Teknologi Penggorengan

Teknologi penggorengan digunakan untuk mengolah aneka produk pangan karena kemampuannya untuk menghasilkan produk dengan karakteristik flavor, struktur dan tekstur yang unik. Secara khusus, teknologi penggorengan sangat populer diaplikasikan di industri makanan ringan (snack).

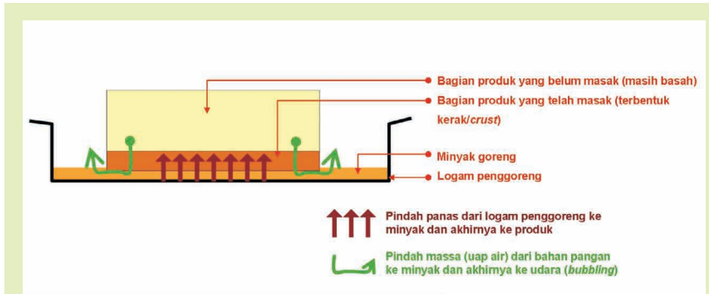
Karena menggunakan minyak goreng sebagai medium pemanasan, maka produk goreng tidak hanya mengalami pemasakan, tetapi juga mengalami perubahan dalam kandungan lemak (minyak) yang akan mempengaruhi kualitas flavornya. Kerenyahan merupakan salah satu karakteristik unik produk goreng karena proses penggorengan mempunyai kesamaan dengan proses pengeringan dalam kaitannya dengan pengurangan kadar air. Hal ini menyebabkan produk pangan yang awalnya mempunyai kandungan air cukup tinggi, akan mengalami penurunan kadar air secara nyata sehingga menjadi kering dan lebih awet.

Teknik penggorengan

Secara proses, penggorengan mempunyai kemiripan pengeringan. Perbedaan mendasar antara penggorengan dan pengeringan adalah dalam medium pemanas yang digunakan. Penggorengan menggunakan minyak goreng, sedangkan pengeringan umumnya menggunakan udara panas. Berdasarkan pada suhu minyak goreng, proses penggorengan dibedakan menjadi dua, yakni (i) penggorengan dengan suhu rendah (suhu 130-170°C) dan (ii) penggorengan dengan suhu tinggi (suhu 180-200°C).

Metode penggorengan suhu rendah biasanya dilakukan dengan teknik **shallow frying.** Teknik shallow frying digunakan untuk penggorengan produk dengan permukaan luas dan tidak memerlukan pemanasan yang intensif. Misalnya pada proses penggorengan telur dadar, daging burger, dan oseng-oseng sayuran. Umumnya teknik ini banyak dilakukan di rumah-tangga. Variasi teknik penggorengan dengan prinsip shallow frying ini adalah saute frying (menumis), yaitu teknik menggoreng produk pangan dengan sedikit minyak/ lemak dan dilakukan pengadukan terus menerus.

Dengan teknik shallow frying proses pindah panas umumnya terjadi secara konduksi dari permukaan panas menembus lapisan minyak dan langsung ke bahan dalam satu arah (Gambar 1). Sesuai dengan namanya –shallow frying- lapisan minyak umumnya tidak terlalu tebal, dengan ketebalan bervariasi tergantung pada ketidakteraturan permukaan.



Gambar 1. Ilustrasi skematis proses shallow frying

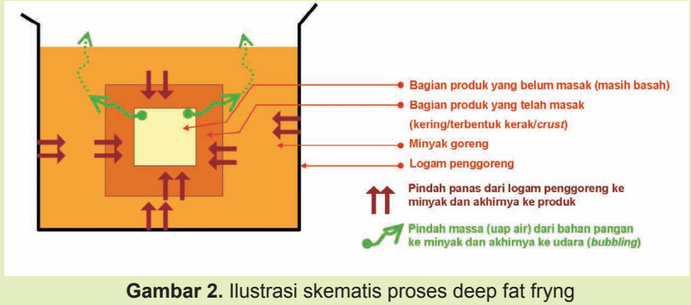
Metode penggorengan suhu tinggi lebih populer dengan istilah **deep fat frying.** Sebagaimana namanya, proses ini dilakukan dengan cara merendamkan produk pangan pada minyak goreng bersuhu tinggi, dimana bahan menerima panas dari seluruh permukaan bahan (Gambar 2), sehingga menghasilkan warna dan penampakan yang seragam. Deep fat frying cocok untuk semua bahan pangan, dan banyak digunakan di industri makanan ringan, industri mi instan, nugget, dan lain-lain.

Teori penggorengan

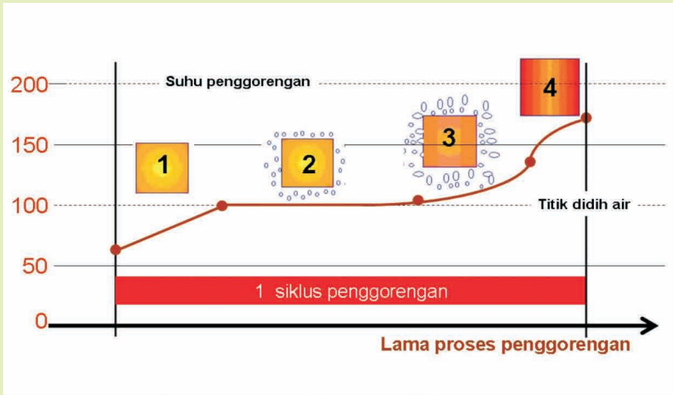
Gambar 1 dan 2 mengilustrasikan mekanisme yang terjadi pada saat bahan mulai dimasukkan pada minyak panas. Proses pindah panas akan terjadi dari logam panas ke minyak dan akhirnya ke bahan yang digoreng, sehingga suhu permukaan bahan akan meningkat secara cepat dan akhirnya akan terjadi penguapan air. Uap air akan mengalami pindah massa ke minyak dan akhirnya ke udara. Dalam pengamatan praktis, terjadinya pindah massa uap air ini terlihat sebagai proses mendidih dimana terjadi gelembung-gelembung uap air keluar dari minyak (peristiwa ini sering disebut sebagai bubbling). Proses bubbling ini identik dengan proses pengeringan, dimana proses ini terjadi pada titik didih air (100°C pada tekanan atmosfir). Jadi selama proses bubling masih terjadi, maka suhu produk masih berkisar pada suhu 100°C.

Proses penggorengan sering dibagi menjadi 4 tahapan proses yaitu (i) proses pemanasan awal; (ii) proses evaporasi (pendidihan air, khususnya di permukaan); (iii) proses evaporasi dengan laju menurun (falling rate), karena di permukaan telah terbentuk kerak yang menghalangi proses pindah massa uap air; dan akhirnya (iv) berakhirnya proses evaporasi (bubble endpoint). Secara skematis profil suhu produk mengikuti pentahapan proses penggorengan tersebut bisa diilustrasikan pada Gambar 3. Terjadinya tahap-tahap proses penggorengan ini berbeda-beda untuk masing-masing produk. Untuk produk yang basah –misalnya- tahap 2 (yaitu proses evaporasi) akan berlangsung lebih lama dibandingkan yang terjadi pada produk kering.

Pada tekanan atmosfir, maka proses evaporasi (bubbling) ini terjadi pada suhu didih air yaitu pada suhu 100°C. Pada proses penggorengan, tergantung dari jenis bahan dan total padatan bahan, maka titik didih ini tentunya berada sedikit di atas 100°C. Dengan kata lain, pada suhu sekitar 100°C inilah, air di permukaan bahan mulai mendidih berubah menjadi uap air dan dimulailah proses pengeringan dengan cara yang mirip dengan proses pengeringan. Proses penguapan ini menyebabkan bagian permukaan lebih kering daripada bagian dalam bahan, sehingga terjadilah perpindahan air dari dalam bahan yang masih basah menuju permukaan. Bubbling akan berlangsung



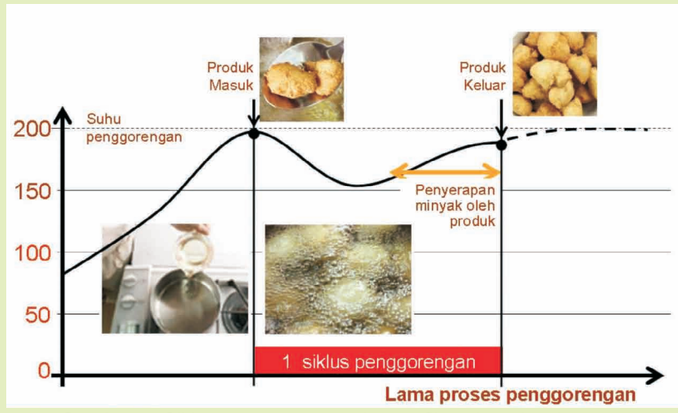
Gambar 2. Ilustrasi skematis proses deep fat fryng



Gambar 3. Profil suhu produk dalam 1 siklus penggorengan

terus selama masih ada air di permukaan, sampai akhirnya proses perpindahan air tidak mampu lagi mengimbangi proses penguapan sehingga permukaan menjadi kehabisan air, sehingga suhu permukaan mulai meningkat lebih besar dari 100°C dan terbentuklah kerak. Pada kondisi ini laju penguapan mulai menurun memasuki tahap falling rate, suhu permukaan bahan meningkat, sedangkan suhu internal bahan mulai meningkat mendekati 100°C, dimana pada titik tersebut proses penguapan terus terjadi. Uap yang terjadi di bagian internal bahan ini akan keluar melewati kerak yang telah terbentuk di bagian luarnya.

Kerak pada permukaan bahan memiliki struktur rongga dan sistem kapiler-kapiler dengan ukuran beraneka-ragam. Selama kapiler tersebut masih bisa dilalui uap air, proses penguapan akan bisa berlangsung sampai bahan tersebut kering (tidak ada lagi air yang diuapkan). Namun demikian, bisa saja karena pemanasan terjadi pada suhu tinggi, maka kerak yang terbentuk berupa kerak yang pajal, yang sulit dilalui oleh uap air. Jika terjadi hal tersebut, maka penguapan akan berhenti dan menghasilkan produk goreng



Gambar 4. Siklus penggorengan dan profile suhu minyak goreng **(digambar kembali dari Guillaumin, 1988).**

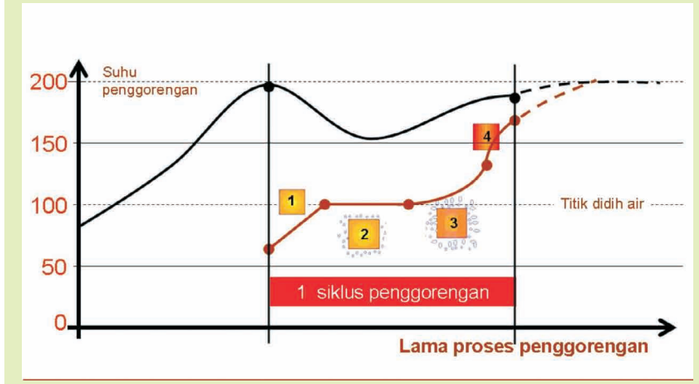
yang kering (dan keras) di bagian permukaan, tetapi masih basah di bagian dalam.

Hal penting yang juga perlu dikontrol adalah selama rongga-rongga pada produk pangan yang tadinya diisi oleh air, akan menjadi kosong dan pada saatnya akan diisi oleh minyak goreng panas, sehingga akan meningkatkan kadar minyak pada produk akhir. Proses ini biasanya terjadi pada bagian akhir dari siklus penggorengan (Gambar 4), khususnya dimulai pada saat akhir tahap falling rate. Jumlah minyak yang terserap oleh produk tentunya sangat dipengaruhi oleh jenis produk itu sendiri.

Periode waktu yang diperlukan oleh produk untuk melewati tahap-tahap proses penggorengan tersebut sampai akhirnya mencapai tingkat penggorengan sempurna sangat dipengaruhi oleh banyak faktor, antara lain (i) bahan (jenis, ukuran, jumlah, kadar air, dan suhu); (ii) minyak (jenis, jumlah, dan suhu); dan (iii) tingkat penggorengan yang dikehendaki (warna, tekstur dan karakter lain produk goreng yang dihasilkan). Secara skematis, proses perubahan suhu minyak dan suhu produk sekaligus disajikan pada Gambar 5.

Pengaruh suhu penggorengan

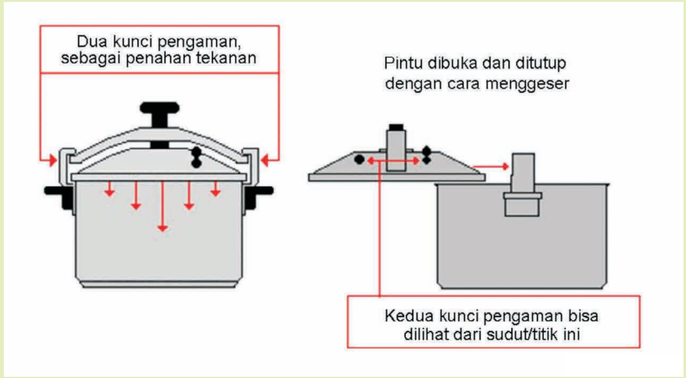
Penggorengan bisa dilakukan pada suhu minyak antara 150-200°C (300-400°F), tetapi pada umumnya –khususnya



Gambar 5. Profile suhu produk dan suhu minyak goreng dalam 1 siklus penggorengan

di industri jasa boga- proses penggorengan dilakukan pada suhu 160-190°C (325-375°F). Sekali lagi, suhu penggorengan hendaknya dipilih dengan mempertimbangkan jenis minyak yang digunakan dan karakter produk goreng yang dihasilkan. Pada kisaran suhu penggorengan yang umum (160-190°C) kebanyakan jenis produk pangan akan mengalami proses penggorengan dengan cepat dan mampu menghasilkan produk dengan warna kuning keamasan yang menarik, tekstur yang crispy, dan kualitas flavor yang baik, dengan jumlah absorpsi minyak sekitar 8-25% (tergantung dari karakteristik bahan).

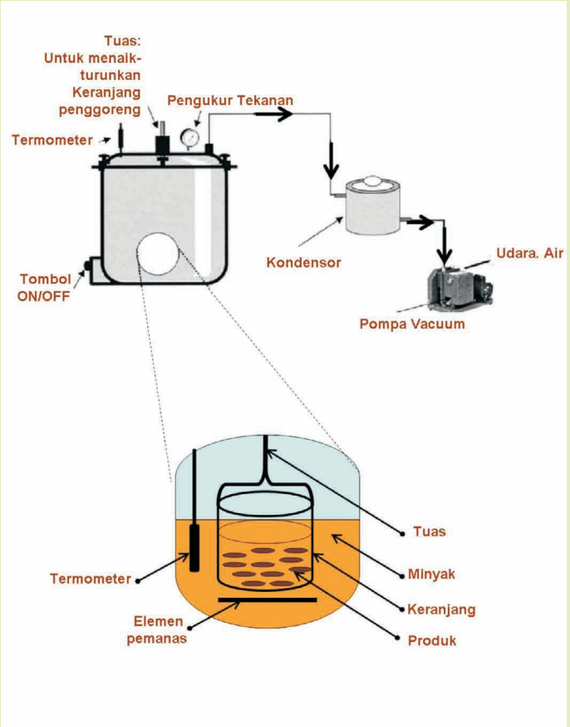
Telah disampaikan diawal bahwa penggorengan bisa dilakukan pada berbagai pilihan suhu, tergantung dari karakteristik produk yang diinginkan. Dengan memilih suhu yang berbeda, akan dihasilkan produk dengan karakteristik yang berbeda pula. Penggunaan suhu penggorengan yang lebih rendah akan menyebabkan waktu penggorengan semakin lama, warna produk semakin terang, flavor khas produk goreng kurang terbentuk dan minyak yang diabsorpsi akan lebih banyak. Sebaliknya, penggunaan suhu yang lebih tinggi akan memberikan kecenderungan yang sebaliknya, yakni waktu penggorengan lebih cepat, warna lebih gosong, cenderung terbentuk



Gambar 6. Broaster alat penggoreng bertekanan tinggi

flavor gosong (over cooked) dan penyerapan minyak yang lebih rendah. Namun demikian, penggunaan suhu minyak yang terlalu tinggi bisa menyebabkan proses pembentukan kerak goreng (crust) secara lebih cepat, proses pindah massa terhambat, proses bubling segera terhenti, sehingga menghasilkan produk yang keras dan gosong di permukaan tetapi basah bahkan mungkin mentah (under cooked) di bagian dalamnya. Ilustrasi ini menunjukkan betapa pentingnya pemilihan suhu penggorengan yang tepat untuk menghasilkan karakter produk yang tepat pula.

Jika diperlukan, proses penggorengan bisa dilakukan secara bertahap. Bahan digoreng pada suhu rendah terlebih dulu dan kemudian digoreng pada suhu yang lebih tinggi. Penggorengan bertahap bisa dilakukan secara batch dengan dua jenis penggoreng, bisa pula dilakukan secara sinambung (continuous) dengan menggunakan multi-zone fryer. Penggorengan pada suhu rendah terlebih dulu dimaksudkan agar proses penguapan air terjadi di bagian dalam bahan dan uap air mudah keluar dari bahan sebelum terbentuk kerak yang akan menghambat laju pindah massa uap air. Dengan demikian akan dihasilkan produk dengan bagian dalam yang lebih kering. Selanjutnya dilakukan penggorengan pada suhu yang



Gambar 7. Skematik alat pengoreng bertekanan rendah (vakum)

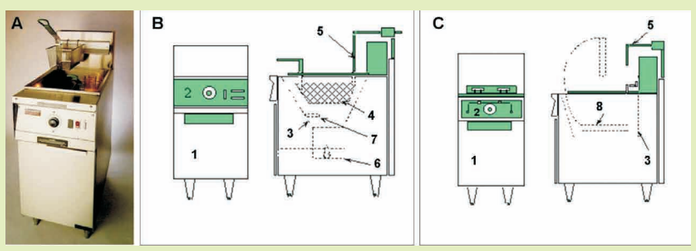
lebih tinggi untuk memperoleh tekstur, warna permukaan dan flavor yang dikehendaki.

Pengaruh tekanan

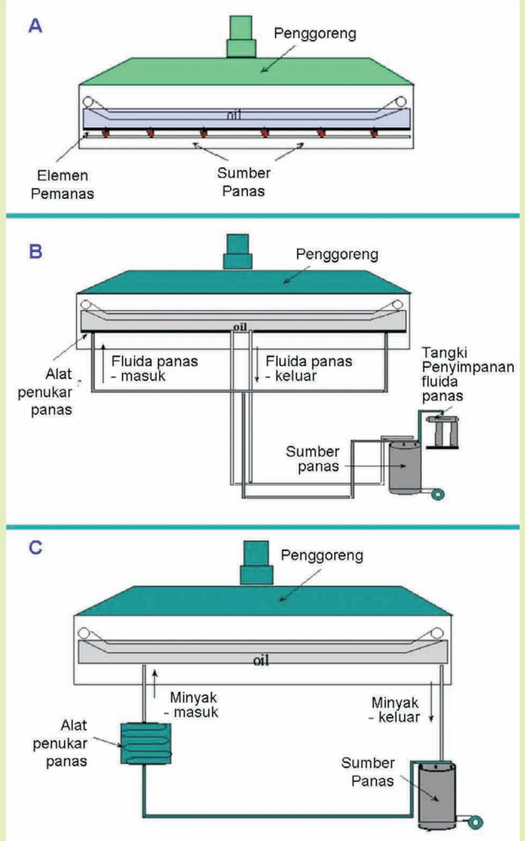
Pada umumnya, proses penggorengan dilakukan pada kondisi terbuka yang berarti proses pemanasan terjadi pada tekanan atmosfir. Proses penggorengan bisa juga dilakukan dengan pengaturan tekanan, baik dengan menggunakan tekanan tinggi maupun tekanan vakum. Sebagaimana bisa dilihat pada Gambar 3. bisa diduga bahwa pengaturan tekanan akan secara langsung berpengaruh pada proses evaporasi. Semakin tinggi tekanan yang diberikan, maka proses evaporasi akan berlangsung pada suhu yang lebih tinggi. Sebaliknya, proses penggorengan pada kondisi vakum, akan menyebabkan proses evaporasi berlangsung pada suhu rendah.

Pressure Frying (Penggorengan dengan tekanan tinggi). Istilah broasting sering dipakai untuk menjelaskan proses penggorengan dengan suhu tinggi ini. Namun sesungguhnya istilah ini muncul karena popularitas alat penggoreng bertekanan dari perusahaan Broaster (Broaster Co) di Amerika, sehingga proses dengan menggunakan " Broaster" kemudian populer dengan istilah Broasting. Alat ini (Gambar 6) cocok untuk menghasilkan ayam goreng dengan daging dalam masih segar (moist) dan berair (juicy) tetapi crispy di bagian luarnya, dan tidak terlalu berminyak. Istilah broasting sebetulnya tidak hanya proses pengorengan dengan tekanan tinggi saja, tetapi sekaligus proses dengan marinasi khusus. Inilah yang menyebabkan istilah broasting cukup populer.

Peningkatan tekanan akan menyebabkan peningkatan titik didih, sehingga seperti diilustrasikan pada Gambar 3, proses evaporasi akan semakin tinggi pula. Dengan kata lain, proses pengeringan akan berlangsung lebih sulit. Mekanisme inilah yang menyebabkan produk yang digoreng dengan tekanan tinggi umumnya masih basah dan juicy.



Gambar 8. Batch fryer.
(A). Batch deep fryer, (B). Gas batch deep fryer dan (C) Electric deep fryer. (1). Stainless steel body, (2). Main switches, (3). Oil fat, (4). Basket, (5). Basket lift system, (6). Burner, (7). Thermostat, (8) Electric heater



Gambar 9. Sistem pemanas pada alat penggoreng

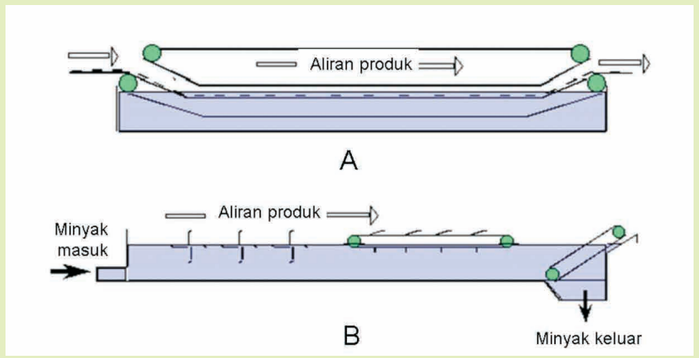
Namun sebaliknya, pada suhu minyak yang tinggi (tekanan tinggi akan meningkatan titik asap minyak) akan menyebabkan terbentuknya kerak di bagian permukaan dengan cepat untuk memperoleh tekstur yang crispy di permukaan. Walaupun memungkinkan untuk dioperasikan pada suhu yang lebih tinggi, namun pressure frying ini biasanya dilakukan pada suhu mirip dengan deep fat frying biasa.

Vacuum frying (penggorengan dengan tekanan rendah). Kembali menunjuk pada Gambar 3, penurunan tekanan akan menyebabkan penurunan suhu evaporasi. Pada tekanan vakum sekitar 3 kPa, misalnya, air akan mempunyai titik didih pada sekitar suhu 25°C. Pada proses penggorengan vakum, suhu evaporasi ini tentunya sedikit di atas 25°C karena pengaruh padatan pada produk. Jika produk yang digoreng tersebut telah berada pada suhu sekitar 25°C pula, maka produk tersebut tidak memerlukan waktu yang panjang untuk memulai proses evaporasi (pengeringan), dan karena hal ini terjadi pada suhu rendah maka proses-proses pengerakan (crust formation) belum dimulai. Pembentukan kerak biasanya dimulai ketika mulai terjadi proses-proses gelatinisasi pati dan/atau denaturasi protein, yang umumnya terjadi pada suhu diatas 80°C dan akan semakin cepat pada suhu yang lebih tinggi. Gambar 7 menunjukkan skema alat penggoreng bertekanan rendah (vakum).

Karena proses evaporasi terjadi pada suhu lebih rendah maka penggorengan vakum juga bisa dilakukan pada suhu minyak yang lebih rendah (harus dicatat juga bahwa tekanan vakum akan menyebabkan penurunan titik asap minyak). Pada tekanan vakum (3-16 kPa atau 0.03 – 0.16 atm) penggorengan bisa dilakukan pada suhu minyak sekitar 118-150°C). Dengan sistem penggorengan semacam ini, produk-produk pangan yang rusak dalam penggorengan (seperti buah-buahan dan sayur-sayuran) akan bisa digoreng dengan baik, menghasilkan produk yang kering dan renyah, tanpa mengalami kerusakan nilai gizi dan flavor seperti halnya yang terjadi pada penggorengan biasa. Umumnya, penggorengan dengan tekanan rendah akan menghasilkan produk dengan tekstur lebih renyah (lebih kering), warna yang lebih menarik. Hal penting lain dari produk hasil penggorengan vakum adalah kandungan minyak yang lebih sedikit dan lebih porus (lebih ringan) dan umumnya mempunyai daya rehidrasi yang lebih baik. Secara khusus, penggorengan vakum berpotensi untuk mengurangi pembentukan akrilamida pada produk goreng.

Industrial frying

Industri pangan saat ini banyak mengaplikasikan teknik deep fat frying untuk proses pengolahannya, seperti untuk produk potato chips, french fries potato, instant noodle, dan lain-lain. Deep fat fryer tipe batch banyak ditawarkan di pasaran (Gambar 8A). Umumnya, penggoreng semacam ini banyak dipakai di industri food service dengan kapasitas yang tidak terlalu besar dan statis. Secara umum batch fryer ini bisa menggunakan gas (Gambar 8B)

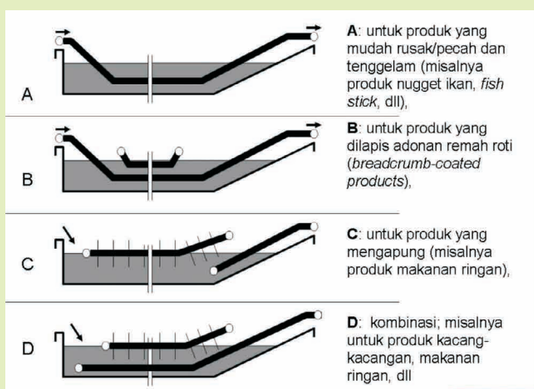


Gambar 10. Sistem konveyor pada alat penggoreng kontinyu

atau bisa juga listrik sebagai sumber pemanas (Gambar 8B). Alat penggorengan industrial umumnya didisain dengan menggunakan tiga sistem pemanasan; yaitu (i) pemanasan langsung **(direct heating)**, (ii) pemanasan tidak langsung **(indirect heating)**, dan (iii) **external heating** dengan menggunakan alat penukar panas yang dipasang diluar sistem penggoreng (Gambar 9).

Direct heating system adalah sistem pemanasan langsung pada minyak goreng dalam mesin penggorengnya. Dalam hal ini elemen pemanas dipasang pada alat penggoreng dengan posisi terendam dalam minyak, sehingga elemen pemanas tersebut akan memberikan panas secara langsung ke minyak (Gambar 9A).

Indirect heating system adalah sistem pemansan dengan menggunakan sumber pamanas dari luar untuk memanaskan fluida pemanas, dimana fluida pemanas tersebut kemudian dikontrol dan dialirkan masuk ke sistem pengoreng untuk memanaskan minyak (Gambar 9B).



Gambar 11. Sistem konveyor pada continuous deep fat fryer

External heating system adalah sistem pemanasan minyak goreng dilakukan di luar alat penggoreng, dan setelah panas minyak goreng panas kemudian dialirkan masuk kembali ke alat penggoreng (9C). Dengan sistem pamanasan eksternal ini, minyak secara kontinyu dipompakan bersirkulasi melewati pemanas eksternal dan kemudian masuk kembali. Salah satu keuntungan sistem ini adalah pada sistem sirkulasi minyak bisa sekaligus dipasang sistem filtrasi untuk minyak, sehingga minyak menjadi lebih bersih dari produk (remah) yang gosong. Filtrasi dapat memperpanjang lama pemakaian minyak karena menghilangkan remah bahan yang dapat merusak dan mempengaruhi flavor dan warna produk.

Continuous deep fat fryer

Proses penggorengan di industri besar sering menggunakan continuous deep fat frier. Secara umum, continuous deep fat frying sama dengan batch fryer yang dilengkapi dengan sistem conveyor stainless steel yang terendam dalam tanki minyak (Gambar 10). Sistem konveyor yang ada biasa diinstal adalah sistem sabuk (belt system, A) dan sistem pedal berputar disertai dengan konveyor (B). Dalam hal ini, kecepatan konveyor dan suhu minyak akan sangat menentukan waktu penggorengan. Dalam skala industri, alat ini bisa beroperasi secara otomatis dengan laju produksi lebih dari 15 ton produk per jam. Sesuai dengan karakteristik produk yang digoreng, maka konveyor bisa dikonfigurasikan untuk memastikan produk terendam dalam minyak goreng dengan baik (lihat Gambar 11).

Purwiyatno Hariyadi

Referensi

- *Guilaumin, R. 1988. Kinetics of fats penetration in foods. In "Frying of Food; Principles, Changes, New Approachs". Valera, G., Bender, A.E. and Morton, I.D., (Eds.). Ellis Horwoods, England.*