mold *Aspergillus flavus* and The Production of Aflatoxins in Maize and Wheat Stored in Warm Environments of Different Relative Humidities. *Agricultura Tropica And Subtropica:* 1986; 19: 159-169.
24. Miskiyah, Widaningrum, Somantri AS, Hernani. Penanganan Jagung dengan Perlakuan CO₂ Selama Penyimpanan : Karakteristik Kapang Pencemar. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pascapanen Pertanian : Kemitraan Penelitian Pertanian Dalam Rangka Meningkatkan Inovasi Teknologi Pascapanen.* 2011; Bogor 17 Desember 2010. ISBN : 978-979-1116-27-5
25. FAO. Manual on the application of the HACCP System in Mycotoxin prevention and control : Application of HACCP to mycotoxin control. *FAO Food and Nutrition Paper.* Rome. Italia: 2003; 73 Hal.
26. Anonymous. Manual on the Application HACCP to Mycotoxin Prevention and Control. *FAO.* Rome: Italy. 2001.
27. Miskiyah, Widaningrum, Somantri AS. Pengendalian Aflatoksin pada Pascapanen Jagung melalui Penerapan HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*). *Jurnal Standardisasi.* 2008; 10 (1): 27-34.