KEAMANAN PANGAN KAITANNYA DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN DAN KONTAMINAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada

Oleh
Prof. Dr. Ir. Sri Anggrahini, MS

KEAMANAN PANGAN KAITANNYA DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN DAN KONTAMINAN

UNIVERSITAS GADJAH MADA

Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar
pada Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada

Diucapkan di depan Rapat Terbuka Majelis Guru Besar
Universitas Gadjah Mada
pada tanggal 1 April 2008
Di Yogyakarta

Oleh :
Prof. Dr. Ir. Sri Anggrahini, MS

KEAMANAN PANGAN KAITANNYA DENGAN PENGGUNAAN BAHAN TAMBAHAN DAN KONTAMINAN

Pangan pada hakekatnya merupakan kebutuhan dasar yang penting untuk kehidupan manusia (de Vries, 1997) dan yang paling hakiki untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya. Pada umumnya dalam mengolah pangan diberikan beberapa perlakuan dengan berbagai cara antara lain dengan penambahan bahan tambahan dengan tujuan untuk memperpanjang umur simpan, memperbaiki tekstur, kelezatan atau kenampakan (de Vris, 1997).

Masalah keamanan pangan akan muncul, salah satu penyebabnya adalah adanya bahan kimia berbahaya dalam pangan yang masuk ke dalam tubuh manusia, sehingga menimbulkan gangguan pada kesehatan. Bahan kimia berbahaya yang masuk ke dalam tubuh manusia dapat berasal dari bahan tambahan, dan kontaminan (Atk, 2001). Bahan kimia berbahaya dapat masuk ke dalam tubuh melalui tiga cara. *Pertama* : termakan atau terminum bersama makanan atau minuman yang tercemar. *Kedua* : dihirup dalam bentuk gas atau uap, masuk langsung menuju paru-paru lalu masuk ke dalam aliran darah. *Ketiga* : terserap melalui kulit dengan atau tanpa terlebih dahulu menyebabkan luka pada kulit.

Penyebab Makanan Tidak "Aman"

Peningkatan kualitas sumber daya manusia (SDM) salah satunya ditentukan oleh keamanan pangan yang dikonsumsinya. Mengingat demikian pentingnya tentang keamanan pangan maka telah diwujudkan oleh pemerintah dengan dikeluarkannya Undang-undang No.23 tahun 1992 tentang kesehatan dan Undang-undang nomer 7 tahun 1996 tentang Pangan serta Peraturan Pemerintah No. 28 tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan.

Persyaratan keamanan pangan (*food safety*) yang akan dikonsumsi, merupakan salah satu hal yang penting untuk dipenuhi,

agar supaya tubuh tetap sehat. Apa artinya makanan bergizi tinggi, berpenampilan menarik, lezat dan bermutu tinggi namun tidak aman untuk dikonsumsi. Pangan yang aman adalah pangan yang tidak mengandung (1) bahaya biologi atau mikrobiologi, (2) bahaya kimia dan (3) bahaya fisik.(Ardiansyah, 2006; Fardiaz, 2008).

Bahaya biologi dapat berupa kecoa dan semut, bahaya mikrobiologi berupa mikrobia patogen, mikrobia penghasil toksin, virus dan mikrobia pembusuk. Bahan biologis atau mikrobiologis yang tumbuh dan berkembang di dalam bahan pangan dapat menyebabkan infeksi atau keracunan pada manusia. Beberapa mikrobia dapat menghasilkan toksin (racun) di dalam makanan, sehingga apabila senyawa toksin tersebut terkonsumsi oleh manusia maka dapat menyebabkan intoksikasi (Anggrahini, 1990; Anggrahini, 1992). Intoksikasi adalah kondisi dimana toksin sudah terbentuk di dalam makanan atau bahan pangan, hal ini merupakan keadaan yang membahayakan bagi kesehatan manusia. Meskipun makanan atau bahan pangan sudah dipanaskan sebelum disantap, sehingga mikrobianya sudah tidak ada dalam makanan, namun toksin yang sudah terbentuk masih dapat tetap aktif dan menyebabkan keracunan, (Ardiansyah, 2006; Tannenbaum, 1979).

Bahaya kimia dapat berupa bahan kimia non-pangan yang digunakan sebagai bahan tambahan pangan, bahan tambahan pangan yang diijinkan namun melebihi batas penggunaannya atau senyawa kimia yang mungkin terbentuk dalam pengolahan. Bahan kimia berupa logam berat yang berasal dari limbah industri, asap kendaraan, residu hormon, antibiotik dan pestisida; senyawa toksin alami; senyawa toksin hasil produksi mikrobia seperti aflatoksin, asam bongkrek, patulin, okratoksin dan zearalenon; residu pestisida, serta residu obat-obatan ternak juga merupakan bahan kimia yang berbahaya.

Bahaya fisik dapat berupa klip, kerikil, rambut dan kuku, pecahan kaca, potongan kayu, batu, logam, yang kemungkinan berasal dari bahan baku yang tercemar, peralatan yang sudah aus atau dapat juga berasal dari para pekerja pengolah makanan. Meskipun bahaya

fisik tidak selalu menyebabkan terjadinya penyakit atau gangguan kesehatan, tetapi bahaya fisik ini dapat berfungsi sebagai pembawa atau carrier bakteri-bakteri patogen dan dapat mengganggu nilai estetika makanan yang akan dikonsumsi (Ardiansyah, 2006).

Penggunaan bahan kimia dalam pangan kalau tidak diawasi dan dikelola dengan baik akan berbahaya bagi kesehatan manusia. Semua bahan kimia akan dapat berubah sifatnya dari aman dan menguntungkan menjadi racun yang berbahaya apabila jenis dan jumlah pemakaiannya tidak tepat. Kehati-hatian produsen makanan dalam penggunaan bahan kimia sangat diperlukan, agar bahan kimia yang digunakan tidak membahayakan konsumen, baik itu industri kecil maupun industri besar.

Industri pangan di Indonesia terdiri dari sektor informal dan sektor formal. Industri sektor informal meliputi industri kecil, industri rumah tangga, kaki lima, makanan jajanan dll. Industri rumah tangga di bidang pangan (PIRT) mempunyai potensi kerawanan keamanan pangan (Nda, 2004; Apriliana, 2006). Industri pangan rumah tangga biasanya akan berusaha menampilkan makanannya semenarik mungkin baik dari segi penampakan, aroma dan tekstur, akan tetapi faktor keamanan pangan justru diabaikan. Makanan jajanan yang dijual oleh pedagang kaki lima (*street food*) dan jajanan anak sekolah rawan terhadap penggunaan bahan kimia yang membahayakan bagi kesehatan (Nda, 2004; Anggrahini, 2006).

Produk makanan jajanan kaki lima sering mengandung bahan kimia berbahaya seperti boraks sebagai pengempal yang mengandung logam berat boron, formalin yang biasa digunakan sebagai pengawet mayat, Rhodamin B pewarna merah tekstil dan *Methanyl Yellow* yang merupakan pewarna kuning tekstil. Berdasar uji sampling jajanan sekolah dari Banda Aceh sampai Jayapura yang dilakukan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan ditemukan mengandung formalin dan boraks pada bakso dan mi serta Rhodamin B pada sirup dan es mambo (Nda, 2004), pada jajanan anak sekolah di 18 propinsi didapatkan ada

sekitar 39,5 % tidak memenuhi standar keamanan pangan (Anonim, 2005). Formalin juga ditemukan terdapat pada produk makanan impor dari Cina (Sholihah, 2007).

Meningkatnya makanan jajanan di banyak Negara termasuk Indonesia adalah akibat peningkatan populasi penduduk, perubahan keadaan sosio-ekonomi, peningkatan angka pengangguran, urbanisasi dan turisme (Februhartanty dan Iswarawanti, 2004). Monitoring mutu dan keamanan pangan yang diolah dan dihasilkan oleh industri informal sulit dilakukan dan sebagian besar pengetahuan produsennya terhadap keamanan pangan juga rendah, sehingga masalah yang berkaitan dengan keamanan pangan banyak ditimbulkan oleh industri pangan sektor informal.

Menurut hasil penelitian Maskar (2004), hasil wawancara dengan pedagang kaki lima di Jakarta Timur menunjukkan bahwa pedagang kaki lima tidak tahu bahwa bahan tambahan yang mereka gunakan pada bahan baku yang mereka jual adalah bahan kimia yang berbahaya atau bahan tambahan illegal. Bahan tambahan illegal menjadi primadona pada jajanan kaki lima dan industri rumah tangga serta jajanan anak sekolah karena harganya murah, dapat memberikan penampilan yang menarik dan mudah di dapat.

Dalam era globalisasi peluang produk pangan Indonesia untuk masuk pasar regional maupun pasar global makin luas, sebaliknya kesempatan produk import untuk masuk pasar domestikpun juga makin luas. Ketatnya persaingan dalam memperebutkan pasar menyebabkan aspek mutu dan keamanan produk pangan harus diperhatikan.

Bahan Tambahan Pangan

Bahan tambahan pangan (BTP) adalah bahan yang sengaja ditambahkan ke dalam pangan untuk berbagai tujuan antara lain mempertahankan dan memperbaiki nilai gizi pangan, menghambat kerusakan pangan oleh mikrobia, mempertahankan kesegaran pangan, warna dan aroma, membantu proses pengolahan pangan dan memperbaiki penampilan pangan. Menurut Permenkes RI No.

722/Menkes/Per/IX/88 bahan tambahan pangan terdiri dari antioksidan, antikempal, pengawet, pewarna alam dan sintetik, pemanis buatan, pengatur keasaman, pengeras, sekuestran, pemutih dan pematang tepung, pengemulsi, pengental, pemantap, penyedap rasa dan penguat rasa (Anonim, 1989). Peraturan Menteri Kesehatan ini diperkuat dengan Permenkes No. 1168/Menkes/1999.

Teknologi pengolahan pangan di Indonesia dewasa ini berkembang cukup pesat, diiringi dengan penggunaan bahan tambahan pangan yang juga makin meningkat Kesalahan teknologi dan penggunaan bahan tambahan yang diterapkan, baik sengaja maupun tidak disengaja dapat menyebabkan gangguan pada kesehatan atau keamanan konsumen. Dalam penggunaan bahan tambahan pangan perlu diperhatikan adanya nilai ADI (*Acceptable Daily Intake*), yang merupakan suatu batasan berapa banyak konsumsi bahan tambahan pangan yang dapat diterima dan dicerna manusia tiap hari sepanjang hidup tanpa menimbulkan gangguan kesehatan. Selain itu grade dari bahan kimia yang digunakan sebagai bahan tambahan pangan juga harus diperhatikan apakah *food grade* yaitu bahan kimia yang diijinkan untuk ditambahkan dalam pangan atau *non-food grade* yaitu bahan kimia yang tidak digunakan untuk pangan, tetapi digunakan untuk industri-industri non pangan, seperti industri tekstil, cat, plastik.

Pada produk makanan kering misalnya biskuit, dendeng, abon, ikan asin, mi instant, juga sering ditambahkan bahan pengawet yang sebenarnya tidak perlu dilakukan. Mengapa demikian, karena bahan makanan kering pada umumnya kadar airnya sudah rendah, dibawah 10 persen sehingga bukan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikrobia. Namun karena ketidak tahuan dari para produsennya maka masih ditambahkan bahan pengawet pada produk makanan yang mereka hasilkan. Sedangkan bahan-bahan makanan basah seperti roti, kue-kue basah, sirup, sambal, saus, kecap, selai dll. mempunyai kadar air yang cukup tinggi sehingga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikrobia, maka perlu ditambahkan bahan tambahan yang merupakan bahan pengawet.

Bahan Tambahan Yang Berbahaya

Di dalam industri pangan, terutama industri rumah tangga yang pengetahuan mereka masih terbatas, penggunaan bahan tambahan yang berbahaya masih sering dilakukan (Anggrahini, 2007). Bahan pewarna, pengawet dan pemanis buatan merupakan bahan tambahan pangan yang sering disalahgunakan pemakaiannya (Sinaga, 2004). Menurut pengujian di laboratorium Balai Besar Pengawasan Obat dan Makanan Yogyakarta, Semarang maupun Medan, setengah contoh produk pangan yang diuji mengandung bahan tambahan yang dilarang atau yang dapat membahayakan kesehatan manusia. Bahan tambahan berbahaya yang paling sering ditambahkan produsen adalah zat pewarna **Rhodamine B** dan ***Methanyl yellow***, pemanis buatan **siklamat** dan **sakarin**, serta pembuat kenyal berupa **formalin** dan **boraks** (Didinkaem, 2007). Meskipun Badan Pengawas Obat dan Makanan sudah cukup lama mensosialisasikan kepada konsumen maupun produsen pangan tentang bahaya penggunaan bahan tambahan tersebut namun penggunaan bahan tambahan berbahaya tersebut masih saja terjadi sampai saat ini.

Rhodamin B merupakan bahan pewarna non pangan yang masuk ke dalam golongan pewarna yang dilarang digunakan untuk pangan, namun masih digunakan sebagai pewarna makanan seperti kerupuk, es, cenil. Rhodamin B digunakan untuk pewarna tekstil, kertas, bulu domba dan sutera, biasanya menimbulkan warna merah (Nda, 2004). *Methanyl yellow* merupakan pewarna non pangan yang juga masih digunakan untuk pangan, yang menyebabkan warna makanan atau minuman menjadi kuning. *Methanyl yellow* dijumpai penggunaannya dalam pembuatan sirup, pisang goreng, manisan mangga atau kedondong untuk memunculkan warna yang lebih menarik.

Rhodamin B dan *Methanyl Yellow* merupakan senyawa sintetis yang mengandung residu logam berat yang berbahaya bagi kesehatan (Nda, 2004; Sinaga, 2004). Uji coba pada tikus yang diberi Rhodamin B dan *Methanyl Yellow* selama satu minggu berturut-turut menunjukkan adanya pembesaran organ berupa peningkatan berat

hati, ginjal dan limpa. Pemberian secara bersamaan dapat menimbulkan kanker. Terjadinya penyalah gunaan pewarna non pangan untuk pangan disebabkan karena beberapa hal, seperti ketidak tahuan masyarakat tentang pewarna untuk makanan, pewarna non-pangan tersedia dimana-mana, warna yang ditimbulkan lebih menarik dan harganya relative murah dibanding dengan pewarna untuk makanan (Sinaga, 1991; Sinaga 1993).

Siklamat merupakan pemanis buatan yang dilarang digunakan oleh Food and Drugs Administration (FDA) Amerika Serikat, karena berdasar hasil penelitian terhadap tikus dan mencit diketahui dapat menimbulkan tumor kandung kemih. Siklamat dapat berupa garam Na maupun Ca, yang mempunyai daya kemanisan 30 kali sukrosa (Winarno, 1997).

Sakarin merupakan pemanis buatan yang digunakan untuk diet pelangsingan dan penderita diabetes, juga menimbulkan kontroversi yang sama dengan siklamat (Didinkaem. 2007). Sakarin dapat diperoleh dalam bentuk garam Na atau Ca dan mempunyai daya kemanisan 400 kali kemanisan sukrosa. Meskipun lebih manis dari siklamat tetapi mempunyai kelemahan, yaitu mempunyai *after taste* yang tidak menguntungkan, yaitu pahit, getir dan kadang-kadang terasa *metallic taste* (Winarno, 1997). Berdasar hasil penelitian di Canada dengan menggunakan 5% sakarin dalam ransum tikus dapat merangsang terjadinya tumor di kantong kemih. Es mambo yang diproduksi oleh industri rumah tangga masih banyak yang dibuat dengan menggunakan siklamat dan atau sakarin sebagai pemanis.

Formalin adalah nama dagang larutan formaldehid dalam air dengan kadar berkisar 36 – 40 %. Formalin merupakan antiseptik terutama digunakan untuk mendisinfektan peralatan kedokteran atau mengawetkan mayat dan spesimen biologi lainnya. Formalin tidak termasuk dalam daftar bahan tambahan yang diijinkan untuk pangan oleh Codex Alimentarius, maupun oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Tobing, 2007). Menurut peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 722/Menkes/Per/IX/1988 formalin

dilarang digunakan sebagai bahan tambahan pangan dan menurut Permenkes RI No. 472/Menkes/Per/V/1996, formalin termasuk dalam bahan kimia yang berbahaya.

Penggunaan formalin dalam bahan pangan terjadi sejak tahun 1980-an dan meningkat drastis mulai tahun 2005. Penggunaan formalin pada makanan sampai sekarang masih cukup tinggi. Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) hingga kini telah menemukan 39 produk manisan dan permen yang positif mengandung formalin dari 222 contoh yang diuji. Menurut catatan Badan Pengawas Obat dan Makanan penggunaan formalin sepanjang tahun 2006 masih sekitar 5-10 persen. Pada mi basah dan tahu penggunaan formalin sekitar 5 %, sedang pada ikan dan makanan laut lainnya sekitar 10 % (Pramono, 2007). Pada pertengahan tahun 2007 terjadi penggunaan formalin pada beberapa produk pangan, seperti ikan asin, tahu, mi dan beberapa produk makanan yang diimport dari China.

Menurut International Agency on Research on Cancers (IARC), formalin dapat menyebabkan kanker pada hewan, tetapi jarang terjadi pada manusia melalui penelanan. Kejadian kanker menurut laporan tahunan edisi keenam tahun 1991 yang dipublikasikan oleh National Toxicology Program of Carcinogen in The Environmental Protections Agency's Toxic Release Inventory (TRI) terjadi melalui inhalasi (saluran pernafasan).

Formalin sangat berbahaya bila terhirup, mengenai kulit dan tertelan (Administrator, 2006). Apabila kandungan formalin dalam tubuh tinggi akan bereaksi secara kimiawi dengan hampir semua zat di dalam sel sehingga menekan fungsi sel dan menyebabkan kematian sel yang menyebabkan keracunan pada tubuh (Pramono, 2007). Efek jangka pendek dari mengkonsumsi formalin antara lain terjadinya iritasi pada saluran pernafasan, muntah-muntah, pusing dan rasa terbakar pada tenggorokan. Efek jangka panjangnya adalah terjadinya kerusakan hati, jantung, otak, limpa, pankreas, system susunan saraf pusat, dan ginjal (Lee dkk., 1978).

Batas normal tubuh dapat menetralisir formalin dalam tubuh melalui konsumsi makanan adalah 1,5 sampai 14 mg setiap harinya. Mengkonsumsi secara terus menerus dan dalam skala yang cukup tinggi dapat menyebabkan mutasi genetik yang berakibat pada meningkatnya kemungkinan terkena kanker (Anonim, 2006b). The United States Environmental Protection Agency (USEPA) menetapkan nilai ADI formalin sebesar 0,2 mg/kg berat badan.

Formalin juga digunakan dibidang pertanian, sebagai bahan pembunuh hama (desinfektan) dan bahan pupuk urea. Di dalam industri non pangan formalin juga banyak digunakan sebagai bahan perekat plywoods, produk alat rumah tangga berbahan melamin dll. Buah-buahan, sayuran, daging, ikan, udang dan bahan makanan lainnya juga mengandung formalin dalam jumlah terbatas sebagai hasil proses biologis alami. Kandungan tertinggi dapat mencapai 300 ppm sampai 400 ppm (mg/l) pada jamur kering. Untuk bahan makanan yang secara alami mengandung formalin tidak ada peraturan internasional yang mengatur batasan kadar formalinnya, pemantauan hanya dilakukan apabila formalin dipergunakan sebagai bahan pengawet makanan.

Bahan kimia berbahaya lain yang sering digunakan pada produk olahan pangan yang lain adalah boraks. Boraks merupakan garam natrium $Na_2B_4O_7.10H_2O$ serta asam borat yang tidak merupakan kategori bahan tambahan pangan *food grade,* biasanya digunakan dalam industri non pangan seperti industri kertas, gelas, keramik, kayu, produk antiseptik toilet (Didinkaem, 2007). Di industri farmasi boraks digunakan sebagai ramuan bahan baku obat seperti bedak, larutan kompres, obat oles mulut, semprot hidung, salep dan pencuci mata. Bahan hasil industri farmasi tersebut tidak boleh diminum karena beracun (Winarno, 1997). Boraks dapat berpengaruh buruk terhadap enzim-enzim metabolisme dan mempengaruhi alat reproduksi (Lee dkk., 1978).

Boraks termasuk kelompok mineral borat yang merupakan senyawa kimia alami yang tersusun dari atom boron (B) yang merupakan logam berat dan oksigen (O). Boraks sudah lama

digunakan oleh masyarakat dan industri kecil untuk pembuatan gendar, kerupuk rambak tiruan, mie dan bakso. Boraks secara lokal dikenal sebagai air bleng atau cetitet, garam bleng atau pijer. Boraks sebetulnya sudah dilarang penggunaannya oleh pemerintah sejak Juli 1978 dan diperkuat lagi melalui SK Menteri Kesehatan RI No.722/Menkes/Per/Per/IX/1988 (Winarno, 1997).

Boraks dapat diserap oleh tubuh melalui saluran pencernaan, atau diserap melalui kulit (George, 1965). Senyawa boraks diserap oleh tubuh manusia secara kumulatif, sehingga efeknya baru terasa setelah dikonsumsi terus menerus dalam jangka waktu lama. Bahan kimia efeknya bagi kesehatan tidak secepat dibanding efek dari adanya mikrobia patogen atau mikrobia penghasil toksin.

Bahan tambahan pangan yang diijinkan oleh Departemen Kesehatan RI untuk digunakan dalam pengawetan makananpun apabila salah dalam penggunaannya dapat menimbulkan gangguan pada kesehatan konsumen. Bahan tambahan pangan yang sering digunakan adalah nitrit dan nitrat. Nitrit sudah lama digunakan sebagai pengawet dan mestabilkan warna, terutama daging dan ikan. Senyawa nitrit bersifat toksik. Di pasaran campuran senyawa nitrit, nitrat dan garam disebut sendawa. Nitrit digunakan untuk mencegah pertumbuhan *Clostridium botulinum*, sebagai pengawet warna daging, agar warna daging seperti warna aslinya dan pemberi citarasa (Hathcock, 1982; Tannenbaun, 1979; Winarno, 1997).

Baik di dalam makanan maupun di dalam saluran pencernaan, sendawa mudah diubah menjadi nitrit yang merupakan senyawa yang beracun. Penggunaan nitrit yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya proses nitrosasi, yaitu nitrit akan bereaksi dengan amine sekunder atau tertier seperti dimetil amine, dietil amine, pyrolidine, dithiocarbamat dll. untuk membentuk nitrosamine yang bersifat karsinogenik. Reaksi nitrosasi (Tannenbaun, 1979) terjadi sebagai berikut:

$2\ HNO_2 \leftrightarrow N_2O_3 + H_2O$

Nitrit

$R_2NH_2^+ \leftrightarrow R_2\ NH + H^+$

Amine sekunder

$R_2NH + N_2O_3 \rightarrow R_2\ NNO + HNO_2$

nitrosamine

Pada tahun 1956 Barnes dan Magee melaporkan bahwa hampir semua tikus yang diberi pakan yang mengandung 50 ppm nitrosodimetilamin menimbulkan kanker hati dalam waktu kurang dari satu tahun (Hathcock, 1982). Pada awal tahun 1960 di Norway diteliti bahwa Cerpelai (sejenis musang darat dan air) dan binatang memamah biak yang diberi tepung ikan yang diawetkan dengan Natrium Nitrit menimbulkan nekrosis hati. Tepung ikan yang diberikan setelah dideteksi ternyata mengandung senyawa nitrosodietilamin.

Reaksi nitrosasi kebanyakan terjadi dalam suasana asam atau pH rendah. Reaksi nitrosasi dapat terjadi dalam makanan selama penyimpanan atau proses dan dapat terjadi juga secara *in vivo* dalam lambung. Lingkungan perut lebih cocok untuk pembentukan nitrosamine karena suasananya asam.

Nitrat batasannya lebih tinggi daripada nitrit karena nitrat tidak dapat mengalami proses nitrosasi langsung tetapi harus diubah terlebih dahulu menjadi nitrit. Nitrit tidak hanya mengalami nitrosasi karena bereaksi dengan amine sekunder atau tertier yang bersifat karsinogenik, tetapi apabila penggunaannya berlebihan dapat menyebabkan keracunan, seperti yang terjadi pada keracunan biskuit yang terjadi pada tahun 1990-an. Keracunan biskuit yang diproduksi oleh industri besar disebabkan karena ketidak hati-hatian dalam penggunaan bahan kimia yang ditambahkan pada proses pengolahan biskuit tersebut (Winarno, 1997). Penyebab keracunan adalah penggunaan bahan kimia yang berupa sodium nitrit yang dikira soda kue (*baking soda*) atau sodium bikarbonat yang digunakan dalam pembuatan roti mari (biskuit) dan sejenisnya, untuk proses

pengembangan. Efek akut dari adanya nitrit adalah terjadinya methemoglobinemia yang menyebabkan terjadinya gangguan suplai oksigen (Hathcock, 1982; Tannenbaun, 1979). Nitrit akan bereaksi dengan oxyhemoglobin membentuk methemoglobin dan merubah ion fero yang ada pada oxyhemoglobin menjadi feri (Hathcock, 1982).

Residu Pestisida

Bahan kimia berbahaya yang lain dapat berasal dari residu pestisida. Pestisida adalah bahan kimia yang banyak digunakan oleh petani untuk mencegah terjadinya serangan hama, penyakit, dll. Pestisida merupakan bahan beracun yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Penggunaan pestisida nabati sudah sejak lama dilakukan oleh para petani. Sedang penggunaan pestisida kimia, intensif dilakukan sekitar tahun 1980-an. Sekarang petani banyak yang menggunakan pestisida, karena agak sulit untuk dapat memproduksi hasil pertanian dalam jumlah yang banyak dengan tanpa menggunakan bantuan pestisida, oleh karena itu hasil pertanian sulit untuk dapat bebas dari residu pestisida (Winarno, 1997).

Pestisida yang seharusnya digunakan untuk membasmi serangga dan hama tanaman kenyataannya dapat juga membunuh manusia. Petani kadang menyemprotkan pestisidanya sehari sebelum panen, yang seharusnya dihentikan pada dua minggu hingga sepuluh hari sebelum dipanen. Tenggang waktu tersebut diperlukan untuk memberi kesempatan pestisida agar mengalami penguraian sehingga residu pestisida dalam pangan dalam kadar yang tidak membahayakan.

Buah-buahan importpun yang beredar di pasaran diduga mengandung residu pestisida. Hasil penelitian Arvina tahun 2003 pada apel, anggur, dan pir import di tingkat importer, distributor ataupun pasar swalayan menunjukkan bahwa buah-buahan tersebut mengandung 3 jenis pestisida, yaitu sahalotrin, deltametrin dan propineb (Mudjajanto, 2006). Sihalotrin mempunyai daya racun sedang dan bersifat sistemik, yaitu masuk ke dalam jaringan tanaman sehingga tidak hilang melalui pencucian, perendaman maupun

pengelapan. Deltametrin larut dalam air dan bersifat non-sistemik, sehingga mudah hilang melalui proses pencucian, perendaman maupun pengelapan. Sedangkan propineb mudah larut dalam air tetapi tidak mudah dicuci.

Residu pestisida meskipun kecil jumlahnya dan masih aman untuk dikonsumsi, tetapi dapat memberikan efek subtil (samar) bagi orang yang mengkonsumsinya. Dalam jangka panjang residu pestisida secara sedikit demi sedikit dan dalam waktu yang terus menerus, maka bahan aktif pestisida akan terakumulasi dan terikat dalam jaringan tubuh yang suatu saat dapat merangsang munculnya pertumbuhan sel kanker, mengganggu system reproduksi pria maupun wanita, kelainan saraf dan merusak system kekebalan tubuh (Mudjajanto, 2006). Efek samar dapat terjadi khususnya pada masyarakat yang tinggal di pedesaan, terutama yang menggunakan air sembarangan, karena residu pestisida dapat masuk ke air. Akibat efek samar adalah kemungkinan timbulnya kerusakan hati, ginjal, paru-paru, kelumpuhan, menjadi steril dan bahkan kerusakan otak.

Berdasar senyawa kimia penyusunnya pestisida yang banyak dikenal adalah pestisida organoklorin, organofosfat dan karbamat. Organoklorin adalah pestisida yang mengandung senyawa klor (Cl), sedangkan organofosfat adalah pestisida yang mengandung fosfor (P) sedangkan karbamat adalah pestisida yang mengandung turunan dari asam karbamat. Pemakaian pestisida organoklorin sekarang sudah dilarang melalui peraturan Menteri Pertanian No. 434.1/kpts/ P.270/7/2001 karena sifatnya sukar terurai oleh faktor-faktor lingkungan dan bersifat persisten. Pestisida organoklorin cenderung menempel pada lemak dan partikel tanah sehingga dalam tubuh dan tanah dapat terjadi akumulasi. Pestisida golongan organoklorin sebagian besar menyebabkan kerusakan pada komponen-komponen selubung sel saraf (*Schwan cells*) sehingga fungsi saraf terganggu dan dapat merusak saluran pencernaan, jaringan, dan organ penting lainnya. Pestisida golongan organofosfat dan karbamat mengakibat-kan keracunan sistemik dan menghambat enzim *cholinesterase* (enzim

yang mengontrol transmisi impulse saraf) sehingga mempengaruhi kerja susunan saraf pusat yang berakibat terganggunya fungsi organ penting lain dalam tubuh.

Residu obat-obatan Ternak di dalam makanan

Penggunaan antibiotik, mikrobia, bahan kimia, logam berat, hormone dan obat lainnya sering dilakukan dalam proses produksi peternakan (Tep, 1995). Masalah keamanan bahan pangan hewani menjadi penting, kaitannya untuk melindungi kesehatan konsumen terhadap bahaya yang dapat ditimbulkan seperti reaksi alergi, resistensi dari mikrobia, efek teratogenik, karsinogenik, efek mutagenik, dan *food born diseases* akibat adanya pengunaan bahan-bahan tersebut.

Dalam rangka memenuhi kebutuhan protein hewani produk peternakan harus ditingkatkan seoptimal mungkin. Penggunaan obat-obatan ternak dilakukan dengan beberapa tujuan, antara lain untuk pencegahan dan pengobatan penyakit, perangsang pertumbuhan, mengendalikan reproduksi dan menekan terjadinya stress pada ternak sebelum dipotong. Obat-obatan yang sering digunakan adalah obat antibakteri, anti jamur, anti parasit dan anti cacing. Penggunaan obat-obatan ternak anti bakteri ke dalam ransom pakan ternak terutama ditujukan untuk meningkatkan laju pertumbuhan berat badan atau meningkatkan laju efisiensi ransom (Sinaga, 2004; Winarno, 1997).

Obat-obatan ternak diberikan melalui makanan, minuman atau melalui suntikan atau semprotan. Apabila ternak yang baru saja diberi obat-obatan tersebut harus segera dipotong maka akan meninggalkan residu obat-obatan dan hormon di dalam daging ternak, telur, susu, atau produk-produk ternak lainnya (Crosby, 1991; Sinaga, 2002). Adanya residu obat-obatan ternak tersebut menyebabkan bahan pangan hewani tidak aman untuk dikonsumsi.

Adanya residu obat-obatan ternak pada hasil hewani sering menimbulkan masalah dalam perdagangan internasional karena setiap negara mempunyai peraturan perundang-undangan dan persyaratan.

Khasus munculnya penyakit sapi gila (*Mad cow*) di Inggris tahun 1985 menyebabkan Amerika Serikat pada tahun 1989 melarang impor sapi hidup, daging sapi dan produk daging sapi dari Inggris (Anonim, 1996). Kasus dioxin Belgia, menyebabkan pada bulan Juni 1999, Direktorat Pengawasan Obat dan Makanan Republik Indonesia melarang masuknya produk-produk yang dicurigai terkontaminasi dioxin asal Belgia (Bintoro, 1999)..

Pemerintah, dalam hal ini Departemen Pertanian telah menyusun langkah-langkah konkrit untuk mengantisipasi pengujian batas ambang residu baik zat organik maupun anorganik, salah satu yang ditempuh adalah dikeluarkannya SK Mentan No. 91/Kpts/OT.150/2/1993 tentang pembentukan dan penyusunan ambang batas cemaran mikrobia dan residu di dalam bahan makanan asal hewan. SK tersebut diiringi dengan SK Mentan No. 110/Kpts/OT.210/2/1993 tentang penunjukkan Laboratorium Penguji Cemaran mikroba dan residu dalam bahan makanan asal hewan (Tep. 1995)

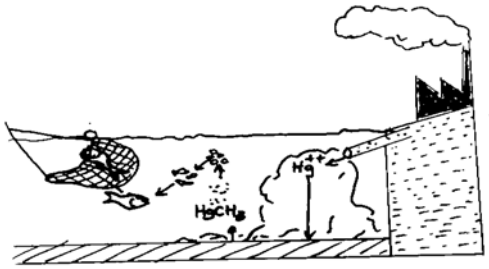
Kontaminasi logam berat

Pencemaran atau kontaminasi logam berat dapat terjadi di dalam makanan. Logam berat dapat berasal dari limbah buangan pabrik, residu pestisida, bahan tambahan non-pangan dll. Industri pangan, industri kimia dan bahan bangunan, industri sandang, industri kulit, industri logam dan elektronik serta kerajinan merupakan sektor utama yang berpotensi besar dalam mencemari lingkungan. Air limbah dari industri kimia termasuk katagori limbah bahan beracun berbahaya (B3) yang dapat mencemari air, udara dan tanah. Bahan beracun berbahaya dapat menyebabkan keracunan akut yang dapat menimbulkan penyakit, bahkan dapat menyebabkan kematian maupun keracunan kronis akibat masuknya senyawa-senyawa toksik ke dalam tubuh dalam dosis kecil tetapi terus menerus dan terakumulasi dalam tubuh. Orang yang tinggal di daerah industri sangat rentan tercemar logam berat.

Di Indonesia sejak tahun 1996 perairan Teluk Buyat di Kabupaten Minahasa, Propinsi Sulawesi Utara telah dijadikan tempat pembuangan limbah hasil tambang emas (tailling) oleh PT Newmont Minahasa Raya (PT. NMR). Berdasar laporan-laporan penelitian WALHI dan KLH ditemukan terjadinya penyebaran logam berat seperti arsen, antimon dan merkuri serta mangan pada perairan di Teluk Buyat yang merupakan hasil limbah yang dibuang dari tambang emas PT NMR.

Pencemaran logam berat tidak mengenal ambang batas karena kalau sudah masuk ke dalam tubuh manusia bersifat akumulatif atau tertimbun. Logam berat yang terakumulasi dalam tubuh manusia dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tubuh, menimbulkan cacat fisik, menurunkan kecerdasan, melemahkan system saraf, dan berpengaruh ke tulang. Terkait dengan afinitas, logam berat memiliki afinitas yang tinggi terhadap unsur S, yang menyebabkan logam berat menyerang ikatan belerang (-SH) dalam enzim, sehingga enzim menjadi inaktif, yang menyebabkan terjadinya gangguan pada proses metabolisme dalam tubuh.

Salah satu logam berat yang sangat toksik adalah merkuri (air raksa, Hg, Hargentum). Bentuk merkuri, berupa unsur, senyawa anorganik, dan senyawa organik, semuanya beracun. Toksisitas merkuri tergantung bentuk kimianya. Metil merkuri (CH_3Hg) merupakan perubahan dari merkuri yang berasal dari limbah pabrik yang mengalami proses metilasi oleh mikrobia dalam air dan tanah. Metil merkuri merupakan bentuk Hg organik yang toksisitas tinggi (de Vries, 1997). Metil merkuri termasuk bahan teratogenik yaitu mempunyai efek pada kerusakan janin dan pertumbuhan bayi. Metil merkuri akan didistribusikan keseluruh jaringan terutama di darah dan otak. Proses metilasi merkuri anorganik menjadi metil merkuri terjadi sebagai berikut :



Gambar. Mekanisme perubahan senyawa merkuri anorganik menjadi merkuri organic (dimakan ikan)

$$Hg^{++} \xrightarrow{\textit{Methanobacterium omelanski}} HgCH_3$$

$HgCH_3$

⇓

diabsorbsi mikrobia di dalam air

⇓

dimakan plangton

⇓

dimakan ikan kecil

⇓

dimakan ikan besar

⇓

dimakan manusia

Kasus keracunan metil merkuri pada anak maupun orang dewasa terjadi secara besar-besaran di Jepang pada tahun 1953 yang disebut "*Minamata disease*" dan di Irak pada tahun 1971-1972 (de Vries, 1997; Hathcock, 1982). Tragedi yang terkenal sebagai penyakit Minamata (*Minamata disease*) yang terjadi di Jepang, setelah diteliti ternyata disebabkan karena penduduk sekitar Teluk Minamata memakan ikan dan hewan laut yang berasal dari Teluk Minamata yang mengandung merkuri yang berasal dari limbah buangan industri (de Vries, 1997; Hathcock, 1982; Winarno, 1995). Masyarakat Minamata mengalami gejala kerusakan otak, gangguan bicara, dan hilangnya keseimbangan sehingga tidak dapat berjalan. Di Irak terjadi kasus keracunan merkuri dari 6.530 pasien, dan 459 orang diantaranya

meninggal. Keracunan terjadi pada petani dan keluarganya, yang disebabkan karena mengkonsumsi roti tawar yang dibuat dari gandum yang disemprot dengan fungisida yang mengandung merkuri.

Keracunan logam berat yang lain adalah keracunan timbal (Pb) yang sudah dikenal sejak lebih dari 2000 tahun yang lalu, berupa kolik yang ditemukan oleh dokter diberbagai Negara Yunani dan Arab (Sjamsudin dan Suyatna. 1978). Pabrik plastik, percetakan, peleburan timah, pabrik karet, pabrik baterai, kendaraan bermotor, pabrik cat, timbang timah dll. merupakan sumber emisi timah hitam atau Pb.

Masuknya timbal ke dalam tubuh melalui oral dan inhalasi. Apabila timbal masuk ke dalam tubuh maka didistribusikan ke dalam darah, jaringan lunak seperti ginjal, sumsum tulang, liver, otak, dan jaringan dengan mineral seperti tulang dan gigi. Banyaknya timbunan timbal dalam tulang, rambut dan gigi akan meningkat dengan meningkatnya umur, karena terjadi akumulasi gradual dari timbal di dalam tubuh. (de Vries, 1997). Timbal dalam tubuh terutama terikat dalam gugus –SH dalam molekul protein yang akan menyebabkan hambatan pada aktivitas kerja system enzim. Makanan yang tinggi kadar timbalnya antara lain makanan yang dikemas dalam kaleng, kerang-kerangan dan sayur-sayuran yang ditanam di dekat jalan raya (Winarno dan Rahayu, 1984; Winarno, 1997).

Dalam industri pertambangan logam Pb, proses pemurniannya akan selalu menghasilkan Cadmium (Cd) sebagai hasil samping. Cadmium merupakan logam berat berbahaya dan akan terbuang ke lingkungan dan dapat mengkontaminasi pada makanan dan minuman. Kontaminasi timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) dalam makanan dapat terjadi dalam makanan kaleng yang sambungannya masih dipatri dengan timbal, makanan yang menggunakan pewarna tekstil dan makanan yang tercemari oleh udara dan air yang telah tercemar oleh gas dan debu knalpot kendaraan bermotor. Kadmium lebih beracun apabila terhisap melalui saluran pernafasan daripada lewat pencernaan.

Cadmium dalam tubuh terakumulasi dalam ginjal dan hati, yang akan terikat dengan gugus sulfhidril (-SH) dalam protein enzim.

Kemungkinan besar pengaruh toksisitas Cd disebabkan oleh interaksi antara Cd dengan protein enzim tersebut sehingga menyebabkan terjadinya hambatan pada aktivitas kerja enzim. Percobaan yang dilakukan pada binatang, Cd dapat menyebabkan anemia, hipertensi dan kerusakan pada testikuler (de Vries, 1997). Keracunan kronis terjadi apabila memakan atau inhalasi dosis kecil Cd dalam waktu yang lama. Keracunan Cd kronis dilaporkan terjadi di daerah Toyama, sepanjang sungai Jinzu di Jepang, yang menyebabkan penyakit Itai-Itai.

Batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan sudah diatur oleh pemerintah melalui Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 3725/B/SK/VII/89 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam makanan. Logam-logam berat tersebut antara lain : merkuri, timbal, cadmium.

Kontaminasi mikrobia penghasil toksin

Kontaminasi mikrobia penghasil toksin dalam makanan dapat menyebabkan terjadinya keracunan makanan. Makanan dari hasil industri makanan, jasa boga atau kantin yang pengerjaannya tidak higienis dan sanitasinya tidak baik mudah untuk terkontaminasi oleh mikrobia, baik mikrobia patogen, mikrobia penghasil toksin maupun mikrobia pembusuk.

Keracunan makanan akibat mikrobia dapat dibagi menjadi dua yaitu intoksikasi dan infeksi. Intoksikasi terjadi karena mengkonsumsi makanan yang telah mengandung toksin yang diproduksi oleh mikrobia di dalam makanan, seperti bakteri *Clostridium botulinum* yang memproduksi toksin botulinin dan bakteri *Pseudomonas cocovenenans* yang memproduksi toksin asam bongkrek dan toksoflavin maupun kapang seperti *Aspergilus flavus* dan *A. parasiticus* yang memproduksi toksin aflatoksin. Infeksi terjadi apabila seseorang mengkonsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi oleh mikrobia pathogen, seperti *Salmonella, Eschericia coli* dan *C. perfringens.*

Adanya cemaran mikrobia di dalam makanan telah diatur pemerintah melalui Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03726/B/SK/VII/89 tentang Batas Maksimum Cemaran Mikrobia dalam Makanan. Produk makanannya adalah buah dan hasil olahannya, sayur dan hasil olahannya, kacang-kacangan, makanan bayi dan anak, makanan dan minuman kalengan, rempah-rempah dan bumbu, susu dan hasil olahannya serta tepung dan hasil olahannya (Anonim, 1994).

Contoh kasus keracunan akibat adanya kontaminasi oleh mikrobia penghasil toksin adalah kasus keracunan tempe bongkrek yang terjadi di daerah Banyumas. Tempe bongkrek merupakan makanan khas daerah Banyumas yang menggunakan bahan baku ampas kelapa atau bungkil kelapa. Kasus keracunan tempe bongkrek terjadi di daerah Banyumas sejak tahun 1895 dan kasus terakhir yang memakan korban cukup banyak terjadi pada bulan Februari-Maret tahun 1988, di daerah Lumbir, Kecamatan Ajibarang. Menurut Balai Pengawasan obat dan Makanan Jawa Tengah jumlah keracunan tempe bongkrek saat itu mencapai 273 orang dan 37 orang diantaranya meninggal (Anggrahini, 1992). Keracunan tempe bongkrek terjadi karena terkontaminasinya bahan baku tempe bongkrek oleh bakteri *P. cocovenenans* selama fermentasi. Menurut penelitian Anggrahini (1992), bakteri *P. cocovenenans* penghasil toksin asam bongkrek dan toksoflavin pada tempe bongkrek lebih tahan panas dibandingkan dengan bakteri pembentuk toksin lainnya. Tempe bongkrek tidak beracun dan enak rasanya apabila mikrobia yang tumbuh adalah jamur *Rhizopus oligosporus* atau *A. oryzae*.

Kasus keracunan yang disebabkan oleh kontaminasi mikrobia penghasil toksin adalah aflatoksin dalam kacang tanah. Kacang tanah mudah terkontaminasi oleh jamur *A. flavus* atau *A. parasiticus* yang menghasilkan toksin aflatoksin. Aflatoksin merupakan toksin yang bersifat karsinogenik, karena dapat menyebabkan kanker hati. Aflatoksin yang paling beracun adalah Aflatoksin B_1. Menurut Salamat dkk. (1969) bahan makanan yang paling besar kemungkinan terkontaminasi oleh aflatoksin adalah kacang tanah dan olahannya.

Kacang tanah yang beredar di pasaran sewaktu mencapai konsumen kadang-kadang telah disimpan lama, sehingga kemungkinan terkontaminasi mikrobia penghasil toksin cukup besar. Berdasar penelitian yang dilakukan oleh Anggrahini (1987); Anggrahini (1988) dan Lestariana dkk. (1988) melaporkan bahwa beberapa sample kacang tanah dan makanan yang bahan dasarnya kacang tanah, yang beredar di pasaran di Daerah Istimewa Yogyakarta telah tercemar aflatoksin.

Siapakah yang bertanggung jawab terhadap keamanan pangan

Masalah keamanan pangan merupakan masalah yang terkait dengan kesehatan. Keterlibatan industri pangan terhadap keamanan pangan sangat penting, yang didukung oleh kepedulian yang besar dari masyarakat yang terlibat di dalamnya termasuk di bidang-bidang pertanian, industri, perdagangan, pendidikan dan lingkungan serta masyarakat sebagai konsumen dan pemerintah yang terkait seperti Departemen Kesehatan, Departemen Pertanian, Badan Pengawas Obat dan Makanan. Produsen harus tahu secara pasti dan menjamin bahwa produk yang dihasilkan aman dan harus berupaya terus menerus mengawasi dan mengendalikan setiap mata rantai terutama yang sangat kritis terhadap kemungkinan terjadinya kontaminasi yang dapat mengakibatkan produknya menjadi tidak aman. Pemerintah melakukan deteksi lebih cepat dan lebih teliti terhadap residu kimia yang ada di dalam pangan, merendahkan nilai MRL (maksimum residu limit) serta melakukan larangan-larangan dan memberikan sangsi yang tegas terhadap penggunaan bahan tambahan yang membahayakan konsumen. Pengawasan keamanan pangan perlu dikembangkan antara lain melalui penyusunan dan penyempurnaan peraturan dan standar di bidang pangan, diberikan penyuluhan dan informasi kepada petani, peternak dan nelayan untuk mengurangi penggunaan pestisida, hormone, antibiotik dan bahan kimia pertanian lainnya.

Pemerintah juga perlu memberikan pembinaan kepada produsen makanan terutama industri rumah tangga untuk menerapkan Cara Produksi Makanan yang Baik (CPMB) (Anonim, 1994) dan Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) untuk industri besar. HACCP merupakan sistem manajemen pengawasan mutu terpadu, khususnya untuk penanganan atau pengolahan yang didasarkan pada pendekatan sistematika dan ilmu pengetahuan dalam mengidentifikasi kemungkinan terjadinya bahaya (Hazard) dan tindakan pengendaliannya pada titik-titik kritis (Critical Control Point) di dalam tahapan penanganan dan pengolahan (Anonim, 2001).

Masyarakat juga mempunyai hak untuk melakukan pengawasan terhadap keamanan pangan yang beredar di pasaran, karena masyarakatlah yang secara langsung akan menerima akibat yang ditimbulkan apabila makanan yang mereka konsumsi tidak aman. Diperlukan kesadaran yang tinggi pada masyarakat untuk tidak jemu-jemunya mendorong para produsen makanan lebih sadar tentang bahaya yang dapat diakibatkan apabila produk makanan yang mereka hasilkan tidak aman.

Perguruan tinggi juga memegang peranan penting untuk selalu melakukan penelitian yang berkaitan dengan penggunaan bahan tambahan kimia berbahaya dan kontaminan, mencarikan alternative penggantinya dan mendorong mahasiswa untuk melakukan inovasi agar penggunaan bahan tambahan dan adanya kontaminan berbahaya tidak lagi terjadi. Kerjasama yang baik dari berbagai pihak sangat diperlukan agar penggunaan bahan tambahan dan adanya kontaminan berbahaya dalam produk pangan dapat teratasi.

DAFTAR PUSTAKA

Administrator. 2006. *Formalin dan bahayanya*. Republika. 23 Juni

Afrianti, L.H. 2005. *Bahan tambahan makanan tak sekedar tambahan*. Cakrawala 24 Februari

Anggrahini, S. 1987. *Kandungan Aflatoksin dan Sifat-sifat Kacang Tanah yang Beredar di Daerah Istimewa Yogyakarta*. Laporan Penelitian Proyek Bank Dunia XVII. PPPT-UGM Th. 1986-1987. No. 07/07/LPIU/16/PPPT/PLT.IV/Th.III/UGM/86

Anggrahini, S. 1988. *Pengaruh Pengemasan Terhadap Kandungan Aflatoksin Kacang Tanah.* Laporan Penelitian D.P.P. UGM-No.19. Lembaga Penelitian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Anggrahini. 1990. *Studi Kemungkinan Mencegah/Mengurangi Kontaminasi Aflatoksin pada Kacang Tanah Setelah Dipanen*. Laporan Penelitian. Kerjasama Applied Agriculture Research Project Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian dengan Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Jakarta

Anggrahini, S. 1992. *Ketahanan Panas Bakteri Bongkrek Pseudomonas cocovenenans X_{128} dan Toksoflavin serta Pengaruh Komponen Lemak terhadap Produksi Toksoflavin.* Disertasi. Fakultas Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor

Anggrahini, S. 2006. *Jajanan anak sekolah tak kalah berbahaya*. Kedaulatan Rakyat. 16 Januari 2006. Yogyakarta.

Anggrahini, S. 2007. Amankah Makanan Kita?. *Surat Kabar Kedaulatan Rakyat*. 7 Agustus

Anonim.1989. *Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722/Menkes/Per/IX /1988, tentang Bahan Tambahan Makanan*. Departemen Kesehatan RI. Jakarta

Anonim. 1994. *Kumpulan peraturan perundang-undangan di bidang makanan*. Edisi III. Departemen Kesehatan, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta

Anonim. 1996. *Bovine Nightmare*. Asia Week. 12 April

Anonim. 2001. *Sistem Standarisasi Nasional*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta

Anonim. 2003. *Peraturan di bidang pangan. Jakarta*. Direktorat Surveilan dan Penyuluhan Keamanan Pangan. Deputi Bidang Pengawasan Keamanan Pangan dan bahan berbahaya. Badan Pengawasan Obat dan Makanan. Jakarta

Anonim. 2006a. *Formalin untuk kosmetik masih diijinkan dengan kadar tertentu*. Antara News. Jakarta.

Anonim. 2006b. *Apa itu formalin*. http//kopisusu.wordpress.com

Anonim. 2007. *Jangan asal semprot, bahaya*!, http://chemcareasia. wordpress.com

Apriliana, D. 2006. *Keamanan Mikrobiologis produk jajanan kaki lima di lingkungan sekolah dasar kecamatan Wonosari, Kabupaten Gunungkidul*. Thesis Sekolah Pascasarjana Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Ardiansyah. 2006. *Keamanan pangan fungsional berbasis pangan tradisional*. Artikel Iptek-Bidang Biologi, Pangan dan Kesehatan.

Atk. 2001. *Penting, pengawasan keamanan pangan*. Kompas 6 April

Bintoro, P. 1999. *Dampak pencemaran dioxin terhadap produk pangan*. Makalah Seminar Nasional Dampak Pencemaran Dioxin terhadap Produk Pangan. Fakultas Peternakan Universitas Semarang. 7 Agustus.

Crosby, N.T. 1991. *Determination of veterinary residues in Food*. New York. Ellis Hardwood. de Vries, J. 1997. *Food Safety and Toxicity*.CRS Press, Boca Raton, New York, London, Tokyo.

Didinkaem. 2007. *Bahan beracun lain dalam makanan*. Pikiran Rakyat. 26 Januari

Fardiaz, D. 2008. *Keamanan pangan di Indonesia : Tantangan, Regulasi dan pengawasan*. Makalah Seminar Pangan PATPI Cabang Yogyakarta, 17 Januari

Februhartanty, Y. dan Iswarawanti, D.N. 2004. *Amankah makanan jajanan anak sekolah di Indonesia.* Gklinis. Jakarta.

George, A.J. 1965. Toxicity of boric acid through skin and mucous membrane. *Food Cosmet. Toxicol. 3*:99-101.

Hathcock, J.N. 1982. *Nutritional Toxicology*, Vol. I. Academic Press, New York London.

Lee, I.P., Sherins, R.J. and Dixon, R.L. 1978. Evidence for induction of germinal aplasia in male rats by environmental exposure to boron. Toxicol. *Apply. Pharmacol. 45*:577-590..

Lestariana, W., Anggrahini, S. Madyan, M dan Hastuti, P. 1988. *Cemaran Aflatoksin pada Bahan Makanan yang Beredar di Yogyakarta.* Laporan Penelitian Bank Dunia XVII. PPPT. UGM. Th. 1987-1988.

Maskar, D.H. 2004. *Assesment of illegal food additives intake from street food among primary school children in selected area of Jakarta*. Thesis. SEAMEO-TROPMED RCCN University of Indonesia. Jakarta.

Mudjajanto, E.S. 2006. *Banjir buah import kini tak Cuma diperkotaan. Di pedesaan pun buah impor sudah tersaji di meja makan*. http://www.kompas. com/news/0604/12/132245.htm

Nda. 2004. *Zat kimia masih ditemukan dalam makanan anak*. Media Indonesia 8 Desember. Jakarta.

Pramono. 2007. *Penggunaan formalin masih tinggi*. Tempo interaktif. 28 Maret.

Salamat, L.A., Campbell, T.C., Gonzale, J.M. dan Miranda, C.L. 1969. *Aflatoxin and Its Occurrence in Some Philllipppina Foods.* Makalah Seminar di Dep. Tan. Lembaga Pusat Penelitian Pertanian, Bogor.

Sholihah, S. 2007. *Formalin lagi…..Formalin lagi*. Kedaulatan Rakyat. Yogyakarta. 7 Agustus

Sinaga, S.M. 1991. *Pemeriksaan zat warna dan cemaran mikroba dalam agar-agar jelly yang beredar di pasaran kotamadya Medan*. Laporan penelitian. Lembaga Penelitian USU Medan

Sinaga, S.M. 1993. *Analisa zat tambahan makanan (food additive) dan cemaran mikroba pada makanan jajanan anak-anak sekolah dasar di Kotamadya Medan*. Laporan penelitian. Lembaga Penelitian USU Medan.

Sinaga, S.M. 2004. *Perpektif pengawasan makanan dalam kerangka keamanan makanan dan untuk meningkatkan kesehatan*. http://library.usu.ac.id/download/fmipa/farmasi-siti%20 morin.pdf.

Siregar, S.M. 2002. *Penggunaan voltam metri elektrod pasta karbon dan elektrod pasta karbon terubahsuai bagi penentuan sebatian asid 3-nitr-4-hidroksifenol arsenic dan asid para arsanilik*. Thesis. Fakuliti Sains. Universiti Teknologi Malaysia. Johor Baru. Malaysia.

Sjamsudin, U. dan Suyatna, F. D. 1978. *Keracunan Pb*. Cermin Dunia Kedokteran, No.13.

Tannenbaum, S.R. 1979. *Nutritional and Safety Aspects of Food Processing*. Marcel Dekker. Inc. New York and Basel

Tep. 1995. Residu di makanan, pernahkah terpikirkan? *Infovet*. Edisi 021. April

Tobing, S. 2007. Formalin dalam produk unilever sesuai ketentuan Badan Pengawas Obat dan Makanan. *Tempo interaktif*. Jakarta. 9 Agustus.

Winarno, F.G. 1997. *Keamanan pangan*. Naskah Akademis Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Winarno, F.G. dan Rahayu, T.S. 1994. *Bahan Tambahan untuk Makanan dan Kontaminan*. Pustaka Sinar Harapan. Jakarta