



Stock opname  
2009

**PROSES TERMAL  
DALAM PENGENDALIAN  
TAHAP PENGOLAHAN KRITIS UNTUK  
MENJAMIN KEAMANAN PANGAN**

**Dedi Fardiaz**



IPB20020055

**ORASI ILMIAH**

***Guru Besar Tetap Ilmu Proses Termal***

**Fakultas Teknologi Pertanian  
Institut Pertanian Bogor  
14 Desember 1996**



**Prof. Dr. Ir. H. Dedi Fardiaz, M.Sc.**

---

Yang terhormat,

Bapak Rektor dan Senat Guru Besar Institut Pertanian Bogor,  
Para Dekan Fakultas dan Pejabat Struktural di lingkungan IPB,  
Rekan-rekan Dosen, para Alumni dan Mahasiswa IPB,  
Para Undangan serta Hadirin yang saya muliakan.

Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh,

Pertama-tama perkenankanlah saya memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya yang telah dilimpahkan kepada saya, sehingga hari ini saya dapat menyampaikan Orasi Ilmiah untuk pengukuhan Guru Besar Tetap Ilmu Proses Termal di Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Pada kesempatan yang berbahagia ini, saya ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada segenap hadirin yang telah sudi meringankan langkah untuk menghadiri Orasi ilmiah saya yang berjudul:

**Proses Termal dalam Pengendalian Tahap Pengolahan Kritis  
Untuk Menjamin Keamanan Pangan**

---

## DAFTAR ISI

	Halaman
PENDAHULUAN .....	1
PROSES TERMAL .....	4
Ilmu Proses Termal .....	4
Menghambat Pertumbuhan atau Memusnahkan Mikroba? .....	5
Bagaimana Kematian Mikroba Terjadi? .....	6
Ketahanan Panas Spora .....	7
Mikroba Termofilik .....	7
Penggunaan Proses Termal Dalam Pengolahan Pangan .....	8
PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES TERMAL .....	11
Proses dan Pengemasan Aseptik .....	12
Pemanasan Gelombang Mikro .....	13
Pemanasan Ohmik .....	14
PROSES TERMAL DAN PENGENDALIAN TAHAP KRITIS ...	17
Pengendalian Tahap Pengolahan Kritis .....	19
Penerapan Proses Termal di Industri Pengalengan Pangan ..	25
PENUTUP .....	28
DAFTAR PUSTAKA .....	30
UCAPAN TERIMA KASIH .....	35
RIWAYAT HIDUP .....	39

## **PROSES TERMAL DALAM PENGENDALIAN TAHAP PENGOLAHAN KRITIS UNTUK MENJAMIN KEAMANAN PANGAN**

### **PENDAHULUAN**

---

**P**ada hakekatnya pangan adalah kebutuhan dasar setiap insan manusia yang paling hakiki yang tidak dapat dihindari untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya di muka bumi. Karena pangan inilah manusia dapat tumbuh dan berkembang baik fisik, mental maupun otaknya, sehingga pangan menjadi sangat penting peranannya bagi manusia di dalam meningkatkan kualitas intelektualitas dan produktivitas kerjanya.

Meskipun penting bagi kehidupan manusia, pangan menjadi tidak ada artinya jika tidak aman untuk dikonsumsi, karena pangan yang tidak aman dapat menimbulkan masalah kesehatan dan bahkan mungkin saja mematikan. Apalagi jika itu terjadi secara massal, dampak yang diakibatkannya dapat menjadi sangat luas, bukan hanya akan menimbulkan histeria massa tetapi juga berdampak negatif yang sangat merugikan perekonomian negara. Kasus biskuit beracun yang terjadi beberapa tahun yang lalu adalah salah satu contoh masalah keamanan pangan yang memprihatinkan kita.

Sejak dipanen sampai di meja makan, pangan mungkin saja harus melewati suatu perjalanan yang panjang seperti penanganan pasca panen, pengolahan, distribusi, pemasakan, dan penyajian. Selama perjalanan yang panjang ini, pangan mempunyai risiko menjadi tidak aman karena pencemaran, baik pencemaran biologis, kimia, maupun fisik. Oleh karena adanya risiko untuk menjadi tidak aman inilah maka keamanan pangan seharusnya menjadi tolok ukur

utama bagi produsen dalam menghasilkan produknya, dan menjadi kriteria utama pula bagi konsumen dalam memilih pangan yang akan dikonsumsinya.

Untuk menjamin tersedianya pangan yang aman perlu adanya pengaturan, pembinaan dan pengawasan pangan. Karena itulah Undang-Undang R.I. Nomor 7 Tahun 1996 tentang Pangan yang mulai berlaku tanggal 4 Nopember 1996 yang lalu di antaranya berisi Bab mengenai Keamanan Pangan. Keamanan pangan dalam Undang-Undang Pangan tersebut didefinisikan sebagai *kondisi dan upaya yang diperlukan untuk mencegah pangan dari kemungkinan cemaran biologis, kimia, dan benda lain yang dapat mengganggu, merugikan, dan membahayakan kesehatan manusia*. Patut disyukuri bahwa dengan diberlakukannya Undang-Undang Pangan tersebut mudah-mudahan masyarakat menjadi lebih terlindungi dari pangan yang tidak aman.

Masalah keamanan dan mutu pangan akhir-akhir ini sering menjadi topik pembicaraan karena merupakan masalah penting bagi kita semua termasuk industri pangan yang harus bersiap diri dalam menghadapi persaingan di era perdagangan bebas nanti. Masalah ini sangat serius karena hanya dengan tingkat keamanan yang tinggi dan mutu yang prima, produk pangan kita dapat bersanding dan bersaing dengan produk-produk pangan dari negara lain di pasar lokal maupun di pasar global. Pengalaman menunjukkan bahwa sebagian produk pangan kita yang diekspor ke USA mengalami penolakan karena tidak memenuhi persyaratan mutu yang telah ditentukan dan dicurigai tidak aman. Alasan penolakan yang pernah dilakukan USFDA terhadap produk-produk pangan tersebut antara lain adalah karena kontaminasi *Salmonella* (paha kodok, lobster, lada hitam, lada putih, dan udang), dan menyalahi peraturan LACF atau *low acid canned food* (bekicot dalam kaleng, jamur dalam kaleng, dan ketam kecil dalam kaleng). Untuk makanan kaleng berasam rendah (LACF) yang diekspor ke USA, USFDA memberlakukan peraturan khusus berupa *Code of Federal Regulations* (21 CFR 113) untuk mencegah terjadinya keracunan makanan karena *Clostridium botulinum*.

Banyak sudah ceramah maupun makalah disampaikan oleh para pakar tentang kendala, peluang dan tantangan serta kesiapan industri pangan Indonesia di dalam menghadapi era perdagangan bebas nanti. Demikian juga ulasan tentang dampak globalisasi sudah sering disampaikan di media massa, yang pada intinya memperingatkan kita dan sekaligus memacu kita bekerja lebih keras agar siap bersaing pada saatnya nanti. Oleh karena itu, dalam orasi ini saya tidak akan mengulang kembali masalah yang sudah umum dikhawatirkan dari dampak globalisasi tersebut dan bagaimana kita harus bersiap diri, tetapi perkenankanlah saya untuk membahas hal-hal yang ruang lingkungannya lebih sempit dan spesifik, yaitu tentang proses termal dalam pengendalian tahap-tahap pengolahan kritis untuk menjamin keamanan pangan.

Mengapa hal ini saya anggap penting? Karena meskipun banyak cara untuk meningkatkan keamanan suatu produk pangan, tidak banyak cara yang dapat menjamin bahwa produk pangan yang dihasilkannya aman untuk dikonsumsi. Proses termal atau proses yang menggunakan energi panas ini adalah salah satu proses di dalam pengolahan pangan yang jika tidak dilakukan dengan benar dapat menimbulkan masalah keamanan. Oleh karena itulah, proses termal merupakan tahap pengolahan yang dianggap kritis karena harus dilakukan secara hati-hati dengan perhitungan kecukupan panas yang akurat untuk menjamin keamanan produk pangan yang dihasilkan.

Dalam orasi ilmiah berikut ini akan saya sampaikan secara lebih terinci tentang pengertian proses termal, perkembangan ilmu dan teknologinya selama ini, serta bagaimana proses ini berperan dalam mengendalikan tahap pengolahan kritis untuk menjamin keamanan pangan. Beberapa kajian tentang kecukupan proses termal dari beberapa produk pangan akan disajikan pula untuk memperlihatkan kondisi yang dijumpai di lapang. Pada penutup nanti saya akan mencoba untuk menyampaikan beberapa saran operasional yang dapat dilakukan dalam upaya meningkatkan keamanan pangan.

## PROSES TERMAL

---

Sesungguhnya proses termal yang paling sederhana telah diterapkan sejak jaman purbakala, yaitu pada saat api mulai digunakan orang untuk membakar hasil buruan mereka. Tanpa dapat dijelaskan secara ilmiah pada saat itu, hewan yang telah dibakar menjadi lebih mudah dikunyah dan lebih lezat dimakan. Dengan bantuan panas dari api ini pula daging yang telah terbakar menjadi awet dan dapat disimpan untuk beberapa saat.

### Ilmu Proses Termal

Sejarah aplikasi proses termal untuk pengawetan pangan sesungguhnya baru dimulai pada saat Nicholas Appert dari Perancis memasukkan bahan pangan ke dalam botol gelas, kemudian menutup dan memanasakannya di dalam air mendidih. Ternyata bahan pangan yang diperlakukan seperti ini tidak busuk, dan Appert kemudian mengumumkan penemuannya ini pada tahun 1810. Meskipun dia percaya bahwa kombinasi panas dengan pembuangan udara telah mencegah bahan pangan menjadi rusak, Appert tetap tidak dapat menjelaskan mengapa metodenya ini berhasil. Baru 50 tahun kemudian, Louis Pasteur menunjukkan bahwa mikroba tertentu bertanggung jawab terhadap proses fermentasi dan kebusukan. Dengan penemuan Pasteur ini kemudian keberhasilan metode Appert dapat dijelaskan.

Di saat awal komersialisasi metode Appert dalam bentuk proses pengalengan pangan, masih banyak terjadi masalah kebusukan kaleng yang tidak dapat dipecahkan. Barangkali penemuan yang dianggap sangat berharga untuk memecahkan masalah ini adalah hasil riset yang dilakukan di Massachusetts Institute of Technology tahun 1895 yang menyimpulkan bahwa *ketidackukupan panas untuk memusnahkan mikroba* adalah penyebabnya. Kecukupan panas selanjutnya diartikan sebagai kombinasi penggunaan suhu ( $T$ ) dan waktu ( $t$ ) yang sesuai untuk memusnahkan mikroba.



Kecukupan panas dapat diperoleh dengan memberikan perlakuan panas pada suhu yang lebih tinggi dalam waktu yang lebih singkat, atau sebaliknya. Sejak saat itu dan selanjutnya percobaan dan perhitungan kecukupan panas dijadikan dasar dalam penetapan proses pengalengan pangan (*scheduled process*).

### Menghambat Pertumbuhan atau Memusnahkan Mikroba?

Dua cara umum untuk berperang melawan mikroba penyebab kebusukan atau mikroba patogen penyebab penyakit karena makanan (*foodborne diseases*) adalah (1) menghambat atau mencegah pertumbuhannya, dan (2) memusnahkannya. Menghambat atau mencegah pertumbuhan mikroba dapat dilakukan dengan membuat suasana lingkungan sedemikian rupa sehingga mikroba dalam keadaan terganggu dan stres serta tidak mampu untuk memperbanyak dirinya. Cara-cara konvensional seperti pendinginan atau pembekuan, penurunan aktivitas air ( $a_w$ ) melalui pengeringan atau penggaraman, pengasaman, dan penggunaan bahan pengawet sampai saat ini masih merupakan cara-cara penting yang terus dipraktekkan. Meskipun demikian, cara-cara yang lebih maju sudah diperkenalkan seperti penggunaan CO<sub>2</sub> dalam kemasan dengan atmosfer termodifikasi (*carbon dioxide-enriched modified atmosphere packaging*), penambahan produk-produk kultur mikroba seperti asam organik dan bakteriosin, dan *hurdle technology* yaitu penggunaan kombinasi cara yang memberikan derajat pengawetan yang dibutuhkan tanpa menggunakan satu cara yang ekstrim (Leistner, 1995). Karena cara-cara pengawetan ini sifatnya menghambat, maka terjadinya perubahan terhadap lingkungan yang sudah diatur ini memungkinkan mikroba yang tahan terhadap stres menjadi aktif kembali.

Berbeda dengan cara penghambatan yang telah disebutkan di atas, cara pemusnahan mikroba merupakan cara lainnya yang dapat dilakukan, seperti proses termal, irradiasi, tekanan hidrostatik tinggi (Knorr, 1995), listrik bertegangan tinggi (Sitzmann, 1995), dan kombinasi ultrasonik, panas, dan tekanan (Sala *et al.*, 1995). Dari berbagai cara pemusnahan mikroba ini, proses termal masih tetap

merupakan cara yang paling umum digunakan. Karena sifatnya memusnahkan mikroba, maka dengan menggunakan proses ini ada jaminan bahwa mikroba yang telah mati tidak akan pernah aktif kembali. Walaupun ada mikroba yang ditemukan pada produk pangan yang diproses dengan cara ini, maka kemungkinan besar hal ini terjadi karena rekontaminasi.

### Bagaimana Kematian Mikroba Terjadi?

Banyak informasi yang menjelaskan pengaruh fisiologik dari energi panas terhadap mikroba, akan tetapi penyebab utama kematian sel mikroba karena proses termal belum jelas benar. Meskipun demikian, diperkirakan bahwa panas pada suhu tinggi yang diberikan kepada sel mikroba tidak mempengaruhi satu target spesifik saja, oleh karena energi panas di dalam sel merupakan satu bagian integral dari keseluruhan sistem yang kompleks. Energi ini tidak hanya akan mempengaruhi sel secara utuh tetapi juga akan mempengaruhi setiap bagian di dalam sel termasuk struktur molekul dan reaksi yang berlangsung di dalam sel. Sel ternyata mengandung beberapa target bagi aksi panas yang diberikan kepadanya. Dengan demikian, ketahanan panas mikroba sangat ditentukan oleh kestabilan intrinsik dari makromolekul yang terdapat di dalamnya seperti RNA, ribosoma, asam nukleat, enzim, protein, dan membran.

Coote *et al.* (1991) melaporkan bahwa kerusakan sel mikroba karena panas berkaitan dengan terjadinya perubahan-perubahan pada RNA. Dapat dimengerti bahwa RNA ribosomal (rRNA) dalam sel mikroba menjamin konfirmasi struktur sekunder dan tersier yang spesifik dari protein ribosoma, sehingga dapat berfungsi dalam biosintesis protein. Dengan demikian perubahan pada RNA dapat menyebabkan kerusakan pada sel mikroba. Temuan sebelumnya menunjukkan bahwa pemanasan menyebabkan rusaknya membran sel sehingga kandungan  $Mg^{++}$  dalam sel turun drastis dan mengakibatkan ribosoma menjadi tidak stabil (Hurst, 1984).

## Ketahanan Panas Spora

Salah satu adaptasi mikroba yang paling sukses untuk bertahan terhadap panas adalah dengan mengubah bentuknya menjadi spora yang tahan panas. Mikroba pembentuk spora yang paling penting adalah dari genera *Bacillus* dan *Clostridium*, dan yang dapat menyebabkan keracunan adalah *B. cereus*, *C. botulinum* dan *C. perfringens*. Berbeda dengan sel vegetatif, spora mempunyai protoplas dan membran sel yang diselimuti oleh korteks yang terutama terdiri dari peptidoglikan. Diperkirakan bahwa ketahanan panas spora dipengaruhi oleh suhu pertumbuhan optimalnya, kandungan air dari protoplas, kandungan mineral total dan mineral spesifik, suhu sporulasi, dan ukuran korteks (Gerhardt dan Marquis, 1989). Korteks dianggap mempunyai peranan nyata untuk bertahan terhadap kerusakan karena panas. Korteks mempertahankan keadaan dehidrasi osmotik yang terjadi selama sporulasi (Marquis *et al.*, 1983). Sebelumnya dipercayai bahwa DPA (*dipicolinic acid*) berperan dalam memberikan ketahanan panas pada spora (El-bisi dan Ordal, 1956). Meskipun demikian, dari beberapa kenyataan yang dikumpulkan menunjukkan bahwa ketahanan panas spora tidak tergantung pada DPA (Gerhardt dan Marquis, 1989).

Karakteristik ketahanan panas spora yang relatif tinggi menjadi masalah dalam pengolahan pangan karena spora yang bertahan terhadap perlakuan pengolahan pada suatu saat akan kembali aktif dan memperbanyak dirinya. Oleh karena itu, karakteristik spora ini selalu menjadi bahan pertimbangan utama dalam merancang suatu proses termal, terutama untuk bahan pangan berasam rendah (pH > 4.5).

## Mikroba Termofilik

Dalam penerapan proses termal perlu diperhatikan kemungkinan adanya mikroba yang relatif tahan panas. Pada umumnya ketahanan panas mikroba berhubungan dengan suhu optimum

/ pertumbuhannya, dan mikroba yang paling tahan panas adalah mikroba yang tergolong termofil. Mikroba termofilik pada umumnya mempunyai suhu minimum pertumbuhan 45°C, suhu optimum 50-60°C, dan suhu maksimum 70°C atau lebih. Ciri mikroba dari kelompok ini adalah germinasi spora dan pertumbuhan selnya yang terjadi dengan cepat, dan beberapa mempunyai waktu generasi (waktu membelah) sangat cepat yaitu setiap 10 menit pada suhu optimum (Jay, 1992). Oleh karena itu, proses termal yang tidak cukup pada makanan yang kemudian diikuti dengan penyimpanan pada suhu hangat (50-60°C) dapat mengakibatkan bakteri yang tahan ini mencapai jumlah yang tinggi di dalam makanan. Contoh bakteri dalam kelompok ini adalah *Clostridium thermosaccharolyticum*, *Bacillus stearothermophilus* dan *Desulfotomaculum nigrificans* (Adams dan Moss, 1995). Beruntung bahwa ketiga bakteri termofil ini bukan merupakan bakteri patogen, tetapi sering menyebabkan kerusakan pada makanan kaleng berasam rendah.

Ketahanan panas mikroba termofilik diduga disebabkan oleh adanya enzim dan ribosoma yang tahan panas, serta adanya ion  $Mg^{++}$  yang merupakan kation divalen yang memperkuat integritas membran protoplas. Kandungan asam amino hidrofobik yang lebih tinggi pada enzim mikroba termofilik dibandingkan dengan mikroba mesofilik mengakibatkan ketahanan panas enzim yang lebih tinggi. Komposisi basa pada rRNA mikroba mempengaruhi stabilitasnya terhadap panas, dan rRNA dengan kandungan G-C (guanin-citosin) lebih tinggi pada mikroba termofilik menyebabkan ketahanan panas yang lebih tinggi karena kandungan ikatan hidrogen yang lebih banyak (Jay, 1992).

### **Penggunaan Proses Termal Dalam Pengolahan Pangan**

/ Secara umum proses termal dapat diartikan sebagai suatu proses yang mendayagunakan energi panas untuk menghasilkan perubahan pada suatu bahan. Bahan pangan menerima proses termal untuk berbagai tujuan, yaitu meningkatkan daya cerna, memperbaiki

flavor, memusnahkan mikroba pembusuk dan patogen, atau menginaktifkan enzim (Tabel 1).

Tabel 1. Aplikasi proses termal pada bahan pangan\*

Proses termal	Suhu (°C)	Tujuan
Pemasakan Pemanggangan Perebusan Penggorengan Pembakaran	≤ 100	Meningkatkan daya cerna, misalnya: - Gelatinisasi pati - Pemecahan kolagen (pada daging) Memperbaiki flavor Memusnahkan mikroba patogen
<i>Blanching</i>	< 100	Mengeluarkan oksigen dari tenunan Menginaktifkan enzim
Pengeringan/pemekatan	< 100	Mengeluarkan air untuk mempertahankan mutu
Pasteurisasi	60-80	Memusnahkan mikroba patogen dan pembusuk
Sterilisasi	> 100	Memusnahkan mikroba untuk memperoleh steril komersial

\* Adams dan Moss, 1995

Pada proses pasteurisasi, pemusnahan mikroba patogen sifatnya kritis, oleh karena itu perlakuan proses termal harus diberikan dengan benar, misalnya pasteurisasi susu dilakukan pada suhu 63°C selama 30 menit atau 72°C selama 15 detik (HTST = *high temperature short time*). Proses termal ini ekivalen dengan

pemanasan pada suhu 89°C selama 1 detik, 90°C selama 0,5 detik, dan 94°C selama 0,1 detik. Kombinasi perlakuan suhu dan waktu ini sudah cukup untuk memusnahkan bakteri patogen tidak ber-spora yang paling tahan panas, yaitu *Mycobacterium tuberculosis* dan *Coxiella burnetti*, serta semua khamir, kapang, bakteri gram-negatif dan beberapa bakteri gram-positif. Karena pasteurisasi hanya ditujukan untuk memusnahkan mikroba patogen atau pembusuk, maka produk pangan yang sudah dipasteurisasi umumnya masih mengandung mikroba lainnya seperti bakteri tidak berspora dari genera *Streptococcus* dan *Lactobacillus*. Oleh karena masih mengandung mikroba ini, maka produk pangan yang sudah dipasteurisasi harus disimpan pada suhu rendah.

Sterilisasi komersial menjadi sangat penting artinya dalam pengolahan pangan berasam rendah karena *Clostridium botulinum* pembentuk toksin yang tahan panas dapat tumbuh dan menghasilkan toksin jika proses termal yang diberikan tidak cukup. Di bawah peraturan Food & Drug Administration (USA) yaitu menurut 21 CFR Part 113 disebutkan bahwa makanan kaleng yang mempunyai aktivitas air ( $a_w$ ) lebih tinggi dari 0,85 dan pH lebih tinggi dari 4,6 dikategorikan sebagai makanan berasam rendah dan proses termal minimum harus dilaporkan oleh setiap produsen kepada yang berwenang. Karena alasan keamanan, pada umumnya pH > 4,5 digunakan sebagai batas golongan makanan berasam rendah.

Oleh karena risikonya yang sangat tinggi terhadap keamanan pangan, maka proses termal yang diberikan pada bahan pangan berasam rendah ini harus diperhitungkan secara hati-hati dan teliti sehingga cukup untuk memusnahkan spora bakteri patogen, khususnya spora *C. botulinum*. Untuk menjamin bahwa semua spora *C. botulinum* telah musnah, maka sebagai persyaratan, proses termal yang diberikan harus cukup untuk menurunkan 12 siklus log dari jumlah awal bakteri (*12D concept*). Proses termal yang demikian itu setara dengan pemanasan paling sedikit pada suhu 121,1°C selama 3 menit.

## PERKEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES TERMAL

---

Proses termal dapat dilakukan secara konvensional dengan menggunakan panas api yang berasal dari berbagai sumber bahan bakar. Selain itu proses termal juga dapat dilakukan dengan menggunakan pemanas listrik atau pemanas uap. Pemanasan dengan uap barangkali merupakan jenis pemanasan konvensional yang paling banyak mengalami modifikasi dan perkembangan untuk memperoleh kecukupan panas yang memadai. Dapat dimengerti karena uap bertekanan yang pada umumnya dihasilkan dalam retort dibutuhkan untuk meningkatkan suhu lebih dari 100°C pada proses sterilisasi makanan berasam rendah. Retort yang dibuat pertama kali oleh A.K. Shriver pada tahun 1874 misalnya adalah jenis pemanas uap bertekanan yang banyak mengalami perkembangan. Pada tahun 1899, retort yang dilengkapi dengan penanganan wadah secara kontinu dipatenkan. Sekarang, beragam jenis retort dengan berbagai karakteristiknya yang spesifik sudah digunakan secara luas, misalnya retort vertikal dan horizontal diam (*vertical and horizontal still retorts*), retort berputar (*agitating retorts*), retort berputar kontinu (*continuous rotary retorts*), retort bertekanan lebih (*overpressure retorts*), retort hidrostatik (*hydrostatic retorts*), dan sebagainya. Pada dasarnya perkembangan teknologi yang dilakukan pada retort bertujuan untuk memperbaiki keseragaman distribusi suhu dalam retort, disamping meningkatkan otomatisasi dan pengendalian prosesnya.

Salah satu hal yang dianggap sangat penting dalam penggunaan retort untuk sterilisasi makanan berasam rendah adalah jaminan untuk memberikan suhu proses yang seragam di seluruh bagian wadah yang dipanaskan. Pada awal tahun 1940-an di USA telah terjadi beberapa kasus keracunan makanan kaleng karena proses termal yang tidak cukup, meskipun data yang tercatat menunjukkan bahwa seluruh proses yang disarankan sudah dikerjakan. Penelitian selanjutnya menunjukkan bahwa ternyata telah terjadi

pembentukan zona-zona suhu rendah atau *kantong-kantong udara* di antara kaleng-kaleng selama proses yang menyebabkan distribusi suhu tidak merata dan proses termal menjadi tidak memadai. Masalah ini kemudian dapat diatasi dengan melakukan *venting*, yaitu cara untuk mengeluarkan udara dari dalam retort dengan membuka katup-katup uap pada retort selama *come up time* dan membuka *bleeders* selama proses termal berlangsung (Kimball dan Heyliger, 1990). Oleh karena prosedur operasi retort seperti *venting*, pembukaan *bleeders*, pengukuran suhu dan waktu proses, serta pendinginan sangat menentukan kecukupan proses termal yang diberikan, maka setiap industri pengalengan pangan seharusnya mempunyai SOP (*standard operating procedure*) bagi pengoperasian retortnya yang dilakukan oleh seorang operator yang kompeten (Fardiaz, 1994; 1996). Adanya SOP dan operator yang kompeten seharusnya dapat menjamin keamanan produk pangan yang dihasilkan.

Selain terjadi perkembangan teknologi dalam disain retort, perkembangan proses termal juga berlangsung pada sistem sterilisasinya, seperti berkembangnya proses dan pengemasan aseptik (*aseptic processing and packaging*) untuk produk-produk pangan cair, serta perkembangan peralatan pemanas, misalnya pemanas gelombang mikro (*microwave heating*) dan pemanas ohmik (*ohmic heating*).

## Proses dan Pengemasan Aseptik

Karena banyak kelebihan dan kemudahannya, proses dan pengemasan aseptik telah menjadi *success story* dalam teknologi pangan. Dengan proses termal ini dimungkinkan produk yang telah disterilisasi dimasukkan ke dalam kemasan steril dan ditutup secara hermetik di bawah kondisi aseptik (Gavin dan Weddig, 1995). Pengemasan aseptik memberikan beberapa kelebihan antara lain produk dapat dikemas dalam karton fleksibel dan proses termal dapat dilakukan pada suhu tinggi dalam waktu singkat, misalnya pada suhu 140°C selama beberapa detik (*UHT*). Dengan proses



UHT (*ultra high temperature*) mutu sensori dan gizi produk dapat dipertahankan seoptimal mungkin.

## Pemanasan Gelombang Mikro

Penggunaan gelombang mikro (*microwave*) untuk tujuan pemasakan memperoleh sukses besar setelah *microwave oven* menjadi trendi dan menjadi salah satu idaman ibu-ibu rumah tangga untuk memilikinya di dapur. Meskipun masih dijumpai masalah seperti pemasakan yang tidak merata, kurangnya reaksi pencoklatan pada produk bekeri dan kurangnya tekstur krispi pada produk snak, oven ini tetap diminati sebagai alat untuk memanaskan kembali (*reheating*) makanan yang sudah dingin.

Gelombang mikro adalah gelombang elektromagnetik yang mempunyai frekuensi berkisar di antara gelombang radio dan gelombang infra merah. Frekuensi khusus yang diijinkan untuk digunakan dalam bahan pangan adalah 915 MHz di USA, 896 MHz di UK, dan 2450 MHz di seluruh dunia (Mullin, 1995). Gelombang mikro dihasilkan oleh sebuah *magnetron* yang memancarkan energi radiasi berfrekuensi tinggi dengan pusat-pusat muatan positif dan negatif yang berubah arahnya bermilyar-milyar kali per detik. Gelombang ini masuk ke dalam bahan pangan dan energi yang dibawanya diubah menjadi panas terutama karena mekanisme orientasi polar dan ionik. Air adalah molekul polar yang paling umum di dalam bahan pangan yang terdapat dalam orientasi acak. Jika medan listrik diberikan, maka molekul-molekul polar ini berupaya untuk searah dengan medan listrik. Dan jika medan listrik dibolak-balik sangat cepat, berjuta-juta kali per detik seperti pada frekuensi gelombang mikro 2450 MHz, maka energi kinetik akan dihasilkan sebagai panas ketika molekul-molekul polar berupaya untuk mengikuti medan listrik ini. Panas inilah yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai tujuan proses termal. Tabel 2 di bawah menunjukkan beberapa aplikasi proses termal dengan menggunakan pemanasan gelombang mikro.

Tabel 2. Aplikasi pengolahan pangan dengan gelombang mikro\*

Aplikasi	Frekuensi (MHz)	Tenaga (kW)	Produk pangan
<i>Tempering</i> Batch Kontinyu	915	30 - 70	Daging sapi, ikan, dan unggas
Pengeringan Vakum Beku	915 atau 2450	30 - 50	Pasta, bawang, snak, sari buah
Pemanasan awal	915	50 - 240	Daging sapi, babi, unggas, sosis, sardin
Pasteurisasi/ Sterilisasi	2450	10 - 30	Pasta segar, menu lengkap, produk pangan dalam kantong, produk pangan semi padat, susu, roti
Pemanggang	915	2 - 10	Roti, <i>proofing</i> donat

\* Decareau, 1985; IFT, 1989

### Pemanasan Ohmik

Pemanasan ohmik ( $I^2R$ ) terjadi jika arus listrik  $I$  dialirkan melalui bahan pangan yang tahanannya  $R$ , menghasilkan energi yang menyebabkan suhu naik seperti halnya panas yang timbul pada setrika listrik. Konsep pemanasan ohmik pada bahan pangan sesungguhnya bukan hal yang baru, karena di awal abad ke 20 pasteurisasi susu dapat dilakukan dengan melewati susu di antara dua pelat yang diberi tegangan listrik berbeda. Meskipun proses termal ini sempat diaplikasikan secara komersial, teknologi

ini terus menghilang terutama karena tidak adanya bahan elektroda *inert* yang sesuai dan tersedia, serta tidak adanya pengendalian proses yang memadai (Sasthy dan Palaniappan, 1992).

Dalam limabelas tahun terakhir ini, pemanasan ohmik dengan bahan dan disain yang lebih baru dan lebih baik terus dikembangkan. Sekarang cara pemanasan ini telah diaplikasikan di berbagai institusi pelayanan makanan di USA serta digunakan untuk kebutuhan tentara dan perjalanan pesawat berawak ke ruang angkasa.

Pada awalnya pengaruh mematikan dari pemanasan ohmik terhadap mikroba dikaitkan dengan tenaga listrik yang diberikan. Ternyata pengaruh mematikan ini bukan disebabkan karena adanya tenaga listrik tetapi terutama lebih disebabkan karena pengaruh panasnya (Palaniappan, *et al.*, 1990, 1992).

Kecepatan pemanasan ohmik sangat tergantung pada konduktivitas listrik bahan pangan yang sedang diolah. Karena bahan pangan pada umumnya mengandung sejumlah air bebas yang melarutkan garam-garam ionik atau asam-asam, maka bahan pangan yang bersangkutan memiliki sifat konduktivitas listrik. Sebaliknya bahan-bahan seperti lemak dan minyak adalah bahan yang tidak konduktif, oleh karena itu, bahan-bahan seperti ini tidak akan menjadi panas jika diberi listrik. Tabel 3 di bawah ini menunjukkan nilai konduktivitas listrik dari beberapa bahan pangan pada suhu 19°C, dinyatakan dalam siemens/meter (s/m).

Pada umumnya konduktivitas listrik dari bahan pangan cair lebih tinggi daripada padatan. Jika diambil contoh suatu produk saus atau *gravy* yang mengandung potongan kecil daging sapi dengan kadar garam 0,6 - 1%, maka cairan saus seperti ini identik dengan larutan pati 5,5% dengan kadar garam 0,55% dan mempunyai konduktivitas listrik 1,3 s/m (Tabel 3). Sedangkan konduktivitas listrik dari potongan daging sapi tersebut adalah 0,42 s/m. Angka ini menunjukkan bahwa potongan daging sapi mempunyai konduktivitas listrik lebih kecil daripada sausnya sendiri, artinya

jika dipanaskan dengan sistem ohmik, maka potongan daging akan lebih cepat menerima panas daripada sausny.

Tabel 3. Konduktivitas listrik dari beberapa bahan pangan pada suhu 19°C\*

Bahan pangan	Konduktivitas listrik (s/m)
Kentang	0,037
Wortel	0,041
Kacang Kapri	0,17
Daging sapi	0,42
Larutan pati 5,5%	
+ garam 0,2%	0,34
+ garam 0,55%	1,3
+ garam 2%	4,3

\* Kim *et al.*, 1996 Sebagai pembanding: konduktivitas listrik air murni  $5,7 \times 10^{-6}$  s/m, asam sulfat 1,0 s/m, pada suhu 25°C

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, maka jika saus yang mengandung potongan daging sapi ini dipanaskan dengan sistem ohmik, maka panas akan mengalir dari dalam potongan daging sapi keluar ke cairan saus, dan bukan sebaliknya seperti pada proses aseptik konvensional. Karakteristik ini sangat menguntungkan karena dengan pemanasan ohmik dimungkinkan untuk melakukan proses pengemasan aseptik pada bahan cair yang mengandung partikel-partikel padatan, misalnya sop cair yang mengandung partikel daging

Berbagai pengembangan masih dilakukan untuk memantapkan aplikasi pemanasan ohmik dalam proses pengemasan aseptik produk pangan berasam rendah agar proses termal yang diberikan menjamin keamanan dari produk yang dihasilkan.

## PROSES TERMAL DAN PENGENDALIAN TAHAP KRITIS

---

Sejak diterimanya *Germ Theory of Disease* sekitar tahun 1865, kita mengetahui bahwa kebanyakan penyakit pada manusia, hewan, atau tanaman disebabkan karena mikroba yang spesifik. Mikroba ini atau senyawa yang dihasilkannya harus masuk ke dalam tubuh manusia, hewan, atau tanaman untuk menimbulkan penyakit. Sebagian besar kasus keracunan atau penyakit karena makanan disebabkan karena empat jenis mikroba berikut: *Salmonella* sp., *Campylobacter*, *Staphylococcus aureus*, dan *Clostridium perfringens* (Gavin dan Weddig, 1995).

*Salmonella* dapat ditularkan melalui makanan, khususnya makanan yang berasal dari hewan. Bakteri ini peka terhadap panas dan jarang sekali ada jenis yang tahan panas. Salah satu contoh yang tahan panas adalah galur 775W dari *Salmonella senftenberg* yang pernah ditemukan pada susu coklat dan mempunyai nilai *D* pada suhu 79°C berkisar antara 360 sampai 480 menit (Goepfert dan Biggie, 1968). Ketahanan panasnya sangat dipengaruhi oleh medium, antara lain adanya sukrosa dapat meningkatkan ketahanan panas bakteri ini. Karena ketahanan panas *Salmonella* yang relatif rendah, proses pemasakan atau pasteurisasi yang benar pada umumnya dapat mengendalikan bakteri patogen ini. Jika ada keracunan makanan karena *Salmonella* maka kasus ini kemungkinan besar karena kontaminasi silang setelah pemasakan akibat sanitasi yang buruk.

*Campylobacter* baru diketahui menimbulkan penyakit pada manusia kira-kira pada 15-20 tahun terakhir ini (Skirrow, 1977). *Campylobacter jejuni* adalah bakteri yang bertanggung jawab atas sebagian besar kasus penyakit, diikuti oleh *Campylobacter coli*.

---

Catatan: Nilai *D* adalah waktu dalam menit yang dibutuhkan untuk memusnahkan 90% atau 1 siklus log dari populasi mikroba pada suhu tetap. (makin besar nilai *D* dari suatu mikroba makin tinggi ketahanan panasnya)

Bakteri ini relatif peka terhadap proses termal, mempunyai nilai  $D$  pada suhu  $55^{\circ}\text{C}$  antara 0,6 sampai 2,3 menit (Blankenship dan Craven, 1982), oleh karena itu mudah dimusnahkan pada suhu  $55\text{--}60^{\circ}\text{C}$  selama beberapa menit. Seperti halnya pada *Salmonella*, jika ada kasus keracunan makanan karena *Campylobacter*, maka kemungkinan besar penyebabnya adalah kontaminasi silang setelah pemasakan karena sanitasi yang buruk.

*Staphylococcus aureus* biasanya mencemari makanan melalui orang. Bakteri ini tidak dapat bersaing dengan bakteri lain, oleh karena itu jarang menimbulkan keracunan pada makanan mentah. *S. aureus* tidak tahan panas dan umumnya mati pada suhu pasteurisasi atau pemasakan. Ketahanan panasnya naik pada makanan kering dan makanan berlemak tinggi. Sesungguhnya yang menjadi masalah adalah enterotoksin yang dihasilkannya. Toksin ini sangat tahan panas dan mungkin tidak rusak pada sterilisasi yang digunakan untuk makanan berasam rendah (Bergdoll, 1989). Sebagai contoh, aktivitas SEA (*staphylococcal enterotoxin A*) dan SED masih dapat dideteksi pada makanan bayi dan sop sayur meskipun sudah disterilisasi pada suhu  $124^{\circ}\text{C}$  dengan  $F_0$  masing-masing sama dengan 3 dan 8 menit (Bennet dan Berry, 1987). Oleh karena itu umumnya keracunan *S. aureus* terjadi pada makanan yang sudah dimasak yang kemudian tercemar kembali oleh orang dan dibiarkan beberapa jam pada suhu kamar sebelum dimakan.

*Clostridium perfringens* untuk pertama kalinya dilaporkan sebagai penyebab keracunan makanan pada tahun 1943, dan sejak itu kasus-kasus keracunan makanan karena bakteri ini meningkat jumlahnya (ICMSF, 1996). Sel vegetatif *C. perfringens* mudah

---

Catatan: Nilai  $F_0$  adalah waktu setara dalam menit pada suhu rujukan ( $T_{\text{ref}} = 121,1^{\circ}\text{C}$ ) yang menghasilkan pengaruh mematikan yang sama seperti pemanasan pada suhu  $T$  selama waktu  $t$ :

$$F_0 = t \times 10^{(T-T_{\text{ref}})/z}$$

Nilai  $z$  adalah kenaikan suhu yang dibutuhkan untuk meningkatkan penurunan jumlah mikroba 10 kalinya.

dimusnahkan dengan pemanasan. Ketahanan panasnya dihitung sebagai nilai *D* pada suhu 60°C berkisar antara 5,4 sampai 14,5 menit (Smith *et al.*, 1981). Meskipun demikian, sporanya relatif lebih tahan panas (Tabel 4) dan hanya dapat dimusnahkan dengan proses termal yang cukup. Jika pada bahan pangan, khususnya daging, terdapat spora yang tidak dapat dihilangkan dengan cara sanitasi dan pemasakan yang benar, maka kemungkinan spora ini dapat tumbuh pada saat makanan disimpan cukup lama tanpa pendinginan sebelum disajikan. Oleh karena itu, kasus keracunan makanan oleh bakteri ini biasanya terjadi karena makanan tidak dipanaskan kembali (*reheating*) sebelum dimakan. ✓

Tabel 4. Nilai *D* spora *Clostridium perfringens*\*

Suhu (°C)	Nilai <i>D</i> (menit)
80	50 - 120
90	1,5 - 15
100	0,5 - 13
110	0,3 - 1,3

\* ICMSF, 1996

### Pengendalian Tahap Pengolahan Kritis

Hasil survei tentang kasus penyakit karena makanan tahun 1973-1982 di USA menunjukkan bahwa faktor-faktor penyebabnya adalah 56% karena pendinginan yang tidak benar, 31% karena tenggang waktu antara penyiapan makanan dan makan lebih dari 12 jam, 24% karena terkontaminasi oleh karyawan yang menangani bahan pangan, 20% karena pemasakan/pengalengan/pemanasan yang tidak cukup, 16% karena penyimpanan dalam keadaan hangat yang tidak benar, dan 9% karena penambahan ingredien mentah ke

dalam bahan pangan tanpa diteruskan dengan proses pemanasan (Bryan, 1988). Sehubungan dengan hal itu, maka untuk menjamin keamanan produk pangan, khususnya agar produk pangan terbebas dari bahaya mikroba patogen atau mikroba pembusuk, suatu perlakuan proses termal harus diberikan secara tepat.

Di dalam sistem HACCP (*Hazard Analysis and Critical Control Point*), yaitu suatu sistem untuk menjamin keamanan pangan, perlakuan proses termal untuk memusnahkan mikroba patogen merupakan tahap pengolahan yang dianggap kritis. Dianggap kritis karena jika perlakuan proses termal ini tidak dilakukan dengan benar, maka mikroba patogen yang mungkin terdapat pada bahan pangan dapat menimbulkan masalah kesehatan. Untuk sekedar memberikan gambaran bagaimana proses termal dapat mengendalikan tahap pengolahan kritis, berikut ini adalah aplikasi HACCP untuk mencegah dan mengendalikan pencemaran *Salmonella*.

*Salmonella* dapat tumbuh pada bahan pangan, khususnya bahan pangan hewani, pada kondisi sebagai berikut: suhu antara 7° - 47°C,  $a_w$  di atas 0,94, dan kisaran pH 4 - 8. Pada bahan pangan dengan  $a_w$  di atas 0,95, *Salmonella* dapat dengan mudah dimusnahkan pada suhu pasteurisasi. Pada  $a_w$  lebih rendah, ketahanan panas bakteri naik. Dengan demikian, untuk produk-produk basah seperti isi telur, maka proses termal pada suhu 61,1°C selama 3,5 menit sudah cukup untuk menghilangkan *Salmonella*. Akan tetapi, untuk bahan pangan kering dibutuhkan proses termal pada suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama, misalnya 30 menit pada suhu 80°C untuk kelapa parut kering (Simenson *et al.*, 1987).

---

Catatan: Nilai  $a_w$  = kelembaban relatif (RH) pada saat bahan pangan mengalami keseimbangan kadar air dibagi 100. Nilai  $a_w$  atau aktivitas air menunjukkan status air bebas di dalam bahan pangan, semakin tinggi nilai  $a_w$  semakin besar kandungan air bebas yang dapat digunakan oleh mikroba atau reaksi kimia. Semakin rendah nilai  $a_w$  semakin rendah kadar air atau semakin terikat air yang terkandung dalam bahan pangan, dan bahan pangan menjadi semakin awet.



## Proses Termal Untuk Memusnahkan *Salmonella*

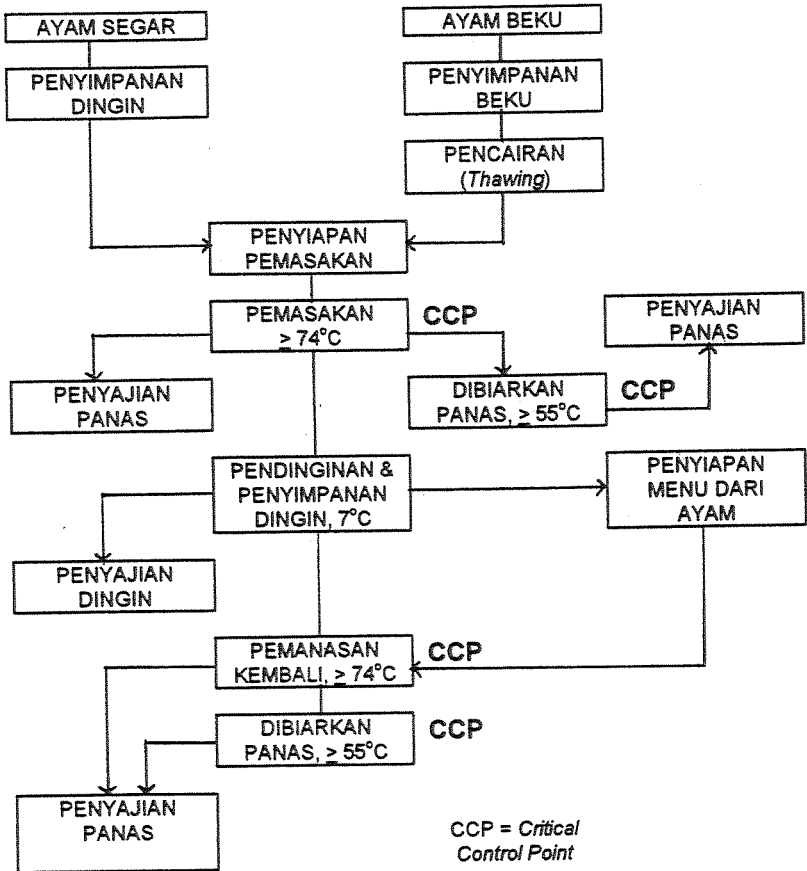
### *Bahan Pangan Berkadar Air Tinggi*

Pada contoh HACCP untuk pengolahan pangan berkadar air tinggi (Gambar 1) terlihat bahwa *pemasakan* adalah tahap pengendalian kritis atau CCP (*Critical Control Point*). Pada tahap ini bagian tengah daging ayam waktu dimasak harus mencapai suhu 74°C. Jika ayam yang sudah masak ini akan disajikan dalam keadaan panas, maka mempertahankan suasana panas pada suhu 55°C merupakan CCP untuk *Salmonella*. Mempertahankan makanan pada suhu 55°C ini atau di atasnya juga dapat mencegah pertumbuhan *C. perfringens*. Meskipun demikian, atas dasar mencegah pertumbuhan bakteri lainnya, pada umumnya suasana panas sebelum penyajian dipertahankan pada suhu 60°C atau lebih. Pemanasan kembali ayam harus mencapai suhu 74°C atau lebih tinggi.

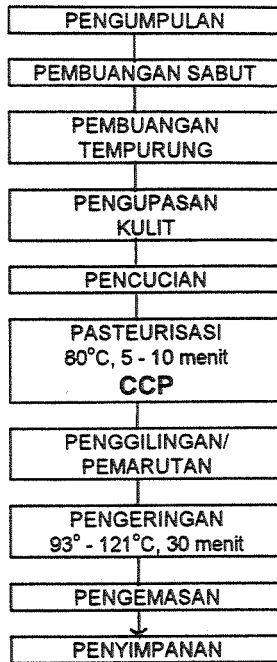
### *Bahan Pangan Berkadar Air Rendah*

Pada contoh HACCP untuk pengolahan pangan berkadar air rendah (Gambar 2) terlihat bahwa *pasteurisasi* kelapa parut dalam air bersuhu 80°C selama 5 sampai 10 menit adalah tahap pengendalian kritis. Perlakuan suhu-waktu ini harus dipantau secara hati-hati karena pada kondisi ini *Salmonella* dapat dimusnahkan. Proses pengeringan meskipun dilakukan pada suhu udara relatif tinggi yaitu 93° - 121°C selama 30 menit bukanlah tahap yang dapat memusnahkan *Salmonella*. Hal ini disebabkan karena adanya pengaruh penguapan yang sifatnya mendinginkan serta adanya penurunan  $a_w$  yang dapat meningkatkan ketahanan panas bakteri. Dengan demikian, tahap pengeringan ini tidak dapat dikategorikan sebagai tahap pengendalian kritis.





Gambar 1. Diagram proses pemasakan ayam di restoran (Simonsen *et al.*, 1987).



Gambar 2. Diagram proses pengolahan kelapa parut kering (Simonsen *et al.*, 1987).

Dari uraian kedua contoh HACCP di atas jelas terlihat pentingnya proses termal dalam mengendalikan tahap pengolahan kritis untuk menjamin bahwa bakteri patogen sudah musnah pada tahap pengolahan tersebut. Oleh karena itu, dalam upaya memberikan jaminan keamanan bagi suatu produk pangan seharusnya produsen atau industri pangan serta perusahaan jasaboga dan restoran menggunakan proses termal yang benar, khususnya pada tahap-tahap pengolahan yang dianggap kritis. Cara melakukan proses termal yang benar ini seharusnya menjadi bagian dari prosedur operasi yang baku yang secara rutin diikuti produsen dalam menghasilkan produk pangannya.

Di negara Barat, khususnya USA, pedoman atau petunjuk tentang cara melakukan proses termal yang benar menjadi pegangan produsen dalam upaya untuk menjamin keamanan bagi produk pangan yang dihasilkannya. Sebagai contoh, USDA memberikan petunjuk tentang persyaratan cara memasak produk daging sapi dan unggas agar terbebas dari mikroba patogen, seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Parameter pemasakan dan persyaratan pemasakan untuk produk daging dan unggas dari USDA\*

<b>Parameter Pemasakan</b>	
<p>USDA/FSIS telah menentukan suhu bagian dalam minimum yang disyaratkan bagi pemasakan produk daging sapi dan unggas yang tidak mengalami proses <i>curing</i> serta mudah rusak. Persyaratan suhu ini dibakukan dalam Title 9 dari CFR (<i>Code of Federal Regulations</i>), yaitu CFR 301-390 atau dalam kebijakan yang didiseminasikan melalui <i>FSIS Policy Book or Notices</i>.</p>	
<b>Persyaratan Pemasakan</b>	
<p><i>Daging sapi masak dan daging sapi bakar</i> (9 CFR 318.17) (121 menit pada 130°F - sampai mencapai 145°F)</p>	<p>130° - 145°F (54,4° - 62,7°C)</p>
<p><i>Potongan daging panggang</i> (9 CFR 317.8)</p>	<p>160°F (71,1°C)</p>
<p><i>Potongan daging babi</i> (9 CFR 317.8)</p>	<p>170°F (76,7°C)</p>
<p><i>Produk daging unggas</i> (9 CFR 381.150)</p>	<p>160°F (71,1°C)</p>
<p><i>Produk setengah masak berbumbu</i> (FSIS Notice 92-95)</p>	<p>≥ 151°F, 1 menit ≥ 148°F, 2 menit ≥ 146°F, 3 menit ≥ 145°F, 4 menit ≥ 144°F, 5 menit</p>

\* Jay, 1992

## Penerapan Proses Termal di Industri Pengalengan Pangan

Selama PJP I dan Pelita VI yang sedang berjalan, industri pangan berkembang dengan pesat baik untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri maupun untuk tujuan ekspor. Meskipun masalah utama masih dihadapi seperti masalah kuantitas, kualitas, dan kontinuitas pasokan bahan baku, memasuki PJP II perkembangan industri pangan masih cukup menggembirakan. Pada akhir tahun 1995, tercatat jumlah industri pangan skala menengah-besar mencapai 1343 unit usaha yang meliputi 27 jenis industri. Kapasitas total industri mencapai 33,85 juta ton per tahun dengan total investasi sebesar 20,17 trilyun rupiah. Keseluruhan industri pangan ini menyerap sebanyak 420.374 tenaga kerja. Nilai produksi tahun 1995 mencapai 13,32 trilyun rupiah atau meningkat 28,59% dibandingkan dengan nilai produksi tahun 1994 sebesar 10,63 trilyun rupiah (Widjaja, 1996).

Dari sekian banyak industri pangan ini, sekitar 141 unit di antaranya merupakan industri pengalengan pangan, sebagian mengolah makanan kaleng berasam rendah. Seperti telah diuraikan sebelumnya, proses termal (*scheduled process*) yang diberikan pada produk makanan seperti ini harus memenuhi standar kecukupan panas yang dinyatakan dengan nilai  $F_0$ , khususnya jika ditujukan untuk ekspor. Oleh karena itu, pemeriksaan kecukupan proses termal yang dilakukan industri pengalengan pangan menjadi sangat penting. Melalui pemeriksaan kecukupan proses termal dari produk makanan kaleng berasam rendah yang dihasilkan beberapa industri pengalengan pangan diperoleh data seperti pada Tabel 6 dan 7.

Kesan pertama yang diperoleh dari hasil kajian terhadap proses termal yang diterapkan oleh industri pengalengan pangan selama ini adalah tidak adanya proses termal yang memang dikembangkan dari hasil penelitian optimasi proses. Umumnya proses termal yang digunakan mengacu pada proses yang diberikan oleh pemasok alat retort tanpa memperhitungkan jenis produk makanan kaleng yang

Tabel 6. Kondisi proses termal pada beberapa produk makanan kaleng berasam rendah di beberapa industri pengalengan makanan tahun 1991\*

Produk	Ukuran Kaleng	$F_o$ (men)	$T_o$ (°C)	$P_t$ (men)	CUT (men)	$T_r$ (°C)
<b>Industri A</b>						
1. Daging bekicot dalam air garam	401 x 411	47,2	60,0	15	6	126,7
2. Jagung kecil dalam air garam	301 x 407	9,5	60,0	8	6	126,7
	603 x 700	27,3	60,0	12	6	126,7
3. Jamur merang dalam air garam	307 x 407	31,1	60,0	13	6	126,7
	603 x 700	148,4	60,0	45	6	126,7
<b>Industri B</b>						
1. Jagung kecil dalam air garam	301 x 407	6,4	62,2	11	6	122,2
	307 x 407	7,4	70,0	12	6	122,2
	603 x 700	6,3	66,1	15	6	122,2
<b>Industri C</b>						
1. Daging bekicot dalam air garam	301 x 407	38,9	86,7	38	10	122,2
	401 x 411	54,7	72,8	46	10	122,2
2. Jagung kecil dalam air garam	301 x 407	5,7	81,7	28	8	117,2
	307 x 407	7,2	81,7	30	8	117,2
	603 x 700	12,1	82,2	40	8	117,2

\* Fardiaz dan Kadarisman, 1991; Wirakartakusumah dan Fardiaz, 1991

Keterangan:  $F_o$  = waktu setara dalam menit pada suhu 121,1°C yang menghasilkan pengaruh mematikan,  $T_o$  = suhu awal isi kaleng,  $P_t$  = waktu pengolahan oleh operator, CUT = *come up time*, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu retort,  $T_r$  = suhu proses sterilisasi

dikembangkan kemudian, serta tanpa memperhitungkan kondisi higienik dan sanitasi industri pengalengan pangan yang bersangkutan, padahal kedua faktor ini sangat menentukan perhitungan proses termal yang seharusnya diterapkan.

Tabel 7. Kondisi proses termal pada beberapa produk makanan kaleng berasam rendah di beberapa industri pengalengan makanan tahun 1995\*

Produk	Ukuran Kaleng	$F_0$ (men)	$T_0$ (°C)	$P_t$ (men)	CUT (men)	$T_r$ (°C)
<b>Industri D</b>						
1. Kari ayam	307 x 113	18,4	38,9	60	6	121,7
2. Sosis sapi	301 x 408	4,7	51,1	20	14	117,2
3. Corned beef sapi	persegi (isi 198 g)	13,5	44,7	90	6	116,1
<b>Industri E</b>						
1. Nata de coco	200 x 505	4,9	51,7	20	12	116,1
2. Nata de coco	209 x 311	4,9	66,7	20	12	116,1
3. Nata de coco	209 x 401	6,2	40,6	20	12	116,1
4. Nata de coco	209 x 609	4,6	55,0	20	12	116,1
<b>Industri F</b>						
1. Air kelapa	200 x 505	7,1	68,3	20	12	116,1
2. Air kelapa	209 x 401	4,4	46,1	20	12	116,1
3. Air kelapa	209 x 413	6,1	46,1	20	12	116,1
4. Air kelapa	209 x 614	4,7	71,7	20	12	116,1

\* Fardiaz dan Hasbullah, 1995

Dari Tabel 6 dan 7 terlihat juga bahwa kecukupan proses termal yang dinyatakan dengan  $F_0$  sangat bervariasi, berkisar dari mulai 4,38 sampai 148,40 menit, padahal proses termal dengan nilai  $F_0 = 4,0$  menit sudah cukup untuk memberikan keamanan pada makanan kaleng berasam rendah. Proses termal dengan  $F_0$  terlalu tinggi hanya memboroskan uap selain mengakibatkan turunnya mutu sensori dan gizinya. Oleh karena itu, industri pengalengan pangan yang menggunakan  $F_0$  terlalu tinggi seharusnya menghitung kembali proses termal yang digunakannya. Dalam hal ini perhitungan optimasi proses harus dilakukan secara seksama, agar produk yang dihasilkan selain terjamin keamanannya juga mutu sensori dan gizinya dapat dipertahankan tetap tinggi serta proses menjadi hemat energi. Optimasi proses ini menjadi sangat penting artinya jika produk yang dihasilkan harus bersaing di pasar global.

## PENUTUP

---

Kondisi iklim tropis negara kita yang panas dan lembab merupakan lingkungan yang sangat mendukung bagi tumbuhnya berbagai jenis mikroba, termasuk mikroba patogen dan pembusuk yang setiap saat mengancam keamanan pangan. Dengan demikian, produsen pangan termasuk industri pangan, jasaboga dan restoran mempunyai risiko cukup tinggi untuk menghasilkan produk pangan yang tidak aman. Karena adanya risiko ini, maka produsen pangan harus selalu waspada dan melakukan tindakan pencegahan termasuk pemusnahan akan mikroba patogen dan pembusuk yang mungkin mencemari produk pangannya.

Cara produksi makanan yang baik (GMP) dan HACCP adalah cara-cara yang sifatnya mencegah kemungkinan tercemarnya produk pangan oleh hal-hal yang membahayakan. Meskipun demikian, penerapan cara-cara yang ideal ini tidak akan berhasil tanpa ada personil kompeten yang melaksanakannya. Oleh karena itu, penyiapan personil-personil kompeten yang mengetahui



masalah pangan dan cara menanganinya, terampil untuk melakukan hal-hal yang sifatnya teknis serta mempunyai sikap peduli terhadap keamanan pangan, merupakan kegiatan strategis yang perlu dilakukan. Personil yang sudah disiapkan ini perlu disertifikasi untuk menjamin bahwa yang bersangkutan benar-benar kompeten atas pekerjaan yang dilakukannya. Untuk menjamin pelaksanaan cara produksi makanan yang baik (GMP) dan aplikasi HACCP, produsen pangan seharusnya mempunyai paling sedikit satu personil yang sudah disertifikasi yang ditempatkan di divisi jaminan mutu (QA). Personil kompeten inilah yang diberi tanggung jawab memantau dan menjaga mutu serta keamanan produk yang dihasilkan produsen pangan yang bersangkutan.

Khusus untuk proses termal makanan kaleng berasam rendah, operator retort adalah salah satu personil yang perlu disertifikasi kompetensinya, karena tahap sterilisasi dalam retort ini merupakan tahap pengolahan yang kritis.

Dalam upaya menjamin keamanan pangan, pengendalian tahap-tahap kritis harus dilakukan dengan cermat dan seksama. Penyusunan prosedur operasi baku (SOP = *standard operating procedure*) adalah satu upaya untuk menjamin dilaksanakannya pengendalian kritis ini. Dengan demikian, pedoman dan petunjuk teknis tentang aplikasi proses termal yang benar perlu disusun dan disebarluaskan kepada setiap produsen pangan. Selain itu, informasi tentang jenis mikroba patogen, spora, ketahanan panas serta cara pemusnahannya juga perlu disebarluaskan kepada produsen pangan, khususnya jasaboga, restoran dan makanan jajanan.

Khusus untuk industri pengalengan pangan disarankan untuk mengecek kembali *scheduled process* yang digunakan untuk mengolah produknya. Pengecekan dilakukan untuk melihat apakah proses termal yang digunakan cukup atau bahkan terlalu berlebihan. Perhitungan optimasi kecukupan panas ini perlu dilakukan dengan tujuan bukan hanya untuk meningkatkan keamanan pangan, tetapi juga untuk menjaga agar mutu produk tetap tinggi dan proses hemat energi.

## DAFTAR PUSTAKA

---

- Adams, M.R. dan Moss, M.O. 1995. Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Anonim. 1989. Microwave food processing. Food Technol. 43(1): 117.
- ✓ Bennet, R.W. dan Berry, M.R. 1987. Serological reactivity and *in vivo* toxicity of *Staphylococcus aureus* enterotoxins A and D in selected canned foods. J. Food Sci. 52: 416.
- Bergdoll, M.S. 1989. *Staphylococcus aureus*. Di dalam: Food-borne Bacterial Pathogens (Doyle, M.P., Ed.). Marcel Dekker, New York.
- Blankenship, L.C. dan Craven, S.E. 1982. *Campylobacter jejuni* survival in chicken meat as a function of temperature. Appl. Envir. Microbiol. 44: 88.
- Bryan, F.L. 1988. Risks of practices, procedures and processes that lead to outbreaks of foodborne diseases. J. Food Protect. 51: 663.
- Coote, P.J., Cole, M.B., dan Jones, M.V. 1991. Induction of increased thermotolerance in *Saccharomyces cerevisiae* may be triggered by a mechanism involving intracellular pH. J. Gen. Microbiol. 137: 1701.
- ✓ Decareau, R.V. 1986. Microwave processing throughout the world. Food Technol. 40(6): 99.
- El-bisi, H.M. dan Ordal, Z.J. 1956. Effect of certain sporulation conditions on the thermal death rate of *Bacillus coagulans* var *thermoacidurans*. J. Bacteriol. 71: 1.

- Fardiaz, D. dan Kadarisman, D. 1991. Kajian kecukupan proses termal pada industri pengalengan pangan. Tidak dipublikasikan.
- ✓ Fardiaz, D. 1994. Retort dan pengoperasiannya. Makalah pada Lokakarya Aplikasi Kontrol Proses Termal dalam Meningkatkan Mutu Produk Pangan. GAPMMI, BPEN Departemen Perdagangan, 23 - 25 April 1994.
- Fardiaz, D. dan Hasbullah, R. 1995. Kajian kecukupan proses termal pada industri pengalengan pangan. Tidak dipublikasikan.
- Fardiaz, D. 1996. Proses termal makanan kaleng berasam rendah. Makalah pada Kursus Singkat Keamanan Pangan Universitas Gajah Mada, 8 - 9 Juli 1996.
- Gavin, A. dan Weddig, L.M. 1995. Canned Foods: Principles of Thermal Process Control, Acidification and Container Closure Evaluation. 6<sup>th</sup> ed., the Food Processor Institute, Washington, D.C.
- ✓ Gerhardt, P. dan Marquis, R.E. 1989. Spore thermoresistance mechanisms. *Di dalam: Regulation of Prokaryotic Development* (Smith, I., Slepecky, R. dan Setlow, P., eds.). American Society of Microbiology, Washington, D.C.
- IFT. 1989. Microwave food processing: A scientific status summary by the expert panel on food safety and nutrition. *Food Technol.* 43(1): 117.
- Goepfert, J.M. dan Biggie, R.A. 1968. Heat resistance of *Salmonella typhimurium* and *Salmonella senftenberg* 775W in milk chocolate. *Appl. Microbiol.* 16: 1939.

- ✓ ICMSF, 1996. *Microorganisms in Foods 5: Microbiological Specifications of Food Pathogens*. Blackie Academic & Professional, London.
- Jay, J.M. 1992. *Modern Food Microbiology*. 4<sup>th</sup> ed. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Kimball, R.N. dan Heyliger, T.L. 1990. Verifying the operation of steam retorts. *Food Technol.* 44(12): 100.
- Kim, H.J., Choi, Y.M., Yang, T.C.S., Taub, I.A., Tempest, P, Skudder, P, Tucker, G., dan Parrot, D.L. 1996. Validation of ohmic heating for quality enhancement of food products. *Food Technol.* 50(5): 253.
- Knorr, D. 1995. Hydrostatic pressure treatment of food: microbiology. *Di dalam: New Methods of Food Preservation* (Gould, G.W., Ed.). Blackie Academic and Professional, London.
- Larkin, J.W. dan Spinak, S.H. 1996. Safety considerations for ohmically heated, aseptically processed, multiphase low-acid food products. *Food Technol.* 50(5): 242.
- Leistner, L. 1995. Principles and applications of hurdle technology. *Di dalam: New Methods of Food Preservation* (Gould, G.W., Ed.). Blackie Academic and Professional, London.
- ✓ Marquis, R.E., Bender, G.R., Carztensen, E.L., dan Child, S.Z. 1983. Dielectric characterization of forespores isolated from *Bacillus megaterium*. *J. Bacteriol.* 153: 436.
- Mullin, J. 1995. Microwave processing. *Di dalam: New Methods of Food Preservation* (Gould, G.W., Ed.). Blackie Academic and Professional, London.

- Palaniappan, S., Sastry, S.K., dan Richter, E.R. 1990. Effects of electricity on microorganisms: A review. *J. Food Proc. Preserv.* 14: 393.
- Palaniappan, S., Sastry, S.K., dan Richter, E.R. 1992. Effects of electroconductive heat treatment and electrical pretreatment on thermal death kinetics of selected microorganisms. *Biotech. Bioeng.* 39: 225.
- Reznick, D. 1996. Ohmic heating of fluids foods. *Food Technol.* 50(5): 250.
- Rosenberg, U. dan Bogi, W. 1987a. Microwave thawing, drying, and baking in the food industry. *Food Technol.* 41(6): 85.
- Rosenberg, U. dan Bogi, W. 1987b. Microwave pasteurization, sterilization, blanching, and pest control in the food industry. *Food technol.* 41(6): 92.
- Sala, F.J., Burgos, J., Condon, S., Lopez, P., dan Raso, J. 1995. Effect of heat and ultrasound on microorganisms and enzymes. *Di dalam: New Methods of Food Preservation* (Gould, G.W., Ed.). Blackie Academic and Professional, London.
- Sastry, S.K. dan Palaniappan, S. 1992. Ohmic heating of liquid-particle mixture. *Food Technol.* 46(12): 64.
- Shapiro, R.G. dan Bayne, J.F. 1982. Microwave heating of glass containers. *Food Technol.* 36(2): 46.
- Simonsen, B, Bryan, F.L., Christian, J.H.B., Roberts, T.A., Tompkin, R.B. dan Silliker, J.H. 1987. Prevention and control of food-borne salmonellosis through application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP). *Int. J. Food Microbiol.* 4: 227.

- Sitzmann, W. 1995. High-voltage pulse techniques for food preservation. *Di dalam: New Methods of Food Preservation* (Gould, G.W., Ed.). Blackie and Professional, London.
- ✓ Skirrow, M.B. 1977. *Campylobacter* enteritis: a 'new' disease. *British Medical Journal* 2: 9.
- Smith, A.M., Evans, D.A. dan Buck, E.M. 1981. Growth and survivals of *Clostridium perfringens* in rare beef prepared in a water bath. *J. Food Protect.* 44: 9.
- Wirakartakusumah, M.A. dan Fardiaz, D. 1991. Problems and prospects of canning in Indonesian food industries: a case study. *Proceedings of the 8th World Congress on Food Science and Technology.* Elsevier Science Publishers, Oxford.
- Zoltal, P. dan Swearingen, P. 1996. Product development considerations for ohmic processing. *Food Technol.* 50(5): 263.

## UCAPAN TERIMA KASIH

---

**P**ertama-tama saya ingin memanjatkan puji syukur ke khadirat Allah SWT karena atas rahmat dan ridhaNya saya dapat menyampaikan Orasi Ilmiah di hadapan para hadirin sekalian.

Pada kesempatan yang berbahagia ini perkenankanlah saya mengucapkan terima kasih yang setulus-tulusnya kepada Rektor IPB dan seluruh anggota Senat Guru Besar IPB, serta Dekan dan seluruh anggota Senat Fakultas Teknologi Pertanian IPB, yang telah menyetujui pengusulan saya sebagai Guru Besar Tetap di IPB. Semoga Allah SWT terus memberikan bimbingan dan kekuatan kepada saya untuk selalu mengemban tugas yang mulia ini.

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan kepada Prof. Dr.Ir. H. A.M. Satari, Prof. Dr..Ir. H. Andi Hakim Nasoetion, dan Prof. Dr.Ir. H. Sitanala Arsyad, atas bimbingannya yang telah diberikan selama beliau-beliau ini masih menjabat Rektor IPB dan kepada Prof. Dr.Ir. H. Soleh Solahuddin sebagai Rektor IPB saat ini atas bantuan dan bimbingannya yang telah diberikan kepada saya selama ini.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya saya sampaikan secara khusus kepada Bapak Prof.Dr. Soewarno T. Soekarto, kepada almarhum Dr.Ir. Wachjuddin Tjiptadi dan Bapak Ir. H. Soesarsono Wijandi M.Sc. yang telah membimbing saya bukan hanya selama saya mengikuti pendidikan sarjana tetapi juga setelah saya menjadi staf pengajar di FATETA sampai sekarang. Demikian juga ucapan terima kasih saya sampaikan kepada almarhum Prof.Dr. Dardjo Somaatmadja yang untuk pertamakalinya memperkenalkan teknologi pangan kepada saya dan menguji saya pada saat saya menyelesaikan sarjana.

Kepada Prof. Dr. P. Markakis yang telah membimbing saya menyelesaikan pendidikan master dan doktor di Michigan State University, USA saya mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya. Ucapan terima kasih yang setulus-tulusnya juga saya sampaikan secara khusus kepada Prof. Dr. F.G. Winarno yang telah memacu saya untuk selalu bekerja keras sejak saya masih staf pengajar muda sampai sekarang.

Kepada para guru di SMA Negeri I, SMP Negeri II, dan SD Galunggung di Tasikmalaya yang telah dengan tulus mendidik dan mempersiapkan saya untuk dapat melanjutkan pendidikan saya ke perguruan tinggi, saya menghaturkan terima kasih yang sedalam-dalamnya.

Penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya 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 berbagi rasa dan kebersamaan dalam meningkatkan karir saya selama ini di bidang ilmu dan teknologi pangan. Demikian juga saya sampaikan terima kasih kepada seluruh pegawai Fakultas Teknologi Pertanian, khususnya pegawai Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi atas bantuan dan kerjasamanya selama ini.

Terima kasih juga saya sampaikan kepada para staf dan pegawai Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, Pusbangtepa, IPB, dan Pusat Studi Pangan dan Gizi, IPB atas keakraban dan bantuan yang telah diberikan dalam melancarkan kegiatan tri-dharma yang saya lakukan.

Kepada staf dan pegawai di lingkungan Lembaga Penelitian IPB dan di lingkungan Lembaga Sumberdaya Informasi, IPB, khususnya di UPT Produksi Media Informasi, saya ingin mengucapkan terima kasih atas kekompakan dan kebersamaan yang telah diberikan selama saya bertugas.



Kepada para mahasiswa dan alumni baik program diploma Supervisor Jaminan Mutu Pangan, program sarjana Teknologi Pangan dan Gizi, serta program magister dan doktor Ilmu Pangan saya mengucapkan terima kasih karena berkat merekalah saya menjadi terpacu untuk selalu mencari dan mengajarkan ilmu dan teknologi pangan terbaru.

Kepada seluruh anggota Panitia Orasi Fakultas Teknologi Pertanian yang diketuai oleh Dr.Ir. Slamet Budiyanto dan Panitia Orasi IPB yang diketuai oleh Bapak Ir. Abubakar Burniat, saya sampaikan penghargaan dan terima kasih yang sedalam-dalamnya atas segala bantuan dan perhatian serta waktu yang telah diberikan sehingga Acara Orasi Ilmiah ini dapat terselenggara dengan baik.

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 setinggi-tingginya atas segala bantuan yang telah diberikan dalam penyelenggaraan orasi ini. Juga kepada semua teman dan semua pihak yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil yang tidak dapat saya sebutkan di sini, saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Rasa kasih sayang yang tulus dan ucapan terima kasih yang tidak terhingga saya sampaikan kepada kedua orang tua, almarhum Bapak H. Sadi Kartasubradja dan almarhumah Ibu Hj. Siti Patonah yang tanpa pamrih telah mengasuh dan membesarkan serta mendidik dan membimbing saya sejak anak-anak sampai saya dapat berdiri di sini untuk memberikan orasi ilmiah di sidang yang terhormat ini. Semoga segala pengorbanan dan amal baik yang telah mereka berikan kepada saya mendapatkan balasan yang setimpal dari Allah SWT.

Rasa kasih sayang yang tulus dan penghargaan juga saya sampaikan kepada kedua mertua saya, almarhum Bapak dr. H. Soewondo dan Ibu Hj. Istria yang dengan tulus telah menerima

saya sebagai keluarga dan selalu memberikan bimbingan dan perhatian kepada saya untuk menjalani kehidupan yang penuh tantangan ini.

Kepada semua kakak dan kakak ipar dari keluarga besar H. Sadi Kartasubradja saya mengucapkan terima kasih atas semua dukungan dan bantuannya yang diberikan selama ini. Demikian juga kepada semua kakak ipar dan adik ipar dari keluarga besar dr. H. Soewondo, saya mengucapkan terima kasih atas perhatian yang diberikan kepada saya selama ini.

Kepada isteri tercinta Prof. Dr.Ir.Hj. Srikandi Fardiaz, M.Sc. yang sampai saat ini telah mendampingi saya lebih dari duapuluh empat tahun lamanya, saya mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya atas segala kasih sayang dan dukungan yang diberikan selama ini. Rasa kasih sayang dan ungkapan yang sama saya sampaikan juga kepada ketiga anak tercinta, Miri, Mendez dan Yasmin.

Akhirnya dengan mengucap puji syukur kepada Allah SWT maka saya akhiri penyampaian orasi ilmiah ini. 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.H. Dedi Fardiaz M.Sc.**

NIP	:	130367114
Pangkat/Golongan	:	Pembina Tingkat I/IVb
Jabatan Pengajar	:	Guru Besar Madya dalam Ilmu Proses Termal
Unit Kerja	:	Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor
Tempat/Tgl. Lahir	:	1 Oktober 1948
Agama	:	Islam
Status Keluarga	:	
Isteri	:	Prof.Dr.Ir.Hj. Srikandi Fardiaz M.Sc.
Anak	:	Miristika Mendez Yasmin

### Pendidikan

1. Ph.D., Ilmu Pangan, 1980, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
2. M.Sc., Ilmu Pangan, 1977, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
3. Sarjana Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi dan Mekani-  
sasi Pertanian, 1972, Institut Pertanian Bogor.

### Pelatihan

1. Training in Food and Nutrition Policy, 1977, Massachusetts Institute  
of Technology, Cambridge, Massachusetts, USA.
2. Soybean Processing for Food Uses, 1982, University of Illinois,  
Urbana, USA.
3. Audiovisual Planning and Production, 1982, Rochester Institute of  
Technology, New York, dan University of Hawaii, Hawaii, USA.

## **Riwayat Pekerjaan**

1. Sekretaris Lembaga Penelitian, IPB, 1993 - sekarang.
2. Ketua Program Studi Diploma Supervisor Jaminan Mutu Pangan, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, 1993 - sekarang.
3. Pj. Direktur Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, 1995 - sekarang.
4. Ketua Badan Pekerja Lembaga Penelitian IPB, 1992 - 1994.
5. Wakil Ketua Sumberdaya Informasi, IPB, 1992 - 1994.
6. Kepala Laboratorium Kimia Pangan, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, 1989 - 1994.
7. Kepala UPT Produksi Media Informasi, LSI, IPB, 1988 - 1993.
8. Kepala Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB, 1986 - 1995.
9. Ketua Program Studi Ilmu Pangan, Program Pascasarjana, IPB, 1984 - 1987.
10. Ketua Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, 1981 - 1987.

## **Perkuliahan**

1. Program Diploma Supervisor Jaminan Mutu Pangan, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB:
  - a. Pengantar Teknologi Pangan
  - b. Metode Inspeksi
2. Program Sarjana Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB:
  - a. Analisa Pangan
  - b. Teknologi Karbohidrat
  - c. Teknologi Pengalengan Pangan
  - d. Metode Penulisan dan Penyajian Ilmiah
3. Program Magister dan Doktor Ilmu Pangan, Program Pascasarjana, IPB:
  - a. Proses Termal

- b. Teknik Penelitian Protein
- c. Analisis Pangan Lanjut

### Bimbingan Mahasiswa

1. Telah meluluskan 71 Sarjana (sebagai Pembimbing Utama), dan masih membimbing 10 mahasiswa program sarjana.
2. Telah meluluskan 50 Magister, dan masih membimbing 2 mahasiswa program magister.
3. Telah meluluskan 9 Doktor, dan masih membimbing 8 mahasiswa program doktor.

### Karya Ilmiah Buku dan Bahan Pengajaran

- ✓ 1. Winarno, F.G., S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1980. Pengantar Teknologi Pangan. PT. Gramedia, Jakarta.
2. Fardiaz, D. 1988. Media komunikasi baru. *Di dalam buku: Komunikasi Masa dan Pembangunan Pedesaan di Negara-Negara Dunia Ketiga: Suatu Pengantar* (Jahi, A., Ed.). PT. Gramedia, Jakarta.
3. Fardiaz, D., Z. Noor, M. Kozaki, T. Sugahara, M. Tsujimura, and T. Tadokoro. 1989. *Studies on The Nutrition Aspects of Indigenous Fruits, Vegetables and Some Processed Foods in Indonesia*. Private University Foundation, Japan.
4. Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budijanto. 1989. *Petunjuk Laboratorium Analisa Pangan*. IPB Press, Bogor.
5. Fardiaz, D. 1989. *Petunjuk Laboratorium Kromatografi Gas dalam Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.

6. Slamet, D.S., M.K. Mahmud, Muhilal, D. Fardiaz, dan J.P. Simarmata. 1990. Pedoman Analisis Zat Gizi. Departemen Kesehatan, RI., Jakarta.
7. Fardiaz, D. 1991. Hidrokoloid. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor
8. Fardiaz, D. 1992. Teknik penyajian hasil penelitian. *Di dalam buku: Bunga Rampai Metodologi Penelitian* (Rifai, M.A. dan A. Sakri, eds.). Direktorat Binlitabmas, Ditjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
9. Pudjaatmaka, H, D. Fardiaz, dan A. Taufik. 1992. Kamus Kimia Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, RI, Jakarta.
10. Fardiaz, D., N. Andarwulan, C.H. Wijaya, dan N.L. Puspitasari. 1992. Petunjuk Laboratorium Teknik Analisis Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan. IPB Press, Bogor.
11. Oei, B.L., A., Buchanan and D. Fardiaz. Eds. 1993. Development of Food Science and Technology in Southeast Asia. Published by IPB Press for National Institute of Sciences and Indonesian Association of Food Technologist.
12. Fardiaz, S. dan D. Fardiaz. 1994. Pedoman Penulisan dan Penyajian Ilmiah. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

### **Karya Ilmiah Publikasi dan Makalah Seminar**

#### ***Internasional***

1. Fardiaz, D. and P. Markakis. 1979. Amines in fermented fish paste. *J. Food Sci.* 44(5): 1562.
2. Fardiaz, D. and P. Markakis. 1981. Degradation of phytic acid in oncom (fermented peanut press cake). *J. Food Sci.* 46(2): 523

3. Fardiaz, D. and P. Markakis. 1981. Oligosaccharides and protein quality of oncom. *J. Food Sci.* 46(6): 1970
4. Fardiaz, D. And S. Fardiaz. 1984. The role of molds in the degradation of oligosaccharides and phytic acid in fermented foods. *In: Research in Agricultural Microbiology in Southeast Asia.* SEAMEO, Biotrop.
5. Fardiaz, D. 1984. Liberation of fatty acids during fermentation of peanut press cake. *Proceedings of the IPB-JICA International Symposium on Agricultural Products Processing and Technology.* July 31 - August 2, 1984, IPB, Bogor.
6. Fardiaz, D. and E. Wahab. 1985. The effects of types of starch on gelling properties of Black Cincau. *Proceedings of the Association of Southeast Asian Institutions of Higher Learning Seminar on Food Technology and Nutrition.* July 8-10, 1985. Yogyakarta.
7. Fardiaz, D. 1987. Oncom: Fermented peanut press cake -- A Unique Indonesian traditional fermented food. *In: Traditional Foods and Their Processing in Asia.* Nodai Research Institute, Tokyo University of Agriculture, Tokyo, Japan.
8. Wirakartakusumah, M.A. and D. Fardiaz. 1991. Problems and Prospects of Canning in Indonesian Food Industries: A Case Study. 8th World Congress of Food Science and Technology, Toronto, Canada, 29 September 4 Oktober 1991.
9. Fardiaz, D. 1992. Determination of Oxidation Induction Period Utilizing a Conductivity Meter. Paper presented at the Second ASIA-PACIFIC Regional Seminar on Development in Food Analysis. Kuala Lumpur, Malaysia, November 17-19.
10. Fardiaz, D., S. Fardiaz dan C.H. Wijaya. 1992. Antioxidant and Anti-microbial Activities of Food Flavourings. Symposium on *Flavour Technology and Its Application in The Food Industry*, Jakarta, 26 November 1992.

11. Fardiaz, D. 1993. Developments and Trends for Food Ingredients in Indonesia. Conference, Food Ingredients Asia, Singapore, 20-22 April 1993.
12. Fardiaz, D. 1993. *Black Cincau*, A Traditional Dessert Gel. Conference, Food Ingredients Asia, Singapore, 20-22 April 1993.
13. Stoots, J.A.M., B. Heryanto, D. Fardiaz, S. Fardiaz, and B.J. Hartog. 1993. Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Based Studies to Improve the Safety of Streetfoods. *In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia*. (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz, eds.). IPB Press. Bogor.
14. Wijaya, C.H., A. Prihatna, Suliantari, D. Fardiaz, and H. Nishimura. 1993. Pickling of Chive (*A. schoenoprasum* L.) And Its Influence on Flavour and Bioactive Compounds. *In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia* (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz, eds.). IPB Press. Bogor.
15. Puspitasari-Neinaber, N.L., D. Fardiaz, and M. Sumardi. 1993. Selection of Natural Antioxidant from Spices. *In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia* (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz, eds.). IPB Press. Bogor.
16. Fardiaz, D. and E. Romlah. 1993. Antioxidant Activity of Picung (*Pangium edule* Reinw) Seed. *In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia* (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz, eds.). IPB Press. Bogor.
17. Anwar, A., D. Fardiaz, and C.H. Wijaya. 1993. Isolation of Natural Antioxidant from Fermented Picung (*Pangium edule* Reinw) Seed. *In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia* (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz, eds.). IPB Press. Bogor.



18. Betty S.L. Jenie, S. Partoatmodjo, S.T. Soekarto, S. Fardiaz, D. Fardiaz, and Aunuddin. 1993. Utilization of Tapioca Waste for Cellulase Production by Immobilized *Trichoderma reesei*. In: Development of Food Science and Technology in Southeast Asia (Oei B. L., A. Buchanan, dan D. Fardiaz). IPB Press. Bogor.
19. Fardiaz, D. 1994. Determination of oxidation induction period utilizing a conductivity meter. ASEAN Food Journal Vol. 9 (1): 41-43.
20. Fardiaz, D., D. Nuraini, N.L. Puspitasari-Nienaber and A.M. Syarief. 1994. Gelatinization profile of tapioca starch as affected by gel-forming component of *black cincau*. Paper presented at 5<sup>th</sup> Asean Food Conference, July, 26-29, 1994, Kuala Lumpur, Malaysia.
21. Fardiaz, D., A. Apriyantono, F. Kusnandar, N. Andarwulan, and E. Prangdimurti. 1994. Ratio of 7S/11S protein fraction in twenty soybean varieties and its relationship with texture characteristics of tofu. Paper presented at 5<sup>th</sup> Asean Food Conference, July, 26-29, 1994, Kuala Lumpur, Malaysia.
22. Purwadaria, H.K., D. Fardiaz, and I.B. Gunadnya. 1994. Studies of modified atmosphere storage of fresh Salak (*Salacca edulis* Reinw.). Paper presented at 5<sup>th</sup> Asean Food Conference, July, 26-29, 1994, Kuala Lumpur, Malaysia.
23. Fardiaz, D. 1995. Health Benefits of Soluble Fiber and Oligosacharides in Functional Foods. Paper Presented at Seminar on Ingredients of Functional Foods. Surabaya, September 11, 1995.
24. Lancon, F., D. Fardiaz, L. Herlina, and N.L. Puspitasari. 1996. Soybean Characteristics Effect on Tahu Quality in Small-Scale Processing Units. In: Proceedings of the Second International Soybean Processing and Utilization Conference, January 8-13, 1996, Bangkok, Thailand (A. Buchanan, Ed.). Department of Agricultural Extension, Ministry of Agriculture and Cooperative, Thailand.

*Nasional*

1. Fardiaz, D. 1985. Kamaboko, produk olahan ikan yang berpotensi untuk dikembangkan. *Media Teknol. Pangan* 1(2): 1
2. Fardiaz, D. 1987. Hidrokoloid dalam industri pangan. *Di dalam: Risalah Seminar Bahan Tambahan Kimiawi (Food Additives)*. PATPI, GAPMMI, dan PAU Pangan dan Gizi, IPB
3. Malik, D.D., D. Fardiaz, S. Fardiaz, dan B.S.L. Jenie. 1987. Pengaruh karboksimetilselulosa terhadap kestabilan emulsi dan mutu krim kelapa. *Media Teknol. Pangan* 3(1-2): 62
4. Fardiaz, D. 1988. Pengenalan Proses Hulu dan Hilir dalam Fermentasi Pangan Industrial. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB.
5. Fardiaz, D. 1989. Kromatografi Gas Dalam Analisis Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI, Bogor.
6. Mangkuprawira, S. dan D. Fardiaz. 1989. Aspek Sosio-Ekonomi-Teknologi Makanan Jajanan dalam Diversifikasi Pangan. Departemen Kesehatan, Jakarta, 3 Juni 1989.
7. Mokoginta, I., D.S. Moeljohardjo, K. Sumawidjaja, dan D. Fardiaz. 1989. Kebutuhan ikan lele (*Clarias batrachus*) akan asam lemak linoleat dan linolenat. *Forum Pasca Sarjana, Tahun* 12 (2): 65-73.
8. ✓ Edi, S. Fardiaz, dan D. Fardiaz. 1990. Produksi aflatoksin dari *Aspergillus flavus* dan destruksinya selama fermentasi bungkil kacang tanah oleh *Neurospora sitophila*. *Bul. Penel. Ilmu dan Teknol. Pangan* 1 (1): 18-31.
9. Sumanti, D.M., S. Fardiaz, D. Fardiaz, dan D. Daulay. 1990. Studi bakteriologi bakasang suatu Produk Fermentasi Jerohan Ikan. *Media Teknol. Pangan* 4 (1): 42-52.
10. Fardiaz, D. 1990. Deep Fried Foods. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.

11. Fardiaz, D. 1990. Media Instruksional. Lokakarya "*Writing of Lecture Notes and Manual for Practical Exercises*". Cipayung 15-21 July, 1990.
12. Fardiaz, D. dan D. Muchtadi. 1990. Perubahan Mutu Pangan Selama Pengumpulan, Penyimpanan dan Pengolahan. Balai Sidang Senayan, Jakarta, 15 Oktober 1990.
13. Fardiaz, D. dan L.E. Radiati. 1991. Produk Rennin dari Limbah Industri Minyak Jagung. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
14. Fardiaz, D., Mappiratu, S. Fardiaz, dan A. Rachman. 1991. Produksi Beta Karotin dari Limbah Industri Tapioka. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
15. Muchtadi, D. dan D. Fardiaz. 1991. Penanganan Pasca Panen dan Pengolahan Hasil Hortikultura. Departemen Pertanian, Jakarta, 4 Februari 1991.
16. Fardiaz, D. 1991. Analisis Instrumental Minyak dan Lemak Makan. BBIHP, Departemen Perindustrian, Bogor, 8 Mei 1991.
- ✓ 17. Fardiaz, D. dan M.A. Wirakartakusumah. 1991. Teknologi Pengolahan, Pengawetan dan Pengemasan Pangan Nabati (Peluang, Kendala, dan Prospek). Diskusi Pangan PII, Jakarta, 23 Mei 1991.
18. Syarief, R., D. Fardiaz, B. Enie, dan Y. Haryadi. 1991. Peranan Perguruan Tinggi dalam Bidang Teknologi Pengolahan Untuk Pengembangan Agroindustri. Alsintani, Departemen Perindustrian, Jakarta, 7-8 November 1991.
19. Fardiaz, D. 1992. Analisis Air dalam Bahan dan Produk Pangan. Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
20. Fardiaz, D. 1992. Analisis Karbohidrat. Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
21. Fardiaz, D. 1992. Analisis Protein. Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

22. Fardiaz, D. 1992. Pernyataan Pada Label Yang Dapat Menyesatkan, Berlebih-lebihan dan Tidak Wajar. Lokakarya Ditjen POM, Departemen Kesehatan, Jakarta, 23 April 1992.
23. Fardiaz, D. 1992. *Perkembangan Bioteknologi dalam Rekayasa Pangan*. Fakultas Teknologi Pertanian, Univ. Katolik Widya-Mandala, Surabaya, 15 Mei 1992.
24. Fardiaz, D. 1992. Analisis Kimia Produk Pangan. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor 3-22 Agustus 1992.
25. Fardiaz, D. 1992. Penerapan GMP (*Good Manufacturing Practices*) PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor 3-22 Agustus 1992.
26. Fardiaz, D. 1992. Penentuan Ketidakpastian (*Uncertainty*) dalam Pengujian Kimia. BBIHP, Departemen Perindustrian, Bogor, 14-19 September 1992.
27. Fardiaz, S. dan D. Fardiaz. 1992. Makanan Jajanan dan Peluang Peningkatannya. Kongres Nasional IX PERSAGI, Semarang, 17-19 November 1992.
28. Fardiaz, D. 1992. Refrigerated Container for Transportation of Fresh Fruits and Vegetables. Seminar *Fruit and Vegetable Handling and Processing*, IUC for Food and Nutrition, IPB, Bogor, 21 November 1992.
29. Fardiaz, S. dan D. Fardiaz. 1992. Ketahanan Mikroorganisme terhadap Proses Pengolahan Pangan. Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
30. Fardiaz, D. dan N. Andarwulan. 1992. Pengembangan Produk Pati dan Pati Termodifikasi (*Modified Starch*) dari Pati Jagung Sebagai Bahan Baku Industri. LP-IPB, Bogor, 5 Desember 1992.
31. Fardiaz, D., A. Apriyantono, dan Suyanto. 1992. Identifikasi Gula dan Asam Buah Menteng serta Evaluasi Nisbah Gula Sari Asam Sari Buahnya. *Bul. Pen. Ilmu Tek. Pangan* 3 (1): 5-14.

32. Fardiaz, D., N. Andarwulan, dan P. Suriadi. 1993. Modifikasi pati dari beberapa varietas jagung (*Zea mays* L.) dengan cara oksidasi. *Bul. Pen. Ilmu dan Teknol. Pangan* 4 (1): 9-19.
33. Fardiaz, D. 1993. Bahan Dasar untuk Makanan dalam Kemasan. Makalah disampaikan pada Pelatihan Pengawasan dan Pengendalian Mutu Makanan yang Dikemas. 24 Mei s/d 9 Juni, 1993. Pusat Pelatihan Ekspor Indonesia, Departemen Perdagangan, RI.
34. Fardiaz, D. 1993. Berbagai Upaya dalam Meningkatkan Kerjasama antara Perguruan Tinggi dan Industri. Seminar Fakultas Peternakan, IPB, 12 Juni 1993.
35. Fardiaz, D. 1993. Bahan Tambahan Makanan dan Makanan Olahan. Seminar Nasional *Sertifikasi dan Labelisasi Makanan Halal*, MUI, Jakarta, 9 November 1993.
36. Fardiaz, D. 1993. Modifikasi struktur pati untuk perluasan penggunaannya dalam industri. *Agrotek* 1(1): 16-19.
37. Fardiaz, D., A. Indra, dan L. Kartikasari. 1993. Penurunan Kandungan Oksigen Dalam Kemasan Dengan Katalis untuk Memperpanjang Masa Simpan Produk Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
38. Fardiaz, D. 1993. Disain Pesan Makalah Penulisan Naskah TV/Video Instruksional. IPB-UNTAR, 8-13 Feb. 1993.
39. Fardiaz, D. 1993. Penulisan Naskah Program Media TV/Video/Film Pendidikan. FMIPA, IPB 15-18 Pebruari 1993.
40. Fardiaz, D. 1993. Teknik Penyajian Hasil Penelitian (Dengan Transparansi, Slide atau Poster) Jurusan TPG, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
41. Fardiaz, D. 1993. Penerapan *Good Laboratory Practices* dalam Menunjang Sistem Jaminan Mutu Pangan. Jurusan TPG, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.

42. Fardiaz, D. 1993. Proses Termal Pendinginan dan Pembekuan Jurusan TPG, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
43. Fardiaz, D. 1993. Teknologi Pangan. Jurusan TPG, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
44. Fardiaz, D. 1993. Bahan Tambahan Makanan dan Makanan Olahan. Seminar Nasional *Sertifikasi dan Labelisasi Makanan Halal*, MUI, Jakarta, 9 November 1993.
45. Fardiaz, D. E.S. Mudjajanto, N. Andarwulan, dan S. Koswara. 1993. Kajian Karakteristik Pigmen Alami Bahan Pangan: Komponen Pembentuk Warna Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val.). Seminar PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor, 11 Desember 1993.
46. Fardiaz, D. dan N. Andarwulan. 1993. Penetapan Umur Simpan (*Shelf-Life*) Produk Pangan Kering. Jurusan TPG, Desember 1993.
47. Chairunnisa, T., D. Fardiaz, dan S. Fardiaz. 1994. Diversifikasi Produk Kaseinat dalam Menunjang Pendayagunaan Susu Sapi Substandar. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
48. Fardiaz, D. 1994 Karakterisasi dan Modifikasi Sifat Fungsional Protein Berbagai Varietas Kedelai Untuk Tujuan Diversifikasi Bahan Baku dan Produk Industri Pangan. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
49. Andarwulan, N. dan D. Fardiaz. 1994. Isolasi dan Karakterisasi Antioksidan Alami dari Jinten (*Cuminum Cyminum* Linn.) Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
50. Fardiaz, D. 1994. Proses Termal Dalam Industri Pangan. Pusat Pelatihan Ekspor Indonesia. Departemen Perdagangan, 11 Januari 1994.
51. Fardiaz, D. 1994. Benefit of soluble fiber for health. *Bul. Teknol. dan Industri Pangan* Vol. 5 (2): 82-92.

52. Fardiaz, D. 1994. *Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP)*. Pusat Pelatihan Ekspor Indonesia, Departemen Perdagangan, 11 Januari 1994.
53. Fardiaz, D. 1994. Visualisasi dalam Penyajian Ilmiah Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor.
54. Fardiaz, D. dan S. Fardiaz. 1994. Keamanan Makanan Jajanan. Semiloka Program Diseminasi Pembinaan Usaha Makanan Jajanan, Bogor, 8-10 Februari 1994.
55. Fardiaz, D. 1994. Teknologi Pangan, Peranan dan Peluangnya dalam Pengembangan Agribisnis. Ceramah MMA, IPB, Bogor, 12 Februari 1994.
56. Fardiaz, D. 1993. Kromatografi Cair Dalam Analisis Kimia. Ceramah R&D Indofood, Jakarta, 15 Februari 1994.
57. Fardiaz, D. dan Gardjito. 1994. Teknik Penyajian Ilmiah. PAU Pangan dan Gizi, IPB, Bogor.
58. Fardiaz, D. 1994. Perubahan Komponen Makanan Selama Pengolahan. Jurusan TPG. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB
59. Fardiaz, D. 1994. Diversifikasi Kegunaan Komoditas Kedelai. Seminar Agribisnis Kedelai dalam Negeri, 13 Juni 1994.
60. Mangkuprawira, S. dan D. Fardiaz. 1994. Pelaksanaan dan Program Keterkaitan antara Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat IPB, Sawangan 4-7 Agustus 1994.
61. Fardiaz, D. 1994. Retort dan Pengoperasiannya. Makalah disampaikan pada Lokakarya Aplikasi Kontrol Proses Termal dalam Meningkatkan Mutu Produk Pangan. GAPMMI dan BPEN, Departemen Perdagangan, 23-25 Agustus, 1994.

62. Fardiaz, D. 1994. Tinjauan Umum Kerjasama Perguruan Tinggi, Pemerintah, dan Swasta. Bidang Penelitian. Seminar Nasional SDM Agribisnis. Bogor, 20 September 1994.
63. Fardiaz, D. 1995. Keamanan dan Kualitas Makanan Jajanan LPM, IPB-DEPKOP & PPK, 19-21 Januari 1995.
64. Fardiaz, D. 1995. Uji Sensori dalam Pengendalian Mutu Pangan: Uji Deskriptif. Makalah disampaikan pada Pelatihan Singkat Uji Sensori dalam Pengendalian Mutu Pangan, 29-31 Agustus 1995, PAU Pangan dan Gizi, IPB.
65. Satari, U., D. Fardiaz, dan A. Vitayala S. Hubeis. 1995. Kasus Proyek Program Pembinaan Pengusaha Kecil Makjan. Cisarua, 9-11 Agustus 1995.
66. Fardiaz, D. 1996. Rekayasa Gerobak Dorong untuk Peningkatan Kualitas Makjan dan Citra Makanan Tradisional Indonesia. Makalah disampaikan pada seminar Nasional Sehari dan Festival Makanan Tradisional/Makanan Jajanan. 9 Januari 1996, Bogor
67. Fardiaz, D. 1996. Water Activity in Food Preservation. Makalah disampaikan pada *Training Program: Industrial Drying Technology of Food and Agricultural Products*. 16-18 Januari, 1996, CREATA, IPB Research Institute, IUC for Food and Nutrition, IPB.
68. Fardiaz, D. 1996. Antioksidan Non-gizi Bahan Pangan Penangkal Radikal Bebas. *Di dalam*: Prosiding Seminar Senyawa Radikal Bebas dan Sistem Pangan: Reaksi Biomolekuler, Dampak Terhadap Kesehatan dan Penangkalan. CFNS, IPB dan Kedutaan Besar Perancis, Jakarta.
69. Fardiaz, D. 1996. Formulasi Makanan dan Minuman Fungsional. Makalah disampaikan pada Kursus Singkat Makanan Fungsional. UGM, Yogyakarta, 8-9 Juli 1996.
70. Fardiaz, D. 1996. Proses Termal Makanan Kaleng Berasam Rendah. Makalah disampaikan pada Kursus Singkat Keamanan Pangan. UGM, Yogyakarta, 8-9 Juli, 1996.



- ✓ 72. Fardiaz, D. 1996. Formulasi Penyerap Oksigen dan Aplikasinya pada Pengemasan dengan Sistem Sirkulasi Kontinyu. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional Pangan dan Gizi. UGM, Yogyakarta, 10-12 Juli 1996.
73. Fardiaz, D. 1996. Strategi Pengembangan Bioteknologi Pangan dalam mendukung Industri Pangan di Indonesia. Makalah disampaikan pada Seminar Kebijakan Tata Ruang Nasional dalam Perencanaan dan Pengembangan Pangan, dalam rangka Komperensi Nasional PII '96. BPPT, Jakarta. 8-9 Agustus 1996.
74. Fardiaz, D. dan F.Y. Daywin. 1996. Sistem Penerapan Teknologi Pertanian Terpadu untuk Pengembangan Agribisnis dan Agroindustri di Pemukiman Transmigrasi. Makalah disampaikan pada Seminar Pengembangan Agribisnis dan Agroindustri di Pemukiman Transmigrasi, IPB, 19 September 1996.
75. Fardiaz, D. 1996. Peranan Media Komunikasi dalam Diseminasi Hasil-Hasil Penelitian. Makalah disampaikan pada ceramah di Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, Badan Litbang Pertanian, Departemen Pertanian, 18 Oktober 1996.
76. Fardiaz, D. 1996. Praktek Pengolahan yang Baik. Makalah disampaikan pada Pelatihan Pengendalian Mutu dan Keamanan Pangan bagi Staf Pengajar. 21 Oktober - 2 Nopember 1996. CFNS, IPB dan Ditjen Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, RI.
77. Fardiaz, D. 1996. Perubahan Sifat Fisiko-Kimia Bahan Selama Proses Ekstrusi, Penggorengan, dan Pemanggangan. Modul Pelatihan Teknologi Ekstrusi, Penggorengan, dan Pemanggangan. CFNS dan Kantor Menteri Negara Urusan Pangan.
78. Fardiaz, D. 1996. Aspek Mutu dan Keamanan Bahan Tambahan Makanan. Makalah disampaikan pada Seminar Mutu dan Keamanan Pangan Menjelang Tahun 2000. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Departemen Perindustrian dan Perdagangan, Jakarta, 7 Nopember 1996.

## Kegiatan Konsultasi

1. National Consultant, *Training Development for BLK Instructor*, World Bank Manpower Development Project, Ministry of Manpower, RI. General Electric, 1987-1990 dan 1991-1992.
2. Konsultan Pengembangan Metode Analisis di Divisi *Quality Assurance*, PT. Foodtech Utama International, 1993-1994.
3. Koordinator, Penyusunan Pedoman dan Petunjuk Teknis Pemeriksaan Sarana Pengolahan Makanan dan Minuman, Direktorat Pengawasan Makanan dan Minuman, Ditjen Pengawasan Obat dan Makanan, Departemen Kesehatan RI, 1994 dan 1996.
4. Konsultan Pelatihan Analisis Makanan untuk Laboratorium Pengujian Makanan, Sucofindo, 2 bulan, 1995
5. National Consultant, *Development of Food Inspector*, WHO Project INO FOS 102, Directorate General of Drug and Food Control, Ministry of Health, RI., 2 months, 1995.
6. National Consultant, *Preparation of Training Program for Food Inspector Classification*, National Environmental Health Programme No.INS/91/019, UNDP, Directorate General of Drug and Food Control, Ministry of Health, R.I., 2 months, 1995.
7. National Consultant, *Preparation of Training Modules for Iodized Salt Producers*, UNICEF, 2 months, 1996.
8. Technical Assistance, Integrated Rural Settlement Development Project, OECF VII, Ministry of Transmigration, 1995-1996.

## Keanggotaan Organisasi Profesi dan Panitia/Badan

1. Anggota Institute of Food Technologists, USA, 1976 -1982.
2. Ketua Umum Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), periode 1988 -1996.
3. Anggota Persatuan Insinyur Indonesia (PII), 1990 - sekarang.
4. Anggota Dewan Editor *ASEAN Food Journal*, 1996 - sekarang.
5. Anggota Dewan Editor *Indonesian Journal of Tropical Agriculture*, 1996 sampai sekarang.
6. Anggota Dewan Editor *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 1996 - sekarang.
7. Sekretaris Lembaga Pengkajian Pangan, Obat-Obatan dan Kosmetika, MUI, 1993 - sekarang.
8. Anggota Tim Ahli Penyusun Kodeks Makanan Indonesia, Ditjen POM, Departemen Kesehatan RI, 1994, 1995, 1996.
9. Ketua Panitia Penyelenggara 4<sup>th</sup> *ASEAN Food Conference '92*.
10. Sekretaris Panitia Pengarah 4<sup>th</sup> *ASEAN Food Conference '92*.
11. Ketua Panitia Pengarah Seminar Nasional Pangan dan Gizi '96.

