

Tinjauan Mata Kuliah

Proses pengolahan pangan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan manusia. Sejak zaman dahulu kala, manusia mengenal makanan dan mengolahnya menjadi suatu bentuk yang dapat dimakan, seperti dengan cara memasak dengan api, menjemur di bawah terik matahari. Dalam era di mana teknologi pengolahan pangan dan industri pangan telah berkembang begitu pesat, proses pengolahan tidak sesederhana yang dibayangkan. Pengolahan makanan sering bersifat spesifik dan untuk dapat mengolahnya secara benar diperlukan dasar-dasar keteknikan pangan (*food engineering*). Keteknikan pangan merupakan aplikasi dari prinsip-prinsip keteknikan dalam aspek penanganan, proses produksi, pengolahan dan distribusi pangan. Disiplin rekayasa dan proses pangan atau teknik pangan merupakan kombinasi dari disiplin teknik pertanian, teknik kimia, serta teknologi pangan dan gizi. Proses pengolahan pangan melibatkan berbagai operasi baik fisik maupun mekanis, seperti pemisahan (sortasi dan ekstraksi), penghancuran, penyaringan, pemompaan, pemanasan, pendinginan, penguapan, pengentalan. Dengan demikian, bahan mentah akan melalui berbagai jenis operasi ini, baru kemudian menjadi produk pangan yang siap untuk dikonsumsi. Kondisi setiap proses atau operasi harus dirancang sedemikian rupa sehingga perubahan yang diinginkan berjalan dengan lancar dan baik, sedangkan perubahan yang tidak diinginkan dapat dihindarkan atau dihambat. Agar proses pengolahan pangan dapat dilakukan secara benar dan efisien, diperlukan pengetahuan tentang prinsip-prinsip keteknikan, baik yang berkaitan dengan prinsip pindah massa dan energi (di antaranya mencakup kesetimbangan massa dan energi, dan termodinamika), unit operasi dalam proses pengolahan (seperti ukuran/dimensi pipa, pompa, penukar panas, *retort*, refrigerator, *freezer*, mesin pengering), maupun desain proses (seperti suhu, waktu, tekanan, kecepatan aliran, sifat aliran). Dilihat dari bahan pangan yang akan diolah, sifat-sifat bahan mentah itu sendiri sangat kompleks. Seperti diketahui bahwa hasil-hasil pertanian yang dimakan manusia dapat berasal dari sumber hewani, ikan, dan nabati. Demikian juga bentuk bahan pangan beraneka bentuk, ada yang berbentuk padat, cair, dan setengah padat. Di dalam proses pengolahan itu sendiri, terjadi perubahan-

perubahan baik fisik maupun kimiawi yang dikehendaki ataupun yang tidak dikehendaki. Di samping itu, setelah melalui proses pengolahan, makanan tadi tetap tidak stabil karena akan mengalami perubahan selama penyimpanan. Oleh karena itu, dalam proses pengolahan pangan perlu juga diketahui sifat fisikokimia bahan pangan yang akan diolah, seperti kekentalan, tekstur, densitas, konduktivitas panas, koefisien pindah panas, panas jenis, panas laten. Dari jabaran di atas maka di samping harus mempunyai penguasaan yang baik terhadap ilmu biologi, mikrobiologi, kimia, biokimia, gizi, dan ilmu pangan, seorang ahli teknologi pangan juga harus menguasai aspek satuan operasi industri pangan dan prinsip-prinsip teknik pangan. Sebagian besar produk pangan yang saat ini berada di rak-rak pasar swalayan dan di lemari konsumen sebagian besar merupakan hasil dari proses aplikasi konsep-konsep dasar fisika, kimia, mikrobiologi, dan rekayasa proses pangan. Mata kuliah Prinsip Teknik Pangan (PANG 4215) merupakan mata kuliah wajib bagi keahlian bidang ilmu dan teknologi pangan yang bertujuan memberikan dasar-dasar keteknikan dalam proses pengolahan pangan. Mata Kuliah ini telah direkomendasikan secara internasional oleh *Institute of Food Technologists* (IFT) untuk masuk dalam kurikulum program sarjana teknologi pangan. Belajar keteknikan pangan agak berbeda dengan belajar ilmu-ilmu lain dalam disiplin ilmu pangan. Seorang ahli teknik pangan tidak dianjurkan untuk mengingat penyelesaian dari satu masalah. Akan tetapi, seorang ahli teknik pangan dituntut untuk dapat mengerti prinsip-prinsip teknik pangan dan mengetahui bagaimana memformulasikannya dalam menyelesaikan suatu masalah. Berdasarkan pengalaman mengajar selama beberapa tahun di Program Studi Teknologi Pangan, mata kuliah Prinsip Teknik Pangan sering dianggap sulit oleh mahasiswa karena banyak melibatkan rumus dan perhitungan matematika. Untuk dapat memahami mata kuliah ini secara baik maka diperlukan dasar-dasar ilmu biologi (terutama mikrobiologi), matematika, fisika dan kimia yang memadai. Oleh karena itu, Anda sangat dianjurkan untuk mempelajari kembali mata kuliah-mata kuliah dasar tersebut, terutama bagian yang berkaitan dengan materi yang dibahas. Buku Prinsip Teknik Pangan ini disusun sedemikian rupa sehingga mahasiswa dapat memahami materi yang dibahas secara terstruktur dan mandiri. Penurunan rumus diusahakan

seminimal mungkin dibahas sehingga mahasiswa dapat lebih terfokus pada topik pembahasan dan contoh-contoh aplikasinya dalam proses pengolahan pangan. Buku Prinsip Teknik Pangan ini terdiri dari 9 Modul yang membahas tentang prinsip dan aplikasi keteknikan (*engineering*) dalam sistem proses pengolahan pangan yang mencakup sistem satuan dan dimensi, kesetimbangan massa, prinsip termodinamika dan kesetimbangan energi, aliran dan transportasi fluida, pindah panas tunak (*steady state*) dan tak tunak (*unsteady state*), prinsip proses termal dan optimasi kecukupan proses termal, pendinginan dan pembekuan, psikrometrika, dan pengeringan. Kegiatan belajar diurutkan sedemikian rupa sehingga terlihat hubungan antara satu pokok bahasan dengan pokok bahasan selanjutnya. Diagram berikut merupakan kaitan antara topik-topik yang dibahas dalam mata kuliah Prinsip Teknik Pangan serta urutan pembahasannya. Di setiap Modul dijelaskan kompetensi yang diharapkan untuk dikuasai setelah mengikuti mata kuliah ini. Untuk memudahkan dalam memahami materi yang diberikan, di setiap kegiatan belajar pada masing-masing modul diberikan contoh-contoh kasus dan cara penyelesaiannya. Soal-soal tambahan dalam bentuk latihan dan tes formatif beserta kunci jawabannya diberikan agar Anda dapat mengetahui tingkat pemahaman terhadap materi yang dibahas.

Modul 1 membahas satuan, dimensi, dan kesetimbangan massa. Materi yang dibahas, meliputi jenis-jenis satuan dan dimensi, sistem pengukuran, konversi satuan dan faktor konversi, konsep kesetimbangan massa, serta contoh aplikasinya dalam proses pengolahan pangan. Modul 2 membahas prinsip dasar termodinamika dan kesetimbangan energi. Pembahasan tentang termodinamika mencakup pengertian dan sifat sistem (sistem terbuka, sistem tertutup, dan sistem terisolasi), pengertian tentang energi dalam sistem termodinamika (energi dalam, energi panas, kerja, dan entalpi), pengertian sifat gas dan uap (cairan jenuh, uap jenuh, campuran gas, dan uap lewat jenuh). Pembahasan tentang kesetimbangan energi mencakup persamaan kesetimbangan energi dan aplikasinya dalam proses pengolahan pangan. Modul 3 membahas prinsip aliran fluida dan transportasi fluida. Prinsip aliran fluida mencakup pengertian rheologi dalam proses pengolahan pangan cair, pengertian kekentalan (viskositas) dan cara pengukurannya, serta jenis-jenis fluida (fluida Newtonian dan non-Newtonian). Pembahasan tentang

transportasi fluida mencakup sifat aliran dalam pipa (aliran laminar dan turbulen), persamaan Bernoulli dalam transportasi fluida, dan jenis-jenis tahanan selama transportasi akibat adanya kekasaran, penyempitan, pengembangan, serta sambungan dalam sistem pipa. Pembahasan tentang pindah panas dibahas dalam Modul 4 dan 5. Modul 4 membahas prinsip pindah panas tunak (*steady state*), yaitu pindah panas secara konduksi yang mencakup *Fourier Law* dalam sistem *monolayer/multilayer, plate* dan silinder), pindah panas secara konveksi, dan pindah panas kombinasi konduksi dan konveksi. Modul 5 membahas prinsip pindah panas tak tunak (*unsteady state*) untuk benda tak berbatas dan berbatas (lempeng, silinder, dan bola), pengertian difusitas panas, bilangan Biot, bilangan Fourier, kurva Gurnie-Lurrey, perhitungan-perhitungan untuk pindah panas tak tunak, serta prinsip dan jenis-jenis penukar panas (langsung dan tidak langsung). Pembahasan tentang proses termal untuk tujuan sterilisasi dan pasteurisasi diberikan pada Modul 6 dan 7. Modul 6 membahas prinsip, tujuan dan aplikasi proses termal dalam proses pengolahan pangan di industri pangan, baik pada sistem *batch* maupun *continue* (sinambung), prinsip pasteurisasi dan sterilisasi komersial, aplikasi proses sterilisasi komersial bahan pangan dalam kemasan, serta kerusakan mikrobiologis makanan kaleng (mikroba patogen dan pembusuk, faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhannya, serta jenis-jenis kerusakan mikrobiologis). Modul 7 membahas tentang optimasi kecukupan proses panas yang mencakup prinsip kinetika pemusnahan mikroba, cara menentukan parameter kinetika pemusnahan mikroba (nilai *D*, *Z*, dan *lethal rate*), pengertian dan perhitungan nilai sterilisasi (*F_o*) sebagai standar kecukupan proses panas, prinsip pengukuran penetrasi panas pada kaleng, serta perhitungan kecukupan proses sterilisasi (metode trapesium). Modul 8 membahas tentang sistem pendinginan dan pembekuan. Pembahasan tentang proses pendinginan mencakup pengertian *vapor compression* dalam sistem refrigerasi, pembuangan energi selama proses refrigerasi, refrigeran (jenis dan sifatnya), komponen sistem refrigerasi (kondensor, katup ekspansi, evaporator, dan kompresor) dan mekanisme proses pendinginan, diagram tekanan dan entalpi, perhitungan matematika dalam sistem refrigerasi (laju refrigeran, laju kerja dalam kompresor, panas yang diserap oleh evaporator, *coefficient of performance*). Pembahasan

tentang proses pembekuan mencakup konsep pembekuan dalam proses pengawetan pangan, panas laten pembekuan, kurva pembekuan, perhitungan pembekuan (hubungan % air beku vs suhu, laju pembekuan, perhitungan waktu pembekuan). Modul 9 membahas tentang prinsip pikrometrika dan proses pengeringan. Pembahasan tentang psikrometika mencakup pembahasan tentang teori termodinamika dalam udara kering (komposisi, volume jenis udara kering, panas jenis entalpi udara kering, dan suhu bola kering), uap air (volume jenis, panas jenis, dan entalpi), dan campuran udara-uap (sifat-sifat campuran udara-uap, titik embun, kelembaban mutlak, kelembaban relatif, panas lembab, volume spesifik, penjujukan adiabatik udara, volume spesifik, dan suhu bola basah), kurva psikrometrik untuk mengetahui sifat udara, serta aplikasi psikometrika (campuran udara dan air) dalam mendesain sistem pengolahan dan penyimpanan pangan). Pembahasan tentang prinsip pengeringan mencakup pengertian aktivitas air, kurva isotherm sorpsi air, pindah panas dan massa dalam proses pengeringan, jenis-jenis mesin pengering, serta persamaan matematika dalam menentukan waktu pengeringan.

Kami berharap buku ini dapat berkontribusi dalam memberikan pengetahuan yang memadai untuk bidang keteknikan pangan, khususnya bagi mahasiswa Program Studi Teknologi Pangan.

Peta Kompetensi Prinsip Teknik Pangan/PANG4215/3 SKS

