STRATEGI RISET BIDANG MIKROBIOLOGI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN DI INDONESIA

Srikandi Fardiaz

IPB20020057

Stock opname
2009

ORASI ILMIAH
Guru Besar Tetap Ilmu Mikrobiologi Pangan

Fakultas Teknologi Pertanian
Institut Pertanian Bogor
14 Desember 1996

Prof.Dr.Ir.Hj. Srikandi Fardiaz, M.Sc.

Yang terhormat,
Bapak Rektor dan Senat Guru Besar IPB,
Rekan-rekan dosen, alumni, mahasiswa dan karyawan IPB,
Keluarga, para undangan, dan hadirin yang saya muliakan,

Assamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga pada hari yang berbahagia ini saya dapat menyampaikan Orasi Ilmiah sebagai Guru Besar Tetap Ilmu Mikrobiologi Pangan pada Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Saya juga mengucapkan terima kasih kepada para undangan sekalian yang telah berkenan meluangkan waktu untuk hadir dalam acara ini.

Perkenankanlah saya menyampaikan orasi ilmiah yang berjudul:

STRATEGI RISET BIDANG MIKROBIOLOGI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN DI INDONESIA.

DAFTAR ISI

	Halaman
PENDAHULUAN	1
MASALAH KEAMANAN PANGAN DI INDONESIA	4
FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MUTU MIKROBIOLOGI PRODUK PANGAN DI INDONESIA	6
Faktor Sosial Ekonomi	6
Jenis Makanan dan Kebiasaan Makan	7
Tingkat Pendidikan Masyarakat	11
Faktor Lingkungan	12
Pengawasan Pangan	14
PERKEMBANGAN RISET DI BIDANG MIKROBIOLOGI PANGAN	14
Riset Mengenai Organisme Patogen dan Toksin Mikroba	15
Riset Mengenai Keamanan Produk Pangan	22
STRATEGI RISET BIDANG MIKROBIOLOGI PANGAN DI INDONESIA	25
Pengembangan Metode Deteksi Mikroba dan Toksin	25
Karakterisasi Mikroba dan Toksin	26
Karakterisasi dan Pemanfaatan Senyawa Antimikroba Alami	27
Peningkatan Keamanan dan Mutu Makanan Tradisional	28
Karakterisasi dan Pemanfaatan Galur Probiotik	28
Survei Keamanan Pangan	30
PENUTUP	31
DAFTAR PUSTAKA	32
UCAPAN TERIMA KASIH	41

STRATEGI RISET BIDANG MIKROBIOLOGI UNTUK MENINGKATKAN KEAMANAN PANGAN DI INDONESIA

PENDAHULUAN

Masalah keamanan pangan (*food safety*) masih merupakan topik hangat dunia yang selalu dibicarakan pada setiap pertemuan pangan internasional. Laporan dari berbagai negara menunjukkan bahwa kasus keracunan dan penyakit melalui makanan masih selalu terjadi di berbagai negara. WHO (1993) melaporkan bahwa sekitar 70% dari penyakit diare yang terjadi di negara-negara yang sedang berkembang disebabkan oleh konsumsi makanan yang tercemar.

Jika dilihat dari jumlah kasus keracunan makanan yang terjadi, industri jasa boga dan rumah makan memegang peranan penting sebagai penyebab utama kasus keracunan. Hasil survei di Amerika Serikat menyebutkan bahwa sebanyak 77% kasus keracunan makanan disebabkan oleh makanan yang dipersiapkan oleh industri jasa boga dan rumah makan, 20% kasus disebabkan oleh makanan yang dimasak di rumah, dan hanya 3% kasus disebabkan oleh makanan yang diproduksi oleh industri pangan (Bryan, 1992b). Meskipun jumlah kasus yang disebabkan oleh produk industri pangan cukup kecil, tetapi karena dalam setiap kali produksi industri pangan menghasilkan produk dalam jumlah besar dengan jangkauan konsumen yang luas, maka jika produk tersebut menimbulkan keracunan banyaknya penderita per kasus dapat mencapai jumlah yang sangat tinggi.

Kasus keracunan makanan yang paling sering dilaporkan melalui media massa di Indonesia juga berasal dari konsumsi makanan jasa boga dan rumah makan. Akan tetapi data yang lengkap mengenai

kasus penyakit melalui makanan di Indonesia serta penyebabnya masih sangat kurang, dan diduga perbandingan antara kasus yang dilaporkan dengan kasus sebenarnya masih sangat rendah. WHO (1993) memperkirakan di negara-negara yang sedang berkembang perbandingan antara kasus keracunan makanan yang dilaporkan dengan kasus sebenarnya hanya mencapai 1:25 sampai 1:100 (1-4%), bahkan di negara-negara yang sudah maju masih menunjukkan angka 1:10 (10%).

Penyakit melalui makanan (*foodborne diseases*) dapat berasal dari berbagai sumber yaitu organisme patogen termasuk bakteri, kapang, parasit dan virus; dari bahan kimia seperti racun alami, logam berat, pestisida, hormon, antibiotik, bahan tambahan berbahaya, dan bahan-bahan pertanian lainnya; atau dari bahan fisik seperti potongan tulang, duri, pecahan kaca, dan lain-lain. Dari kelompok bahan berbahaya tersebut, mikroba patogen merupakan penyebab penyakit yang relatif selalu berubah dari waktu ke waktu dan seringkali menimbulkan kasus yang mengejutkan.

Terjadinya perubahan dalam kependudukan, gaya hidup, dan kebiasaan makan mengakibatkan perubahan dalam formulasi, pengolahan, dan distribusi produk pangan. Konsumen semakin menuntut tersedianya produk pangan yang lebih cepat dan mudah dipersiapkan, lebih segar atau produk yang menerima proses minimal, serta memenuhi persyaratan kesehatan dan gizi. Keadaan ini dikombinasikan dengan kemampuan mikroba untuk berkembang biak dengan cepat dan beradaptasi dengan lingkungan menimbulkan tantangan baru di bidang mikrobiologi dalam sistem pangan.

Salah satu contoh perubahan ekologi pada mikroba pangan adalah munculnya beberapa bakteri patogen psikrotrof yang mampu tumbuh pada suhu rendah di berbagai negara subtropis, yang mungkin dapat masuk ke Indonesia melalui makanan impor. Contoh lainnya adalah meningkatnya gejala gastroenteritis oleh *Campylobacter* di beberapa negara, bahkan di Amerika Serikat saat ini bakteri tersebut paling banyak ditemukan pada penderita

diare, mengalahkan *Salmonella* yang sejak dahulu merupakan penyebab utama gejala gastroenteritis (Anonim, 1996; ICMSF, 1996a).

Data mengenai profil penyakit melalui makanan atau pencemaran mikroba patogen pada makanan belum tersedia di Indonesia, dan keadaan ini sangat menyulitkan dalam menetapkan prioritas dan menyusun strategi yang tepat di bidang keamanan pangan. Sebagai contoh Departemen Pertanian Amerika Serikat (USDA) memperkirakan terjadinya 4000 kematian dari 5 juta penderita setiap tahunnya sebagai akibat mengkonsumsi produk-produk daging yang tercemar empat jenis bakteri patogen yaitu *Campylobacter, Salmonella, Escherichia coli* O157:H7, dan *Listeria monocytogenes*, dan sekitar 4 juta penderita dan 3000 kematian diantaranya disebabkan oleh produk-produk daging unggas yang tercemar (Anonim, 1996). ICMSF (*International Commission on Microbiological Specifications for Foods*) (1966b) juga menyarankan bahwa keempat bakteri ini perlu mendapat perhatian khusus dalam industri pangan. Di Indonesia sampai saat ini belum diketahui secara jelas jenis mikroba yang paling banyak menimbulkan kasus penyakit melalui makanan.

Dari uraian di atas jelas bahwa kita masih membutuhkan banyak informasi yang diperlukan untuk meningkatkan keamanan pangan dan mengantisipasi kemungkinan timbulnya mikroba patogen lain yang sampai saat ini mungkin masih kurang mendapat perhatian. Dengan tidak mengabaikan pentingnya riset di bidang lainnya, riset di bidang mikrobiologi masih perlu ditingkatkan di Indonesia, baik riset dasar di bidang mikrobiologi pangan, maupun riset terapan yang hasilnya dapat dimanfaatkan oleh masyarakat untuk meningkatkan keamanan pangan, atau dapat menunjang kebijaksanaan pemerintah dalam program keamanan pangan. Untuk menetapkan strategi riset yang tepat terlebih dahulu perlu diidentifikasi masalah keamanan pangan di Indonesia dan perkembangan riset di bidang mikrobiologi pangan yang telah dilakukan.

MASALAH KEAMANAN PANGAN DI INDONESIA

Dalam GBHN 1993 ditegaskan bahwa salah satu sasaran pembangunan di bidang pangan dalam PJP II adalah terjaminnya keamanan pangan yang dicirikan oleh terbebasnya masyarakat dari jenis pangan yang berbahaya bagi kesehatan manusia dan tidak sesuai dengan keyakinan masyakarat. Dalam pelaksanaan Pelita VI sampai saat ini, keamanan pangan masih merupakan salah satu masalah utama di bidang pangan. Berdasarkan informasi dan data yang tersedia mengenai keamanan pangan, dapat diidentifikasi empat masalah utama keamanan pangan di Indonesia, yaitu masih banyak ditemukan peredaran produk pangan yang tidak memenuhi persyaratan kesehatan; banyak terjadi kasus penyakit dan keracunan melalui makanan yang sebagian besar belum dilaporkan dan belum diidentifikasi penyebabnya; banyak ditemukan sarana produksi dan distribusi pangan yang tidak memenuhi persyaratan, terutama industri kecil/rumah tangga, industri jasa boga dan penjual makanan jajanan; dan rendahnya pengetahuan dan kepedulian konsumen tentang keamanan pangan (Fardiaz, 1996a).

Untuk menyusun strategi yang tepat dalam program keamanan pangan dibutuhkan data yang lengkap yang dapat menggambarkan profil nasional tentang keamanan pangan. Data yang tersedia dari berbagai instansi mengenai keamanan pangan di Indonesia pada saat ini belum menggambarkan keadaan yang sebenarnya. Beberapa kelemahan dari data tersebut diantaranya cara pengambilan contoh yang belum tepat sehingga data yang dihasilkan mungkin tidak menggambarkan keadaan yang sebenarnya, metode analisis yang kurang teliti dan seringkali berbeda antara satu laboratorium dengan laboratorium lainnya, dan data yang berbeda antara satu instansi dengan instansi lainnya, misalnya dalam hal data kasus keracunan makanan.

Laporan selama Pelita V dan VI menunjukkan bahwa masih banyak ditemukan peredaran produk pangan yang tidak memenuhi persyaratan keamanan dan mutu pangan, misalnya cemaran

mikroba yang tinggi pada beberapa produk; penggunaan bahan tambahan yang dilarang atau melebihi batas yang diperbolehkan, terutama pewarna, pemanis dan pengawet; cemaran kimia dalam jumlah tinggi seperti residu pestisida pada sayuran dan buah-buahan, cemaran logam berat, serta penggunaan hormon, antibiotika dan obat-obat pertanian untuk produksi pangan. Selain itu masih banyak ditemukan peredaran produk pangan yang tidak memenuhi persyaratan label dan iklan, produk pangan kedaluwarsa, dan produk pangan yang tidak memenuhi standar mutu dan komposisi (Streetfood Project, 1990; Ditjen. POM, 1995, 1996). Masalah tersebut telah banyak dibahas oleh berbagai pakar dalam berbagai pertemuan, oleh karena itu pada kesempatan ini perkenankanlah saya hanya menguraikan mengenai masalah keamanan pangan dan faktor-faktornya dari segi mikrobiologi.

Laporan mengenai kasus penyakit melalui makanan di Indonesia dan identifikasi penyebabnya masih sangat terbatas. Dalam Pelita V hanya dilaporkan sebanyak 126 kasus penyakit melalui makanan di seluruh Indonesia dengan 10.376 orang penderita dan 52 orang meninggal dunia (Ditjen. PPM PLP, 1994). Selama Pelita VI, dalam tahun 1994/1995 dilaporkan sebanyak 26 kasus penyakit melalui makanan dengan 1.552 orang penderita dan 25 orang meninggal, sedangkan dalam tahun 1995/1996 dilaporkan sebanyak 30 kasus dengan 992 orang penderita dan 13 orang meninggal (Ditjen POM, 1995, 1996). Dari kasus tersebut ternyata hanya 7,7% kasus dalam tahun 1994/1995 dan 16,7% kasus dalam tahun 1995/1996 yang telah berhasil diidentifikasi dengan jelas penyebabnya, sedangkan sisanya belum berhasil diidentifikasi. Jumlah kasus yang dilaporkan tersebut diduga masih sangat rendah dibandingkan dengan kasus yang sebenarnya terjadi di 27 propinsi di Indonesia. Sebagai perbandingan, di Amerika Serikat diperkirakan sebanyak 6,5 sampai 81 juta penderita dan 9100 kematian per tahun akibat penyakit melalui makanan, dengan kerugian mencapai 5 sampai lebih dari 22 milyar dolar per tahun, termasuk untuk biaya pengobatan dan kehilangan produktivitas (Anonim, 1996). Banyaknya jumlah kasus yang belum

diidentifikasi penyebabnya di Indonesia akan sangat menyulitkan dalam penanggulangan masalah keamanan makanan.

FAKTOR YANG MEMPENGARUHI MUTU MIKROBIOLOGI PRODUK PANGAN DI INDONESIA

Berbagai faktor penting mempengaruhi mutu mikrobiologi produk pangan di Indonesia. Faktor-faktor tersebut diantaranya faktor sosial ekonomi, jenis makanan dan kebiasaan makan, tingkat pendidikan masyarakat termasuk produsen dan konsumen, faktor lingkungan, dan pengawasan pangan.

Faktor Sosial Ekonomi

Sistem pangan dalam memproduksi, mengolah, mendistribusikan, menyiapkan dan mengkonsumsi makanan berkaitan erat dengan tingkat perkembangan, pendapatan, dan karakteristik sosiokultur masyarakat. Sistem pangan pada penduduk kota berpenghasilan rendah lebih mengandalkan pada makanan jajanan siap santap dengan mutu yang rendah dan tidak terjamin keamanannya. Kelompok ini terutama terdiri dari buruh, pedagang, sopir, dan lain-lain yang tidak mempunyai waktu untuk mengkonsumsi makanan di rumah sehingga sebagian besar pendapatannya yang terbatas digunakan untuk membeli makanan jajanan. Pencemaran mikroba patogen pada makanan dalam kelompok ini terutama disebabkan oleh penggunaan air yang tidak memenuhi syarat, pembuangan sampah tidak pada tempatnya, higiene dan sanitasi yang tidak baik dalam penyiapan makanan di rumah atau oleh pedagang makanan jajanan termasuk pedagang yang menderita penyakit menular, dan penjualan makanan di tempat-tempat yang kotor atau di pinggir jalan. Penyakit melalui makanan yang sering menyerang penduduk dalam kelompok ini pada umumnya merupakan penyakit menular seperti tifus, paratifus, kolera dan disenteri,

serta keracunan *Staphylococcus aureus* dan *Clostridium perfringens* yang sering mencemari makanan siap santap.

Dengan semakin meningkatnya penghasilan penduduk, maka semakin kecil persentase pendapatan yang digunakan untuk membeli makanan. Penduduk dengan penghasilan menengah ke atas mempunyai menu yang lebih bervariasi dan lebih menyukai membeli produk pangan olahan atau setengah olahan sehingga tidak memerlukan waktu lama untuk menyiapkan makanan. Meskipun demikian, masalah pencemaran bahan berbahaya pada makanan masih mungkin terjadi dan biasanya disebabkan oleh proses pemasakan yang kurang, penyimpanan makanan yang tidak benar, pemanasan kembali yang kurang, kontaminasi silang di antara bahan mentah dan makanan siap santap, atau kesalahan proses oleh industri pangan.

Jenis Makanan dan Kebiasaan Makan

Masyarakat di Indonesia pada umumnya memasak lauk pauk dengan proses pemanasan berlebih, misalnya dalam pembuatan rendang, gulai, gudeg, dan lain-lain. Jenis makanan semacam ini jika langsung dikonsumsi relatif aman terhadap bahaya oleh mikroba patogen. Tetapi masalah yang sering timbul adalah kebiasaan menyimpan makanan sisa dalam waktu lama, yaitu selama 6-12 jam atau lebih pada suhu kamar tanpa pendinginan, misalnya selama penyimpanan di rumah atau selama penjualan. Kasus keracunan oleh makanan semacam ini sering disebabkan oleh bakteri pembentuk spora yang relatif tahan panas yaitu *Clostridium perfringens* dan *Bacillus cereus*. Dengan munculnya warung-warung nasi goreng di pinggir jalan yang menggunakan nasi dingin untuk membuat nasi goreng, perlu pula diwaspadai kemungkinan timbulnya keracunan oleh enterotoksin *B. cereus* karena bakteri ini sering ditemukan pada nasi yang telah basi.

Kebiasaan menyimpan atau menjajakan makanan selama beberapa jam pada suhu kamar, terutama makanan siap santap berisiko

tinggi (pH > 4,5 dan aw > 0,85), dapat menimbulkan risiko bahaya bagi kesehatan. Penyimpanan dan penjualan makanan siap santap seharusnya dilakukan pada suhu di bawah 7°C atau di atas 60°C. Hal ini disebabkan suhu di antara 7°C dan 60°C merupakan suhu yang optimum untuk pertumbuhan mikroba, oleh karena itu merupakan suhu yang berisiko tinggi untuk penyimpanan makanan (Bryan, 1992a).

Ada suatu kepercayaan masyarakat Indonesia yang turun temurun bahwa makanan yang masih mentah mempunyai khasiat lebih tinggi terhadap kesehatan daripada makanan yang sudah dimasak, oleh karena itu dianjurkan untuk makan telur mentah dicampur madu, susu mentah, dan lain-lain. Karena bernilai gizi tinggi bahan pangan tersebut juga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba. Dengan tidak dilakukannya pemasakan atau pemanasan terhadap bahan pangan tersebut, maka risiko untuk menimbulkan penyakit atau keracunan juga sangat tinggi.

Selain diolah dengan proses pemanasan, sayuran sering dikonsumsi dalam bentuk segar sebagai lalapan atau salad. Pencucian sayuran dengan air kotor dapat mencemari makanan, dan yang sering terjadi adalah pencemaran oleh bakteri kolera dan disenteri serta virus. Meningkatnya konsumsi bahan pangan segar mengakibatkan peningkatan risiko terhadap kesehatan. Dengan menjamurnya restoran-restoran Jepang di kota-kota besar seperti Jakarta yang menyajikan makanan hasil laut mentah (*sashimi*), maka perlu diwaspadai kemungkinan timbulnya keracunan yang disebabkan oleh bakteri patogen halofilik (tahan garam) yang berasal dari air laut yaitu *Vibrio parahaemolyticus*.

Dengan masuknya berbagai makanan impor dari negara-negara subtropis yang mungkin dikonsumsi dalam keadaan dingin atau dipersiapkan dengan cara pemasakan ala kadarnya, maka perlu diwaspadai kemungkinan timbulnya penyakit-penyakit yang disebabkan oleh bakteri patogen yang bersifat psikrotrof, yaitu bakteri yang mampu tumbuh baik pada suhu ruangan maupun pada suhu rendah di dalam lemari es. Bakteri semacam ini misalnya

Listeria monocytogenes, Yersinia enterocolitica, Aeromonas hydrophila, Bacillus cereus, Pleisiomonas shigelloides, dan beberapa galur *Clostridium botulinum* (Schofield, 1992; Fernando *et al.*, 1995), terutama *C. botulinum* tipe B, E dan F (ICMSF, 1996a). Dengan digalakkannya prinsip makanan alami (*natural foods*) tanpa penggunaan bahan pengawet, garam, dan lain-lain, maka pengawetan makanan akan lebih mengandalkan pada penyimpanan suhu rendah. Oleh karena itu bahaya yang mungkin timbul dari bakteri patogen semacam ini perlu diwaspadai.

Meningkatnya kasus penyakit atau keracunan oleh bakteri-bakteri psikrotrof melalui berbagai makanan siap santap disebabkan oleh beberapa faktor sebagai berikut: meningkatnya penjualan makanan-makanan yang didinginkan; pendinginan membantu penyembuhan sel-sel bakteri yang rusak akibat pemanasan, selain itu juga merangsang pembentukan beberapa senyawa yang membantu sifat virulensi bakteri, misalnya pembentukan listeriolisin pada *L. monocytogenes* yang diduga berperan dalam masuknya bakteri ini ke dalam jaringan tubuh; karena terbatasnya waktu untuk berbelanja makanan konsumen menginginkan produk-produk yang dapat disimpan lebih lama di dalam lemari es; dan semakin banyak penggunaan oven *microwave* untuk memanaskan kembali makanan dingin, sedangkan hasil riset menunjukkan bahwa pemanasan dengan oven *microwave* ternyata tidak efektif untuk membunuh beberapa bakteri patogen, diantaranya *L. monocytogenes* (Coote *et al.*, 1991).

Laporan mengenai gejala penyakit yang disebabkan oleh *L. monocytogenes* melalui makanan di Indonesia mungkin belum ada. Akan tetapi data dari negara tetangga kita di Malaysia mengenai pencemaran bakteri ini pada berbagai produk pangan dapat menjadi gambaran bahwa bakteri ini juga dapat mencemari makanan kita, karena iklim negara tersebut dan kebiasaan makan penduduknya hampir sama dengan Indonesia. Suatu hasil survei di Malaysia menunjukkan bahwa dari sebanyak 234 contoh makanan yang diuji yang terdiri dari bahan pangan mentah dan makanan siap santap

yang dikumpulkan dari beberapa kota besar di Malaysia, sebanyak 43% tercemar oleh *L. monocytogenes* (Arumugaswamy, 1994).

Munculnya kasus penyakit karena pencemaran makanan oleh *Escherichia coli* O157:H7 (*E. coli* enterohemorhagik) di Jepang beberapa waktu lalu yang menyerang sekitar 9500 penduduk terutama anak-anak sekolah, dan juga sering terjadi dalam sepuluh tahun terakhir di negara-negara lain seperti Amerika Serikat, Kanada dan Inggris (Anonim, 1996), menunjukkan bahwa beberapa patogen tertentu masih menjadi masalah di negara-negara yang sudah maju. Penyebab keracunan tersebut terutama adalah konsumsi daging giling yang dimasak setengah matang. Dengan masuknya makanan-makanan ala Barat seperti hamburger yang dijual oleh pedagang keliling dari pagi sampai sore kemudian disajikan dengan pemasakan yang tidak sempurna, maka perlu diwaspadai kemungkinan terjadinya keracunan oleh bakteri ini. Bakteri ini dapat tumbuh pada kisaran suhu 1 sampai 45°C, dan hasil riset pada daging giling menunjukkan bahwa bakteri ini tidak berkurang jumlahnya selama pembekuan pada suhu -20°C sampai 9 bulan (ICMSF, 1996a).

Salah satu penyakit melalui makanan yang mungkin masuk ke negara kita melalui makanan impor adalah penyakit sapi gila (*mad cow disease*) yang dapat mencemari makanan melalui daging sapi atau organ sapi lainnya terutama otak sapi. Penyakit yang disebut *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) ini diketahui dapat ditularkan melalui sapi di Inggris dalam tahun 1986, kemudian menjalar ke negara-negara Eropah lainnya. Penyakit ini disebabkan oleh prion (*self-replicant protein*) yang sangat tahan terhadap berbagai proses fisik dan kimia yang dapat menginaktifkan kebanyakan mikroba. Kemampuan infeksi bakteri ini berkurang pada suhu di atas 100°C, tetapi dibutuhkan suhu di atas 120°C untuk inaktivasi (Brewer dan Novakofski, 1996).

Buah-buahan yang masih utuh jarang merupakan sumber pencemaran bakteri patogen karena terlindung oleh kulit buah dan pada umumnya mempunyai pH rendah. Akan tetapi beberapa

buah-buahan yang telah masak mempunyai pH mendekari netral, dan kebiasaan pedagang asongan memotong buah-buahan dan menjajakannya sepanjang hari mungkin dapat menimbulkan risiko bahaya terhadap kesehatan. Salah satu contoh adalah laporan mengenai suatu kasus salmonellosis yang disebabkan oleh konsumsi semangka (Blostein, 1991). *E. coli* O157:H7 ternyata juga dapat tumbuh pada semangka pada suhu 25°C (Del Rosario dan Beuchat, 1995).

Tingkat Pendidikan Masyarakat

Salah satu faktor yang mempengaruhi keamanan pangan di Indonesia adalah rendahnya tanggung jawab, kesadaran dan pengetahuan produsen pangan terhadap masalah keamanan pangan. Hal ini terutama disebabkan produksi pangan masih didominasi oleh industri berskala kecil/rumah tangga dengan tingkat pendidikan dan sosial-ekonomi produsen yang masih rendah. Dari beberapa data jumlah industri pangan yang ada di Indonesia (Soesilo, 1996) diperkirakan perbandingan antara industri menengah ke atas dengan industri kecil/rumah tangga adalah sekitar 1:20.

Produsen pangan primer seperti petani, peternak dan nelayan pada umumnya belum menerapkan GAP (*Good Agricultural Practice*) dan belum menerapkan teknologi produksi berwawasan lingkungan untuk menjamin keamanan pangan. Produsen pangan, terutama yang berskala kecil atau rumah tangga, pada umumnya belum mempunyai pengetahuan atau kesadaran untuk menerapkan GMP (*Good Manufacturing Practice*) dan GHP (*Good Handling Practice*), serta belum menerapkan HACCP (*Hazard Analysis Critical Control Point*) yang merupakan sistem pengendalian keamanan pangan yang sangat efektif.

Tingkat pendidikan pengusaha jasa boga dan restoran juga memegang faktor penting dalam keamanan pangan. Dalam Pelita V dilaporkan bahwa dari sejumlah 236.547 perusahaan jasa boga dan

restoran yang terdaftar baru sekitar 2,5% pengusaha yang telah mengikuti kursus mengenai sanitasi dan cara mengolah makanan yang benar. Oleh karena itu persentase jumlah perusahaan jasa boga dan restoran yang memenuhi syarat kesehatan juga masih rendah, yaitu dari 134.981 perusahaan dan restoran yang diperiksa hanya 44% yang memenuhi syarat (Ditjen PPM PLP, 1994).

Selain produsen, distributor dan penjual pangan juga tidak kalah pentingnya dalam menjamin keamanan pangan yang beredar di pasaran. Distributor pangan di Indonesia masih banyak yang belum memahami dan menerapkan GDP (*Good Distribution Practice*). Hasil pemeriksaan dalam tahun 1995/1996 terhadap sarana distribusi dan penjualan produk pangan menunjukkan bahwa lebih dari 40% sarana tidak memenuhi syarat sebagai distributor pangan karena faktor sanitasi, bangunan dan fasilitas yang tidak memenuhi syarat, dan menjual produk-produk yang tidak memenuhi syarat (Ditjen. POM, 1996).

Konsumen pada umumnya belum mempedulikan serta belum mempunyai kesadaran atau pengetahuan tentang keamanan dan mutu pangan, sehingga belum banyak menuntut produsen untuk menghasilkan produk pangan yang aman dan bermutu. Selain itu tingkat sosial ekonomi yang sangat berbeda-beda menuntut mutu produk pangan yang berbeda pula. Masyarakat dari golongan tingkat sosial ekonomi dan pendidikan yang rendah sudah merasa puas jika dapat membeli makanan dengan harga murah, meskipun produk tersebut bermutu rendah dan tidak terjamin keamanannya.

Faktor Lingkungan

Indonesia merupakan negara beriklim tropis dengan suhu udara dan kelembaban yang tinggi sehingga merupakan kondisi yang sangat baik untuk pertumbuhan kebanyakan mikroba. Kasus penyakit menular biasanya meningkat pada musim kemarau yang panjang dengan persediaan air yang kurang, sehingga terjadi pemekatan mikroba patogen pada sumber air. Pada suhu udara dan

kelembaban yang demikian mikroba dapat berkembang biak dengan cepat sehingga jumlahnya menjadi sangat tinggi. Sebagai contoh, bakteri patogen halofilik, yaitu *Vibrio parahaemolyticus,* yang sering menyebabkan kasus keracunan makanan di Jepang, banyak ditemukan di dalam air laut dan ikan pada bulan-bulan musim kemarau yang panas.

Penggunaan air sungai untuk mencuci alat-alat masak dan bahan pangan sekaligus untuk keperluan MCK (mandi, cuci, kakus), serta penggunaan air yang tidak memenuhi syarat kesehatan untuk memasak masih banyak dipraktekkan oleh masyarakat di Indonesia, terutama oleh penduduk berpendapatan rendah di kota-kota yang padat penduduknya. Keadaan ini dapat mengakibatkan cemaran mikroba yang tinggi pada makanan dan timbulnya penyakit menular. Dari hasil pemeriksaan yang dilakukan dalam Pelita V terhadap contoh air yang digunakan untuk memasak oleh pengusaha jasa boga dan restoran, ternyata sebanyak 54% contoh air tidak memenuhi syarat kesehatan (Ditjen PPM PLP, 1994).

Penyimpanan biji-bijian dalam kondisi suhu dan kelembaban yang tinggi dapat mengakibatkan tumbuhnya berbagai kapang pembentuk mikotoksin yang berbahaya. Survei oleh beberapa peneliti terhadap kandungan aflatoksin pada produk kacang-kacangan sejak tahun 1971 sampai beberapa tahun yang lalu di Jawa Barat menunjukkan bahwa beberapa contoh kacang tanah dan produk olahannya mengandung aflatoksin B_1 sampai 2000 ppb (Fardiaz, 1996b). Keadaan ini jauh di atas ambang batas aflatoksin yang ditetapkan oleh Codex Alimentarius Commission yaitu sebesar 15 ppb aflatoksin B_1 pada kacang tanah. Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa berbagai proses pengolahan tidak dapat menghilangkan aflatoksin dari produk kacang tanah, misalnya dalam pembuatan oncom merah maupun oncom hitam, selai kacang, dan minyak kacang tanah (Edi *et al.*, 1990; Fardiaz, 1992; Fardiaz dan Jenie, 1992; Fardiaz *et al.*, 1993, 1994).

Pembuangan air limbah industri yang tidak diolah atau telah diolah tetapi dengan cara yang tidak benar merupakan hal yang umum dilakukan di Indonesia. Keadaan ini dapat mencemari bahan pangan, misalnya melalui tanaman yang disiram menggunakan air limbah atau melalui hasil laut yang ditangkap dari air laut yang tercemar limbah industri. Konsumsi kerang-kerangan yang ditangkap dari air yang tercemar oleh limbah industri yang tidak diolah dapat mengakibatkan berbagai gejala penyakit seperti tifus, kolera, dan hepatitis A.

Pengawasan Pangan

Pengawasan pangan merupakan salah satu faktor penting untuk meningkatkan keamanan dan mutu pangan. Program pengawasan pangan di Indonesia belum dapat dilaksanakan secara optimum karena adanya berbagai hambatan, diantaranya belum mantapnya kelembagaan dan koordinasi pengawasan pangan, peraturan dan pedoman yang belum lengkap, jumlah dan kualitas sumber daya manusia yang terbatas, sumber dana yang terbatas, dan kemampuan laboratorium analisis pangan yang terbatas. Keterbatasan dalam jumlah tenaga pengawas pangan dan dana pengawasan mengakibatkan rendahnya jumlah sarana produksi pangan yang mendapatkan pengawasan. Sebagai contoh, selama Pelita V dari sejumlah 236.547 industri jasa boga dan restoran yang terdaftar, hanya sekitar 57% yang terjangkau pengawasan dan pembinaan (Ditjen. PPM PLP, 1994).

PERKEMBANGAN RISET DI BIDANG MIKROBIOLOGI PANGAN

Riset dalam bidang mikrobiologi yang berkaitan dengan keamanan pangan sebenarnya telah banyak dilakukan di berbagai instansi atau lembaga di Indonesia, meskipun demikian jumlah dan kualitasnya masih belum memadai dibandingkan dengan riset di bidang lainnya dan dibandingkan dengan masalah

keamanan pangan di Indonesia. Selain itu arah penelitian belum jelas, dan belum semua hasil riset telah dipublikasikan dalam jurmal atau majalah ilmiah sehingga belum dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Dari segi kualitas riset di bidang mikrobiologi, Indonesia masih jauh tertinggal dari negara-negara maju. Oleh karena itu di dalam tulisan ini akan diuraikan berbagai riset mikrobiologi dalam bidang keamanan pangan yang telah dilakukan baik di Indonesia maupun di negara-negara lain.

Untuk memudahkan dalam pembahasan, riset mikrobiologi pangan yang telah dilakukan dibedakan sebagai berikut:

- Riset mengenai organisme patogen termasuk bakteri, kapang, parasit dan virus, serta toksin mikroba.
- Riset mengenai keamanan produk pangan termasuk keamanan berbagai jenis komoditas dan produk olahannya.

Riset Mengenai Organisme Patogen dan Toksin Mikroba

Berdasarkan jenis mikroba, riset yang paling banyak dilakukan di Indonesia adalah terhadap bakteri patogen, tetapi hanya terbatas pada beberapa bakteri tertentu seperti *Salmonella* sp., *Shigella* sp. dan *Staphylococcus aureus*, sedangkan riset terhadap bakteri lainnya masih sangat terbatas. Riset yang telah dilakukan terutama mengenai identifikasi bakteri menggunakan cara konvensional, dan stabilitas bakteri terhadap proses pengolahan. Tabel 1 menunjukkan kelompok bakteri patogen yang sering ditemukan pada makanan dan masih perlu diteliti lebih lanjut, terutama mengenai keberadaan dan pertumbuhannya pada berbagai produk pangan Indonesia.

Riset mengenai karakteristik toksin bakteri di Indonesia masih sangat terbatas. Dengan mengetahui karakteristik toksin bakteri maka kita dapat mengelompokkan toksin bakteri menggunakan sistem penomoran seperti enzim yaitu menggunakan nomor TX. Dengan sistem penomoran tersebut, toksin diberi nomor dengan

Tabel 1. Kelompok bakteri patogen yang sering ditemukan pada produk pangan *

Tingkat bahaya dan penyebaran	Spesies bakteri
Bahaya sedang, penyebaran terbatas	*Staphylococcus aureus* *Vibrio parahaemolyticus* *Bacillus cereus* *Clostridium perfringens* *Campylobacter jejuni* *Yersinia enterocolitica* *Vibrio cholerae* non-O1
Bahaya sedang, penyebaran cepat	*Salmonella* (non-typhi) *Escherichia coli* *Shigella* (non-dysenteriae 1) *Listeria monocytogenes* *Streptococcus pyogenes*
Sangat berbahaya	*Clostridium botulinum* *Vibrio cholerae* O1 *Salmonella typhi dan paratyphi* A, B *Shigella dysenteriae* *Brucella abortus*

* ICMSF (1986, 1996b).

empat digit, nomor pertama menunjukkan jenisnya yaitu menyebabkan infeksi atau intoksikasi, nomor kedua menunjukkan jenis toksinnya, nomor ketiga menunjukkan targetnya, sedangkan nomor keempat menunjukkan nomor urut dalam grup tersebut Tabel 2 menyajikan karakteristik toksin berdasarkan sistem penomoran TX. Sebagai contoh, toksin *Vibrio cholerae* mempunyai nomor TX 2.1.2.2 karena toksin tersebut diproduksi setelah sel bakteri melekat pada sel epitel, tergolong enterotoksin, dan targetnya adalah adenilat siklase (Granum *et al.*, 1995). Riset

lainnya yang penting mengenai toksin bakteri adalah mekanisme produksi toksin di dalam produk pangan dan pengaruh faktor lingkungan termasuk komposisi bahan terhadap produksi toksin.

Tabel 2. Karakteristik toksin bakteri berdasarkan sistem penomoran TX *

Katagori	Keterangan
1. Mekanisme produksi toksin	1. Sel bakteri menembus sel epitel (infeksi) 2. Produksi toksin di dalam tubuh setelah terjadi interaksi/melekat pada sel epitel 3. Produksi toksin di dalam tubuh dalam bentuk sel bebas 4. Produksi sel di luar tubuh (intoksikasi)
2. Jenis toksin	1. Enterotoksin 2. Neurotoksin 3. Non protein
3. Aktivitas/target di dalam tubuh	1. Merusak membran sitoplasma 2. Adenilat siklase 3. Guanilat siklase 4. Ribosoma 5. Neuron 6. Belum diketahui

* Granum *et al.* (1995).

Pemanfaatan bakteri untuk memproduksi senyawa-senyawa antimikroba telah mulai dilakukan di Indonesia beberapa tahun terakhir ini, termasuk produksi bakteriosin dari bakteri asam laktat. Riset dalam bidang ini dimulai dengan isolasi galur-galur bakteri asam laktat yang potensial memproduksi bakteriosin dan senyawa-senyawa antimikroba lainnya dari berbagai produk fermentasi laktat (Jenie dan Rini, 1995; Djafaar *et al.*, 1996; Wardhani *et*

al., 1996; Wardhani *et al.*, 1996), identifikasi isolat, dan pemanfaatan bakteri tersebut dalam pengawetan pangan, atau produksi bakteriosin untuk digunakan sebagai pengawet pangan. Selanjutnya beberapa peneliti telah melakukan peningkatan produksi senyawa antimikroba oleh bakteri asam laktat (Winarti *et al.*, 1996, Wijaya, 1996) dan optimasi produksinya (Santosa *et al.*, 1996). Penelitian semacam ini dapat dilanjutkan dengan memanfaatkan bakteri asam laktat yang potensial dalam memproduksi bakteriosin tersebut untuk memperbaiki proses fermentasi sekaligus mengawetkan makanan-makanan tradisional yang dibuat melalui fermentasi laktat seperti sayur asin, produk-produk ikan, dan lain-lain. Bakteriosin dan bakteri penghasil bakteriosin telah digunakan dalam pengawetan berbagai produk pangan seperti produk susu, produk ikan, dan produk daging (Abee *et al.*, 1995).

Pemanfaatan galur probiotik seperti bakteri asam laktat dalam pengolahan pangan dengan tujuan untuk meningkatkan kesehatan saluran pencernaan telah mulai dilakukan beberapa tahun terakhir ini di Indonesia, misalnya produk-produk fermentasi laktat dari berbagai bahan seperti santan kelapa (Hadi dan Fardiaz, 1990; Fardiaz *et al.*, 1993), air kelapa (Fardiaz *et al.*, 1996), ekstrak wortel (Fardiaz *et al.*, 1996), kacang tolo dan kacang merah (Kusumaningrum *et al.*, 1996; Zakaria dan Suciono, 1996; Zakaria dan Soesanto, 1996), ubi jalar (Kusumaningrum *et al.*, 1996), dan susu kedelai (Jenie *et al.*, 1996). Untuk meningkatkan nilai gizi produk-produk laktat tersebut telah dilakukan fermentasi menggunakan campuran bakteri asam laktat dengan bakteri pembentuk vitamin B_{12} yaitu *Propionibacterium freudenreichii* (Fardiaz *et al.*, 1996; Kusumaningrum *et al.*, 1996).

Riset mengenai mikotoksin di Indonesia terutama baru dilakukan terhadap aflatoksin, walaupun jumlah dan kualitasnya masih sangat kurang. Penelitian mengenai mikotoksin lainnya, misalnya mikotoksin *Fusarium* yang ditemukan pada serealia seperti fumonisin (diproduksi oleh *F. moniliforme* dan *F. proliferatum*),

serta zearalenon dan deoksinivalenol (diproduksi oleh *F. graminearum*), mungkin belum pernah dilakukan. Laporan dari ACIAR/CSIRO (1994) menyebutkan bahwa selain aflatoksin dan okratoksin, ketiga toksin *Fusarium* tersebut merupakan mikotoksin yang paling banyak ditemukan pada produk-produk pertanian. Berbeda dengan *Aspergillus* dan *Penicillium* yang sering tumbuh pada produk pertanian setelah pemanenan dan memproduksi mikotoksin selama penyimpanan bahan pangan, *Fusarium* merupakan patogen tanaman dan hanya tumbuh pada a_w tinggi, oleh karena itu pertumbuhan *Fusarium* dan produksi toksin terjadi sebelum atau segera setelah panen sebelum bahan pangan dikeringkan. Ketiga mikotoksin *Fusarium* tersebut sangat tahan terhadap proses penggilingan serealia secara basah maupun kering (Bennett dan Richard, 1996).

Riset mengenai virus dan parasit pada makanan masih sangat jarang dilakukan, meskipun penyakit yang disebabkan oleh virus merupakan penyakit yang cukup berbahaya. Beberapa virus yang ditularkan melalui makanan seperti hepatovirus (virus Hepatitis A) dan virus Norwalk banyak ditemukan pada makanan hasil laut yang ditangkap dari laut yang tercemar dan pada sayur-sayuran, serta enterovirus (misalnya poliovirus) yang mungkin ditemukan pada susu. Sebagai contoh, Jepang pernah menolak impor tomat dari Kanada dan Amerika Serikat selama beberapa tahun karena ditemukannya cemaran virus (Anonim, 1996).

Kebutuhan akan metode deteksi mikroba yang lebih cepat, akurat dan praktis semakin meningkat yaitu untuk mengimbangi perkembangan industri pangan di Indonesia. Karena mikroba patogen pada produk pangan seringkali terdapat dalam jumlah kecil, maka diperlukan metode yang sangat sensitif untuk mendeteksinya. Metode konvensional yang umum digunakan di berbagai laboratorium di Indonesia untuk mendeteksi mikroba patogen pada produk pangan memerlukan beberapa tahap, sehingga membutuhkan waktu beberapa hari untuk melakukan uji secara lengkap. Selain itu metode ini juga dianggap kurang sensitif, sehingga

seringkali tidak dapat mendeteksi mikroba yang terdapat dalam jumlah sangat kecil dan sukar dikulturkan (*viable but non-culturable*).

Deteksi bakteri pada bahan pangan dengan metode cepat, akurat dan spesifik, misalnya metode imunoasai menggunakan antibodi poliklonal maupun monoklonal telah berkembang dengan cepat. Metode semacam ini diantaranya radioimunoasai (RIA), fluoroimunoasai (FIA), dan ELISA (*Enzyme-linked immuno-sorbent assay*). Kelebihan metode imunoasai dengan metode lainnya dalam mendeteksi toksin atau sel mikroba adalah sensitivitasnya yang tinggi yaitu mencapai beberapa ppb, persiapannya sederhana dibandingkan dengan metode konvensional, dan biayanya lebih rendah. Metode-metode tersebut di atas perlu dikembangkan di Indonesia untuk mendeteksi cemaran mikroba patogen pada berbagai produk pangan dengan cara yang cepat, akurat dan murah, serta dapat diterapkan langsung di lapangan. Metode cepat lainnya yang telah dikembangkan dalam uji mikrobiologi pangan adalah metode bioluminesens (berdasarkan jumlah ATP mikroba), impedimetri (berdasarkan perubahan impedans di dalam media), dan lain-lain yang sampai saat ini belum banyak dimanfaatkan oleh industri pangan di Indonesia.

Identifikasi mikroba patogen berdasarkan sidik jari DNA (DNA *fingerprinting*) merupakan uji yang sangat sensitif. Akan tetapi jumlah mikroba patogen di dalam makanan mungkin sangat kecil dibandingkan dengan total mikroflora yang ada sehingga sangat sulit untuk mendeteksinya. Untuk mengatasi masalah ini telah dikembangkan metode PCR (*polymerase chain reaction*) termasuk LCR (*ligase chain reaction*) dan RAPD (*random amplified polymorphic DNA*) sehingga sensitivitas uji dapat ditingkatkan.

Metode PCR telah banyak digunakan untuk mendeteksi *L. monocytogenes* pada produk pangan (Farber dan Peterkin, 1991), dan kombinasi teknik PCR dengan hibridisasi pada membran nilon dapat mendeteksi bakteri tersebut dalam jumlah 2-25 koloni dalam

waktu 6 jam (Bsat dan Batt, 1993; Bsat *et al.*, 1994). Metode PCR juga telah digunakan untuk mendeteksi galur-galur *C. botulinum* tipe A, B, E dan F (Campbell *et al.*, 1993; Szabo *et al.*, 1994), dan neurotoksin botulinum (NTBo) A sampai E (Szabo *et al.*, 1993), serta membedakan *Mycobacterium tuberculosis* dengan *M. bovis* (Herrera *et al.*, 1996). Metode IMS (*immuno magnetic separation*) dilanjutkan dengan PCR telah digunakan untuk mendeteksi beberapa mikroba patogen pada produk pangan seperti *Salmonella* (Fluit *et al.*, 1993b), *L. monocytogenes* (Fluit *et al.*, 1993a), dan *Y. enterocolitica* (Kapperud *et al.*, 1993). Kombinasi penggunaan kolom afinitas DNA dan teknik PCR telah berhasil mendeteksi *E. coli* enteroinvasif pada berbagai makanan (Andersen dan Omiecinski, 1992).

Metode LCR mampu membedakan urutan DNA dari beberapa mikroba yang sangat mirip yaitu yang hanya berbeda dalam satu pasangan basa (Barany, 1991). Sebagai contoh teknik ini dapat membedakan *L. monocytogenes* dengan *Listeria* lainnya yang hanya berbeda dalam satu pasangan basa pada bagian V9 dari rDNA 16S (Wiedmann *et al.*, 1992). *L. monocytogenes* juga dapat dibedakan dari *Listeria* lainnya menggunakan metode lain seperti RAPD (Csajka *et al.*, 1993) dan PFGE (*pulse-field gel electrophoresis*) (Howard *et al.*, 1992). Teknik PCR atau metode lainnya mungkin telah dicoba di beberapa laboratorium di Indonesia, tetapi belum digunakan secara rutin untuk mendeteksi mikroba patogen pada produk pangan.

Perkembangan dalam bidang bioteknologi dan elektronik memungkinkan dikembangkannya teknik biosensor untuk meningkatkan sensitivitas dan spesifisitas dalam mendeteksi analit atau metabolit mikroba (Deshpande dan Rocco, 1994). Salah satu metode biosensor yang telah dikembangkan adalah metode ELIEC (*Enzyme-linked immunoelectrochemical assay*). Metode ini dapat mendeteksi *Salmonella typhimurium* dan *Escherichia coli* O157:H7 dalam jumlah kurang dari 100 sel (Giese, 1995). Kecepatan dan sensitivitas uji ini memungkinkan penggunaan

IPB

metode ini untuk pengujian sanitasi secara *online* dalam industri pangan, misalnya dalam industri pemotongan ayam. Industri-industri yang telah maju di Indonesia dapat menggunakan metode ini untuk pengendalian mutu dan keamanan produknya.

Riset Mengenai Keamanan Produk Pangan

Berdasarkan jenis komoditas, maka riset mikrobiologi di bidang keamanan pangan di Indonesia lebih banyak dilakukan terhadap produk-produk pangan hewani seperti ikan, udang, daging unggas, telur dan susu serta produk-produknya, terutama mengenai bakteri perusak dan patogen selama penanganan pasca panen, pengolahan dan penyimpanan. Riset mikrobiologi terhadap sayuran dan buah-buahan sangat terbatas, sedangkan riset terhadap serealia terutama hanya mengenai kapang dan aflatoksin.

Indonesia belum mempunyai profil nasional mengenai pencemaran bakteri patogen pada bahan pangan. Sebagai contoh di Amerika Serikat tersedia data yang menggambarkan profil nasional mengenai pencemaran *Salmonella* pada daging unggas, dan tercatat sebanyak 20% daging ayam, 15% daging kalkun, 44% daging ayam giling, dan 49% daging kalkun giling tercemar oleh *Salmonella* (Anonim, 1996). Riset untuk menghasilkan profil nasional semacam ini sangat diperlukan di Indonesia untuk menetapkan prioritas program keamanan pangan.

Berbagai senyawa antimikroba alami yang ditemukan pada hewan dan tanaman telah diketahui karakterisasinya. Sebagai contoh aliltiosianat yang ditemukan di dalam lobak, bunga kol, kubis dan brokoli dilaporkan dapat menghambat atau membunuh bakteri patogen seperti *Salmonella typhimurium, Escherichia coli dan Listeria monocytogenes* (Delaquis dan Mazza, 1995). Senyawa-senyawa antimikroba alami belum banyak dimanfaatkan dalam pengawetan pangan, dan penelitian mengenai hal ini perlu dikembangkan di Indonesia untuk menggantikan penggunaan bahan

pengawet sintetis. Produksi senyawa-senyawa tersebut dapat dilakukan melalui teknik kultur sel tanaman atau hewan.

Riset mengenai aktivitas antimikroba berbagai rempah-rempah terhadap mikroba pembusuk dan patogen telah banyak dilakukan di Indonesia (Sugiarto *et al.*, 1986; Thomas *et al.*, 1987; Ikasari *et al.*, 1990; Sutedja dan Agustina, 1991, 1995; Jenie dan Undriyani, 1992, dan lain-lain). Akan tetapi riset mengenai aktivitas antimikroba tersebut di dalam sistem pangan yang terdiri dari campuran bahan dan bumbu-bumbu masih sangat terbatas, misalnya stabilitasnya selama pengolahan dan penyimpanan, dan adanya senyawa-senyawa lain di dalam makanan tersebut yang mungkin menghambat atau merangsang sifat antimikroba tersebut.

Berdasarkan jenis produk pangan, riset yang telah banyak dilakukan di Indonesia terutama terhadap produk industri pangan dan makanan jajanan, sedangkan riset terhadap makanan siap santap yang dibuat oleh industri jasa boga dan restoran belum banyak dilakukan. Survei terhadap makanan jajanan menunjukkan bahwa jenis makanan/minuman yang sensitif terhadap cemaran mikroba terutama adalah minuman bersantan dan makanan lengkap yang disajikan tanpa pemanasan (Streetfood Project, 1990). Makanan katering sering menjadi penyebab kasus keracunan makanan, oleh karena itu perlu dilakukan survei mengenai keamanan makanan katering. Selain itu banyak makanan siap santap yang merupakan makanan tradisional yang perlu dikaji keamanannya selama penyimpanan atau penyajian.

Makanan tradisional siap santap umumnya diolah dengan cara yang telah dilakukan secara turun temurun. Cara pemasakan ini mungkin tidak menjamin keamanan makanan, atau menyebabkan timbulnya senyawa-senyawa berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu perlu diketahui tahap-tahap kritis dalam pengolahan makanan tradisional yang dapat menjamin keamanan makanan tersebut, atau tahap-tahap yang perlu dihindari atau dimodifikasi untuk meningkatkan keamanannya. Riset untuk meningkatkan

keamanan dan mutu makanan-makanan tradisional perlu ditingkatkan untuk mendukung pemerintah dalam program ACMI (Aku Cinta Makanan Indonesia).

Pada saat ini banyak produk pangan yang diproduksi oleh industri berskala besar tetapi dijual atau disajikan oleh pedagang makanan jajanan atau oleh warung-warung di pinggir jalan, yang seringkali dilakukan dengan cara yang tidak benar. Contoh yang sering kita lihat sehari-hari adalah penjualan produk susu fermentasi tanpa pendinginan di warung atau penjual rokok, penjualan susu pasteurisasi tanpa pendinginan di warung, dan penjualan produk-produk daging seperti hamburger dan sosis tanpa pendinginan oleh pedagang keliling. Produk-produk tersebut merupakan makanan berisiko tinggi terhadap pencemaran oleh bakteri patogen sehingga perlu diawasi sejak produksi bahan baku, pengolahan, penjualan, sampai ke tangan konsumen.

Riset yang bersifat praktis seharusnya dapat dilakukan oleh industri, misalnya untuk menduga masa simpan/penjualan produknya. Sebagai contoh, jika seorang pedagang hamburger atau sosis berkeliling selama 8 jam pada suhu udara yang mungkin cukup hangat sehingga sangat baik untuk pertumbuhan mikroba patogen, maka jika di dalam produk tersebut terdapat satu bakteri patogen dengan waktu membelah setiap 20 menit, maka dalam waktu 8 jam jumlahnya dapat menjapai lebih dari 16 juta sel. Jika produk tersebut kemudian hanya mendapatkan panas minimal sebelum dikonsumsi, maka dapat diduga bahaya kesehatan yang mungkin timbul. Industri yang memproduksi produk semacam ini seharusnya sudah dapat mengantisipasi tingkat bahaya yang mungkin terjadi pada produk tersebut, misalnya menggunakan modeling mikrobiologi untuk menduga jumlah mikroba selama penyimpanan, serta memikirkan cara pengendalian mutu dan keamanannya.

STRATEGI RISET BIDANG MIKROBIOLOGI PANGAN DI INDONESIA

Dari uraian mengenai berbagai faktor penyebab timbulnya masalah keamanan pangan dan riset mikrobiologi yang telah dilakukan baik di Indonesia maupun di negara lain, maka dapat disarankan berbagai riset yang perlu dikembangkan di bidang mikrobiologi. Untuk meningkatkan keamanan pangan di Indonesia, strategi riset mikrobiologi pangan sebaiknya diarahkan pada beberapa hal sebagai berikut:

- Peningkatan kemampuan untuk mendeteksi mikroba patogen pada produk pangan.
- Pengembangan proses mikrobiologi untuk meningkatkan keamanan pangan, termasuk pemanfaatan kultur murni dalam fermentasi pangan.
- Pemanfaatan mikroba untuk produksi makanan/minuman kesehatan.
- Penggalian informasi mengenai masalah keamanan pangan di Indonesia untuk menyusun profil keamanan pangan secara nasional.

Berdasarkan strategi tersebut dapat disusun program riset di bidang mikrobiologi pangan yang dapat dibedakan atas riset dasar di bidang mikrobiologi, dan riset terapan baik yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat maupun yang berguna untuk menunjang program pemerintah di bidang keamanan pangan. Di bawah ini akan diuraikan beberapa topik payung riset di bidang mikrobiologi pangan yang perlu dikembangkan di Indonesia.

Pengembangan Metode Deteksi Mikroba dan Toksin

Salah satu kendala dalam pengawasan makanan adalah keterbatasan fasilitas laboratorium dan lemahnya metode yang digunakan untuk mendeteksi mikroba patogen, karena metode yang digunakan pada umumnya masih konvensional.. Pengembangan metode cepat untuk mendeteksi mikroba patogen dan toksinnya berdasarkan

prinsip immunoasai dan pelacakan DNA perlu dilakukan di Indonesia untuk menggantikan metode konvensional yang memerlukan waktu lama dan kurang teliti. Pengembangan suatu kit yang relatif murah dan dapat mendeteksi mikroba dan toksin secara cepat dan akurat akan sangat membantu dalam mengidentifikasi kasus keracunan makanan. Metode yang telah dikembangkan di negara-negara lain yang telah maju mungkin perlu disesuaikan untuk kondisi di Indonesia, terutama karena jenis makanan dan kondisi lingkungan di Indonesia yang berbeda dengan negara-negara tersebut.

Karakterisasi Mikroba dan Toksin

Jenis makanan yang dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia pada saat ini sangat beragam, mulai dari makanan tradisional sampai makanan ala Barat. Karena cara pengolahan, penjualan dan konsumsi yang khas Indonesia serta sifat mikroba yang cepat menyesuaikan dengan lingkungan, maka isolat-isolat mikroba patogen yang diisolasi dari berbagai makanan Indonesia perlu diteliti kembali sifat-sifatnya. Riset mengenai sifat patogenik, faktor-faktor pertumbuhan dan produksi toksin, serta ekologi mikroba patogen pada makanan tradisional sangat berguna untuk menunjang riset terapan tentang makanan tradisional.

Riset mengenai toksin mikroba yang masih sangat terbatas di Indonesia perlu dikembangkan, termasuk toksin bakteri dan mikotoksin. Beberapa karakteristik yang perlu diketahui mengenai toksin mikroba misalnya mekanisme terbentuknya toksin di dalam makanan atau di dalam tubuh manusia, gejala yang ditimbulkan, struktur dan komposisi toksin, transpor toksin di dalam tubuh, kofaktor yang diperlukan, reseptor dan target toksin, gejala yang ditimbulkan, daya racun toksin (nilai LD_{50}), dan metode deteksi toksin. Selain aflatoksin, mikotoksin lainnya yang perlu diteliti terutama okratoksin, fumonisin, zearalenon dan deoksinivalenol yang banyak ditemukan pada produk pangan.

Perlu dilakukan riset mengenai pengaruh berbagai proses pengolahan dan penyimpanan terhadap mikroorganisme patogen serta kemampuannya untuk memproduksi toksin dan menimbulkan penyakit. Pengolahan dan penyimpanan yang diterapkan hendaknya diprioritaskan pada praktek pengolahan dan penyimpanan yang biasa diterapkan di Indonesia, terutama pada makanan-makanan tradisional dan makanan yang dijual oleh pedagang tradisional, sehingga hasil penelitian dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai keamanan pangan, dan para produsen serta penjual makanan mengetahui risiko bahaya yang mungkin timbul sebagai akibat dari penyimpanan dan penjualan yang tidak benar.

Karakterisasi dan Pemanfaatan Senyawa Antimikroba Alami

Penggunaan bahan pengawet alami pada produk pangan menjadi salah satu tuntutan konsumen pada saat ini. Oleh karena itu perlu dilakukan seleksi dan karakterisasi senyawa-senyawa antimikroba alami, terutama yang berasal dari bahan-bahan yang umum digunakan atau dicampur dalam makanan, misalnya berbagai sayuran dan rempah-rempah. Selain itu perlu diketahui efektivitas senyawa tersebut sebagai antimikroba. Seleksi dan karakterisasi senyawa antimikroba yang berasal dari mikroba serta teknik rekayasa genetik juga perlu dikembangkan untuk meningkatkan produksi.

Beberapa rempah-rempah yang terdapat di dalam bumbu-bumbu makanan tradisional Indonesia diketahui mempunyai sifat antimikroba dan antioksidan karena kandungan senyawa-senyawa tertentu. Walaupun demikian, belum banyak riset yang dilakukan mengenai pemanfaatan bumbu yang terdiri dari campuran rempah-rempah sebagai pengawet makanan, atau pengaruh berbagai faktor pada makanan seperti komposisi, pH, a_w , pengolahan dan lain-lain terhadap sifat antimikroba bumbu.. Riset perlu dilakukan untuk mengetahui sifat antimikroba rempah dan bumbu, terutama yang banyak digunakan dalam makanan tradisional Indonesia.

Penggunaan antimikroba alami perlu ditingkatkan untuk menggantikan bahan pengawet sintetis pada produk pangan. Oleh karena itu produksi antimikroba alami dengan cara kultur sel, baik sel mikroba, tanaman maupun hewan, perlu dikembangkan untuk mempercepat produksi.

Peningkatan Keamanan dan Mutu Makanan Tradisional

Berbagai makanan tradisional dari berbagai daerah di Indonesia diproses dengan cara yang sederhana sehingga keamanan dan mutunya kurang terjamin. Oleh karena itu diperlukan pengembangan teknologi proses untuk meningkatkan keamanan dan mutu makanan tradisional. Sebagai contoh pembuatan makanan fermentasi yang pada umumnya menggunakan fermentasi secara spontan, yaitu dengan cara membiarkan mikroba tumbuh secara alami. Dengan cara ini makanan tersebut tidak terjamin keamanan dan mutunya, karena seleksi mikroba yang tumbuh terjadi secara alami. Dalam hal ini diperlukan riset untuk mengisolasi dan menyeleksi galur-galur mikroba yang potensial dalam proses fermentasi tersebut, kemudian menggunakannya untuk proses fermentasi terkontrol sehingga produk yang dihasilkan lebih terjamin keamanan dan mutunya.

Karakterisasi dan Pemanfaatan Galur Probiotik

Seleksi dan karakterisasi galur-galur probiotik dari alam diperlukan dengan tujuan untuk mendapatkan galur-galur yang mempunyai sifat yang diinginkan sebagai probiotik, diantaranya dapat memperbaiki keseimbangan mikrobial dan enzimatik pada permukaan sel mukosa usus, dapat berkompetisi dengan bakteri patogen sehingga mencegah adesi bakteri patogen, merangsang sistem imun di dalam tubuh, dan menekan produksi senyawa karsinogenik (penyebab kanker) di dalam usus. Juga perlu diteliti faktor-faktor yang mempengaruhi sifat-sifat tersebut dan jumlah mikroba yang efektif untuk tujuan tersebut. Teknik rekayasa genetik dibutuhkan untuk meningkatkan kemampuan bakteri dalam mencegah pembentukan

senyawa karsinogenik, mudah berkolonisasi dan stabil di dalam saluran usus. Galur probiotik tersebut dapat dimanfaatkan dalam produksi pangan, pakan dan obat-obatan.

Riset dasar diperlukan untuk mengidentifikasi komponen-komponen sel bakteri asam laktat, termasuk komponen dinding sel pada *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* sp. yang dapat merangsang sistem imun sehingga meningkatkan ketahanan tubuh terhadap infeksi dan timbulnya kanker. Selain itu perlu diketahui mekanisme penyerapan senyawa karsinogenik oleh bakteri asam laktat. Teknik rekayasa genetik diperlukan untuk beberapa tujuan misalnya meningkatkan produksi bakteriosin oleh bakteri asam laktat, memindahkan gen pembentuk bakteriosin ke dalam spesies lainnya, dan untuk mengembangkan galur yang mempunyai spektrum aktivitas antimikroba yang lebih tinggi dan lebih luas.

Bifidobakteria merupakan bakteri yang paling potensial digunakan sebagai probiotik, akan tetapi bakteri ini bersifat anaerob obligat yang tidak dapat tumbuh jika ada oksigen, tidak tahan terhadap pH di bawah 5,0, dan melakukan fermentasi gula menghasilkan asam laktat dan asam asetat. Asam asetat menghasilkan flavor asam yang sangat kuat sehingga tidak dikehendaki di dalam produk pangan. Oleh karena itu diperlukan riset untuk menyeleksi bifido-bakteria yang tahan terhadap oksigen dan tahan terhadap pH cairan lambung yang rendah, serta melakukan rekayasa genetik untuk mengurangi produksi asam asetat oleh bifidobakteria.

Riset mengenai pemanfaatan galur probiotik dalam produksi makanan atau minuman diperlukan untuk menghasilkan produk yang dapat diterima oleh konsumen dengan sifat yang diinginkan. Yang perlu diteliti misalnya jumlah sel probiotik yang efektif di dalam produk pangan yang dikonsumsi, frekuensi dan lama konsumsi, dan stabilitasnya selama penyimpanan. Pengembangan proses fermentasi menggunakan bifidobakteria perlu dilakukan untuk mengurangi flavor yang keras karena terbentuknya asam

asetat oleh bakteri ini, misalnya dengan fermentasi bertahap atau menggunakan kultur campuran dengan bakteri asam laktat lainnya.

Riset mengenai proses fermentasi menggunakan kombinasi galur probiotik dengan senyawa-senyawa prebiotik dan biogenik perlu dilakukan untuk memproduksi minuman fungsional. Senyawa prebiotik adalah senyawa-senyawa yang tidak dapat dicerna oleh enzim saluran pencernaan manusia tetapi dapat merangsang pertumbuhan bakteri asam laktat seperti bifidobakteria. Senyawa-senyawa semacam ini misalnya transgalaktosil oligosakarida (TOS) dan 6'-galaktosillaktose yang diproduksi secara enzimatis dari laktosa, frukto-oligosakarida yang diproduksi secara enzimatis dari sukrosa, frukto-galakto-oligosakarida, dan inulin (Mitsuoka, 1996). Senyawa biogenik adalah senyawa-senyawa yang mempunyai efek langsung terhadap tubuh, misalnya merangsang respon imun, atau menekan mutagenesis, pembentukan tumor, reaksi peroksidasi, dan hiperkolesterolemia. Senyawa-senyawa semacam ini misalnya vitamin A, C dan E, peptida biogenik, flavonoid, karotenoid, bakteriosin, dan lain-lain.

Survei Keamanan Pangan

Untuk menunjang kebijaksanaan pemerintah dalam program keamanan pangan diperlukan survei keamanan pangan dengan tujuan mengumpulkan informasi mengenai keamanan dan mutu pangan untuk penyusunan *data-base* dan profil keamanan pangan, membantu masyarakat termasuk produsen untuk meningkatkan keamanan pangan, dan membantu pemerintah dalam menetapkan prioritas program keamanan pangan.

Beberapa riset yang perlu dilakukan diantaranya: studi epidemiologi penyakit karena makanan di Indonesia, mencakup sumber makanan, penyebab, jumlah kasus dan penderita yang sakit atau meninggal, penyebaran, pencegahan, dan lain-lain; studi aspek keamanan dan mutu produk pangan yang beredar di pasaran, terutama produk-produk pangan berisiko tinggi seperti produk

susu, daging, telur, ikan, makanan jasa boga, serta makanan tradisional yang berupa makanan jajanan, makanan fermentasi, jamu/minuman tradisional, dan lain-lain.

PENUTUP

Peningkatan keamanan pangan merupakan tanggung jawab bersama, baik pemerintah, industri atau produsen pangan, maupun konsumen. Dengan melihat keadaan keamanan pangan di negara kita yang masih jauh ketinggalan dari negara-negara maju, maka diperlukan strategi riset seperti yang telah diuraikan di atas yang dapat dimanfaatkan oleh semua pihak. Riset dasar maupun terapan harus dikembangkan bersama-sama karena diharapkan dapat saling menunjang. Karena keterbatasan dana pemerintah untuk riset, maka riset di bidang mikrobiologi keamanan pangan selain dilakukan oleh instansi pemerintah dan perguruan tinggi seyogyanya juga dilakukan oleh industri maupun lembaga swadaya masyarakat.

Dana dari pemerintah untuk riset dapat diperoleh melalui berbagai sumber seperti HB (Hibah Bersaing), RUT (Riset Unggulan Terpadu), RUSNAS (Riset Unggulan Nasional), Hibah Tim/ URGE (*University Research for Graduate Education*), ARMP (*Agriculture Research Management Project*), dan lain-lain, akan tetapi dana tersebut harus dimanfaatkan untuk kegiatan riset berbagai bidang ilmu. Oleh karena itu balai penelitian dan pengembangan milik pemerintah serta industri sebaiknya menfokuskan pada riset terapan yang hasilnya dapat dimanfaatkan langsung oleh masyarakat. Perguruan tinggi dengan dana riset yang terbatas lebih mengutamakan pada riset dasar, meskipun perlu juga mengembangkan riset terapan yang diperlukan untuk membantu pemerintah dalam menanggulangi masalah keamanan pangan dan membantu industri dalam menjamin keamanan pangan. Pada saat ini sudah ada industri-industri besar yang mempunyai fasilitas yang lengkap untuk melakukan riset, tetapi sumber daya manusia yang

tersedia hanya terbatas untuk melakukan tugas-tugas yang bersifat rutin. Industri semacam ini dapat melakukan kerja sama dengan perguruan tinggi untuk melakukan riset terapan yang dapat dimanfaatkan langsung oleh industrinya.

Untuk menunjang program ACMI, kegiatan riset yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan dan mutu makanan tradisional serta mengkaji khasiatnya perlu diprioritaskan. Dengan demikian makanan tradisional dapat ditingkatkan gengsinya, dan dikembangkan perdagangannya secara nasional maupun internasional dalam rangka menyongsong era globalisasi.

DAFTAR PUSTAKA

Abee, T., Krockel, L., dan Hill, C. 1995. Bakteriocins: modes of action and potentials in food preservation and control of food poisoning. Intern. J. Food Microbiol. 28: 169-186.

ACIAR/CSIRO. 1994. Conference Report: 6th Intern. Working Conf. on Stored-product Protection, Canberra, Australia, 17-23 April 1994.

Andersen, M.R. dan Omiecinski, C.J. 1992. Direct extraction of bacterial plasmids from food for polymerase chain reaction amplification. Appl. Envir. Microbiol. 58 (12): 4080-4082.

Anonim. 1996. World Food Regulation Review, 5(12), 6 (2) dan 6 (3).

Arumugaswamy, R.K., Ali, G.R.R., dan Hamid, S.N. 1994. Prevalence of *Listeria monocytogenes* in foods in Malaysia. Intern. J. Food Microbiol. 23: 117-121.

Barany, F. 1991. Genetic disease detection and DNA amplification using cloned thermostable ligase. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 88: 189-193.

Bennett, G.A. dan Richard, J.L. 1996. Influence of processing on *Fusarium* mycotoxins in contaminated grains. Food Technol. 50 (5): 56-63.

Blostein, J. 1991. An outbreak of *Salmonella javiana* associated with consumption of watermelon. J. Envir. Health 56 (1): 29-31.

Brewer, S. dan Novakofski, J. 1996. Mad cow disease. Food Technol. 50 (5): 312.

Bryan, F.L. 1992a. Applied Foodservice Sanitation, 4th ed. The Educational Foundation of The National Restaurant Association, USA.

Bryan, F.L. 1992b. Foodborne infections and intoxications: Contemporary problems and solutions. Dalam: Proceedings 3rd World Congress Foodborne Infections and Intoxications, hal. 11-19. Berlin, 16-19 Juni 1992.

Bsat, N. dan Batt, C.A. 1993. A combined modified reverse dot blot and nested PCR assay for the specific nonradioactive detection of *Listeria monocytogenes*. Molec. Cell. Probes 7: 199-207.

Bsat, N., Wiedmann, M., Czajka, J., Barany, F., Piani, M., dan Batt, C.A. 1994. Food safety applications of nucleic acid-based assays. Food Technol. 48 (6): 142-145.

Campbell, K.D., East, A.K., Thompson, D.E., dan Collin, M.D. 1993. Studies on the large subunit ribosomal RNA genes and intergenic spacer regions of nonproteolytic *Clostridium botulinum* types B, E and F. Res. Microbiol. 144: 171-180.

Czajka, J., Bsat, N., Piani, M., Russ, W., Sultana, K., Wiedmann, M., Whitaker, R., dan Batt, C.A. 1993. Differentiation of *Listeria monocytogenes* and *Listeria innocua* by 16S rRNA genes and intra-spices discrimination of *Listeria monocytogenes* strains by random amplified polymorphic DNA polymorphisms. Appl. Envir. Microbiol. 59 (1): 304-308.

Coote, P.J., Holyoak, C.D., dan Cole, M.B. 1991. Thermal inactivation of *Listeria monocytogenes* during a process simulating temperatures achieved during microwaving. J. Appl. Bacteriol. 70: 489-494.

Delaquis, P.J. dan Mazza, G. 1995. Antimicrobial properties of isothiocyanates in food preservation. Food Technol. 48 (11): 73-84.

Del Rosario, B.A. dan Beuchatt, L.R. 1995. Survival and growth of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157:H7 in cantaloupe and watermelon. J. Food Protect. 58 (11): 105-107.

Deshpande, S.S. dan Rocco, R.M. 1994. Biosensors and their potential use in food quality control. Food Technol. 48 (6): 146-150.

Ditjen. POM. 1995. Pengawasan Produksi dan Distribusi Makanan Minuman Tahun 1994/1995. Ditwas Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan RI., Jakarta.

Ditjen. POM. 1996. Bahan-Bahan Mengenai Pengawasan Makanan Tahun 1995/1996. Ditwas. Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan RI., Jakarta.

Ditjen. PPM PLP. 1994. Pembinaan keamanan makanan pada tempat pengelolaan makanan. Makalah pada Lokakarya Koordinasi Pengamanan Makanan, Mega Mendung, 17-20 Oktober 1994.

Djafaar, T.F., Rahayu, E.S., dan Okada, S. 1996. Bakteri asam laktat dan aktivitas antimikrobianya. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

Edi, Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1990. Produksi aflatoksin dari *Aspergillus flavus* dan destruksinya selama fermentasi bungkil kacang tanah oleh *Neurospora sitophila*. Bul. Ilmu dan Teknol. Pangan 1(1): 18-31.

Farber, J.M. dan Peterkin, P.I. 1991. *Listeria monocytogenes*, a food-borne pathogen. Microbiol. Rev. 55: 476-511.

Fardiaz, S. 1992. Destruction of aflatoxin during processing of aflatoxin-contaminated peanuts into different peanut products. Indon. J. Trop. Agric. 3 (1): 27-32.

Fardiaz, S. 1996a. Evaluasi dan proyeksi permasalahan keamanan pangan. Temu pakar dalam rangka Studi Kaji Ulang Repelita VI Pangan dan Identifikasi Repelita VII. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan RI dan Pusat Kebijakan Pangan dan Gizi (PSKPG) IPB. Bogor, 14-15 September 1996.

Fardiaz, S. 1996b. Mycotoxin contamination of grains - a review of research in Indonesia. Dalam: Mycotoxin Contamination in Grains. ACIAR Technical Reports 37: 112-119.

Fardiaz, S., Andjaja, N., dan Tjen, Y. 1993. Studi mutu yogurt santan kelapa selama penyimpanan. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 4 (1): 1-8.

Fardiaz, S., Cahyono, R., dan Kusumaningrum, H. 1996. Produksi minuman sehat pencegah diare kaya vitamin B12 dari sari wortel melalui fermentasi laktat. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

Fardiaz, S., Irawati, Z, dan Puspitasari, N.L. 1994. Studi iradiasi aflatoksin pada kacang tanah. Laporan Riset. Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Atom Nasional, Indonesia. Tidak dipublikasi.

Fardiaz, S. dan Jenie, B.S.L. 1992. Aflatoxin contamination in peanuts and peanut products in Indonesia and its reduction by different processing methods. Dalam: Proc. of the 3rd World Congress on Foodborne Infection and Intoxication, Berlin, 16-19 Juni 1992, hal.. 678-681.

Fardiaz, S., Nuraeni, E.D., dan Kusumaningrum, H. 1996. Pemanfaatan air kelapa untuk produksi minuman sehat antidiare melalui proses fermentasi laktat. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (2): 47-53.

Fardiaz, S., Wulan, S., dan Setiyadi, B. 1993. Effect of fermentation by *Rhizopus oligosporus* on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in peanut presscake. Dalam: Proc. of the 5th ASEAN Food Conf., Jakarta, Indonesia, February 1992, hal. 858-864.

Fernando, G.D., Nychas, G.J.E., Peck, M.W., dan Ordonez, J.A. 1995. Growth/survival of psychrotrophic pathogens on meat packaged under modified atmospheres. Intern. J. Food Microbiol. 28: 221-231.

Fluit, A.C., Torensma, R., Visser, M.J.C., Aarsman, C.J.M., Poppelier, M.J.J.G., Keller, B.H.I., Klapwijk, P., dan Verhoef, J. 1993a. Detection of *Listeria monocytogenes* in cheese with the magnetic immuno-polymerase chain reaction assay. Appl. Envir. Microbiol. 59: 1289-1293.

Fluit, A.C., Widjojoatmodjo, M.N., Box, A.T.A., Torensma, R., dan Verhoef, J. 1993b. Rapid detection of salmonellae in poultry with the magnetic immuno-polymerase chain reaction assay. Appl. Envir. Microbiol. 59: 1342-1346.

Giese, J. 1995. Food safety online. Food Technol. 49 (8): 108.

Granum, P.E., Tomas, J.M., dan Alouf, J.E. 1995. A survey of bacterial toxins involved in food poisoning: a suggestion for bacterial food poisoning toxin nomenclature. Intern. J. Food Microbiol. 28: 129-144.

Hadi, S. dan Fardiaz, S. 1990. Proses pembuatan yogurt krim kelapa. Media Teknol. Pangan 4 (1): 53-58.

Herrera, E.A., Perez, O., dan Segovia, M. 1996. Differentiation between *Mycobacterium tuberculosis* and *Mycobacterium bovis* by a multiplex polymerase chain reaction. J. Appl. Bacteriol. 80: 596-604.

Howard, P.J., Harsono, K.D., dan Luchansky, J.B. 1992. Differentiation of *Listeria monocytogenes, L. innocua, L. ivanovii*, dan *L. seeligeri* by pulse-field gel electrophoresis. Appl. Envir. Microbiol. 58 (2): 709-712.

ICMSF. 1986. Microorganisms in Foods 2. Sampling for Microbiological Analysis: Principles and Specific Applications, 2nd ed. University of Toronto Press, Toronto.

ICMSF. 1996a. Microorganisms in Foods: Vol. 5. Microbiological Specifications of Food Pathogens. Blackie Academic and Professional, London.

ICMSF. 1996b. Proceedings of The 29th General Conference of The International Commission on Microbiological Specifications for Foods. Pretoria, South Africa, May 21-28, 1996.

Ikasari, L., Fardiaz, S., dan Dewanti, R. 1990. Pengaruh kayu manis terhadap pertumbuhan kapang perusak roti. Media Teknol. Pangan 4 (1): 26-37.

Jenie, B.S.L., Candrasari, E.Y., dan Nuraida, L. 1996. Aktivitas antimikroba dari susu kedelai yang difermentasi oleh *Lactobacillus casei* terhadap mikroba patogen makanan. J. Ilmu dan Teknol. Pangan 1(1): 16-26.

Jenie, B.S.L. dan Rini, S.E. 1995. Aktivitas antimikroba dari beberapa spesies *Lactobacillus* terhadap mikroba patogen dan perusak makanan. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 6 (2): 46-51.

Jenie, B.S.L. dan Undriyani, K. 1992. Pengaruh konsentrasi jahe dan waktu kontak terhadap pertumbuhan beberapa mikroba perusak makanan. Bul. Ilmu dan Teknol. Pangan 3 (2): 1-16.

Kapperud, G., Vardund, T., Skjerve, E., Hornes, E., dan Michaelsen, T.E. 1993. Detection of pathogenic *Yersinia enterocolitica* in foods and water by immunomagnetic separation, nested polymerase chain reactions, and colorimetric detection of amplified DNA. Appl. Envir. Microbiol. 59: 2938-2944.

Kusumaningrum, H.D., Anggraeni, M., dan Saefulah, A. 1996. Peningkatan kadar vitamin B_{12} dalam yogurt ubi jalar dan kacang merah melalui kombinasi starter yogurt dengan *Propionibacterium freudenreichii*. J. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (1): 34-39.

Mitsuoka, T. 1996. Probiotic and prebiotic. Abstract of The 5th Symposium on Intestinal Flora, Tokyo; Jepang, 21 October 1996.

Santosa, A., Rahayu, E.S., dan Wibowo, D. 1996. Optimasi produksi antimikrobia *Lactobacillus* TGR-2. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

Schofield, G.M. 1992. Emerging food-borne pathogens and their significance in chilled foods. J. Appl. Bacteriol. 72: 267-273.

Soesilo, S. 1996. Kebijaksanaan Departemen Kesehatan dalam pengawasan makanan. Makalah pada Seminar Ilmiah Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Kesehatan Indonesia. Jakarta, 25-26 November 1996.

Streetfood Project. 1990. Working Report No. 2: Quality and Safety of Streetfood in West Java, An Assessment Survey. TNO and IPB.

Sugiarto, E., Fardiaz, S., dan Dewanti, R. 1986. Rempah-rempah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan mikroba. Media Teknol. Pangan 2 (4): 29-35.

Sutedja, L. dan Agustina, H. 1991. Uji efek antibakteri minyak lada terhadap bakteri patogen. Teknol. Indon. 14 (1): 21-30.

Sutedja, L. dan Agustina, H. 1995. Ekstraksi dan fraksinasi komponen bioaktif antimikroba dalam biji dan daun lada. J. Kimia Terapan Indon. 4 (2): 40-46.

Szabo, E.A., Pemberston, J.M., dan Desmarchellier, P.M. 1993. Detection of the genus encoding botulinum neurotoxin types A to E by the polymerase chain reaction. Appl. Envir. Microbiol. 59: 3011-3020.

Szabo, E.A., Pemberston, J.M., Gibson, A.M., Eyles, M.J., dan Desmarchellier, P.M. 1994. Polymerase chain reaction for the detection of *Clostridium botulinum* types A, B and E in food, soil and in infant faeces. J. Appl. Bacteriol. 76 (6): 539-545.

Thomas, P.R., Jenie, B.S.L., dan Fardiaz, S. 1987. Pengaruh rempah-rempah terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* Link. Media Teknol. Pangan 3 (1-2): 52-61.

Wardhani, T., Rahayu, E.S., dan Wibowo, D. 1996. Antimikrobia *Lactobacillus* TGR-2 dan aktivitasnya terhadap bakteri patogen. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

WHO. 1993. Food Safety Programmes in The South-East Asia Region: Overview and Perspective. WHO Report, February 1993.

Wiedmann, M., Czajka, J., Barany, F., dan Batt, C.A. 1992. Discrimination of *Listeria monocytogenes* from other *Listeria* species by ligase chain reaction. Appl. Environ. Microbiol. 58: 3443-3447.

Wijaya, A., Margino, S., dan Rahayu, E.S. 1996. Peningkatan produksi antimikrobia *Lactobacillus* TGR-2 dengan transformasi: study awal. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

Winarti, S., Margino, S., Rahayu, E.S., dan Indrati, R. 1996. Peningkatan produksi antimikrobia *Lactobacillus* TGR-2 dengan mutasi. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

Zakaria, F. dan Soesanto, N.B. 1996. Pengurangan senyawa antinutrisi pada susu kacang merah dan kacang tolo melalui proses fermentasi asam laktat. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (1): 16-22.

Zakaria, F. dan Suciono. 1996. Isolasi dan karakterisasi protein kacang merah dan kacang tolo lokal serta pengujian sifat antigeniknya sebelum dan sesudah fermentasi asam laktat. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (2): 1-9.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kepada Allah SWT bahwa pada hari ini saya dapat menjalani pengukuhan sebagai Guru Besar Tetap pada Institut Pertanian Bogor setelah melalui berbagai tantangan yang cukup panjang. Atas rahmatNya pula saya dapat berdiri disini untuk menyampaikan Orasi Ilmiah di hadapan para ibu, bapak, keluarga, teman-teman dan hadirin sekalian.

Pada kesempatan yang berbahagia ini pertama-tama saya mengucapkan terima kasih kepada Rektor IPB sebagai Ketua Senat IPB dan seluruh anggota Senat Guru Besar IPB, serta Dekan sebagai Ketua Senat dan seluruh anggota Senat Fakultas Teknologi Pertanian IPB, yang telah menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar Tetap di IPB. Semoga Allah SWT memberikan kekuatan dan kesehatan kepada saya untuk mengemban tugas ini.

Terima kasih dan penghargaan yang tulus saya sampaikan kepada Prof. Dr.Ir. H. A.M. Satari, Prof. Dr..Ir. H. Andi Hakim Nasoetion, Prof. Dr.Ir. H. Sitanala Arsyad, dan Prof. Dr.Ir. H. Soleh Solahuddin sebagai Rektor selama saya menjadi staf pengajar di IPB, atas segala bantuan dan bimbingan yang telah beliau berikan kepada saya sejak menjadi staf pengajar sampai sekarang.

Penghargaan yang tinggi dan ucapan terima kasih yang sedalam-dalamnya saya sampaikan kepada dosen pembimbing selama menjalani pendidikan sarjana, yaitu Bapak H. Suhadi Hardjo, M.Sc., dan kepada Prof. Dr.Ir. Wahyuddin Tjiptadi almarhum, yang telah dengan sabar dan kesungguhan hati membimbing saya untuk menjadi sarjana dan mendorong saya untuk menjadi staf pengajar di IPB. Juga kepada Prof. Dr. Kenneth E. Stevenson sebagai pembimbing selama pendidikan S2 dan S3 di Michigan State University USA saya mengucapkan penghargaan dan banyak terima kasih. Kepada Prof. Dr. F.G. Winarno dan Prof. Dr. Soewarno T. Soekarto sebagai dosen senior saya mengucapkan banyak terima kasih dan penghargaan atas bimbingannya sejak saya menjadi dosen muda di IPB. Kepada almarhum Prof. Dr. Dardjo Somaatmadja sebagai dosen yang

pertama kali memperkenalkan Teknologi Pangan kepada saya, saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya. Ucapan terima kasih juga saya sampaikan kepada para guru di SMA Negeri I Budi Utomo Jakarta, SMP Perguruan Cikini di Jakarta, dan SD Negeri I Kendal, yang telah mendidik saya sehingga dapat menyelesaikan sekolah pada masing-masing jenjang tersebut.

Penghargaan dan terima kasih yang tak terhingga saya sampaikan kepada Dekan dan staf pengajar Fakultas Teknologi Pertanian IPB, khususnya Ketua beserta seluruh staf pengajar Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB yang telah menjadi suatu keluarga besar yang sangat akrab, serta Direktur dan seluruh staf Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, atas segala kerja sama dan bantuannya dalam menjalankan tugas-tugas pengajaran, penelitian dan pengabdian masyarakat. Terima kasih juga saya sampaikan kepada seluruh pegawai Fakultas Teknologi Pertanian IPB dan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, atas segala bantuannya dalam menjalankan tugas-tugas sebagai dosen dan peneliti di IPB.

Kepada seluruh Panitia Orasi Fateta yang diketuai oleh Dr.Ir. Slamet Budiyanto dan Panitia Orasi IPB yang diketuai oleh Bapak Ir. Abubakar Burniat, kami sampaikan penghargaan dan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala waktu, bantuan dan perhatian yang telah diberikan sampai Acara Orasi Ilmiah ini dapat terselenggara dengan baik. Kepada sahabat terdekat Dr.Ir. Betty S.L. Jenie, MS. sebagai teman berbagi suka dan duka sejak menjadi mahasiswa di IPB saya mengucapkan banyak terima kasih atas segala bantuannya selama ini.

Kepada para almuni Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, serta kepada Fakultas Teknologi Pertanian dan Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang tinggi atas segala bantuan yang telah diberikan kepada saya untuk penyelenggaraan orasi ini.

Rasa kasih sayang yang tulus dan penghargaan yang tinggi saya sampaikan kepada Ayahanda dr. R. H. Soewondo almarhum beserta Ibunda Hj. Istria Soewondo yang telah memberikan kasih sayang, perhatian, bimbingan dan dorongan dari sejak kecil hingga saya dapat menyelesaikan pendidikan

sampai jenjang S3. Rasa kasih sayang yang tulus dan penghargaan juga saya sampaikan kepada kedua mertua saya yaitu almarhum Bapak H. Sadi Kartasubradja dan Ibu Hj. Siti Patonah yang dengan tulus telah menerima saya sebagai keluarga dan memberikan bimbingan dan perhatian kepada saya untuk menjalani liku kehidupan yang penuh tantangan ini.

Kepada semua kakak-kakak dan kakak ipar serta adik-adik dan adik ipar dari Keluarga Besar dr. Soewondo, yang pada kesempatan ini terlalu banyak untuk disebutkan satu per satu, saya menyampaikan rasa cinta dan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan, dorongan, dan kasih sayang yang diberikan kepada saya selama ini. Juga kepada kakak-kakak ipar dari Keluarga Besar Sadi Kartasubradja, beserta sesepuh dan saurada-saudara dari Keluarga Besar Soeparman dan Bintarti, saya mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas segala bantuan dan perhatiannya kepada saya.

Kepada suami tercinta Prof. Dr.Ir. Dedi Fardiaz, M.Sc. saya mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya atas segala kasih sayang yang diberikan dan dorongan tanpa pamrih yang telah diberikan kepada saya, dan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kechilafan saya terutama karena selama ini mungkin kurang dapat memberikan perhatian penuh sebagai seorang isteri karena kesibukan saya dalam melaksanakan tugas-tugas. Kepada ketiga anak-anakku tercinta, Miri, Mendez dan Yasmin, yang selama ini mungkin kurang mendapat perhatian penuh dari seorang ibu sebagai layaknya anak-anak lainnya, saya mengucapkan terima kasih yang dalam atas segala kasih sayang dan pengertiannya, dan mohon maaf sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kechilafan selama ini. Semoga engkau tumbuh menjadi anak-anak yang soleh, mandiri, dan berguna bagi nusa dan bangsa.

Sebagai akhir kata, maka dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT orasi ilmiah ini saya akhiri. Saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan kepada Ibu, Bapak, saudara dan hadirin sekalian yang telah meluangkan waktu untuk hadir dalam acara orasi ini. Semoga Allah SWT memberkati kita semua. Amin.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

RIWAYAT HIDUP

Prof. Dr.Ir. Hj. Srikandi Fardiaz, M.Sc.

NIP	: 130367115
Pangkat/Golongan	: Pembina Utama Muda/Gol. IVc
Jabatan Staf Pengajar	: Guru Besar Madya Ilmu Mikrobiologi Pangan
Unit Kerja	: Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
Tempat dan Tanggal	: Palu, 6 Januari 1948
Agama	: Islam
Status Keluarga	: Menikah dengan Prof. Dr.Ir. Dedi Fardiaz, M.Sc., dikaruniai tiga anak yaitu: Miristika, Mendez, Yasmin

Pendidikan

1. Ph.D. dalam Food Microbiology, Michigan State University, USA, 1980.
2. M.Sc. dalam Food Science, Michigan State University, USA, 1977.
3. Ir. dalam Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor, 1972.

Pelatihan

1. Editor Jurnal Ilmiah. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Bogor, Juli 1993.
2. *ELISA test on agricultural and food products*. Institute of Veterinary, Australia/Balai Penelitian Veteriner, Bogor, 1991.
3. *Introduction to Industrial Biotechnology*. Institute of Biotechnology, Braunscweigh, Germany, 1987.
4. Administrasi Pendidikan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Denpasar, 1985.

5. *Mutagenic activity test using Ames test.* National Food Research Institute, Tsukuba, Japan, 1984.
6. Penataran P4. Bogor, Mei 1983.

Riwayat Pekerjaan

1. Kepala Pusat Kajian Makanan Tradisional (PKMT), Lembaga Penelitian IPB, 1996 - sekarang.
2. Kepala Pusat Pengkajian Program Studi, Lembaga Pengkajian dan Pembinaan Pendidikan (LP3) IPB, 1995 - sekarang.
3. Kepala Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB, 1986 - sekarang.
4. Ketua Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1989 - 1993.
5. Ketua Program Studi Ilmu Pangan, Program Pasca Sarjana IPB, 1989 - 1993.
6. Kepala Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1982 - 1991.
7. Pembantu Dekan I Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1983 - 1986.
8. Kepala Bidang/Laboratorium Mikrobiologi Pangan, Pusat Pengembangan Teknologi Pangan IPB, 1981 - 1984.
9. Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1972 - sekarang.

Perkuliahan

Program Pasca Sarjana

1. Ekologi Mikroorganisme Pangan
2. Mikrobiologi Pengolahan Pangan
3. Mikrobiologi Keamanan Pangan

Program Sarjana IPB

1. Mikrobiologi Pangan I dan II
2. Sanitasi Industri Pangan

3. Metode Penulisan dan Penyajian Ilmiah
4. Pengendalian Keamanan Pangan dalam Industri

Program Diploma (D2) IPB

1. Metode HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point)
2. Keamanan Pangan

Pembimbingan Mahasiswa

1. Telah meluluskan 4 Doktor sebagai anggota pembimbing, dan sedang membimbing 6 mahasiswa Program Doktor sebagai ketua dan anggota.
2. Telah meluluskan 54 Magister sebagai ketua dan anggota pembimbing, dan masih membimbing 1 mahasiswa Program Pasca Sarjana S2.
3. Telah meluluskan 60 Sarjana sebagai ketua pembimbing, dan masih membimbing 13 mahasiswa Program Sarjana.
4. Telah meluluskan 4 Program Diploma.

Buku dan Bahan Pengajaran

1. Winarno, F.G., Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT Gramedia, Jakarta.

2. Fardiaz, S. 1988. Fisiologi Fermentasi. PAU Pangan dan Gizi dan LSI IPB.

3. Fardiaz, S. dan Suliantari. 1988. Senyawa-Senyawa Antimikroba. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

4. Jenie, B.S.L. dan Fardiaz, S. 1988. Uji Sanitasi dalam Industri Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

5. Fardiaz, S. 1988. Audio Visual Mikrobiologi Keamanan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

6. Fardiaz, S. dan Jenie, B.S.L. 1989. Mikrobiologi Pangan II. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

7. Fardiaz, S. 1989. Audio Visual Mikroorganisme Sebagai Indikator Sanitasi. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

8. Fardiaz, S. 1989. Penuntun Praktek Mikrobiologi Pangan. IPB Press, Bogor. ISBN 979-493-002-4.

9. Fardiaz, S. 1989. Petunjuk Laboratorium Mikrobiologi Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

10. Fardiaz, S. dan Sugiyono. 1990. Audio Visual Khamir dalam Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

11. Fardiaz, S. 1991. Mikrobiologi Pengolahan Pangan Lanjut. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

12. Fardiaz, S. 1992. Mikrobiologi Pangan I. Penerbit PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. ISBN 979-511-316-X.

13. Fardiaz, S. 1992. Kamir dan Produk Kamir dalam Industri. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

14. Fardiaz, S. 1992. Metode Cepat dalam Analisis Mikrobiologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

15. Muchtadi, T.R., Fardiaz, S., Rahayu, W.P., Suliantari, dan Nurwitri, C.C. 1992. Analisis Mikroteknik dalam Ilmu Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

16. Rahman, A., Fardiaz, S., Rahayu, W.P., Suliantari, dan Nurwitri, C.C. 1992. Teknologi Fermentasi Susu. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

17. Rahayu, W.P., Maoen, S., Suliantari, dan Fardiaz, S. 1992. Teknologi Fermentasi Produk Perikanan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

18. Fardiaz, S. 1992. Petunjuk Praktek Mikrobiologi Pengolahan Pangan. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

19. Fardiaz, S. 1992 dan 1995. Polusi Air dan Udara. Penerbit Kanisius, Yogyakarta. ISBN 979-413-770-7.

20. Fardiaz, S. dan Fardiaz, D. 1993. Metode Penulisan dan Penyajian Ilmiah. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

21. Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobiologi Pangan. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta. ISBN 979-421-325-X.

22. Fardiaz, S. 1996. HACCP dalam Industri Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

Karya Ilmiah Dalam Bentuk Publikasi, Makalah Seminar dan Laporan

Internasional

1. Fardiaz, D. dan Fardiaz, S. 1984. The role of molds in the degradation of oligosaccharides and phytic acid in fermented foods. Dalam: Research in Agricultural Microbiology in Southeast Asia. Proceedings of The Seameo-Biotrop Regional Workshop. Bogor, 24-27 November 1981.

2. Fardiaz, S., Suwanto, A., dan Siswaja, A. 1985. Studies on Indonesian spices: Antibacterial and mutagenic activities of turmeric (*Curcuma domestica* Val.). Dalam: Proceedings of the ASAIHL Seminar on Food Technology and Nutrition. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 8-10 Juli 1985.

3. Fardiaz, S., Matsuyama, A., dan Abdullah, K. (editor) 1985. Proceedings of The IPB-JICA International Symposium on Agricultural Product Processing and Technology. IPB dan JICA, Bogor, 31 Juli - 2 Agustus 1984.

4. Fardiaz, S., Pangestu, W., dan Suliantari. 1990. A study on the microflora of overfermented tempe. Dalam Proceedings Second Asian Symposium on Non-salted Soybean Fermentation. Jakarta, 13-15 Februari, 1990.

5. Fardiaz, S. 1991. Destruction of aflatoxin during processing of aflatoxin-contaminated peanuts into different peanut products. Indon. J. Trop. Agr. 3 (1): 27-31.

6. Fardiaz, S. dan Jenie, B.S.L., 1992. Aflatoxin contamination in peanuts and peanut products in Indonesia and its reduction by different processing methods. Dalam: Proceedings 3rd World Congress Foodborne Infections and Intoxications, Berlin, 16-19 Juni, 1992.

7. Stoot, J.A.M., Heriyanto, B., Fardiaz, D., Fardiaz, S., dan Hartog, B.J. 1993. HACCP based studies to improve the safety of streetfoods. Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, 17-21 Februari, 1992.

8. Fardiaz, S. dan Tiwow, F.D. 1993. Detection of sublethally injured *Salmonella typhimurium* in tiger prawn after freezing and frozen storage. Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, 17-21 Februari, 1992.

9. Fardiaz, S., Wulan, S., dan Setiyadi, B. 1993. Effect of fermentation by *Rhizopus oligosporus* on aflatoxin production by *Aspergillus flavus* in peanut presscake. Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, February 17-21, 1992.

10. Jenie, B.S.L., Partoatmodjo, S., Soekarto, S.T., Fardiaz, S., Fardiaz, D., dan Aunuddin. 1993. Utilization of tapioca waste for cellulase production by immobilized *Trichoderma reesei*. Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, February 17-21, 1992.

11. Anggrahini, S., Fardiaz, D., dan Fardiaz, S. 1993. Characteristics of toxoflavin, a toxin produced by *Pseudomonas cocovenenans* in tempe bongkrek. Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, 17-21 Februari, 1992.

12. Zahiruddin, W., Fardiaz, S., Daulay, D., dan Suliantari. 1993. Effect of boiling on the microflora of blood cockles (*Anadara granosa*). Dalam: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Proc. 4th Asean Food Conference, Jakarta, 17-21 Februari, 1992.

13. Fardiaz, S. 1993. Activity and stability of extracellular lipase of *Pseudomonas cocovenenans*, a toxin producing bacterium in tempe bongkrek. Indon. J. Trop. Agr. 5 (1): 18-22.

14. Fardiaz, S. 1995. Antibacterial activity of coffee (*Coffea robusta*) extract. Asean Food J. 10 (3): 1-4.

15. Fardiaz, S. 1995. Production and stability of *Rhodotorula glutinis* pigment in tofu liquid waste medium. Indon. J. Trop. Agr. 6 (2): 11-14.

16. Fardiaz, S. dan Winarno, F.G. 1995. Microbiology in the bottled water industry in tropical countries. Intern. Bottled Water Assoc. Asia Chapter 3rd Annual Concention and Seminar, Jakarta, 30-31 Agustus, 1995.

17. Fardiaz, S. 1996. Mycotoxin contamination of grains - A review of research in Indonesia. Dalam: Mycotoxin Contamination in Grains, ACIAR Technical Report 37: 112-119.

National

1. Fardiaz, S. 1982. Perubahan mikrobiologi produk ikan selama penyimpanan beku. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (1): 21-27.

2. Fardiaz, S. 1982. Karakteristik *Escherichia coli* yang diisolasi dari kalkun yang terserang penyakit. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (2): 1-9.

3. Fardiaz, S. 1983. Sifat adesi *Escherichia coli* pada dinding usus halus kalkun. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 2 (1): 21-28.

4. Fardiaz, S. 1985. Monosodium glutamat. Media Teknol. Pangan 1 (1): 14-21.

5. Fardiaz, S. 1985. Mikrobiologi susu pasteurisasi. Media Teknol. Pangan 1 (2): 15-24.

6. Fardiaz, S. 1986. Mikrobiologi susu UHT. Media Teknol. Pangan 2 (1): 15-23.

7. Sugiarto, Fardiaz, S., dan Dewanti, R. 1986. Rempah-rempah dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan mikroba. Media Teknol. Pangan 2 (4): 29-35.

8. Fardiaz, S. 1986. Aspek keamanan pangan pada produk fermentasi. Dalam Prosiding Seminar Keamanan Pangan dalam Pengolahan dan Penyajian, hal. 169-182. PAU Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada, 1-3 September 1986.

9. Azria, D., Fardiaz, S., dan Dewanti, R. 1987. Perubahan mikrobiologi selama fermentasi dadih susu sapi. Media Teknol. Pangan 3 (1-2): 18-31.

10. Thomas, P.R., Jenie, B.S.L., dan Fardiaz, S. 1987. Pengaruh rempah-rempah terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* Link. Media Teknol. Pangan 3 (1-2): 52-61.

11. Fardiaz, S. 1987. Sifat mutagenik dan karsinogenik bahan tambahan makanan. Dalam Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, GAPPMI dan PAU Pangan dan Gizi IPB, hal. 96-104. Jakarta, 3-4 Oktober 1986.

12. Fardiaz, S., Dewanti, R. dan Budiyanto, S. (editor). 1987. Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, GAPPMI dan PAU Pangan dan Gizi IPB. Jakarta, 3-4 Oktober 1986.

13. Fardiaz, S. dan Andarwulan, N. 1987. Aktivitas beta galaktosidase dari *Neurospora sitophila*. Dalam Prosiding Seminar PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.

14. Fardiaz, S. 1987. Aktivitas enzim pemecah pati mentah dari isolat kapang. Dalam Prosiding Seminar Nasional Teknologi Enzim. PAU Bioteknologi, ITB, Bandung, 7-9 Januari 1987.

15. Fardiaz, S. dan Ekasari, L. 1988. Pengaruh rempah-rempah terhadap pertumbuhan mikroorganisme pembusuk. Dalam Prosiding Seminar PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.

16. Fardiaz, S. 1989. Penelitian dalam bidang mikrobiologi pangan dalam menunjang pembangunan nasional. Seminar Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Manado., Manado, 18 Juli 1989.

17. Fardiaz, S., Anggrahini, S., Fardiaz, D., dan Steinkraus, K.H. 1989. Studi masalah keracunan bongkrek. Laporan Penelitian PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

18. Winiati, P.R., Suliantari, dan Fardiaz, S. 1989. Sifat-sifat mikroba halofilik yang diisolasi dari produk-produk fermentasi bergaram. Laporan Penelitian PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

19. Ekasari, L., Fardiaz, S., dan Dewanti, R. 1990. Pengaruh kayu manis terhadap pertumbuhan kapang perusak roti. Media Teknol. Pangan 4 (1): 26-37.

20. Irawan, M. dan Fardiaz, S. 1990. Aktivitas dan stabilitas enzim lipase ekstraseluler *Pseudomonas cocovenenans*. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (3): 39-45.

21. Edi, Fardiaz, S., dan Fardiaz, D. 1990. Produksi aflatoksin dari *Aspergillua flavus* dan destruksinya selama fermentasi bungkil kacang tanah oleh *Neurospora sitophila*. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (1): 18-31.

22. Fardiaz, S. 1990. Kontrol mikrobiologi dalam industri jasa boga. Media Teknol. Pangan 4 (1): 67-72.

23. Hadi, R. dan Fardiaz, S. 1990. Bakteri asam laktat dan peranannya dalam pengawetan makanan. Media Teknol. Pangan 4 (1): 73-81.

24. Sumanti, D.M., Fardiaz, S., Fardiaz, D., dan Daulay, D. 1990. Studi bakteriologi bakasang, suatu produk fermentasi jerohan ikan. Media Teknol. Pangan 4 (1): 42-52.

25. Hadi, R. dan Fardiaz, S. 1990. Proses pembuatan yogurt krim kelapa. Media Teknol. Pangan 4 (1): 53-58.

26. Fardiaz, S. 1990. Pengaruh rempah-rempah terhadap pertumbuhan mikroba yang diisolasi dari ragi tape. Seminar Hasil Penelitian 7 PAU di ITB. Bandung, 17-19 November 1990.

27. Fardiaz, S. 1990. Gizi kerja. Seminar Departemen Tenaga Kerja RI, Jakarta, 27 Januari 1990.

28. Fardiaz, S. 1990. Efektivitas sterilisasi dalam pengemasan aseptik. Dalam: Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi Dalam negeri dan Ekspor Pangan. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia, Jakarta, 3-4 Oktober 1988.

29. Fardiaz, S. dan Fardiaz, D. (editor). 1990. Risalah Seminar Pengemasan dan Transportasi dalam Menunjang Pengembangan Industri, Distribusi Dalam Negeri dan Ekspor Pangan. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI). Jakarta, 3-4 Oktober 1988.

30. Fardiaz, S. 1990. Pengaruh komposisi substrat terhadap produksi toksin bongkrek. Seminar Hasil Penelitian PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor, 20-21 Agustus 1990.

31. Suliantari, Fardiaz, S., Jenie, B.S.L., Syahrul, dan David, C. 1990. Studi mikrobiologis dalam proses pembekuan dan penyimpanan paha kodok. Laporan Penelitian PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

32. Fardiaz, S. 1991. Manajemen penelitian pangan dan gizi. PAU Pangan dan Gizi IPB, 16 Juli 1991.

33. Arif, J. dan Fardiaz, S. 1992. Mempelajari efektivitas penggunaan bibit khamir roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam ekstraksi minyak kelapa. Bul. penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 3 (1): 1-4.

34. Fardiaz, S. 1993. Pengaruh cara pengawetan telur terhadap pencemaran berbagai jenis bakteri patogen dan pembusuk selama penyimpanan. Dalam: Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi, Dikti, Depdikbud, Cisarua, Bogor, 31 Januari 1993.

35. Fardiaz, S., Andjaja, N, dan Tjen, Y. 1993. Studi mutu yogurt santan kelapa selama penyimpanan. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 4 (1): 1-8.

36. Fardiaz, S. 1993. Penelitian keamanan pangan di Indonesia. Pra-Widyakarya II Pangan dan Gizi, BLKM, Ciloto, Jawa Barat, 21-23 Januari 1993.

37. Fardiaz, S. 1993. Makanan jajanan dan peluang peningkatannya. Kongres Nasional IX dan Kursus Penyegar Ilmu Gizi, Perhimpunan Ahli Gizi Indonesia (PERSAGI), Semarang, 17-19 November 1993.

38. Fardiaz, S., Sudiarti, S., dan Wijaya, C.H. 1993. Penggunaan khamir *Hansenula anomala* dan *Candida utilis* dalam produksi komponen citarasa. Kongres Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Surabaya, Desember 1993.

39. Fardiaz, S. 1993. Penelitian dalam bidang teknologi proses. Forum Komunikasi Bidang Teknologi, Dikti, Depdikbud, Cisarua, Bogor, 6-9 Desember 1993.

40. Fardiaz, S. 1993. Prinsip HACCP dalam industri pangan. Pelatihan Staf Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Jakarta, 28 Agustus 1993.

41. Fardiaz, S. 1993. Mikrobiologi keamanan pangan. Pelatihan Singkat Prinsip-Prinsip Teknologi Pangan bagi *Food Inspector*. PAU Pangan dan Gizi IPB, Bogor, 30 November - 23 Desember 1993.

42. Fardiaz, S. 1993. Kimia sebagai ilmu penunjang dalam teknologi pangan dan peranannya dalam pengembangan agroindustri. Ceramah dan Diskusi Panel FMIPA, IPB, Bogor, 11 Desember 1993.

43. Fardiaz, S. 1993. Keamanan kerja di laboratorium mikrobiologi pangan. Pertemuan Ilmiah Keamanan Kerja di Laboratorium Mikrobiologi. Departemen Kesehatan, Jakarta, Desember 1993.

44. Fardiaz, S., Sugiyono, dan Herawati, E. 1994. Ekstraksi minyak kelapa menggunakan khamir roti (*Saccharomyces cerevisiae*) secara berulang. Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan 4 (2): 7-12.

45. Jenie, B.S.L., Helianti, dan Fardiaz, S. 1994. Pemanfaatan ampas tahu, onggok dan dedak untuk produksi pigmen merah oleh *Monascus purpureus*. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 5 (2): 22-29.

46. Fardiaz, S. dan Rini, P.S. 1994. Produksi pigmen *Rhodotorula glutinis* di dalam medium limbah cair tapioka. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 5 (2): 9-14.

47. Murhadi, Fardiaz, S., Laksmi, S., dan Satiawihardja, B. 1994. Pengaruh penyimpanan dan pemanasan kembali terhadap mutu mikrobiologi kalio dan rendang daging sapi. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 5 (3): 26-33.

48. Fardiaz, S. 1994. Keamanan makanan tradisional siap santap di perkotaan. Seminar PERSAGI dan PEMDA DKI Jakarta, Jakarta, 21 Juni 1994.

49. Fardiaz, S. 1994. Teknologi pengawetan starter kultur nata untuk pengembangan industri nata dari berbagai limbah pertanian. Seminar Nasional Hasil Penelitian Perguruan Tinggi, Sawangan, Bogor, 2-6 Januari 1994.

50. Murhadi, Fardiaz, S., Laksmi, S, dan Satiawihardja, B. 1994. Ketahanan panas bakteri di dalam medium pasta kalio daging sapi. Dalam: Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, hal. 101-106. Bogor, 10 Desember 1994.

51. Fardiaz, S., Saparianti, E., dan Kusumaningrum, H.D. 1994. Aktivitas antibakteri minuman skim kelapa yang difermentasi dengan biakan campuran bakteri asam laktat. Dalam: Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, hal. 26-35. Bogor, 10 Desember 1994.

52. Nuraida, L., Pardede, H.T., dan Fardiaz, S. 1994. Pemanfaatan ampas tapioka, ampas tahu dan dedak padi untuk produksi karotenoid dari *Neurospora sitophila* dengan sistem fermentasi padat. Dalam: Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, hal. 354-363. Bogor, 10 Desember 1994.

53. Fardiaz, S. 1994. *Listeria monocytogenes*: Masalah dalam pengolahan dan penyimpanan makanan. Bul. Teknol. dan Industri Pangan 5 (2): 87-92.

54. Fardiaz, S. 1994. Pengendalian keamanan pangan dan penerapan HACCP dalam perusahaan jasa boga. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 5 (3): 71-78.

55. Fardiaz, S. 1994. Strategi Nasional Dalam Pengembangan Sistem Koordinasi Pengawasan Makanan di Indonesia. Laporan Konsultan Nasional UNDP Oktober-Desember 1994. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan, Jakarta.

56. Chairunnisa, H., Fardiaz, D., dan Fardiaz, S. 1994. Diversifikasi produk kaseinat dalam menunjang pendayagunaan susu sapi substandar. Seminar Hasil-Hasil Penelitian PAU Pangan dan Gizi IPB, Desember 1994.

57. Fardiaz, S. 1994. Fermentasi makanan dan pengendalian mutunya. Pelatihan Teknologi Pangan, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Jakarta, 11 Agustus 1994.

58. Fardiaz, S. 1994. Keamanan pangan. Pelatihan Singkat dalam Bidang Teknologi Pangan. PAU Pangan dan Gizi, FATETA IPB, dan Kantor Menteri Negara Urusan Pangan/BULOG, Bogor, 28 Maret - 8 April 1994.

59. Wirakartakusumah, M.A., Fardiaz, D., Fardiaz, S., Suryana, A., Lukmana, A., Hermana, Saidi, Z., Sudarmadji, S., dan Trisilowati. 1994. Keamanan pangan. Risalah Widyakarya Pangan dan Gizi V, hal. 490-508. Jakarta, 20-22 April. 1993.

60. Fardiaz, S. 1995. Prospek wanita karir dalam menunjang pembangunan. Seminar Sehari "Prospek Wanita Karir". Dep. Penerangan Kantor Kabupaten Bogor, 30 Januari 1995.

61. Fardiaz, S. 1995. Pengembangan industri pengolahan hasil perikanan di Indonesia: Tantangan dan penerapan sistem jaminan mutu. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 6 (1): 65-73.

62. Fardiaz, S. 1995. Keamanan pangan dan pengendaliannya. Pelatihan singkat "Teknologi Pangan dan Pemeriksaan Mutu Pangan". Pusbangtepa dan Ditjen. PPM dan PLP, Departemen Kesehatan, Bogor, 20-25 Februari 1995.

63. Fardiaz, S. 1995. Peningkatan nilai produk makanan. Pelatihan Pengembangan Pusat Konsultasi Pengusaha Kecil Makanan Jajanan di Jawa Barat. LPM IPB dan Departemen Koperasi dan PPK, Bogor, 19-21 Januari 1995.

64. Fardiaz, S. 1995. Warung pangan sehat. Pelatihan Pedagang Makanan Jajanan dan Pembinaan Warung Pangan Sehat 10 Profinsi. LPM IPB dan Kantor Menteri Negara Urusan Pangan/BULOG, Bogor, 9-14 Januari 1994.

65. Fardiaz, S. 1995. Penanganan produk spesifik: Pemotongan ayam. Pelatihan Pengembangan Pusat Konsultasi Pengusaha Kecil Makanan Jajanan di Jawa Barat. LPM IPB dan Departemen Koperasi dan PPK, Bogor, 19-21 Januari 1995.

66. Fardiaz, S. 1995. Perkembangan teknologi fermentasi untuk meningkatkan nilai tambah pangan. Prosiding Seminar Nasional Mikrobiologi Kelautan dan Bioremedial. Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia, Ujung Pandang, 6-7 Desember 1995.

67. Amuztar, H.W., Fardiaz, S., dan Kusumaningrum, H. 1995. Produksi dan pengujian aktivitas antibakteri minuman fermentasi laktat dari skim kelapa. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

68. Fardiaz, S., Khusun, H., dan Nuraida, L. 1995. Pengaruh faktor fisik dan kimia terhadap stabilitas pigmen karotenoid kapang oncom merah. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 6 (2): 7-13.

69. Novia, A. dan Fardiaz, S. 1995. Pengaruh proses pemanasan terhadap aflatoksin. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

70. Fardiaz, S. 1995. Managemen Pengawasan Makanan. Laporan konsultan nasional UNDP, Juni-Juli 1995. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan, Jakarta.

71. Nuraida, L., Sihombing, S.H., dan Fardiaz, S. 1996. Produksi karotenoid pada limbah cair tahu, air kelapa dan onggok oleh kapang *Neurospora* sp. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (1): 67-74.

72. Fardiaz, S., Lestari, R.P., dan Jenie, B.S.L. 1996. Pengaruh metode pemasakan dan penyimpanan terhadap stabilitas warna daging dengan penambahan pigmen angkak. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

73. Fardiaz, S., Fauzi, D.B., dan Zakaria, F. 1996. Toksisitas dan imunogenisitas pigmen angkak yang diproduksi dari kapang *Monascus purpureus* pada substrat limbah cair tapioka. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (2): 63-68.

74. Fardiaz, S., Jenie, B.S.L., Nuraida, L., Apriyantono, A., dan Rahayu, W.P. 1994, 1995, 1996. Penerapan Bioteknologi Dalam Produksi Pigmen Untuk Bahan Pewarna Makanan Menggunakan Substrat Limbah Industri Pangan. Laporan Penelitian Hibah Bersaing II/1, II/2 dan II/3. Fakultas Teknologi Pertanian IPB.

75. Fardiaz, S., Cahyono, R., dan Kusumaningrum, H.D. 1996. produksi minuman sehat pencegah diare kaya vitamin B_{12} dari sari wortel melalui fermentasi laktat. Abstrak pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.

76. Fardiaz, S. 1996. Indikator dan evaluasi kinerja akademik Tingkat Persiapan Bersama IPB. Lokakarya Peningkatan Mutu Pendidikan Program Tingkat Persiapan Bersama IPB, Bogor, 29-30 Juli 1996.

77. Fardiaz, S. 1996. GMP (*Good Manufacturing Practice*) dalam industri pengolahan pangan. Seminar Mutu dan Keamanan Pangan Menjelang Tahun 2000, Jakarta, 7 November 1996.

78. Fardiaz, S. 1996. Penerapan HACCP untuk menjamin keamanan produksi pangan. Seminar Peranan Pengawasan Mutu untuk Peningkatan dan Pengendalian Keamanan Produk Pangan dalam Menyongsong UU Pangan dan Era Pasar Bebas. Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Kesehatan Indonesia (PATELKI), Jakarta, 25-26 November 1996.

79. Fardiaz, S. 1996. Pemeriksaan bakteri dan jamur dalam makanan. Seminar "Peranan Pengawasan Mutu untuk Peningkatan dan Pengendalian Keamanan Produk Pangan dan Menyongsong UU Pangan dan Era Pasar Bebas". Persatuan Ahli Teknologi Laboratorium Kesehatan Indonesia (PATELKI), Jakarta, 25-26 November 1996.

80. Fardiaz, S., Nuraeni, E.D., dan Kusumaningrum, H.D. 1996. Pemanfaatan air kelapa untuk produksi minuman sehat antidiare melalui proses fermentasi laktat. Bul. Teknol. dan Ind. Pangan 7 (2): 47-53.

81. Fardiaz, S., Sasmito, Y.A., dan Sugiyono. 1996. Studi fermentasi tape ketan rendah alkohol. J. Ilmu dan Teknol. Pangan 1 (1): 27-33.

82. Fardiaz, S. 1996. Evaluasi dan proyeksi permasalahan keamanan pangan. Temu pakar dalam Rangka Studi Kaji Ulang Repelita VI Pangan dan Identifikasi Repelita VII. Kantor Menteri Negara Urusan Pangan RI dan Pusat Studi Kebijakan Pangan dan Gizi (PSKPG), Bogor, 14-15 September 1996.

83. Fardiaz, S. 1996. Jaminan Mutu Dalam Program Pengawasan Makanan. Laporan Konsultan Nasional UNDP, Januari-Februari dan Agustus-November 1996. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan, Jakarta.

84. Fardiaz, S. 1996. Strategi Pengawasan Makanan. Laporan Konsultan Nasional WHO, Mei-Juni 1996. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan, Jakarta.

85. Fardiaz, S. 1996. Kebijaksanaan Pengawasan Makanan. Laporan Konsultan Nasional WHO, September 1996. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan, Jakarta.

Konsultan

1. National consultant, *Development of A Coordinated Food Control System in Indonesia*. UNDP - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Oktober - Desember 1994.

2. National consultant, *Food Control Management*. UNDP - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Juni-Juli 1995.

3. National consultant, *Quality Assurance in Food Inspection Program*. UNDP - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan,. Januari - Februari 1996.

4. National consultant, *Food Control Strategy*. WHO - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Mei - Juni 1996.

5. National consultant, *Food Control Policy*. WHO - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, September 1996.

6. National consultant, *Quality Assurance in Food Control Program*. WHO - Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen. POM, Departemen Kesehatan, Agustus - November 1996.

Penghargaan

1. Dosen Teladan I, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1985.
2. Penghargaan Pengabdian Pegawai IPB 20 tahun.

Keanggotaan Organisasi Profesi dan Badan/Panitia/Tim

1. Anggota *Institute of Technologist* (IFT), 1975 - 1980.

2. Pengurus Pusat Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia (PERMI), Bidang Pengembangan Profesi dan Organisasi, 1986 - sekarang.

3. Pengurus Pusat Persatuan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), Seksi Publikasi (1988-1996) dan Seksi Pendidikan (1996 - sekarang).

4. Ketua Dewan Editor Media Teknologi Pangan, 1985 - 1992.

5. Anggota Tim Teknologi, Proyek/Program Pembinaan Makanan Jajanan, 1988 - sekarang. Kerja sama TNO Belanda dengan IPB, Pusbangtepa dan LPM IPB.

6. Anggota Pelaksana UPPL-PAU BD XVII IPB, 1988 - 1992.

7. Pengurus Pusat Persatuan Insinyur Indonesia, Wakil Ketua Departemen IPTEK, 1989 - 1995.

8. Anggota Pelaksana Tim Koordinasi JICA-DHGE/IPB, 1990 - 1994.

9. Panitia Ujian Prelim Program S3 Program Studi Ilmu Pangan, Program Pasca Sarjana IPB, 1990 - sekarang.

10. Anggota Senat Fakultas Teknologi Pertanian IPB, 1991 - sekarang.

11. Anggota Panitia Ujian Negara Bidang Teknologi Pertanian, Kopertis, 1991 - 1994.

12. Sekretaris Panitia Pelaksana *The 4th Asean Food Conference*, 1992.

13. Anggota Dewan Editor Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI), 1993 - sekarang.

14. Anggota Kelompok Bidang Keamanan Pangan, Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi V, LIPI, 1993.

15. Anggota Tim Forum Komunikasi Bidang Teknologi Proses, 1993.

16. Anggota *International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF); The South East Asian Sub-commission,* 1994 - sekarang.

17. Anggota Dewan Editor Buletin Ilmu dan Teknologi Pangan, 1986 - 1994.

18. Anggota Dewan Editor Buletin Teknologi dan Industri Pangan, 1994 - sekarang.

19. Ketua Panitia Pengarah Pertemuan Ilmiah Tahunan Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia Cabang Bogor, 1994.

20. Anggota Majelis Penelitian Perguruan Tinggi (MPPT), Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1995 - sekarang.

21. Anggota Tim Penyusunan Pedoman dan Petunjuk Teknis Sarana Produksi Makanan. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1995 - 1996.

22. Anggota Tim Penyusunan Pedoman CPMB, CDMB dan HACCP. Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Direktorat Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan, 1996.

23. Anggota Tim Pakar Seleksi Kegiatan Proyek-Proyek Pembangunan Sektor Iptek. Kantor Menteri Negara Riset dan Teknologi, 1996 - sekarang.

24. Anggota Kelompok Kerja Penilai (Tim Panel) Program Studi Jenjang Program Sarjana. Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi, 1996 - sekarang.

25. Panitia lain-Lain.

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
PERPUSTAKAAN