

Antisipasi terhadap Isu-Isu Baru Keamanan Pangan

Ratih Dewanti-Hariyadi^a dan Purwiyatno Hariyadi^b

^aProgram Studi Ilmu Pangan Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor

^bSoutheast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFAST) Center

^{a,b}Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Naskah diterima : 02 Januari 2012

Revisi Pertama : 19 Januari 2012

Revisi Terakhir : 19 Februari 2012

ABSTRAK

Kemunculan emerging dan kontaminan baru yang berkaitan dengan keamanan pangan merupakan isu yang tidak bisa dihindari. *E. coli* enterohemoragik misalnya, merupakan contoh emerging baru yang menyebabkan kematian dan kerugian ekonomi di Eropa, sedangkan di Cina melamin adalah contoh mutakhir kontaminan pada susu formula bayi yang telah menyebabkan kematian dan kerugian perdagangan di dunia. Paper ini mengulas berbagai potensi emerging dan kontaminan baru yang mungkin muncul dalam sistem pangan. Tujuannya adalah untuk memberikan pemahaman mengenai emerging dan kontaminan baru tersebut sehingga kemunculannya bisa diantisipasi dengan tepat, baik oleh pemerintah emerging pangan maupun konsumen. Penggunaan kerangka kerja analisis risiko merupakan pendekatan logis yang perlu ditempuh oleh pemerintah untuk melahirkan kebijakan dan tindakan keamanan pangan yang tepat untuk keperluan antisipasi tersebut. Sementara itu, emerging pangan perlu secara cermat mengkaji ulang praktek dan tindakan keamanan pangan, termasuk program dan rencana HACCP yang ada. Beberapa hal yang perlu dilakukan oleh emerging antara lain, mengevaluasi kembali spesifikasi ingredien dan titik-titik kendali kritis, mengembangkan program pengambilan contoh dan pemantauan lingkungan, serta menyesuaikan program pengambilan contoh produk. Dalam kaitannya dengan pengendalian kontaminan yang sengaja ditambahkan (intentional contamination), rencana HACCP perlu mencakup juga bahaya-bahaya yang telah diidentifikasi pernah secara sengaja dimasukkan dalam sistem produksi, serta mengidentifikasi dan mengevaluasi bahaya-bahaya lain yang diketahui atau yang diduga bisa secara sengaja dimasukkan sistem produksi.

kata kunci: emerging baru, kontaminan baru, keamanan pangan, analisis risiko

ABSTRACT

Emerging pathogens and food contaminants important for food safety are inevitable issues. Enterohemorrhagic *E. coli*, for example, is the latest one to cause fatality and economic loss in Europe while in China melamine is a very important adulterant in powdered infant formula that has cost life and trade worldwide. This paper discusses the emergence of foodborne pathogens and contaminants in food system. The objective is to provide better understanding regarding the emerging foodborne pathogens and contaminants so that their emergence should be well anticipated by government, food industries as well as consumers. Use of risk analysis framework is the logical approach

for government to produce appropriate food safety measures and policies. Meanwhile, food industry should take into precaution their existing food safety measures and revisit their HACCP plan. The most likely aspects to be reconsidered include re-evaluation of the specification for ingredients and critical control points, establishment of environmental monitoring and sampling, and adjustment of sampling plan. With respect to preventing intentional contaminations, HACCP plan should include hazards that may be intentionally introduced, identify and evaluate known or reasonably foreseeable hazards that may be associated with the facility.

keywords: emerging pathogens, emerging contaminants, food safety, risk analysis

I. PENDAHULUAN

Aspek keamanan pangan adalah prasyarat bagi produk pangan bermutu, oleh karenanya; keamanan pangan telah menjadi perhatian konsumen pangan. Konsumen menuntut adanya pemastian keamanan bagi produk pangan yang dihasilkannya oleh industri. Tanpa adanya pemastian keamanan pangan maka industri tersebut tidak akan bisa masuk dalam kancah persaingan perdagangan; apalagi perdagangan internasional.

Tuntutan akan jaminan keamanan yang tinggi ini tentunya juga perlu diantisipasi oleh industri pangan di Indonesia. Tidak hanya dalam rangka memberikan jaminan keamanan pangan bagi konsumen domestik; tetapi juga mengantisipasi meningkatnya persyaratan keamanan pangan dalam perdagangan internasional. Sesungguhnya, di dalam UU No.7 telah pula dinyatakan bahwa konsumen berhak mendapatkan makanan yang aman; yang dicirikan oleh terbebasnya masyarakat dari jenis pangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan tidak sesuai dengan keyakinan masyarakat.

Secara umum, keamanan pangan (food safety) adalah hal-hal yang membuat produk pangan aman untuk dimakan; bebas dari faktor-faktor yang bisa menyebabkan penyakit; misalnya banyak mengandung sumber penular penyakit (infectious agents), mengandung

bahan kimia beracun, dan mengandung benda asing (foreign objects). Sedangkan mutu pangan (food quality) adalah hal-hal yang membuat suatu produk pangan menjadi lebih baik dan enak dimakan dalam kaitannya dengan citarasa, warna, tekstur; dan kriteria mutu lainnya seperti pilihan, ukuran, sifat fungsional, nilai gizi dan lain-lain. Dalam hal ini, peranan keamanan pangan menjadi sangat penting karena keamanan pangan merupakan prasyarat bagi suatu makanan. Dengan kata lain, untuk produk pangan, tidak ada artinya berbicara citarasa dan nilai gizi, atau pun sifat fungsional yang bagus jika produk tersebut tidak aman untuk dikonsumsi.

Keamanan pangan secara teknis dicirikan oleh terbebasnya masyarakat dari jenis pangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Menurut Fardiaz (2006), masalah keamanan pangan biasanya terjadi karena produk pangan terpapar dengan lingkungan yang kotor, sehingga pangan menjadi tercemar oleh bahan-bahan yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Bahan-bahan berbahaya adalah cemaran kimia, fisik maupun mikrobiologi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Beberapa contoh bahan-bahan berbahaya tersebut misalnya mikroba patogen yang menyebabkan orang menjadi sakit atau keracunan, cemaran kimia yang dapat menimbulkan penyakit akut maupun kronis, serta bahan-bahan asing yang secara fisik dapat mencelakakan konsumennya.

Tabel 1. Jenis - Jenis Bahaya

Bahaya Biologi	Bahaya Kimia	Bahaya Fisik
• Virus • Bakteri • Protozoa • Parasit • Prion	• Mikotoksin • Toksin Jamur • Toksin Kerang • Pestisida, Herbisida, Insektisida • Residu Antibiotik & hormon pertumbuhan • Pupuk • Logam Berat • Dioxin	• Gelas • Kayu • Batu • Logam (potongan paku, biji stapler) • Serangga • Tulang • Plastik • Barang personal

Menurut catatan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM, Fardiaz, 2006) selama ini ada empat masalah utama keamanan pangan, yaitu (i) pencemaran pangan oleh mikroba karena rendahnya praktek-praktek sanitasi dan higiene; (ii) pencemaran pangan oleh bahan kimia berbahaya seperti residu pestisida, residu obat hewan, logam berat, mikotoksin dan sebagainya; (iii) penggunaan yang salah (misuse) bahan berbahaya yang dilarang digunakan untuk pangan seperti formalin, boraks, rhodamin B, dan metanil yellow; dan (iv) penggunaan melebihi batas maksimum yang diijinkan (abuse) dari bahan tambahan pangan yang sudah diatur penggunaannya oleh Badan POM. Dari permasalahan keamanan pangan yang diidentifikasi oleh BPOM tersebut; penyebab utamanya menyangkut pada lemah atau kurangnya pelaksanaan cara-cara baik produksi pangan (good manufacturing practices) oleh industri pangan Indonesia.

Bagi industri pangan yang berorientasi ekspor; selain harus selalu memperbaiki dan secara disiplin melaksanakan cara-cara produksi pangan; yang baik juga harus menghadapi berbagai isu baru keamanan pangan yang selalu bermunculan (emerging). Dalam beberapa tahun terakhir, informasi tentang isu baru keamanan pangan ini mengalir deras terutama dari media masa. Misalnya, isu mengenai patogen baru seperti

Enterobacter sakazakii (*Cronobacter* spp), virus flu burung, serta yang terakhir *Escherichia coli* hemoragik (EHEC). Sementara itu isu tentang bahaya kimia yang muncul dalam beberapa tahun terakhir mencakup melamin pada susu formula, nipagin dan ptalat pada mie instan, akrilamida pada produk goreng, dan 3-MCPD pada kecap. Di Indonesia; meskipun beberapa bahaya tersebut tidak menimbulkan kasus (tidak ada laporan korban infeksi karena *E. sakazakii* atau EHEC atau pun keracunan nipagin dan melamin) tetapi isu-isu keamanan pangan ternyata dapat menimbulkan keresahan dan kerugian ekonomi.

Diantara bahaya dan isu keamanan pangan yang disebutkan di atas, ada beberapa yang sifatnya emerging. Virus flu burung, *Cronobacter* spp. dan EHEC; misalnya, adalah patogen yang bersifat emerging. Demikian pula dengan bahaya akrilamida dan 3-MCPD. Paper ini secara khusus mengulas berbagai potensi patogen dan kontaminan baru yang mungkin muncul dalam sistem pangan; dengan tujuan untuk memberikan pemahaman mengenai patogen dan kontaminan baru secara lebih baik. Pemahaman yang lebih baik diharapkan akan membantu pemerintah, industri pangan maupun konsumen untuk melakukan antisipasi terhadap kemungkinan kemunculan patogen dan kontaminan baru tersebut.

II. KEMUNCULAN KONTAMINAN MIKROBIOLOGI BARU

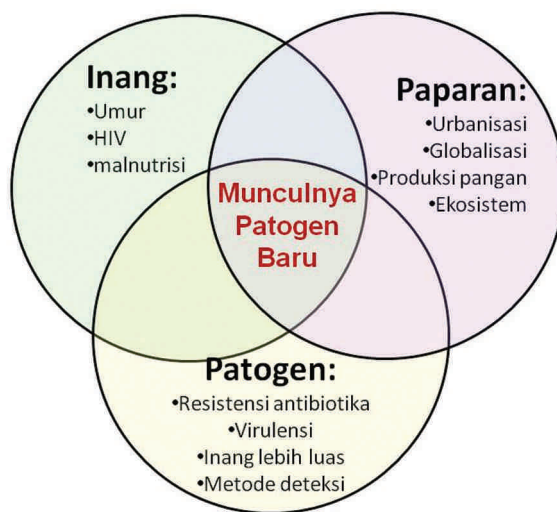
Seperti telah disinggung di atas, virus flu burung, *Cronobaccter* spp. dan EHEC adalah kontaminan mikrobiologi atau patogen yang bersifat emerging. *Cronobaccter* spp. dan EHEC dilaporkan menyebabkan penyakit bawaan pangan (foodborne diseases), oleh karena itu keduanya juga disebut sebagai patogen pangan baru (emerging foodborne pathogen). Patogen pangan “emerging” adalah patogen “baru” atau patogen “lama dengan modus baru” yang muncul dan menimbulkan masalah kesehatan masyarakat melalui pangan dalam duapuluh tahun terakhir. Telah lama diketahui bahwa berbagai jenis patogen yang mencemari pangan dapat menyebabkan infeksi atau keracunan pada manusia. Patogen pangan bisa mencemari pangan melalui karyawan, peralatan, air atau dari bahan baku dan ingridien yang tercemar. Pengendalian keamanan di tingkat hulu (peternak, petani), pabrik, distributor, retail dan konsumen merupakan kunci untuk mereduksi jumlah patogen sampai pada batas yang aman. Munculnya patogen bawaan pangan baru ini menambah jumlah patogen karena patogen

pangan “konvensional” yang ada seperti *Salmonella*, *Staphylococcus aureus*, *Clostridium perfringens*, *Vibrio cholerae* dan sebagainya juga tetap masih menjadi masalah keamanan pangan.

2.1. Faktor Penyebab Munculnya Patogen Pangan Baru?

Dalam dua puluh tahun, dunia internasional mewaspadai patogen-patogen baru yang disebutkan diatas. Apalagi, globalisasi telah menyebabkan pangan berpindah tempat menempuh jarak dan waktu tanpa batas. Pertanyaan yang sering muncul adalah mengapa patogen “baru” muncul? Apakah patogen tersebut sudah ada sebelumnya atautkah memang baru ada?

Ada tiga faktor yang dianggap berperan dalam munculnya patogen baru yakni (i) faktor manusia sebagai inang; (ii) faktor patogen; dan (iii) faktor paparan (exposure). Interaksi dari ketiga faktor tersebut memberikan “niche” bagi mikroorganisme yang sebelumnya belum diidentifikasi atau belum dilaporkan menyebabkan penyakit melalui pangan. Kesimpulan mengenai hal ini dirumuskan oleh The Institute of Food Technologists (2002) dan disajikan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Faktor-faktor Penyebab Munculnya Patogen Baru (dimodifikasi dari IFT, 2002)

Pertama, faktor manusia sebagai inang: kita mengetahui bahwa meningkatnya usia harapan hidup juga meningkatkan jumlah populasi lansia yang relatif lebih rentan terhadap penyakit. Selain itu meningkatnya jumlah orang terinfeksi virus HIV juga meningkatkan jumlah manusia yang immunocompromised. Sebagai tambahan, malnutrisi atau kekurangan gizi juga dapat meningkatkan peluang patogen baru muncul karena orang yang kurang gizi juga cenderung tidak mampu melawan patogen.

Kedua, faktor patogen pangan: seperti halnya mikroorganisme lainnya, patogen bawaan pangan dapat mengalami mutasi yang dapat menyebabkannya menjadi lebih virulen (ganas), lebih tahan terhadap kondisi lingkungan tertentu dan sebagainya. Paparan terhadap antibiotika, misalnya, dapat menghasilkan patogen baru yang tahan antibiotika. Patogen juga dapat mengalami mutasi karena mendapatkan gen penyandi faktor virulensi tertentu dari patogen lain sehingga menjadikannya memiliki kemampuan lebih dalam menghasilkan suatu penyakit. Hal lain yang terkait dengan patogen adalah adanya perkembangan ilmu dan teknologi di berbagai bidang yang menyediakan metode-metode deteksi “baru” yang lebih sensitif dan spesifik, sehingga patogen yang sebelumnya tidak bisa dideteksi menjadi bisa dideteksi.

Ketiga, faktor paparan: faktor ini amat terkait dengan globalisasi, perubahan gaya hidup termasuk kebiasaan makan yang dapat menyebabkan berkembangnya patogen dari suatu daerah tertentu ke daerah lain. Kebiasaan baru, misalnya gaya hidup mengkonsumsi seafood mentah di suatu negara dapat membawa dampak munculnya patogen yang sebelumnya tidak dikenal di negara tersebut. Perubahan gaya hidup yang lain, misalnya kecenderungan makan di luar, “going organic”, “back to nature”, semakin tingginya frekuensi perjalanan cruise ship dan sebagainya; juga bisa memicu munculnya patogen baru.

2.2. Jenis-Jenis Patogen Pangan Baru?

Patogen yang dianggap “baru” (emerging) dalam industri pangan dapat digolongkan ke dalam 5 kelompok yaitu (i) patogen yang meningkat kasus-nya dalam 20 tahun terakhir; (ii) patogen yang mendapatkan virulensi dari patogen lain dan atau menyebabkan penyakit yang berbeda; (iii) patogen yang berpindah lokasi geografis; (iv) patogen yang memiliki modus “baru” untuk masuk ke pangan maupun untuk menyebabkan penyakit; dan (v) patogen yang perlu diwaspadai (Farber, 2007). Selain itu ada juga emerging vehicle atau munculnya jenis-jenis pangan yang menjadi penyebab penyakit terbanyak dalam beberapa tahun terakhir.

Pertama, mikroorganisme yang mengalami mutasi dan menyebabkan penyakit yang berbeda. Mutasi atau perubahan susunan gen pada mikroorganisme dapat terjadi melalui beberapa mekanisme termasuk diantaranya perpindahan gen dari satu bakteri ke bakteri lainnya. Kasus berpindahnya gen penyandi virulensi tertentu telah dilaporkan sebelumnya, misalnya gen penyandi produksi toksin botulin dari *C. botulinum* yang ditemukan pada *Clostridium baratii* yang menyebabkan 1 - 2 kasus keracunan (Harvey, dkk., 2002). Dalam kurun tahun 1982 - 2007, satu kelompok mikroorganisme yang terus-menerus menyebabkan penyakit melalui pangan adalah kelompok bakteri *Escherichia coli* Enterohemorrhagic (EHEC). EHEC mendapatkan gen penyandi toksin Shiga karena terinfeksi virus yang membawa gen tersebut dari *Shigella dysenteriae*. Pada tahun 1982, salah satu EHEC - *E. coli* O157:H7 pertama kali dilaporkan menyebabkan penyakit melalui konsumsi hamburger yang kurang matang. Bakteri ini, yang ternyata sering ditemukan pada sapi, bersifat tidak tahan panas tetapi tahan pembekuan dan pH rendah. Selain hamburger, beberapa produk pangan yang pernah menyebabkan keracunan adalah salami, jus apel segar, susu pasteurisasi dan

air. Dalam 2 tahun terakhir, EHEC juga telah mengakibatkan penyakit di berbagai negara bagian di Amerika Serikat karena konsumsi bayam siap santap (Uhlich, dkk., 2008). Pada tahun 2011, EHEC kembali mengakibatkan ribuan kasus dan puluhan kematian di negara Jerman dan Eropa lainnya, dan pangan yang diduga adalah tauge alfalfa (Robert Koch-Institute. 2001).

Kedua, mikroorganisme yang berpindah lokasi. Dunia yang makin terbuka menyebabkan terjadinya transaksi perdagangan termasuk pangan yang menyebabkan pangan berpindah dari satu daerah atau negara ke daerah atau negara lainnya. *Vibrio cholerae* adalah bakteri penyebab kolera yang dianggap sangat sering berpindah lokasi sehingga menyebabkan pandemi kolera di berbagai belahan bumi sejak akhir abad tahun 19-an sampai sekarang. Selama tahun 2006, jumlah kasus penyakit *Vibrio cholerae* karena konsumsi pangan dilaporkan meningkat (MMWR, 2007). Selain itu, *Cyclospora cayentanensis* sejenis protozoa dalam buah dan sayuran segar merupakan mikroorganisme yang banyak berpindah tempat melalui transaksi ekspor-impor (Calvin, dkk., 2003; USFDA, 2005). Karena *V. cholerae* maupun *cyclospora* merupakan mikroorganisme tidak tahan panas maka potensi berpindahan patogen ini terjadi terutama pada transaksi pangan yang dikonsumsi segar seperti buah-buahan dan sayuran. Iradiasi adalah pengendalian yang diharapkan dapat mengatasi masalah patogen dalam pangan segar tersebut.

Ketiga, mikroorganisme yang menyebabkan penyakit dengan modus baru. Patogen yang mencemari telur dengan modus baru adalah *Salmonella Enteritidis* Phage Type 4. Bakteri ini terdapat di dalam telur ayam bukan melalui cangkang yang retak melainkan berpindah langsung dari ovarium induk ayam yang terinfeksi ke bagian dalam telur (Humphrey, dkk., 1989). Hal ini menghasilkan telur yang mengandung

Salmonella meskipun cangkangnya utuh. Untuk menekan pertumbuhan *S. Enteritidis* PT 4 di dalam telur maka diterapkan refrigerasi untuk penyimpanan telur. Bakteri ini tidak tahan panas tetapi telah menyebabkan keracunan melalui telur dadar yang tidak matang dan konsumsi telur mentah dalam minuman. Sementara itu *C. botulinum* dilaporkan menyebabkan penyakit dengan modus baru karena dapat menginfeksi usus orang dewasa (Health Canada, 2007). Sebelumnya bakteri ini hanya dilaporkan menyebabkan intoksikasi (keracunan melalui toksin) pada orang dewasa. Diduga infeksi bisa terjadi karena orang dewasa tersebut menderita radang usus berat (Crohn's disease).

Keempat, patogen yang perlu diwaspadai. Beberapa patogen dilaporkan menyebabkan kasus keracunan atau infeksi dalam jumlah terbatas melalui pangan dan harus dipantau karena dikhawatirkan dapat menyebabkan peningkatan masalah kesehatan masyarakat di masa datang. Diantara patogen dalam kelompok ini, *Cronobacter* spp. adalah bakteri yang paling banyak mendapatkan perhatian. Bakteri yang telah diisolasi dari susu formula ini telah menyebabkan beberapa kasus radang usus dan radang otak pada bayi berat badan lahir rendah, bayi prematur serta bayi yang dilahirkan oleh ibu yang terinfeksi HIV. Bakteri yang bisa diisolasi dari debu dan udara ini dapat mencemari susu formula selama dan pasca pengeringan, pada tahap pencampuran dengan vitamin dan mineral, serta selama penyiapan susu dalam botol. Pengendalian *Cronobacter* spp. di tingkat industri susu formula dilakukan dengan pendekatan pencegahan dan pemantauan lingkungan, lini proses dan sampling produk (Cordier, 2008). Pada tahun 2008, panduan produksi dan penyiapan susu formula telah diterbitkan oleh Codex dan diadopsi oleh BPOM pada tahun 2009. Panduan tersebut antara lain mensyaratkan pengujian *Cronobacter* spp. untuk meningkatkan jaminan keamanan susu formula (Codex, 2008).

Bakteri lain yang perlu diwaspadai antara lain *Laribacter hongkongensis*, *Arcobacter* spp., *Plesiomonas shigelloides*, *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis*. Bakteri *Laribacter hongkongensis* telah diisolasi dari ikan yang kurang matang (*undercooked*) dan dilaporkan sebagai penyebab gastroenteritis pada pasien dengan sirosis hati. *Arcobacter* spp. adalah bakteri serupa *Campylobacter* yang terdapat pada daging unggas dan menyebabkan enteritis serta septisemia, *Plesiomonas shigelloides* ditemukan di air tawar terutama di musim panas dan menyebabkan self-limiting gastroenteritis, sementara beberapa galur *Mycobacterium avium* subsp. *Paratuberculosis* dilaporkan tahan klorinasi dan pasteurisasi serta dapat menyebabkan penyakit melalui susu pada orang yang juga mengalami Crohn's disease.

Kelima, sayur dan buah segar adalah *emerging vehicle*. Sayur dan buah adalah pangan yang paling sering dikaitkan dengan penyakit bawaan pangan. Perubahan gaya hidup dimana konsumsi sayur dan buah meningkat yang ditunjang oleh adanya transaksi perdagangan dunia, meningkatnya jumlah lansia serta perkembangan deteksi mikroorganisme telah secara akumulatif menyebabkan meningkatnya kasus penyakit karena produk segar.

Patogen dan manusia sebagai inangnya terus menerus mengalami perubahan untuk mengadaptasi diri dengan lingkungan. Dengan kompleksitas gennya, manusia lebih lambat dalam beradaptasi dibandingkan dengan patogen sehingga kemungkinan kita akan selalu "ketinggalan" dalam menyiasati patogen *emerging* ini. Antisipasi oleh semua stakeholders di bidang pangan diharapkan dapat mencegah suatu patogen *emerging* menjadi penyebab penyakit dalam jumlah sangat besar di berbagai bagian dunia ini. Metode deteksi yang terus berkembang dapat dijadikan tonggak untuk merencanakan pengendalian bagi patogen-patogen yang diduga akan menjadi penyebab penyakit utama di masa datang.

III. KEMUNCULAN KONTAMINAN KIMIA BARU

Secara umum, permasalahan keamanan kimia pangan umumnya berkisar pada adanya peluang kontaminasi dari bahaya-bahaya kimia seperti pestisida, residu obat hewan, residu hormon, mikotoksin dan kontaminan lainnya. Dengan perubahan dan perkembangan teknologi; bersamaan dengan majunya teknik deteksi dan analisis, maka berbagai kontaminan baru terkait dengan keamanan pangan banyak yang bermunculan. Disamping itu, muncul pula istilah "processing contaminants" yaitu kontaminan yang diproduksi selama proses pengolahan pangan (terutama selama proses pemanasan, dan fermentasi). Kontaminan ini tidak terdapat pada bahan baku sebelum diolah; tetapi dibentuk oleh reaksi kimia tertentu selama proses pengolahan. Keberadaan "kontaminan pengolahan" ini tidak bisa dihindari; namun pemilihan dan pengendalian teknologi pengolahan yang lebih baik perlu dilakukan untuk dapat meminimalkan pembentukan kontaminan pengolahan tersebut.

3.1. Akrilamida

Dalam bentuk murninya, akrilamida yang mempunyai rumus kimia $\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$ dan berat molekul 71 ini berupa senyawa tidak berwarna dan tidak berbau. Akrilamida yang disebut juga 2-propenamida; ethylene carboxamide; acrylic amide; atau vinyl amide adalah senyawa kimia yang dicurigai bersifat karsinogenik pada manusia. The WHO Expert Consultation menyadari bahwa keberadaan akrilamida pada produk pangan telah menjadi perhatian keamanan pangan utama dalam kaitannya dengan kemampuannya untuk merangsang kanker dan mutasi pada hewan percobaan.

Dalam kaitannya dengan pengolahan pangan; senyawa akrilamida terbentuk selama proses pengolahan bahan pangan kaya karbohidrat yang menggunakan suhu sangat tinggi, terutama pada proses pemanggangan dan penggorengan. Faktor-faktor yang perlu

dikendalikan dalam sintesis akrilamida adalah (i) kadar asparagin; (ii) kadar gula pereduksi (misalnya glukosa, fruktosa); (iii) aktivitas air (aw); dan suhu pengolahan (Zyzak, dkk., 2003).

3.2. Benzena pada Produk Minuman

Benzena merupakan senyawa yang bersifat karsinogenik. Karena sifatnya itu maka the US Environmental Protection Agency (EPA, 2011) menetapkan batas maksimum yang diperbolehkan pada air minum sebanyak 5 ppb. Sebagai catatan, batas maksimum benzena pada air minum menurut World Health Organization (WHO) adalah 10 ppb.

Hubungan antara benzena dan keamanan pangan muncul karena adanya kebiasaan pemakaian benzoat pada minuman bervitamin C. Hasil penelitian Gardner dan Lawrence (1993) dan McNeal, dkk., (1993) menunjukkan bahwa benzena bisa terbentuk melalui reaksi dekarboksilasi ion benzoat dalam kondisi asam. Radikal bebas hidroksil (OH^*) akan terbentuk dari reaksi antara asam askrobat dan oksigen terlarut, khususnya dipicu oleh keberadaan sejumlah kecil ion-ion logam transisi; seperti Cu^{2+} dan Fe^{3+} . Selanjutnya, (OH^*) akan menyerang benzoat sehingga mengalami proses dekarboksilasi, dimanasalah satu hasil proses dekarboksilasi itu adalah benzena. Pembentukan benzena maksimum terjadi pada kondisi pH 2 dan semakin melambat jika nilai pH dinaikkan sampai dengan pH 7. Faktor-faktor yang perlu dikendalikan selama proses adalah konsentrasi (i) benzoat; (ii) asam askrobat (vitamin C); (iii) keberadaan logam Cu dan Fe; (iv) keasaman (pH); dan (v) suhu proses.

3.3. Monochloropropanediol (3-MCPD)

Monochloropropanediol pertama kali diidentifikasi pada produk hidrolisis asam protein nabati (acid-HVP). Selanjutnya diketahui bahwa senyawa ini ditemukan pula pada berbagai produk pangan olahan lainnya; seperti produk pastry, salami, keju. Senyawa 3-monochloropropane-1,2-diol dalam bahan pangan terbentuk melalui reaksi antara klorida dan lipida. Kekhawatiran mengenai 3-MCPD

disebabkan karena senyawa ini bersifat karsinogenik pada hewan percobaan. Dengan alasan itu, maka the European Commission's Scientific Committee on Food; SCF (2001) dan JECFA (2002) telah menetapkan bahwa tingkat asupan harian yang diperbolehkan (tolerable daily intake/TDI) adalah $2\mu\text{g/kg}$ berat badan/hari. Selanjutnya, the European Food Legislation (Commission Regulation No 1881/2006) menetapkan batas maksimum untuk 3-MCPD pada hidrolisat protein nabati dan kecap (soy source) sebesar 0,02 mg/kg produk (dengan kadar berat kering 40 persen).

Dalam perkembangannya diketahui bahwa beberapa faktor yang diduga berkaitan dengan proses pembentukan 3-MCPD adalah suhu, aw dan pH; tetapi sampai sekarang belum diketahui lintasan umum pembentukannya. Untuk itu, berbagai peraturan telah dibuat untuk mengendalikan resiko keamanan pangan dari 3-MCPD. Peraturan tersebut misalnya membatasi penggunaan HVP sebagai ingredien flavor.

3.4. Food Contact Materials

Food contact materials adalah semua bahan dan komponen yang “dengan sengaja/intended” akan mengalami kontak dengan bahan pangan, tidak hanya yang berkaitan dengan bahan pengemas, tetapi juga pisau, wadah, dan alat-alat pengolahan lainnya. Bahkan, istilah ini juga mencakup bahan dan komponen yang mengalami kontak dengan air yang digunakan untuk konsumsi manusia (EPA, 2010).

Secara umum food contact materials harus aman dan tidak menyebabkan terjadinya transfer atau migrasi ke dalam bahan pangan melebihi jumlah yang bisa diterima secara keamanan pangan. Dalam kaitannya dengan keamanan pangan, dikenal ada dua batas migrasi telah ditetapkan; yaitu Overall Migration Limit (OML) dan Specific Migration Limit (SML). Dalam upaya memastikan perlindungan kesehatan konsumen dan menghindari adanya kontaminasi pada bahan pangan; maka perlu ditetapkan batas migrasi; baik OML maupun SML.

Salah satu senyawa yang menjadi perhatian adalah Bisphenol A (BPA). BPA adalah senyawa organik yang digunakan dalam proses sintesis plastik. BPA yang juga sering digunakan sebagai bahan pembuatan resin epoksi yang digunakan untuk pelindung bagian dalam kaleng dan tutup kaleng. Karena pemakaian plastik yang sangat meluas, tidak hanya sebagai bahan pengemas (botol air, botol minuman, botol susu), tetapi juga pada peralatan lain yang kontak dengan pangan, maka perhatian mengenai kemungkinan perlucutan BPA ke dalam pangan ini perlu ditingkatkan.

Kekhawatiran mengenai BPA muncul sejak dilaporkan adanya kemungkinan migrasi BPA pada bahan pengemas ke produk pangan. Selama ini BPA diketahui merupakan senyawa karsinogenik pada hewan percobaan. Melalui penelitian yang sangat intensif, USFDA menyatakan bahwa pemakaian BPA pada bahan pengemas plastik dengan tingkat dan praktek pemakaian bahan plastik pada umumnya akan memberikan kemungkinan paparan BPA pada tingkat yang masih kecil, jauh lebih kecil dibandingkan dengan level yang bisa menyebabkan pengaruh kesehatan yang nyata khususnya pada bayi dan anak-anak. Karena alasan itu pula pada tahun 1998, EPA menetapkan dosis acuan oral (oral reference dose atau RfD) sebesar 50 $\mu\text{g/kg/day}$, atau 50 bagian per milyar (parts per billion, ppb) per hari. RfD adalah suatu "perkiraan paparan harian terhadap populasi manusia (termasuk sub populasi yang rentan) yang tidak akan memberikan risiko yang bermakna pada kesehatan manusia, walaupun paparan tersebut terjadi selama hidupnya (Saulo, 2008). Pada tahun 2007, EFSA telah menetapkan asupan harian yang bisa diterima (Tolerable Daily Intake, TDI) sebesar 50 $\mu\text{g/kg/hari}$ atau 50 ppb/hari. Sebagaimana USFDA, EFSA juga menyatakan bahwa nilai TDI ini masih jauh diatas tingkat paparan yang ada, sehingga pemakaian BPA tetap dinyatakan aman.

Meskipun demikian, beberapa badan keamanan pangan nasional menyatakan

bahwa kemungkinan pengaruh buruk BPA terhadap kesehatan tidak bisa dianggap tidak ada. "Oleh karenanya, baik terhadap BPA maupun berbagai komponen lain yang berpotensi berbahaya jika kontak dengan pangan perlu mendapatkan perhatian industri pangan Indonesia.

3.5. Alergen

Alergen pangan adalah komponen dalam bahan pangan yang dapat menyebabkan reaksi alergi. Alergen pangan diyakini menjadi penyebab masalah alergi bagi sekitar 11 juta manusia dewasa dan anak-anak di Amerika. Namun demikian, Neson (2004) melaporkan bahwa kajian epidemiologis yang lebih baru menyatakan bahwa hampir 4 persen dari penduduk Amerika mempunyai alergi terhadap komponen pangan tertentu. Di Inggris, masalah alergi ini dialami oleh sekitar 1 – 2 persen populasi penduduk dewasa dan sekitar 5 – 7 persen populasi anak-anak atau sekitar 1,5 juta penduduk (IFST, 1999).

Angka populasi yang mengalami masalah alergi ini di Indonesia belum diketahui. Tetapi jelas, walaupun masalah alergi ini sepertinya hanya mempengaruhi populasi dalam proporsi yang relatif kecil, namun implikasi kesehatannya bisa sangat serius. Menurut laporan the Journal of Allergy and Clinical Immunology, di Amerika Serikat saja, setiap tahunnya lebih dari 29.000 orang harus dirawat di rumah sakit dan 150 sampai 200 orang meninggal karena reaksi alergi yang disebabkan oleh konsumsi produk pangan yang mengandung alergen.

Saat ini lebih dari 170 jenis pangan telah diketahui mengandung komponen yang dapat memicu reaksi alergi. Namun demikian, berdasarkan laporan kasus alergi, terdapat delapan (8) jenis bahan pangan penyebab terjadinya sekitar 90 persen kasus-kasus alergi karena pangan. Delapan jenis bahan pangan tersebut adalah susu, ikan, udang, kerang-kerangan, kacang tanah, kacang pohon (tree nuts), gandum, dan kedelai serta produk-produk turunannya (IFST, 1999).

Untuk melindungi konsumen dari ketidaksengajaan (atau ketidaktahuan) mengkonsumsi produk pangan yang mengandung alergen pangan, maka pemerintah perlu mengembangkan regulasi mengenai alergen ini. Sebagai ilustrasi, sejak Agustus tahun 2004, di AS diterbitkan Undang-Undang Pelabelan Alergen dan Perlindungan Konsumen (Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act). Banyak ekspor pangan Indonesia ditolak karena pelabelannya tidak sesuai dengan peraturan pelabelan ini. Untuk mengantisipasi hal ini kemampuan analisis alergen pangan merupakan hal esensial agar suatu industri dapat mengaplikasikan prinsip dan prosedur manajemen untuk pengelolaan alergen pangan. Lebih lanjut, kemampuan analisis ini juga sangat diperlukan untuk melakukan validasi dan/atau verifikasi protokol pembersihan, dalam rangka mengurangi potensi kontaminasi alergen sampai pada tingkat yang tidak membahayakan (Kerbach, dkk., 2008).

IV. BIOTERRORISME: INTENTIONAL CONTAMINATION?

Permasalahan keamanan pangan yang telah dibahas di atas termasuk dalam kategori unintentional contamination (kontaminasi yang tidak disengaja). Permasalahan keamanan pangan yang juga harus diantisipasi adalah yang disebabkan oleh kontaminasi yang disengaja (intentional contamination); yang bisa dilakukan oleh orang-orang yang memang berniat melakukan kontaminasi.

Contoh terkenal mengenai kasus kontaminasi sengaja (intentional contamination) ini adalah kasus kontaminasi melamin yang terjadi di China (Infosan, 2008). Melamin adalah senyawa organik bahan baku untuk menghasilkan resin yang tahan panas dan api. Karena itulah maka melamin sering digunakan untuk pembuatan plastik; bahan untuk alat-alat dapur dan bahkan lantai yang tahan panas/api.

Isu kontaminasi melamin menjadi berita di AS setelah ribuan anjing dan kucing mengalami gagal ginjal, bahkan kematian, karena mengkonsumsi pakan yang diimpor dari China yang kemudiandiketahui terkontaminasi melamin (Becker, 2008). Badan resmi AS (USFDA) menyatakan bahwa kontaminasi berasal dari salah satu ingredien pakan yaitu protein gluten yang secara sengaja ditambahkan melamin untuk mendongkrak kandungan nitrogennya (diekivalenkan dengan kandungan protein) dengan tujuan untuk mendongkrak harga (WHO, 2009a). Karena itulah maka kontaminasi melamin diyakini merupakan salah satu bentuk kontaminasi sengaja; dengan tujuan pemalsuan untuk keuntungan ekonomi.

Isu kontaminasi melamin menjadi lebih mencuat karena kasus ini ternyata juga ditemukan pada susu formula untuk bayi. Kasus ini dilaporkan menyebabkan paling tidak 6 bayi meninggal, 51,900 dirawat di rumah sakit, dan diperkirakan sekitar 294,000 sakit di negara China, Taiwan, Macau, dan Hong Kong (Yang, 2009; WHO, 2009b).

Perkembangan terakhir isu kontaminasi yang sengaja ini terkait dengan kekhawatiran tentang isu bioterrorisme. Isu terkait dengan bioterrorisme ini mengemuka terutama di negara-negara maju; yang khususnya dipicu oleh peristiwa 9/11 di Amerika Serikat. Walaupun permasalahan ini belum mencuat di Indonesia; tetapi bagi Industri yang harus melakukan ekspor ke beberapa negara maju (Amerika, Australia dan Eropa misalnya) harus mengikuti ketentuan-ketentuan tambahan yang berkaitan dengan mengurangi kemungkinan terjadinya bioterrorisme ini. Hal ini pula yang pada akhirnya pada mendorong Amerika Serikat mengeluarkan Undang-Undang Modernisasi Keamanan Pangan (Food Safety Modernization Act; Public Law 111-353, 2011).

Dengan adanya Undang-Undang Modernisasi Keamanan Pangan di AS ini jelas akan mempengaruhi operasional industri pangan di Indonesia; terutama bagi industri

yang melakukan ekspor ke AS. Undang-undang baru ini diantaranya mensyaratkan industri untuk mempunyai dan mengaplikasikan (i) rencana keamanan pangan; terutama dengan menekankan pada aspek pencegahan terjadinya kontaminasi; (ii) manajemen rantai pasok; (iii) arsip dan catatan mengenai pemeliharaan dan akses (keluar masuk orang); dan yang betul-betul baru adalah (iv) rencana pertahanan pangan (food defense plan) serta melakukan (v) pendaftaran pada semua fasilitas yang dimilikinya.

V. BAGAIMANA MENGANTISIPASI KEMUNCULAN ISU BARU KEAMANAN PANGAN?

Bagi Indonesia, berbagai isu keamanan pangan umumnya akan berpotensi mempengaruhi kinerja keamanan pangan nasional dan khususnya akan berdampak langsung pada perdagangan internasional, baik ekspor maupun impor. Industri pangan Indonesia yang berpotensi ekspor harus mempelajari dan melakukan penyesuaian untuk mengantisipasi berbagai isu tersebut. Secara domestik, pemerintah perlu juga mempersiapkan skema manajemen keamanan yang lebih modern; khususnya untuk menghadapi serbuan pangan impor. Secara umum, antisipasi perlu dilakukan oleh pemerintah, industri (produsen), maupun konsumen pangan Indonesia.

5.1. Di Tingkat Pemerintah

Adanya laporan mengenai temuan patogen dan kontaminan pangan baru, terlebih jika telah menyebabkan wabah terkait dengan pangan yang penting bagi suatu negara, harus diantisipasi oleh pemerintah untuk dapat menekan kemungkinan dampak buruk dari patogen dan kontaminan baru tersebut.

Pendekatan antisipatif bagi patogen dan kontaminan baru adalah dengan menggunakan kerangka pikir analisis risiko seperti dijabarkan oleh Codex 2007 (Gambar 2). Dengan menempatkan diri sebagai manajer risiko, pemerintah dapat menginisiasi suatu kajian risiko yang dilaksanakan sepenuhnya oleh para pakar yang ahli di berbagai bidang mengenai suatu patogen dan kontaminan baru; baik ditinjau dari aspek klinis, epidemiologis, proses pengolahan pangan serta data surveilan yang menunjang. Kajian risiko dapat dilakukan secara kualitatif sehingga menghasilkan perkiraan risiko seperti ranking risiko berbagai pangan terhadap patogen dan kontaminan baru tersebut, risiko relatif beberapa pangan yang diduga sensitif terhadap patogen dan kontaminan baru tersebut atau secara kuantitatif dan menghasilkan angka estimasi risiko (misalnya jumlah orang sakit per 100.000 penduduk, jumlah orang sakit per takaran saji per tahun) dan sebagainya.



Gambar 2. Kerangka Pikir Analisis Risiko Keamanan Pangan (Codex, 2007)

Berdasarkan hasil kajian risiko, pemerintah akan dapat menetapkan opsi manajemen risiko yang dianggap paling tepat, cost-effective dan memberikan perlindungan paling tepat. Opsi manajemen risiko oleh pemerintah dapat berupa standar proses baru, kriteria mikrobiologi (standar, panduan) baru, peraturan baru atau revisi, atau pun bahkan pelarangan jenis pangan tertentu. Revisi atau penyusunan kebijakan baru umumnya ditempuh jika hasil kajian risiko menunjukkan bahwa dengan pengaturan yang sudah ada, estimasi risikonya masih dianggap terlalu tinggi atau dengan kata lain jika pemerintah ingin menerapkan kebijakan yang lebih ketat (stringent) dalam rangka memberi perlindungan yang lebih baik kepada masyarakat. Opsi manajemen risiko tersebut bisa ditetapkan di tingkat produsen (penghasil bahan baku seperti petani, peternak, petambak), di tingkat pengolah (pabrik pengolahan pangan) maupun di tingkat konsumen (rumah tangga) atau ketiga-tiganya.

Selama kegiatan-kegiatan analisis risiko, komunikasi risiko harus dilaksanakan dengan transparan sehingga semua pihak mengetahui mengapa suatu opsi manajemen risiko dipilih. Sebagai bagian dari proses manajemen risiko maka pemerintah juga harus memantau penerapan opsi manajemen yang dipilih, apakah telah membawa hasil seperti yang diharapkan. Jika tidak, maka mungkin opsi lain harus ditetapkan.

5.2. Di Tingkat Industri

Dengan menggunakan kerangka pikir yang sama, industri pangan dapat juga melakukan kajian risiko spesifik untuk produk yang diproduksinya, jika diketahui ada patogen dan kontaminan baru. Kajian risiko di tingkat industri semestinya dapat dilakukan secara lebih sederhana dan fokus, dengan mempertimbangkan faktor peluang (peluang ditemukan/terdapatnya patogen dan kontaminan baru) dan faktor keparahan (tingkat kesakitan yang ditimbulkan oleh patogen dan kontaminan baru tersebut). Hasil kajian kemudian diintegrasikan dalam penyusunan

dan atau revisi rencana HACCP. Dalam kaitannya dengan patogen dan kontaminan baru maka kemungkinan perubahan rencana HACCP dan penjaminan keamanan lainnya akan dijabarkan berikut ini.

Pertama, pengendalian jumlah/konsentrasi awal patogen dan kontaminan baru. Manajemen risiko yang diterapkan dapat berupa penyusunan spesifikasi baru untuk ingredien atau memperketat spesifikasi yang ada dalam tahap penerimaan ingredien. Dalam kaitannya dengan upaya pencegahan, maka pengendalian bahan baku (termasuk pemasok; dengan manajemen rantai pasok yang efektif) merupakan hal yang dipersyaratkan oleh Food Safety Modernization Act.

Kedua, pengendalian jumlah/konsentrasi patogen dan kontaminan selama penanganan. Selama penanganan dan pengolahan umumnya terdapat tahap proses yang berfungsi dalam mereduksi jumlah patogen dan kontaminan baru; seperti sortasi, pencucian, blanching atau bahkan tahap yang dirancang untuk mereduksi patogen secara signifikan (killing step) atau menghambat reaksi pembentukan kontaminan yang mungkin terjadi selama pengolahan. Untuk patogen dan kontaminan baru maka tahap-tahap reduksi harus dikaji dan dikendalikan dengan baik, misalnya dengan menjadikannya critical control point dan atau menetapkan critical limit yang lebih ketat. Pengendalian lain yang mungkin perlu dilakukan adalah mencegah meningkatnya jumlah patogen dan kontaminan baru yang bisa mengkontaminasi tahapan proses. Dengan adanya patogen dan kontaminan baru, pengendalian kontaminasi silang atau kontaminasi ulang yang sebelumnya tidak dipertimbangkan mungkin harus diadakan. Pengendalian ini perlu dituangkan dalam Rencana Keamanan Pangan yang jelas; termasuk upaya pencegahannya; yang merupakan prasyarat dari Food Safety Modernization Act.

Ketiga, menetapkan rencana sampling (sampling plan) baru. Ketika patogen pangan

baru diketahui menyebabkan penyakit yang lebih parah, maka besar kemungkinannya diperlukan pengujian yang lebih ketat. Pengujian yang lebih ketat umumnya tercermin dalam perencanaan sampling. Adanya galur patogen baru yang lebih virulen misalnya mungkin meningkatkan jumlah sampel (n), menurunkan jumlah sampel yang boleh cacat (c), dan atau menurunkan batas (m).

Keempat, environmental monitoring. Dalam kaitannya dengan pencegahan kontaminasi ulang maka tindakan pencegahan yang penting adalah dengan memantau lingkungan. Pemantauan lingkungan dapat dilakukan dengan pemantauan bakteri indikator pada peralatan dan atau udara. Untuk itu perlu juga ditetapkan sampling plan yang mencakup nilai-nilai n, c, m dan mungkin M.

5.3. Di Tingkat Konsumen

Sebagaimana konsep keamanan pangan from farm to table; maka konsumen memegang peranan yang sangat penting; khususnya di dalam pemilihan, penyimpanan dan penanganan produk pangan di rumah tangga. Untuk itu; komunikasi risiko mengenai patogen dan kontaminan baru; beserta upaya untuk meminimisasi risiko di tingkat rumah tangga perlu dikomunikasikan dengan baik kepada konsumen.

VI. PENUTUP

Mengingat patogen dan kontaminan baru akan selalu terjadi, maka pemerintah harus selalu menyiapkan langkah-langkah yang tepat jika ada informasi mengenai munculnya suatu patogen dan kontaminan baru; khususnya yang berpotensi mengakibatkan wabah atau dampak keparahan yang besar. Dengan selalu mengantisipasi dan menyiapkan perangkat analisis risiko maka pemerintah akan dapat secara dini menyusun kebijakan yang kemudian dapat diimplementasikan di tingkat produsen. Antisipasi oleh industri juga bisa segera dilakukan, misalnya dengan meninjau sistem manajemen keamanan pangan khususnya rencana HACCP yang telah disusun sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Becker, G.S. 2008. Food and Agricultural Imports from China. CRS Report for Congress. Congressional Research Service. Available at: <http://www.fas.org/sgp/crs/row/RL34080.pdf>
- Calvin, L., Flores, L. dan Foster, W. 2003. Food safety in food security dan food trade. Case study : Guatemala raspberries and Cyclospora. <http://www.ipfri.org/2020/focus>
- Commission Regulation. 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006. 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Available at: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:2006R1881:20100701:EN:PDF>
- Codex. 2007. Working Principles for Risk Analysis for Food Safety for Application by Governments. CAC/GL 62-2007. Available at: http://www.codexalimentarius.net/download/standards/10751/CXG_062e.pdf
- Codex. 2008. Code of Hygienic Practice for Powdered Formulae for Infants and Young Children. CAC/RCP 66 – 2008. Available at: www.codexalimentarius.net/download/standards/11026/CXP_066e.pdf
- Cordier, J-L. 2008. Production of Powdered Infant Formulae and Microbiological Control Measures. Di dalam : Farber, J. dan Forsythe, S. (eds). Enterobacter sakazakii. ASM Press, Washington D.C. p. 145-185
- EFSA (European Food Safety Authority). 2006. Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food on a request from the Commission related to 2,2-BIS(4-HYDROXYPHENYL)PROPANE (Bisphenol A). Available at: <http://www.efsa.europa.eu/de/scdocs/doc/428.pdf>
- EFSA (European Food Safety Authority). 2010. Scientific Opinion on Bisphenol A: evaluation of a study investigating its neurodevelopmental toxicity, review of recent scientific literature on its toxicity and advice on the Danish risk assessment of Bisphenol A. Available at: <http://www.efsa.europa.eu/fr/scdocs/doc/1829.pdf>

- EPA (Environmental Protection Agency). 2010. Bisphenol A Action Plan. Available at: http://www.epa.gov/oppt/existingchemicals/pubs/actionplans/bpa_action_plan.pdf
- EPA (Environmental Protection Agency). 2011. Basic Information about Benzene in Drinking Water. Available at: <http://water.epa.gov/drink/contaminants/basicinformation/benzene.cfm#four>
- Farber, J. 2007. Emerging Pathogens. Disajikan dalam "Symposium on Current and Innovative Approaches to Microbiological Food Safety Management. Singapore, October 3-4, 2007
- Gardner, L.K and Lawrence, G. D. 1993. Benzene production from decarboxylation of benzoic acid in the presence of ascorbic acid and a transition-metal catalyst. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol 41, pages 693-695.
- Harvey, S., Sturgeon, J. Dassey, E. 2002. Botulism due to *Clostridium botulinum* type F toxin. *J. of Clin. Microbiol.* 40 (6) p. 2260-2262
- Health Canada. 2007. Colonization botulisms in adult patients with Crohn's disease. <http://www.hc-sc.gc.ca/dc-ma/more-autres/botulism>
- Hjertqvist, M., Johansson, A., Svensson, N., Abom, N., Magnusson, C., Olsson, M., Hedlund, K.O., dan Andersson, Y. 2006. Four outbreaks of norovirus gastroenteritis after consuming raspberries, Sweden June-August 2006. *Eurosurveillance Weekly Release* 11 (9)
- Humphrey, T.J., Bakerville, A., Mawer, S., Rowe, B. dan Hopper, S. 1989. *Salmonella enteritidis* phage type 4 from the content of intact egg : a study involving naturally infected eggs, *Epidemiol. And Infect.* 103 : 415-423
- IFST (Institute of Food Science & Technology). 1999. Food Allergy. Public Affairs and Technical & Legislative Committees, The Institute of Food Science & Technology, UK.
- IFT (Institute of Food Technologists). 2002. Expert Food Safety Report on Emerging Microbiological Food Safety Issues. Implications for control in the 21st century.
- Infosan (2008). Melamine-contaminated milk and milk products, China. INFOSAN Emergency Alert Update no 7. October 2008
- Isakbaeva, E.T., Widdowson, M-A., Beard, R.S., Bulens, S.N., Mullins, J., Monroe, S.S., Breese, J., Sassano, P., Cramer, E.H., dan Glass, R.I. 2005. Norovirus transmission on cruise ship. *Emerging Infect. Dis.* 11 (1)
- Iversen, C., Lehner, A., Mullan, N., Marugg, J., Fanning, S., Stephan, R. dan Joosten, H. 2007. Identification of *Cronobacter* spp. (*Enterobacter sakazakii*). *Journal of Clinical Microbiology*, 45 (11) :p. 3814-3816,
- JECFA (The Joint FAO/WHO Committee on Food Additives). 2002. 3-Chloro-1,2-propane-diol. In: Safety evaluation of certain food additives and contaminants. Prepared by the fifty-seventh meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). WHO Food Additives Series 48, pp. 401-432. Available at: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v48je18.htm>
- Kerbach, S., Alldrick, A.J., Crevel, R.W.R., Domotor, L., DunnGalvin, A., Mills, E.N.C., Pfaff, S., Poms, R.E., Popping, B. And Tomoskozy, S. 2008. Managing food allergens in the food supply chain -viewed from different stakeholder perspectives. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* ISSN 1757-8361
- McNeal, T.P., Nyman, P.J., Diachenko, G.W., Hollifield, H.C., 1993, Survey of Benzene in Foods by Using Headspace Concentration Techniques and Capillary Gas Chromatography, *Journal of AOAC International*, 76(6):1213-1218.
- MMWR (Mortality and Morbidity Weekly Report). 2007. *Vibrio* foodborne illnesses increased in 2006. *MMWR* 56 (14) : 336-339
- Public Law, (2011). Public Law 111-353 (To amend the Federal Food, Drug, and Cosmetic Act with respect to the safety of the food supply). Available at: <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/PLAW-111publ353/pdf/PLAW-111publ353.pdf>
- Robert Koch-Institute. 2001. Final presentation and evaluation of epidemiological findings in the EHEC O104:H4 Outbreak, Germany 2011. Robert Koch-Institute (RKI). Nordufer 20, 13353 Berlin-Germany. Available at: <http://edoc.rki.de/>

documents/rki_ab/reQHS31jDrGxc/PDF/23N
XL3JomOyAA.pdf

- Sampson, H.A. 2004. Update on food allergy. *J ALLERGY CLIN IMMUNOL.* 113(5); 605-619.
- Saulo, A.A. 2008. Bisphenol A. Cooperative Extension Service, Food Safety and Technology May 2008 FST-29. Published by the College of Tropical Agriculture and Human Resources (CTAHR). University of Hawai at Manoa.
- SCF (Scientific Committee on Food). 2001. Opinion of the Scientific Committee on Food on 3-monochloro-propane-1,2-diol (3-MCPD) updating the SCF opinion of 1994. Adopted on 30 May 2001. European Commission Scientific Committee on Food, Brussels, Belgium. Available at: http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out91_en.pdf
- Uhlich, G.A., Sinclair, J.R., Warren, N.G., Chmielecki, W.A. dan Fratamico, P. 2008. Characterization of shiga-toxin producing *Escherichia coli* isolates associated with two multistate foodborne outbreaks that occurred in 2006. *Appl. Environ. Microbiol.* 74(4) : 1268-1272
- USFDA (US Food and Drug Administration). 2005. FDA Survey of Imported Fresh Produce. <http://www.cfsan.fda.gov/pdms/prodsu12>
- USFDA (US Food and Drug Administration). 2010. Update on Bisphenol A for Use in Food Contact Applications. Available at: <http://www.fda.gov/downloads/NewsEvents/PublicHealthFocus/UCM197778.pdf>
- WHO (World Health Organization). 2009a. Toxicological and Health Aspects of Melamine and Cyanuric Acid, Ottawa Canada, 1 - 4 December 2008. Available at: http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789241597951_eng.pdf
- WHO (World Health Organization). 2009b. Expert Meeting to Review Toxicological Aspects of Melamine and Cyanuric Acid, 1-4 December 2008; Last reviewed/updated 16 April 2009; accessed 19 June 2009. Available at: http://www.who.int/foodsafety/fs_management/infosan_events/en/print.html
- WHO (World Health Organization). 2011. Benzene in Drinking-water Available at: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/benzene.pdf
- Yang, R., Huang, W., Zhang, L., Thomas, M., and Pei, X. 2009. Milk Adulteration with Melamine in China: Crisis and Response. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 1(2), 111-116.
- Zyzak, D. V., Sanders, R.A., Stojanovic, M., Tallmadge, D.H., Eberhart, D.L., Ewald, D.K., Gruber, D.C., Morsch, T.R., And Strothers, R.A., Rizzig, P. And Villagran. M.D. 2003. Acrylamide Formation Mechanism In Heated Foods. *J. Agric. Food Chem.* Vol , 4782-4787.

BIODATA PENULIS :

Ratih Dewanti-Hariyadi, dilahirkan di Pekalongan, 20 September 1962, lulus pendidikan S1 di Departemen Teknologi Pangan dan Gizi, Fateta, IPB tahun 1984, pendidikan S2 dan S3 bidang Mikrobiologi Pangan dengan minor Bakteriologi tahun 1990 dan 1995 di the University of Wisconsin-Madison, USA. Beliau adalah dosen di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan sejak tahun 1986, dan saat ini menjabat sebagai Ketua Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Pasca Sarjana IPB. Beliau juga aktif sebagai anggota the International Commission on Microbiological Specification for Foods (ICMSF) sejak tahun 2007.

Purwiyano Hariyadi, dilahirkan di Pati, 9 Maret 1962, menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB tahun 1984, pendidikan S2 bidang Ilmu Pangan tahun 1990 di University of Wisconsin-Madison, USA, dan S3 di Universitas yang sama bidang Pengolahan Pangan dan Teknik Kimia tahun 1995. Selain sebagai Guru Besar bidang Rekayasa Proses Pangan pada Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, saat ini beliau juga menjabat sebagai Direktur Southeast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFST) Center, LPPM, IPB Bogor.