

PERANAN PROGRAM STUDI TEKNIK PANGAN (FOOD ENGINEERING) UNTUK MENUNJANG PEMBANGUNAN INDUSTRI PANGAN DI INDONESIA

[The Roles of *Food Engineering* for the Development of Agro Industries in Indonesia]

Budi Rahardjo dan Suhargo

Laboratorium Teknik Pangan dan Proses Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Gadjah Mada-Yogyakarta

Diterima 20 Mei 2005 / Disetujui 25 September 2005

ABSTRACT

At this time more than 60% of Indonesian population still depend on the agricultural sector. Accordingly, in the future agro and food industries are expected to be the main steppingstone for the economic development in Indonesia. In order to make the agricultural products competitive in the global market; it is necessary that the development of food or agro industries is supported by technology especially in the food product development and their processing. The food product development consists of food product design, process design, equipment and machinery design and packaging design. Consequently the food product development requires the knowledge of food sciences, and is necessary to be supported by the knowledge of engineering or known as Food Engineering. As a course, Food Engineering is already offered in the study program of Food Sciences and Technology. However, Food Engineering is not developed yet as a study program as well as in the other countries. The Study Program in Food Engineering is necessarily different from the study program of Food Sciences and Technology. Food Engineering is scientific discipline to study and apply the engineering principles in food preservation, conservation, conversion and distribution. In several countries both study programs are paralelly offered as two different study programs with deferent competencies and knowledge. The competency of Food Engineering is mainly in the application of engineering knowledge for food design, design and construction of food process equipment, process design, process equipment operation and management. Accordingly, the content of the Food Engineering curriculum covers engineering and physics (50-60%), biology and food sciences (20-30%) and other supporting knowledge's (statistics, communication, etc., 10-20%). The graduates in Food Engineering will have opportunities working as engineers as well as designing, constructing and operating process equipment in food industries, as researchers and developers of food processes in research institutions, as consultant for food industries, or as teaching staff in universities or higher educations. Therefore, study program in Food Engineering is important to be established. It will significantly support the development appropriate technology for agro industries in Indonesia. This study program can be organised together as the study programs in Food Sciences and Technology and Agricultural Engineering that already exist in several universities.

PENDAHULUAN

Indonesia sejak dulu merupakan negara agraris, sampai saat inipun masih lebih dari 60% penduduk menggantungkan hidupnya pada usaha pertanian. Pembangunan yang telah dijalankan lebih dari 30 tahun melalui pengembangan industri, pada awalnya mampu memberi kesejahteraan, namun dengan adanya krisis moneter dan ekonomi, banyak industri berbasis pada bahan impor mengalami kebangkrutan dan menyebabkan runtuhnya perekonomian bangsa yang berkepanjangan. Dengan adanya krisis, maka kebijakan pembangunan berubah. Selama krisis berlangsung, sektor pertanian terlihat ketangguhannya dan dapat tumbuh positif serta mampu menjadi pendorong pertumbuhan ekonomi. Ketangguhan tersebut, terutama dikarenakan pertanian bertumpukan pada potensi yang dimiliki bangsa dan ketidak-tergantungan pada bahan impor luar negeri, serta produk masih dibutuhkan pasar global.

Pertanian sejauh ini memang belum dapat memberi kesejahteraan bangsa. Namun banyak negara

industri besar pada awal pembangunannya memulai dengan pembangunan pertaniannya. Negara yang menyadari kemampuan agrarisnya lalu memperkuat keagrarisannya dengan mengembangkan industri pertaniannya, ternyata lebih sukses menjadi negara industri maju. Australia memulai dengan pertanian dan peternakan yang kuat, setelah itu mengembangkan industri daging, susu, keju, wool dan lainnya. Sekarang negara itu menjadi negara maju yang mampu membuat mobil dengan teknologi canggih. Negara agraris yang ingin loncat mendadak menjadi negara industri maju tidak pernah berhasil dan selalu gagal. Sampai sekarang negara industri besar masih mengembangkan pertaniannya untuk mencapai swasembada pangan. Negara besar seperti AS, Uni Eropa, RRC dan India sekuat tenaga melakukan swasembada pangan dalam negerinya karena sadar betul bahwa ketergantungan pangan terhadap negara lain akan melemahkan bangsa, mengganggu stabilitas sosial, ekonomi, dan politik yang mutlak diperlukan dalam pembangunan negara.

Untuk masa mendatang, sektor pertanian harus mampu mendukung dan memicu pertumbuhan ekonomi serta pemerataan pendapatan. Indonesia berpotensi menjadi negara agraris besar, mengingat luas lahan yang subur masih banyak tersedia. Indonesia mempunyai keanekaragaman tanaman tropis yang sangat potensial untuk dikembangkan. Buah tropis dan bunga angrek merupakan komoditas menawan perhatian dunia. Namun selama ini sektor pertanian hanya jadi pemasok bahan baku untuk diekspor, karena tidak didukung oleh industri manufaktur dalam negeri. Indonesia merupakan produsen besar cokelat dan kopi, tetapi penguasaan teknologi pengolahannya masih jauh tertinggal dari teknologi yang dimiliki negara maju, sehingga akhirnya berbalik menjadi importir produk olahannya. Melihat fakta ini maka menjadi penting agar Teknologi Pertanian berkembang untuk menangani produk pertanian dari hulu sampai hilir, agar didapatkan nilai tambah dari pengolahan hasil pertanian.

Teknologi pertanian merupakan kunci utama untuk pembangunan pertanian. Pembangunan pertanian dengan landasan pengembangan teknologi akan menaikkan kemampuan berkompetisi. Pengembangan berlandaskan teknologi akan selalu berada di depan, agar tetap berada dalam percaturan pasar global. Negara yang membiarkan industri pertaniannya tertinggal dalam kompetisi global, berarti membiarkan produk pertanian impor yang lebih murah mendesak petani setempat dari pasar lokal. Bilamana tanpa proteksi, negara yang ingin menjaga kesinambungan ekspor produk pertaniannya, harus menjaga kemampuan berkompetisinya terhadap pasar global. Maka dari itu, pembangunan pertanian harus disertai penguasaan dan pengembangan teknologi pertanian yang memadai. Pengembangan industri pertanian perlu dukungan ilmu dan pengetahuan memadai dalam hal produksi massa hayati dan pemanfaatan massa hayati untuk memenuhi kebutuhan manusia, yaitu ilmu Pertanian dan ilmu Pangan. (Andersen, 1982; Graft and Saguy, 1991; Kaimowitz, 1990; Maskowits, 1994).

Ilmu Pertanian dan ilmu Pangan pada dasarnya merupakan ilmu yang berlandaskan ilmu hayati. Perkembangan ilmu tersebut lebih banyak bersifat kualitatif dan deskriptif. Penelitian hayati pertanian biasanya diawali dengan pengembangan hipotesis, lalu disusun perancangan eksperimen dan selanjutnya diuji kebenarannya secara statistik, serta dilakukan interpretasi data pengamatan dari suatu sistem kehidupan. Hasil penelitian hayati pertanian lebih dapat memperjelas hubungan satu parameter dengan lainnya atau membenarkan hubungan sebab dan akibat, namun sulit untuk digunakan memperkirakan perubahan satu parameter terhadap perubahan parameter lainnya. Penelitian hayati biasanya kurang bersifat matematis, tetapi lebih mampu dalam pengembangan hipotesis, serta perancangan

eksperimen dan interpretasi data suatu sistem kehidupan yang kompleks (France dan. Thornley, 1984; Graft and Saguy, 1991; Kaimowitz, 1990; Ohlsson, 1990; Singh and Nelson, 1992).

DEFINISI DAN KOMPETENSI TEKNIK PANGAN

Perkembangan ilmu disamping uraian deskriptif cenderung memerlukan pengetahuan yang mampu memperkirakan perubahan, terutama perubahan apa yang akan terjadi bilamana salah satu kondisi lingkungan mengalami perubahan. Ilmu berdasarkan analisis kuantitatif dan model matematika diperlukan di masa mendatang. Dengan berkembangnya isu lingkungan, ilmu dituntut agar mampu memperkirakan perubahan apa yang akan terjadi bilamana terjadi perubahan kondisi lingkungan. *Food and Drug Administration (FDA) USA* mensyaratkan bahwa dalam pengolahan pangan harus didukung dengan model matematik sebagai cara untuk mengevaluasi proses sterilisasi, disamping perlu adanya klarifikasi model dengan cara inokulasi bakteri atau cara lainnya. Dengan model matematika dimungkinkan melakukan simulasi untuk menganalisis secara menyeluruh suatu sistem. Dengan simulasi akan dimungkinkan untuk mempelajari suatu sistem secara menyeluruh dan bersamaan dengan mudah dan lebih murah bila dibandingkan dengan penelitian observasi murni (Andersen, 1982; Chambers, 1989; Cheftel, 1990; Frazier, 1990; Harper, 1984; Hartel, 2001; Holdsworth, 1997).

Ilmu Teknik (*engineering*), merupakan ilmu yang dikembangkan berdasarkan pada ilmu pasti, ilmu fisika, ilmu kimia dan ilmu matematika untuk memahami prinsip yang mengendalikan berlangsungnya proses dan perubahan yang terjadi. Ilmu teknik mampu memperkirakan perubahan yang akan terjadi sesuai dengan berlangsungnya perubahan lingkungan. *Engineering* merupakan usaha mencari hubungan empiris antara parameter sasaran dan parameter penentu, baik yang diturunkan secara analitis maupun yang dicari secara numerik. Pekerjaan *engineering* kebanyakan melibatkan permasalahan kuantitatif sehingga pemahaman matematika sangat diperlukan (France and. Thornley, 1984; Henderson and Perry, 1982; Ohlsson, 1990; Singh and Nelson, 1992).

Dasar pengetahuan ilmu hayati dan ilmu teknik sangat berbeda. Pada ilmu hayati teori matematika dan metoda kuantitatif kurang banyak perannya dalam pengembangannya. Ilmuwan teknik umumnya kurang terbiasa dengan cara penelitian yang banyak dilakukan oleh ahli ilmu hayati. Keahlian antara ilmuwan hayati dan ilmuwan teknik harus saling melengkapi. Namun pemaduan ilmu hayati dengan ilmu teknik tidak sederhana, karena ilmuwan hayati kurang

memahami ilmu matematika dan ilmu fisika sedangkan ilmuwan teknik kurang memahami ilmu hayati. Untuk itu, diperlukan ilmuwan yang disamping memahami kehayatan, juga memahami keteknikan, sehingga mampu menerapkan ilmu teknik dalam menangani permasalahan hayati maupun massa hayati sehingga dapat lebih memanfaatkan sumberdaya alami dan hayati untuk kesejahteraan umat dengan baik (Singh, 2001).

Perpaduan ilmu Pertanian dan Pangan dengan ilmu Teknik merupakan ilmu Teknik Pertanian dan ilmu Teknik Pangan. (*Agricultural and Food Engineering*) yang diartikan sebagai penerapan konsep dan prinsip *engineering* dalam pemanfaatan sumber daya alami untuk menghasilkan massa hayati atau bahan baku pertanian/pangan serta konversi bahan baku pertanian/pangan menjadi bahan konsumsi yang aman dan dengan mutu sebaik mungkin. "Engineer" tugas pokoknya adalah merancang, membangun dan mengoperasikan dan keterkaitannya dengan usaha memproduksi massa hayati dan pengolahannya. Untuk itu, pendekatan keteknikan dalam bidang pertanian dan pangan memerlukan pengetahuan tentang ilmu-ilmu hayati (*life sciences*) dan ilmu-ilmu lingkungan (*environment sciences*) untuk mengembangkan model matematika yang diperlukan untuk menetapkan proses produksi. Konsep dan dasar keteknikan memberikan uraian dan penjelasan secara kuantitatif dalam hal produksi massa hayati dan pengolahannya, serta hubungannya dengan kondisi lingkungannya (France and Thornley, 1984; Henderson and Perry, 1982; Holdsworth, 1997; Ohlsson, 1990; Singh and Nelson, 1992; Thorne, 1992).

Teknik Pangan (*Food Engineering*) adalah bidang keilmuan yang mengkaji penerapan prinsip dan konsep ilmu keteknikan dalam penanganan, pengolahan dan distribusi pangan, serta hasil pertanian dan budidaya kelautan lainnya sejak dari panen hingga ke industri pengolahan dan sampai ke konsumen. Disiplin keilmuan ini mencakup ilmu pengetahuan dalam perancangan proses, proses material hayati (*bio material*), pengembangan, pengoperasian dan pengelolaan proses untuk pengembangan sistem mata rantai dari produksi, pengolahan hasil pertanian atau industri pangan sampai distribusi ke konsumen. Penanganan pangan dan hasil pertanian, serta budidaya kelautan lainnya sampai ke konsumen dipengaruhi oleh banyak faktor, sehingga sering *food engineers* membuat model dengan menggunakan dan menerapkan prosedur matematika yang telah dikembangkan untuk bahan non biologis. Penelitian di Teknik Pangan meliputi pendalaman dan perbaikan pemahaman kuantitatif perubahan dalam pangan atau hasil pertanian dan budidaya kelautan yang terjadi selama berlangsungnya proses konversi dan preservasi. Komoditi pangan siap saji dan siap santap yang banyak dijumpai di pasaran sekarang ini

dihasilkan dari penerapan konsep dasar ilmu fisika, ilmu kimia, ilmu hayati dan mikrobiologi, serta keteknikan dalam pengolahan dan pengawetan pangan (Henderson and Perry, 1982; Holdsworth, 1997; Ohlsson, 1990; Richardson, 2001; Singh and Nelson, 1992; Thorne, 1992).

PERANAN TEKNIK PANGAN DALAM INDUSTRI PANGAN

Disiplin keilmuan Teknik Pangan menawarkan tantangan untuk memperbaiki metode tradisional dalam pengolahan, pengawetan serta penanganan pangan dan hasil pertanian, serta budidaya kelautan. Sarjana Teknik Pangan dituntut untuk mengembangkan sistem inovatif yang dapat meningkatkan mutu pangan dan mencukupi pasokan serta kebutuhan pangan masa depan yang sehat dan berkecukupan secara efisien. Dilihat dari kemungkinan perkembangan industri pangan dan industri berbasis pada bahan hasil pertanian dan budidaya kelautan maka akan banyak diperlukan sarjana Teknik Pangan. Dengan meningkatnya ekonomi negara dan dengan semakin bertambahnya ibu rumah tangga yang memasuki pasaran kerja dan bekerja diluar rumah maka akan terjadi kecenderungan meningkatnya kebutuhan makanan sehat dan bermutu yang siap saji dan siap santap. Hal ini akan dibutuhkan usaha perbaikan dan inovasi sistem teknik dalam pengolahan dan manufaktur pangan dan hasil pertanian lainnya. Pendidikan program dibidang Teknik Pangan diperkirakan akan banyak diperlukan terutama dalam menghadapi peluang perkembangan industri pangan dan hasil pertanian lainnya dimasa mendatang (Henderson and Perry, 1982; Lozano et al., 2000; Singh and Nelson, 1992; Thorne, 1992; Welte-Chanes et al., 2002).

Penanganan produk segar di Indonesia masih menghadapi tantangan banyak. Keragaman buah tropis yang terdapat di Indonesia berpotensi untuk dikembangkan, namun pemasarannya masih belum bisa meng-global terutama karena umur simpan yang relatif singkat. Dengan pemahaman fisiologi pascapanen dan keteknikan dalam penyimpanan buah tropis dapat diperpanjang umur simpannya. Teknik fisiologi pasca panen sangat berperan dalam pengembangan teknologi penyimpanan dan pemanjangan umur simpan. Kinetika fisiologi pasca panen dapat berkontribusi terhadap cara penyimpanan produk buah untuk waktu yang lama. Pengendalian mutu produk hasil pertanian lebih banyak didasarkan pada ilmu teknik. Sebagai ilustrasi, alat sortir pemisah buah masak dan mentah banyak dikembangkan berdasarkan pemodelan buah sebagai benda viskoelastis, sehingga dapat ditentukan kriteria kematangannya. Seleksi buah berdasarkan warna dan seleksi berdasarkan rasa asam dan manis

dikembangkan berdasarkan pengetahuan gelombang infra merah dan gelombang ultra sonik. Demikian juga berdasarkan teknologi pengolahan citra dapat dikembangkan pula sistem untuk sortasi dan pemisahan biji dari benda asing seperti batu, kaca atau biji tanaman gulma. Penelitian di bidang keteknikan pascapanen, khususnya produk buah tropis masih sangat dibutuhkan.

Teknik Pangan banyak perannya dalam pengembangan teknologi pengawetan pangan. Usaha pengawetan pangan telah banyak dilakukan, diantaranya dengan pengolahan termal melalui pemanasan makanan dalam kaleng. Perubahan mutu makanan dalam kaleng sangat ditentukan oleh variasi isi dari kekentalan cairan atau konsentrasi pati hingga adanya partikel pangan. Untuk memperbaiki mutu makanan kaleng perlu diketahui cara perkiraan suhu titik kritis atau titik tengah geometrisnya. Untuk makanan pasta kental, perkiraan suhu dapat dilakukan dengan pendekatan analitis riwayat suhu dengan perpindahan panas tak tunak (*transient heat transfer*). Untuk makanan cair, pemanasan akan diikuti dengan perubahan densitas, sehingga terjadi konveksi alami dalam kaleng yang menyebabkan pergeseran titik terdingin sebagai titik kritis evaluasi kesterilan kemasan. Demikian juga kesulitan menduga perubahan suhu cairan yang mengandung pati yang mengalami pengentalan, sehingga mengalami perubahan mode perpindahan panas dari konveksi menjadi konduksi. Pendekatan analitis saat ini tidak memungkinkan. Dengan metoda numerik, distribusi suhu dapat dihitung sehingga evaluasi sterilitas lebih akurat. Kesulitan lain yang perlu diatasi adalah mengkuantitaskan perpindahan panas dari fluida ke partikel yang bergerak dalam kaleng karena belum dapat memprediksi gerakan partikel atau gerakan nisbi cairan terhadap permukaan partikel. Masalah ini merupakan bidang penelitian teknik pangan yang perlu ditekuni di masa mendatang, terutama pertimbangan penghematan energi dan sumber daya alami (Chambers, 1989; Cheftel, 1990; Frazier, 1990; Holdsworth, 1997; Lozano et al., 2000; Ohlsson, 1990; Richardson, 2001; Singh and Nelson, 1992; Welti-Chanes et al., 2002).

Berdasarkan ilmu kinetika dapat dipelajari bahwa pemanasan pangan dengan suhu tinggi dan waktu singkat akan didapatkan tingkat kesterilan komersial pangan yang sama namun dengan nilai nutrisi lebih baik. Dari hal ini timbul gagasan untuk memanasi makanan dengan suhu tinggi, tetapi dengan waktu singkat dan berlangsung secara berkesinambungan. Keunggulan teknologi ini adalah mutu gizi lebih baik, hemat energi, kerusakan produk yang rendah, memungkinkan digunakan bahan kemasan plastik dan kemasan luwes (*flexible*) murah lainnya. Diperkirakan pengolahan aseptis berkesinambungan dapat menghemat biaya 40-45% dibandingkan dengan pengalengan. Pengolahan aseptis

untuk makanan cair (susu dan sari buah) telah berhasil dikembangkan secara komersial. Pengembangan teknologi pengolahan aseptis lebih banyak dikembangkan berdasarkan pengetahuan teknik proses pangan, yaitu pengetahuan perpindahan panas dalam penukar panas, distribusi cairan dalam pipa, proses termal sterilisasi pangan selama pemanasan. Keberhasilan teknologi pengolahan aseptis tersebut telah mendorong pengembangan teknologi pengolahan aseptis bahan makanan cair dengan keasaman rendah dan mengandung partikel. Penelitian telah banyak dilakukan untuk mengembangkan pengetahuan proses aseptis ini, namun masih banyak informasi yang perlu diperjelas. Distribusi lama tinggal partikel dalam penukar panas dan dalam tabung penahan, serta perpindahan kalor dari cairan ke partikel selama dalam proses masih perlu dicermati lebih lanjut. Pengetahuan yang ada belum cukup untuk menjamin penentuan suhu dan pencapaian sterilitas di titik terdalam partikel. Proses pengolahan aseptis hanya akan dapat diterima, bila pemanasan selama di tabung penahan dapat menjamin tercapainya kesterilan yang dikehendaki pada partikel. Permodelan matematis adalah cara yang paling terbaik dalam memperkirakan suhu dalam partikel dan sterilitas produk. Penelitian lebih lanjut pada bidang ini ditekankan pada pemahaman perpindahan panas ke partikel untuk menjamin sterilitas produk (Barbosa-Canovas dan Gould, 2000; Cheftel, 1990; Harper, 1984; Lozano et al., 2000; Ohlsson, 1990; Richardson, 2001; Singh and Nelson, 1992; Thorne, 1992; Trystram dan Bimbenet, 2002; Welti-Chanes et al., 2002).

Teknologi ekstrusi pada awalnya hanya digunakan dalam industri bahan plastik, serta sekarang telah dikembangkan untuk industri pengolahan pangan dan pakan. Walaupun ekstrusi hanya menggunakan satu macam alat pengolah, namun di dalamnya bertanggung proses kompleks, dimana bahan makanan dipaksa mengalir dalam tabung tertutup di bawah bermacam kondisi berupa pencampuran, pemanasan, dan gesekan serta berakhir melalui pencetak (*die*), sehingga mempunyai bentuk tertentu dan mengalami *puff-dry*. Perlakuan ini akan menyebabkan bahan pangan mengalami modifikasi kimiawi dan fisikawi antara lain gelatinisasi pati, denaturisasi protein dan pembentukan formasi kompleks antara pati dan protein. Perubahan tersebut akan mempengaruhi rasa, bentuk dan struktur produk. Beberapa penggunaan teknologi ekstrusi masih dalam pengembangan. Penelitian yang berlangsung lebih banyak menekankan pada pengembangan produk baru dan pengembangan prosesnya. Salah satu sasaran penelitian adalah pemahaman dasar ekstrusi pangan yang dilandasi dengan ilmu teknik. Kekurang pahaman fenomena dan analisis proses yang berlangsung dalam ekstruder merupakan salah satu hambatan pengembangan teknologi ekstrusi untuk pengolahan pangan. Pendekatan dengan model

matematika banyak diterapkan untuk memprediksi proses dalam ekstrusi, proses gelatinisasi, distribusi suhu, perilaku rheologi bahan, sifat fisikawi dan mekanika bahan. Dengan pemodelan, beberapa karakter fisikawi hasil ekstrusi dapat diestimasi berdasarkan karakter bahan baku dan kondisi pengoperasian ekstruder. Pemahaman penerimaan konsumen dan perkiraan sifat fisikawi dan indrawi akan memungkinkan untuk mengembangkan makanan dengan basis karbohidrat bergizi rendah yang banyak diproduksi di Indonesia dan diperkaya dengan bahan bergizi lainnya. (Chefftel, 1990; Frazier, 1990; Harper, 1984; Janssen, 1984).

Untuk mengatasi persoalan pemanasan dalam pengolahan pangan maka pemanasan *microwave* (gelombang mikro) banyak diujicobakan untuk sterilisasi makanan cair dan partikel. Banyak model matematika telah dikembangkan untuk memperkirakan suhu pemanasan dengan gelombang mikro. Penggunaan gelombang mikro untuk pemanasan dalam pengolahan pangan sudah banyak dikembangkan, terutama untuk *tempering* dan *thawing*. Namun penggunaan gelombang mikro untuk sterilisasi masih dalam tahap awal pengembangan. Untuk beberapa macam pangan, pemanasan tidak berlangsung merata, lapis luar adalah yang paling cepat menjadi panas dan selanjutnya panas dialihkan secara konduksi ke bagian partikel lainnya yang terletak lebih ke dalam. Hasil beberapa penelitian menyimpulkan bahwa pemanasan gelombang mikro tidak selalu lebih efektif dibandingkan dengan cara konvensional, terutama bila berkaitan dengan pengawetan nutrisi. Pemanasan dengan gelombang mikro untuk proses pengolahan secara aseptis masih jauh dari harapan. Sampai saat ini belum ada model matematika yang dapat menjamin kestabilan pemanasan makanan dengan gelombang mikro. Pengembangan model matematika pemanasan makanan dengan gelombang mikro adalah penelitian yang banyak ditekuni saat ini. Inovasi pengolahan termal lebih lanjut masih banyak dikembangkan. Dimasa depan pemanasan dengan frekuensi radio, infra merah, infusi, ohmic dan kombinasi dengan tekanan tinggi akan merupakan alternatif cara pengolahan pangan dan ini akan memerlukan pemahaman ilmu keteknikan. Penelitian lebih lanjut dalam bidang ini sangat *challenging*. Kesulitan lain dalam pengembangan pemanasan *microwave* adalah alat untuk mengukur suhu pemanasan. Termometer "logam" biasa tidak dapat digunakan dalam pemanasan dengan gelombang mikro, maka untuk keperluan ini dipergunakan *fibre crystal optic probe*. Penelitian lanjut untuk mengembangkan sistem pengukuran suhu dengan pemanasan gelombang mikro masih diperlukan (Barbosa-Canovas dan Gould, 2000; Chambers, 1989; Lozano et al., 2000; Richardson, 2001; Singh and Nelson, 1992; Trystram dan Bimbenet, 2002; Welti-Chanes dkk., 2002).

Pengemasan produk pertanian dan bahan olahannya pada awalnya adalah untuk pemudahan penanganan dan transportasinya. Namun demikian pengemasan berfungsi untuk mengisolasi produk dengan atmosfer dan lingkungan sekitarnya, sehingga dapat diciptakan lingkungan yang lebih ramah terhadap produknya dengan harapan akan memperpanjang umur simpannya. Dengan pengemasan, dapat diciptakan kelembaban udara, kandungan oksigen dan karbon dioksida dalam kemasan yang paling sesuai dengan produknya, dengan kemasan dapat dihindari pengaruh buruk cahaya matahari dan dari pengaruh gaya mekanis luar yang dapat merusakkannya. Di masa mendatang produk pertanian cenderung untuk dipasarkan dalam kemasan. Saat ini sudah jarang produk pertanian yang dipasarkan dalam bentuk curah, makanan olahan pun di masa mendatang akan diujikan dengan bentuk dalam kemasan. Permasalahan pengemasan makanan adalah bagaimana mengkaitkan pengemasan dengan umur simpan produknya. Banyak penelitian telah dilakukan untuk mempelajari perubahan kandungan nutrisi, perubahan rasa dan warna, serta umur simpan produk selama penyimpanan dalam kemasan. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mempelajari hubungan antara sifat produk, perubahan lingkungan atmosfer dalam kemasan, sifat fisik bahan kemasan dan atmosfer bebas di luar kemasan. Penelitian tentang pemanasan makanan dalam kemasan, perpindahan uap air, oksigen dan karbon dioksida telah banyak dilakukan. Beberapa model matematika telah berhasil dikembangkan dan dapat digunakan untuk memperkirakan perubahan lingkungan dalam kemasan, perubahan produk dan menduga umur simpan produk. Penelitian lebih lanjut di bidang ini masih sangat dimungkinkan. Pengemasan produk segar, buah dan sayur, untuk menghindari kerusakan selama transportasi masih perlu dikembangkan lebih lanjut. Dampak getaran dan tumbukan yang terkena pada kemasan terhadap kerusakan produk masih perlu dipahami lebih jauh untuk menjaga mutu produk sesuai dengan kebutuhan pasar. Dengan adanya isu lingkungan, kelangkaan bahan baku, dan efisiensi maka pemahaman teknik pengemasan masih perlu dikembangkan untuk menjawab tantangan di masa mendatang (Barbosa-Canovas dan Gould, 2000; Chambers, 1989; Holdsworth, 1997; Lozano et al., 2000; Ohlsson, 1990; Singh and Nelson, 1992; Thorne, 1992; Traill and Pitts, 1998; Trystram dan Bimbenet, 2002; Welti-Chanes et al., 2002).

KURIKULUM PROGRAM STUDI TEKNIK PANGAN

Dari prospek perkembangan industri pertanian di masa mendatang, pendidikan dengan penekanan dalam "ilmu keteknikan untuk pengembangan teknologi

pertanian" atau *food engineering* akan sangat diperlukan. Program studi *Food engineering* akan berbeda dengan Program Studi *Food Science* ataupun *Food Technology*. *Food Engineering* diartikan sebagai penerapan konsep dan prinsip *engineering* dalam konversi bahan baku pertanian/pangan menjadi bahan konsumsi yang aman dan dengan mutu sebaik mungkin. Kata *Engineering* sendiri diartikan sebagai *the application of scientific principles to the optimal conversion of natural resources into structures, machines, products, systems, and processes for the benefit of humankind* (Encyclopedia Britanica, 1999). Dengan demikian, kurikulum program studi Teknik Pangan menekankan pada Pelajaran Ilmu Keteknikan (*Engineering Courses*) dengan penambahan beberapa kuliah dalam Ilmu dan Teknologi Pangan serta ilmu Hayati lainnya. Pengetahuan keteknikan meliputi ilmu fisika dan kimia fisika, mekanika fluida, termodinamika, perpindahan kalor, mekanika dan dinamika, kekuatan bahan serta matematika teknik akan merupakan pelajaran dasar atau sebagai cakupan formal bidang Teknik Pangan. Disamping itu, perlu diajarkan pengetahuan dasar teknik proses yang meliputi proses transpor dan rheologi, satuan operasi dan satuan proses, sistem satuan operasi mekanis, proses pengecilan ukuran, pemisahan (separasi) termasuk sedimentasi dan sentrifugasi, proses membran, pencampuran dan pengadukan, serta perancangan industri pangan, proses termal seperti perpindahan panas dalam alat penukar panas, pembekuan dan pencairan pangan, penguapan dan pengentalan, pengeringan dan pengawetan pangan. Sedangkan untuk pemahaman substansinya perlu diajarkan dan pemahaman dasar beberapa ilmu pangan yang meliputi sifat fisik pangan, sifat biologis dan fisiologis pangan, mikrobiologi dan bioteknologi, kimia dan biokimia pangan, gizi, analisa pangan, teknologi pengawetan dan pengolahan pangan serta sanitasi dan dasar dasar manajemen industri (Hartel, 2001; IFT, 1990; Kaimowitz, 1990; Maskowits, 1994; Mermelstein, 1997; Satterlee, 1993; Thompson, 1977; Traill and Pitts, 1998; Tranggono, 2000).

Beban Program Studi Teknik Pangan, sebagaimana jenjang Pendidikan Sarjana lainnya, sekitar 145-150 SKS. Untuk itu, kandungan keilmuan Program Studi Teknik pangan dapat dikelompokkan dalam ilmu teknik dan fisika (50-60% atau sekitar 70-85 SKS), ilmu pangan (20-30% atau sekitar 30-45 SKS) serta ilmu penunjang (statistik, komunikasi dll., 10-20% atau sekitar 15-30 SKS). Berdasarkan komposisi perkuliahan yang diperlukan, maka Program Studi Teknik Pangan seyogyanya merupakan perkuliahan antar jurusan/program studi Teknik Pertanian dan Ilmu Pangan. Beberapa mata kuliah hendaknya diasuh bersama dengan PS Teknik Pertanian dan beberapa diantaranya di laksanakan bersama dengan PS Ilmu Pangan. Disamping itu, perlu dimintakan pengasuhan

beberapa mata kuliah oleh staf pengajar dari Teknik Kimia yang lebih menguasai aspek teknik proses. Dari kurikulum tersebut nampak bahwa disamping penguasaan *engineering courses* juga diberikan pengetahuan ilmu pangan, ilmu hayati dan mikrobiologi, ilmu lingkungan serta dasar dasar manajemen. Berdasarkan itu, kira kira 70-80% dari mata kuliah yang diperlukan sudah tersedia di kedua program studi tersebut sehingga hanya perlu menambahkan mata kuliah sekitar 20% sebagai penciri PS Teknik Pangan. Dengan demikian, pengembangan PS Teknik Pangan tidak perlu dimulai dari nol, tetapi merupakan pemanfaatan gabungan sumber daya yang telah ada. Seperti halnya program studi *Food Engineering* di beberapa negara maju, mata kuliah sebagian besar diambilkan dari PS Ilmu Pangan, PS Teknik Pertanian dan PS Teknik Kimia. (Hartel, 2001; IFT, 1990; Satterlee, 1993; Thompson, 1977; Traill and Pitts, 1998; Tranggono, 2000; World Web Site, 2005).

Mengingat di masa depan industri dalam negeri berbasis pada usaha pertanian, seperti halnya industri pangan akan meningkat, maka diperkirakan diperlukan sarjana *Food Engineering* lebih banyak. Pendidikan tinggi dalam bidang "Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian atau Pangan" dan "Teknik dan Mekanisasi Pertanian" telah berkembang dalam negeri. Banyak perguruan tinggi negeri dan perguruan tinggi swasta telah menawarkan kedua program studi baik berupa fakultas ataupun masih sebagai program studi dalam Fakultas Pertanian. Keberadaan dan kerjasama kedua Program Studi tersebut akan memudahkan pengembangan kurikulum dan pengadaan tenaga pengajar Program Studi Teknik Pangan (Kaimowitz, 1990; Satterlee, 1993; Traill dan Pitts, 1998).

PELUANG KERJA DAN LAPANGAN PEKERJAAN

Peluang untuk pengembangan Teknologi Pertanian masih luas. Dari uraian yang telah disajikan, nampak bahwa peluang pengembangan karier di bidang Teknologi Pertanian, karier dengan basis ilmu Teknik Pertanian dan Pangan masih cukup luas dan menantang, penelitian untuk pengembangan ilmu, penelitian penerapan dan pengembangan teknologi, penerapan teknologi dalam industri pertanian masih perlu penanganan serius dan cermat. Pengembangan wirausaha berbasis pada ilmu pengetahuan tersebut masih terbuka, industri pascapanen (eskor buah tropis, anggrek dan bunga), industri pengolahan dan pengemasan pangan (bandeng duri lunak, gudeg tahan basi, rendang siap santap dan bakpia anti tengik) masih dimungkinkan untuk dikembangkan. Bila memang pembangunan industri pertanian akan digunakan sebagai landasan untuk pembangunan negara lebih lanjut, maka peluang pengembangan karier dibidang

ilmu Teknik Pertanian dan Pangan masih sangat menjanjikan.

Lulusan Program Studi Teknik Pangan diarahkan untuk mampu bekerja di bidang penelitian dan pengembangan teknik penanganan dan pengolahan pangan serta hasil pertanian dan budidaya kelautan lainnya, terutama hewan, tanaman dan bahan hayati tropis di lembaga penelitian atau industri pertanian (*research and development*), atau menjadi *engineer* di industri pengolahan pangan sebagai perancang (*designer*), pembangun (*constructor*), pengoperasi (*operator*) serta perencana dan pengelola operasi proses (*planner and manager of process operation*) di industri pertanian/ perkebunan/budidaya kelautan, serta menjadi tenaga pendidik dan peneliti di perguruan tinggi, di lembaga konsultan atau di lembaga pemerintah maupun swasta lainnya.

Untuk negara berbasis pertanian tradisional seperti halnya Indonesia pengembangan ilmu teknik pertanian masih mutlak diperlukan. Indonesia masih dihadapkan pada permasalahan nisbah lahan per penduduk yang rendah, produksi lahan rata rata beberapa komoditas yang masih rendah, penanganan pasca panen yang belum menjamin mutu dan umur simpan produk pertanian masih jauh dari harapan. Pembangunan industri pertanian agar Indonesia menjadi negara agraris tangguh, masih perlu ditunjang dengan pengembangan teknologi pengembangan lahan, peningkatan produksi lahan dan penanganan pasca panen serta pengolahannya. Juga dengan semakin meningkatnya isu "gender", meningkatnya peluang perempuan akan pekerjaan di luar tugas "ibu pengurus rumahtangga" disertai dengan naiknya jumlah "bapak pekerja rumahtangga" maka tuntutan kemudahan "urusan rumahtangga" meningkat pula. Kebutuhan akan makanan siap hidang meningkat, disamping permintaan akan makanan olah bermutu. Kebutuhan untuk pengembangan teknologi pengolahan hasil pertanian akan meningkat sehingga kebutuhan *food technologists* dan *food engineers* akan meningkat.

KESIMPULAN

Untuk mendukung program Pembangunan Industri Pertanian diperlukan pengembangan Teknologi Pertanian dan dukungan sumber daya manusia (SDM) yang memadai. Untuk itu, perlu dikembangkan Program Studi Teknik Pangan untuk mendukung pengembangan teknologi pertanian dan pengadaan SDM yang memadai. PS Teknik Pangan sebagai program studi akan berbeda dengan PS Teknologi Pangan atau PS Ilmu Pangan yang sudah ada. Dalam hal ini PS Teknik Pangan lebih menekankan pemahaman penerapan ilmu teknik dalam pengembangan proses, perancangan alat, pembangunan dan pengoperasian, serta manajemen. Untuk itu, kurikulum Program Studi Teknik Pangan akan mempunyai kandungan yang meliputi

ilmu teknik, fisika dan sejenisnya (50-60%), ilmu pangan dan ilmu hayati lainnya (20-30%) serta ilmu penunjang dan pelengkap (statistik, komunikasi dll., 10-20%). Program Studi ini dapat ditangani bersama oleh program studi yang sudah ada, yaitu PS Teknik Pertanian dan PS Ilmu Pangan atau PS Teknologi Pangan. Lulusan PS Teknik Pangan mempunyai peluang untuk bekerja di industri pangan sebagai teknisi atau *engineer* baik sebagai perancang atau pengembang peralatan industri pangan atau sebagai *operation engineer*, tenaga peneliti dan pengembang teknologi proses pangan di lembaga penelitian atau di RD Industri Pangan, tenaga ahli pada lembaga konsultasi ataupun tenaga pengajar di perguruan tinggi dengan keahlian teknik pangan. Untuk itu, kiranya saat ini sudah perlu dikembangkan dan didirikan Program Studi dengan spesialisasi Teknik Pangan untuk pengembangan teknologi yang dapat menunjang dan mendukung kemajuan industri pangan di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, P. P. 1982. *Agricultural Research and Technology*. Longman, London.
- Barbosa-Canovas, G. V. and G. W. Gould. 2000. *Innovations in Food Processing*. Technomic Publishing Co., Inc. Lancaster.
- Chambers, J. V. 1989. *Innovations in Aseptic Processing of Particulates*. The First International Congress on Aseptic Processing Technologies, Indianapolis. Indiana. USA March 19-21, 1989
- Cheftel, J. C. 1990. *Extrusion Cooking: Operating Principles, Research Trends and Food Applications*. In "Processing and Quality of Foods. Volume I". Editors: Zeuthen et, al. Elsevier Applied Science, London.
- Encyclopedia Britannica. 1999. *Engineering*. Hasil Penelusuran dari CD edisi 1999.
- France, J and J. H. M. Thornley. 1984. *Mathematical Models in Agriculture*. Butterworth, London.
- Frazier, P. J. 1990. *Industrial viewpoints on extrusion cooking*. In "Processing and Quality of Foods I" (Editors: P. Zeuthen, J. C. Cheftel, C. Erickson, P. Linko, and K. Paulus). Elsevier Applied Science Publisher, London.
- Graft, E. and I. J. Saguy. 1991. *Food Product Development. From Concept to the Marketplace*. The AVI Publ. Comp., Westport.
- Harper, J. M. 1984. *Recent Applications and Research Perspectives in the Field of Extrusion Cooking*. In "Thermal Processing and Quality of

- Foods." Editors: Zeuthen et al., Elsevier Applied Science, London.
- Hartel, R. W. 2001.** IFT Revises its Education Standards. *Food Technology*. 55(10):53-59.
- Henderson, S. M. and R. L. Perry. 1982.** *Agricultural Process Engineering*. The Avi Publishing Company, Inc., Westport
- Holdsworth, S. D. 1997.** "Thermal Processing of Packaged Foods". Blackie Academic and Professional, London.
- IFT. 1990.** IFT Undergraduate Curriculum Minimum Standards – 1977 Revision. *Food Technology* 44(2):32-39.
- Janssen, L. P. B. M. 1984.** The Interaction of Design and Operating Conditions in Extrusion Cooking. In "Thermal Processing and Quality of Foods." Editors: Zeuthen dkk. Elsevier Applied Science, London.
- Kaimowitz, D. 1990.** Making the Link: Agricultural Research and Technology Transfer in Developing Countries. Westview Press, London.
- Lozano, J. E., C. Anon, E. Parada-Arias and G. V. Barbosa-Canovas. 2000.** Trends in Food Engineering. Technomic Publishing Co., Inc. Lancaster.
- Maskowits, H. R. 1994.** Food Concepts and Products. Just in Time Development. Food Nutrition Press., Inc., London.
- Mermelstein, Neil H. 1997.** Food Technology's 50th Annisversary: Looking Ahead. *Food Technology* 51(12):49-54.
- Ohlsson, T. 1990.** HTST Processing – State of the Art. In "Processing and Quality of Foods. Volume I" Editors: Zeuthen dkk. Elsevier Applied Science, London.
- Richardson, P. 2001.** Thermal Technologies in Food Processing. Woodhead Publishing Limited and CRC Press. Cambridge.
- Satterlee, Lowell D. 1993.** Taking Food Science to a Nationwide Classroom. *Food Technology* 47(7):97-99.
- Singh, R. K. and P. E. Nelson. 1992.** "Advances in Aspetic Processing Technologies". Elsevier Applied Science, London.
- Singh, R. Paul. 2001.** What is Food Engineering? Hasil Penelusuran lewat Internet pada Situs "www.yahoo.com" pada pencarian dengan topik "Food Engineering".
- Thompson, David R. 1977.** Teaching Food Engineering to Food Science Students. *Trans. ASAE*. 22(3): 598-600.
- Thorne, S. 1992.** "Mathematical Modelling of Food Processing Operations". Elsevier Applied Science, London.
- Trystram, G and J. J. Bimbenet. 2002.** Trends in Food Engineering. In „Engineering and Food for the 21st Century". Editor: Welti-Chanes, dkk. CRC Press. Boca Raton.
- Trail, W. B. and E. Pitts. 1998.** Competitiveness in the Food Industry. Blackie Ac. and Proff., Glasgow.
- Tranggono. 2000.** Kurikulum Inti Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian. Seminar Nasional Industri Pangan. Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), 10-11 Oktober 2000 di Surabaya.
- Welti-Chanes, J., G. V. Barbosa-Canovas and J. M. Aguilera. 2002.** Engineering and Food for the 21st Century. CRC Press. Boca Raton.
- World Web Site. 2005:** <http://www.iastate.edu>. ABE, Iowa State University; <http://www.ifas.ufl.edu>. ABE, University of Florida; <http://www.unl.edu>. BSE Nebraska University; <http://www.bae.ksu.edu>. BAE, Kansas State University; <http://egr.msu.edu>. BAE, Michigan State University; <http://fabe.osu.edu>. FABE, Ohio State University