

DASAR-DASAR DAN PEMANFAATAN ILMU DAN TEKNOLOGI PATI*)

Haryadi**)

*)Orasi Ilmiah Pengukuhan Lektor Kepala Madya, 14 Mei 1993

**)Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada

PENDAHULUAN

Pati adalah salah satu substansi yang paling luas terdapat dalam alam sebagai cadangan karbohidrat pada tanaman. Pati dibentuk pada bagian tanaman yang berwarna hijau, melalui proses fotosintesis. Pati terdapat pada hampir semua bagian tanaman tingkat tinggi, dalam bentuk granula-granula yang tidak larut (Shannon dan Garwood, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Pangan banyak berpati selalu merupakan bagian utama pada diet manusia. Hal ini telah mengakibatkan pengembangan penggunaan bahan banyak berpati, dan kemudian pengembangan penggunaan pati itu sendiri. Penggunaan selain sebagai pangan adalah sangat beraneka-ragam, sehingga dengan demikian tinjauan akademik tentang pati sudah banyak menarik perhatian. Pati adalah biopolimer yang kemungkinan telah diteliti paling mendalam.

Satuan dasar pati adalah anhidroglukosa dan rumus empirisnya digambarkan sebagai $(C_6H_{10}O_5)_n$. Semua pati yang terdapat secara alami, tersusun dari dua macam molekul polisakarida, yaitu amilosa yang merupakan polimer berantai lurus, dan amilopektin, yang merupakan molekul berantai bercabang. Keduanya adalah homoglukan D-glukosa (Whistler dan Daniel, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Satuan-satuan glukosa pada amilosa bergandengan melalui ikatan alfa-(1,4) glukosidik. Pada amilopektin, kecuali ikatan alfa-(1,4), juga terdapat percabangan-percabangan melalui ikatan-ikatan alfa-(1,6). Berat molekul kedua komponen beragam menurut sumber botaninya. Keragaman yang banyak ialah dalam hal tingkat polimerisasi amilosa, yaitu panjang rantai antara 240 — 3.000 satuan anhidroglukosa. Umumnya amilosa pati padian mempunyai berat molekul yang lebih kecil daripada amilosa yang berasal dari umbian dan rimpang.

Pada amilopektin, panjang rantai-rantai tak bercabang adalah antara 20 — 25 satuan-satuan D-glukopiranosida dan berat molekulnya berkisar antara 10 — 100 juta. Tingkat percabangan amilopektin sangat beragam, tergantung sumber botaninya dan ketuaan sumbernya.

Ketampakan mikroskopik granula pati dari sumber-sumber spesies botani yang berbeda, pada umumnya masing-masing sangat khas, sehingga pen-jatidirian adalah kemungkinan dilakukan hanya dengan pengujian mikroskopik saja. Ciri-ciri lain adalah bentuk dan ukuran granula, letak hilum, dan keberadaan atau ketiadaan striasi yang mungkin sebagian atau seluruhnya melingkari hilum (Fitt dan Snyder, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Molekul-molekul berantai lurus, yaitu amilosa, yang berdekatan dan juga bagian rantai yang lurus pada bagian luar atau ujung molekul-molekul amilopektin tersusun dengan arah sejajar. Susunan tersebut membentuk bangunan yang kristalin, yang bersifat kompak. Bangunan tersebut terbentuk oleh ikatan hidrogen yang mengakibatkan ketampakan birefringen jika dilihat dengan mikroskop menggunakan sinar ter-polar (French, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Amilopektin pada umumnya adalah penyusun bangunan utama granula kebanyakan pati. Bagian ini merupakan susunan yang kurang kompak atau amorf, sehingga dengan demikian lebih mudah dicapai oleh air, enzim, dan lain sebagainya.

GELATINISASI PATI

Sebagian terbesar penggunaan pati adalah berkaitan dengan lingkungan yang banyak mengandung air. Salah satu fungsi pati pada olahan pangan, adalah dalam pengendalian tekstur dan reologi. Ciri-ciri utama pati yang menentukan fungsi ini ialah gelatinisasi dan retrogradasi (Zobel, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Dalam air yang suhunya 60°C, tidak terjadi perubahan yang dapat diamati pada granula. Jika suspensi pati dalam air dipanaskan hingga airnya mencapai suhu antara 60 — 70°C, sedikit bagian pada granula yang berukuran relatif besar menggelembung sangat cepat. Jika suhu terus meningkat, granula-granula yang lebih kecil menggelembung, hingga pada kisaran suhu antara 10 — 15°C, semua granula menggelembung. Kisaran suhu pada peristiwa pengelembungan seluruh granula dinamakan suhu gelatinisasi. Sifat ini khas untuk beragam pati, maka dengan demikian

ciri ini mungkin dapat membantu dalam penjatidirian pati.

Gelatinisasi mula-mula terjadi pada daerah yang amorf. Perubahan yang paling mudah diamati selama pemanasan suspensi pati adalah kenaikan kejernihan dan kekentalannya. Pengelembungan pertama yang cepat, diikuti dengan pengelembungan lebih lanjut, apabila suhu terus ditingkatkan, asalkan air tersedia dengan cukup yang dapat masuk ke dalam granula. Kekentalan pasta berlanjut meningkat, karena pengelembungan granula lebih lanjut. Kenaikan kekentalan ini akhirnya mencapai puncaknya, yaitu pada suhu yang dikenal dengan suhu pembentukan pasta. Kekentalan selanjutnya turun, pada saat terjadi perusakan granula yang terjadi karena pengadukan. Akhirnya keseimbangan tercapai antara granula yang utuh dan pecahan-pecahan granula pati yang tersebar berupa koloid.

Gelatinisasi mengakibatkan peningkatan kelarutan dan kedapat-cerna pati. Oleh sebab itu pangan berpati umumnya menjadi enak, atau dikatakan sudah masak setelah pati mengalami gelatinisasi. Pada keadaan tersebut rasa dan tekstur bahan berpati menjadi dapat diterima secara inderawi, dan peruraian pati oleh alfa-amilase air liur menghasilkan gula yang memberi atau menambah rasa manis.

RETROGRADASI

Jika suspensi pati kental mendingin, antar granula pati dan antar pecahan pati membentuk ikatan molekuler hingga terbentuk sol pati, yang berupa gel buram dan tegar. Pembentukan gel buram tersebut disebabkan oleh pengelompokan molekul-molekul amilosa melalui ikatan hidrogen intermolekuler. Pengelompokan tersebut dinamakan retrogradasi. Jika pati hanya terdiri atas amilopektin, percabangan molekul dapat mencegah pengelompokan, kecuali jika kepekatan patinya sekitar 30% atau lebih.

Laju retrogradasi dipengaruhi oleh suhu, ukuran, bentuk dan kepekatan molekul-molekul pati dan oleh keberadaan bahan lain. Retrogradasi berakibat pengurangan kelentingan suspensi pati. Peristiwa ini mungkin sekali merupakan kendala yang sangat menentukan pada beberapa pengolahan pangan, misalnya pada pembuatan emping melinjo secara tradisional. Pemipihan melinjo hanya dapat dilakukan pada keadaan hangat, selagi melinjo masih bersifat lenting. Jika sudah mendingin, melinjo jadi tegar, hingga tidak dapat dibuat lempengan. Penegaran menjadi lebih cepat apabila kadar air melinjo lebih rendah lagi. Jika melinjo direbus, kadar airnya cukup banyak dan dengan demikian retrogradasi berlangsung jauh lebih lambat, dan sebagai akibatnya melinjo rebus dapat digiling lem-

but dan selanjutnya mudah dibuat lembaran-lembaran tipis dan dibentuk (Haryadi, 1989).

Cara pengolahan tersebut perlu terus dikembangkan agar mutu hasilnya mampu bersaing dengan mutu hasil tradisional. Dengan cara ini, masalah yang lazim dihadapi, seperti bahan dasar terlalu kering, dan proses pemipihan yang sulit dan sangat lambat, diharapkan dapat diatasi.

Retrogradasi mengakibatkan pati menjadi lebih sulit dicerna oleh enzim (Dreher dkk., 1984). Mengingat masa sekitar 25 tahun yang lalu, padi unggul yang dibudidayakan di Indonesia menghasilkan beras keras, yaitu berkadar amilosa tinggi. Oleh sebab itu berasnya lebih tahan terhadap enzim serangga, hingga lebih sedikit kehilangan selama penyimpanan. Di samping itu, nasinya juga lebih tahan terhadap enzim, akibat retrogradasi amilosa, sehingga lebih lama bertahan berada dalam perut. Perkembangan selanjutnya, budidaya padi ditujukan untuk penyediaan beras dengan kuantitas dan kualitas lebih baik, namun kurang tahan terhadap serangan hama.

Sakrifikasi tradisional terhadap bahan berpati, seperti halnya pembuatan tape dan brem, hanya dapat dilakukan dengan menggunakan bahan mentah yang banyak mengandung amilopektin, seperti beras ketan, jagung ketan, ketela pohon dan lain sebagainya. Bahan yang banyak mengandung amilosa yang mengalami retrogradasi, sangat sukar dihidrolisis oleh enzim jamur pada ragi yang ditambahkan.

KEDAPAT-CERNAAN PATI

Informasi mengenai kedapat-cernaan pati adalah juga sangat penting, antara lain dalam kaitannya dengan pemanfaatannya dalam tubuh. Efisiensi pati adalah hal penting yang harus dipertimbangkan dalam penyiapan makanan bagi bayi yang berumur 6 bulan atau kurang, dan bagi orang yang kemampuan kecernaannya sedang menurun karena sakit atau sudah menurun karena berbagai alasan. Pada sisi lain, pati yang sulit dicerna dapat berfungsi seperti halnya serat pangan, dan dapat dimanfaatkan untuk tujuan terapeutik, seperti misalnya untuk pengendalian kadar glukosa dalam darah dan membantu pengendalian berat badan (Dreher dan Berry, 1984).

Pati dapat dicerna menjadi gula. Pemecahan pati dapat dilakukan dengan menggunakan alfa-amilase pada suhu gelatinisasi (Lloyd dan Nelson, 1984; dalam Whistler dkk., 1984). Dengan demikian pati tidak sempat mengalami retrogradasi. Pecahan dapat diuraikan lebih lanjut untuk mendapatkan sirup dekstrosa. Dekstrosa dapat diubah secara enzimatik menjadi fruktosa yang lebih manis, dengan demikian dapat digunakan dalam jumlah yang lebih sedikit apabila

dikehendaki tingkatan kemanisan yang sama dalam suatu formula makanan. Teknologi ini mempunyai arti penting dalam membantu penyediaan pemanis yang aman dikonsumsi. Untuk pengadaan gula pasir di Indonesia saat ini sangat banyak membutuhkan subsidi dan devisa. Di lain pihak, potensi sumber-sumber pati sangat besar, yang dapat dimanfaatkan untuk produksi gula.

Interaksi Pati dengan Komponen Pangan Lainnya

Olahan pangan adalah campuran berbagai bahan penyusun. Bahan-bahan selain pati, dapat mempengaruhi sifat-sifat fungsional pati. Gula menghambat pengelembungan granula pada saat pemanasan pati dengan keberadaan air, karena berlomba mengikat air. Kepekatan gula mempengaruhi kekuatan gel pati. Pengaruh-pengaruh tersebut memperlama pemasakan pati (Heckman, 1977; dalam Graham, 1977). Oleh sebab itu sebaiknya memasak pati atau bahan yang banyak berpati lebih dulu, kemudian baru menambah gula. Banyak jenis makanan, seperti dodol dan beragam jenang alot yang khas di beberapa daerah, disiapkan dalam waktu berjam-jam. Pengolahan akan lebih singkat jika bahan berpati dimasak lebih dahulu, baru kemudian ditambah gula.

Pemanasan pati pada pH 5 atau kurang, atau pada pH 7 atau lebih, dapat menurunkan suhu gelatinisasi. Pada keasamannya yang tinggi, hidrolisis ikatan glukosidik dapat terjadi, hingga menurunkan kekenyalan gel (Heckman, 1977; dalam Graham, 1977).

Interaksi Pati dengan Basa

Basa juga meningkatkan kemampuan mengikat air, sehingga gel pati menjadi lebih kenyal dan tegar. Banyak jenis basa ditambahkan dalam pengolahan bahan berpati. Di antaranya abu (misal abu Qi atau abu Cina), kapur, dan bleng (pajer atau cekitet). Pada industri maju, digunakan natrium hidroksida, garam karbonat, bikarbonat, polifosfat, atau campurannya.

Bleng cair dari Desa Kuwu, Kabupaten Purwodadi, terdiri atas 63,8% NaCl, 1,4% Na₂CO₃, 0,35% NaHCO₃, semua dalam persentase berat kering, dan tidak didapati unsur boron. Pekatan bleng dari desa-desa lain sekitar desa Kuwu, mengandung unsur boron 0,32 — 0,72%. Bleng cair bersifat korosif. Di samping itu, penanganan dan pengangkutannya sulit. Kelemahan ini mengundang gagasan membuat bleng tiruan berupa kristal. Bleng tiruan dibuat dengan mencampur garam dapur dengan soda, boraks, dan pewarna. Bleng tiruan didapati mengandung 0,32% boron, atau dalam bentuk boraks atau natrium tetraborat sebanyak 12% (Dedi Mahdar, 1990).

Boraks sudah dikenal lama ditambahkan dalam pembuatan lem dari pati. Kecuali sebagai pengawet,

boraks dapat membentuk ikatan menyilang di antara molekul-molekul pati (Rutenberg dan Solarek, 1984; dalam Whistler, 1984). Ikatan tersebut membuat granula pati tidak mudah pecah karena pemanasan dalam air dalam waktu yang lama.

Banyak jenis olahan pangan berpati dibuat dengan tambahan basa. Misalnya pisang molen, empek-empek, bakso, pangsit, mie, legendar, karak dan beragam kerupuk beras lainnya. Sudah didapati bahwa beberapa sampel makanan tersebut mengandung boraks (Sukmariah Maun dan Tilda S. Sally, 1991).

Boraks yang masuk ke saluran pencernaan, diubah dalam lambung menjadi asam borat. Setelah diserap, terjadi kenaikan boron dalam cairan serebrospinal; konsentrasi tertinggi pada jaringan otak, hati dan lemak. Masukan berulang berakibat kumulatif. Pengeluaran terutama melalui urin, dan jumlah sedikit melalui faeces, air susu ibu, dan keringat. Dosis mematikan pada orang dewasa adalah 15 — 20 gram, pada bayi 3 — 6 gram. Gejala-gejala keracunan berupa mual-mual, muntah, diare, kejang perut, bercak-bercak pada kulit dan membran mukosa, berdebar-debar, sianosis, kejang-kejang, pingsan, kekacauan mental dan koma. Masukan berulang yang dalam jangka lama berakibat borisme, yaitu kulit kering, bercak-bercak merah pada kulit, dan gangguan pencernaan. Yang paling mengkhawatirkan ialah serangan pada susunan syaraf pusat, diikuti kekacauan mental. Pada anak-anak kemungkinan berakibat menderita hambatan mental (Sukmariah Maun dan Tilda S. Sally, 1991).

Yang berwajib telah melakukan tindakan-tindakan pengamanan terhadap penggunaan basa mengandung boraks untuk mengolah pangan, namun masih sering didapati makanan banyak berpati yang mengandung boraks.

KOMPLEKS INKLUSI

Pati dapat membentuk kompleks inklusi dengan banyak macam molekul, termasuk alkohol dan keton alifatik, asam-asam lemak, aldehyd aromatik, hidrokarbon, iodin, pewarna, pestisida, dan banyak lainnya. Fraksi yang berperan adalah amilosa yang dapat membentuk bangunan ulir melingkupi molekul-molekul lain tersebut (Goldshall dan Solms, 1992).

Susunan glukosil pada bangunan ulir adalah tertentu, yaitu gugus-gugus yang bersifat hidrofilik mengarah keluar, sedangkan gugus-gugus hidrofobik mengarah ke dalam. Pada bangunan tersebut, setiap belokan uliran terdiri atas 6, 7, atau 8 residu glukosil, tergantung pada agensi pembentuk kompleks.

Kompleks inklusi amilosa dengan senyawa flavor bersifat lemah. Senyawa tersebut lepas apabila amilosa diserang oleh enzim. Perilaku ini dimanfaatkan untuk

pemerangkapan atau enkapsulasi flavor pada proses ekstrusi dan proses-proses lainnya. Banyak jenis flavor sudah diperangkap dalam bubuk pati kering untuk berbagai keperluan. Cara ini belum banyak dimanfaatkan di Indonesia.

Kompleks inklusi juga terjadi pada penyimpanan padian, seperti beras. Selama disimpan, sebagian minyak beras pecah menjadi asam-asam lemak, monogliserida dan digliserida. Pecahan tersebut dapat membentuk kompleks dengan amilosa. Pada beras baru, sedikit sekali terdapat kompleks amilosa-lipida. Pada penanakan, sebagian kecil amilosa lepas dari butiran beras yang ikut berperan dalam pemunculan sifat pulen, yaitu kelengketan antar butiran nasi. Kepulenen juga ditentukan oleh keberadaan orizenin yang larut dan lepas dari butiran, yang mengadakan interaksi dengan molekul-molekul pati. Pada beras yang sudah disimpan lama, sebagian amilosa membentuk kompleks dengan lipida hasil pemecahan enzimatis minyak beras, hingga tidak larut dan tidak lepas pada saat penanakan. Antara molekul orizenin bergabung melalui ikatan disulfida, sehingga berat molekulnya makin besar, dengan akibat sangat menurunkan kelarutannya, dengan demikian pada penanakan beras, kemungkinan sangat sedikit orizenin yang lepas. Akibat dari perubahan-perubahan tersebut ialah pengurangan kelengketan antar butiran nasi (Chrastil, 1990). Selain itu, auto-oksidasi asam-asam lemak bebas tidak jenuh menghasilkan senyawa-senyawa karbonil yang berbau penguk (Juliano, 1980; dalam Luh, 1980).

Kemunduran mutu tersebut masih sangat sering terjadi, seperti yang sering dialami pada beras yang diterimakan kepada pegawai negeri. Kondisi penyimpanan yang baik diperlukan untuk membantu pemecahan masalah tersebut.

PATI PADA ROTI

Salah satu olahan bahan berpati yang sangat terkenal adalah roti. Lazimnya roti dibuat dari gandum. Pangan tersebut kecuali terdiri atas sebagian besar pati, juga mengandung gluten yang merupakan protein yang penting dalam pembentukan struktur roti. Amilase ditambahkan pada pembuatan roti, agar memecah sebagian pati pada suatu tahap gelatinisasi, hingga mengurangi kekenyalan; dengan demikian mempermudah pengembangan selama pemanggangan. Surfaktan yang ditambahkan, dapat membentuk kompleks dengan amilosa, dengan akibat dapat menghambat retrogradasi, atau lazimnya disebut menjadi basi (Goldshall dan Solms, 1992).

Roti bermutu baik ialah yang mengembang dengan baik. Pati tersebar dalam permukaan yang sangat luas. Makin luas atau makin lembut tekstur roti, makin cepat

atau makin baik kecernaannya. Lain halnya dengan nasi, karena permukaan totalnya lebih kecil, reaktivitas perut yang lebih besar diperlukan untuk mencerna, menarik darah dari organ lain, misalnya otak, mendorong perasaan "berat" dalam perut dan perasaan mengantuk (Casier dkk., 1979; dalam Inglett dan Charalambous, 1979).

Roti sudah merupakan makanan populer di Indonesia, bahkan suatu lapisan masyarakat sudah terbiasa memakan sebagai bagian menu harian. Permintaan akan roti kemungkinan terus meningkat, namun kenyataan yang harus dihadapi ialah bahwa bahan dasarnya, yaitu gandum, masih harus diimpor.

Banyak penelitian mengenai pembuatan roti dari tepung gandum dengan campuran tepung pati lain, ataupun sama sekali dari tepung bukan gandum yang diketahui sangat sedikit atau tidak mengandung gluten sama sekali, dengan tambahan surfaktan dan gom untuk membantu pengembangan. Telah ditemukan formula roti dari tepung gandum dengan campuran 20% tepung lain, yaitu tepung-tepung kasava, jagung, beras dan uwi, dengan tambahan 0,5% sodium stearoil-2 laktat, untuk menghasilkan roti yang dapat diterima oleh panelis (Tsen, 1979; dalam Inglett dan Charalambous, 1979).

Roti yang bermutu baik dapat juga dibuat dari tepung-tepung kasava, cantel, jagung dan beras, maupun dari pati-pati dari bahan berpati tersebut, dengan tambahan pentosan 2 — 4% (Casier dkk., 1978; dalam Inglett dan Charalambous, 1979). Pembuatan roti dari bahan berpati lainnya atau pati-pati lainnya, adalah bukannya mustahil untuk dilakukan dengan berhasil baik. Usaha yang bersangkutan mungkin dapat diharapkan dapat membantu meningkatkan pemanfaatan sumber-sumber bahan banyak berpati dan menurunkan harga roti. Namun masalah penerimaan inderawi sebagai suatu makanan pokok perlu diupayakan pemecahannya.

OLAHAN SIAP PAKAI

Pati ataupun bahan berpati dapat diolah sehingga menjadi bahan baku yang lebih siap pakai. Pati instan dibuat dari pati yang sudah mengalami gelatinisasi, digunakan dalam adonan kering puding, saus dan pangan olahan ekstrusi. Bahan berpati dapat juga disiapkan sudah setengah masak atau masak penuh, kemudian dikeringkan, sehingga lebih awet, mudah pengangkutan dan penyimpanannya. Misalnya mie dan nasi instan. Pangan instan tersebut hanya memerlukan pemasakan selama 3 menit untuk siap disajikan. Umumnya beras memerlukan 20 — 30 menit untuk menanakannya, bahkan sering meminta perhatian hingga 1 jam. Pengembangan alat penanak otomatis sudah

dapat mengurangi lama perhatian yang diberikan pada penanaman nasi skala rumah tangga, namun masih memerlukan waktu penyiapan yang relatif lama.

Makanan instan dimanfaatkan terutama dalam keadaan darurat, seperti bencana alam maupun bencana buatan manusia, yaitu perang. Namun kemajuan peradaban, seperti dialami pada masyarakat industri di negara maju, baik laki-laki maupun wanitanya, karena kesibukannya memaksa mereka mengkonsumsi makanan instan lebih sering dan lebih banyak. Kecuali penyiapannya cepat, tidak memerlukan dapur dan alat yang beragam, dan tanpa banyak menghasilkan limbah.

Nasi instan dalam cangkir plastik sudah dihasilkan secara komersial di Jepang, negara dengan bahan pangan pokok penduduknya secara tradisional adalah beras. Setelah dimasak, nasinya memiliki sifat-sifat cita-rasa dan tekstur seperti nasi olahan konvensional (Luh dkk., 1980; dalam Luh, 1980).

Mungkin sudah perlu dipikirkan bagaimana bentuk dan penyiapan makanan yang lebih siap pakai bagi masyarakat Indonesia pada era industri mendatang.

PANGAN KEMILAN

Banyak jenis makanan kemilam kering yang dibuat dari bahan baku pati atau pangan banyak berpati. Produk tersebut di antaranya adalah beragam kerupuk yang khas untuk beberapa daerah di Indonesia, dengan beraneka tambahan yang antara lain untuk meningkatkan rasa dan aroma.

Kerupuk dibuat dari pati atau bahan berpati, melalui tahap pemanasan dengan keberadaan air yang cukup. Pada keadaan itu, gelatinisasi pati terjadi. Pengaturan bentuk dengan cara pencetakan atau perajangan, dilakukan sebelum atau untuk beberapa jenis kerupuk dilakukan sesudah gelatinisasi. Selanjutnya dikeringkan dan terakhir digoreng.

Pengembangan volume adalah sangat penting dalam hal ini, karena makin besar pengembangan, kerupuk makin renyah dan enak. Kadai air sekitar 9% diperlukan untuk mengembang baik. Air berperan pada saat pelelehan pati ketika penggorengan, membentuk masa yang lenting. Selanjutnya air berubah menjadi uap yang terus mengembang karena kenaikan suhunya. Pengembangan tersebut berakibat pengembangan masa yang lenting, kemudian uap lepas ke luar, dan kerupuk mencapai bentuk yang mantap (Haryadi, 1990).

Umumnya makin banyak kandungan amilopektin, kerupuk makin besar mengembang. Hal ini karena bangunan amilopektin kurang kompak, dan kurang kuat menahan pengembangan masa yang lenting selama penggorengan. Bahan penyusun lain, tentu saja mengurangi proporsi pati, dengan akibat dapat mengurangi pengembangannya (Haryadi dkk., 1989).

Sisi kelemahan dari pengembangan ialah makin besar pengembangan kerupuk menjadi makin higroskopis atau makin mudah melempem. Banyak sekali jenis kerupuk goreng yang dijual tanpa kemasan yang baik atau bahkan dipajang tanpa kemasan sama sekali, dengan akibat kerupuk cepat melempem atau malahan menyerap bau-bauan yang tak disenangi, hingga harus ditarik dari peredaran. Pengemasan yang baik dapat mengurangi kelemahan-kelemahan tersebut.

Pada penggorengan kerupuk dan sejenisnya, kemungkinan terjadi penguraian minyak, yang selanjutnya hasil peruraiannya terperangkap membentuk kompleks inklusi dengan amilosa pada kerupuk (Haryadi, 1983). Peristiwa ini kemungkinan selanjutnya dapat mengurangi kedapat-cernaan pati. Sampai saat ini belum dilaporkan hasil penelitian tentang itu.

MODIFIKASI KIMIAWI

Kecuali pada industri pangan, pati juga digunakan pada industri-industri kertas dan tekstil. Pengetahuan terus meningkat mengenai struktur granuler dan molekuler pati dan kaitannya dengan sifat-sifat fisiknya, hingga memungkinkan untuk melakukan modifikasi pati untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan khusus pada industri pangan dan lain-lainnya.

Modifikasi kimiawi dengan cara pengikatan menyilang, pembentukan eter maupun ester adalah cara-cara untuk mengubah sifat-sifat fisik dan kimiawi pati. Sedikit perubahan kimiawi pada pati sudah dapat mengubah sifat-sifat fisik dan kimiawi dengan nyata. Penambahan gugus tersebut juga berpengaruh kuat pada sifat-sifat pasta patinya, yaitu mengenai kejernihannya, kekekatannya, kemampuannya mengikat air dan sangat mengurangi kecenderungannya memburam pada pendinginan (Rutenberg dan solarek, 1984; dalam Whistler dkk., 1984).

Jumlah satuan anhidroglukosa termodifikasi berpengaruh terhadap kedapat-cernaan pati. Hal ini penting dalam kaitannya dengan keamanan pangan, penggunaannya sebagai perekat yang tahan terhadap serangan enzim, maupun nilai BOD yang lebih rendah pada limbahnya.

Pati hasil modifikasi dengan substitusi molar rendah banyak digunakan dalam pangan; misalnya pati hidrokisipropil dengan substitusi molar sebesar 0,0001 — 0,2. Dengan demikian sebagian besar satuan anhidroglukosanya tidak berubah, sehingga masih memiliki nilai gizi. Pati hasil modifikasi digunakan sebagai pengental, pengikat, pemantap, dan pembentuk lapisan tipis, khususnya pada saus salad, isian pie buah, pangan beku, dan pelapis yang dapat dimakan.

Pada industri tekstil, penganjian dilakukan untuk memperkuat benang, hingga tahan terhadap gesekan

selama pemintalan. Penggunaan pati hasil modifikasi meningkatkan ketahanan tersebut. Sifatnya yang mengurangi kecenderungan membentuk gel, mengurangi pengerasan benang. Kenaikan kelarutan akibat modifikasi, memudahkan penghilangan lapisan pati.

Pada industri kertas, pati hasil modifikasi digunakan untuk melapisi kertas untuk memperkuat lembaran dan kekakuannya. Pati alami tidak bisa digunakan karena kekentalannya tinggi. Penggunaan pati hasil modifikasi yang kemampuan mengikat air dan kekekatannya lebih tinggi mengakibatkan pati kurang cenderung masuk ke dalam kertas sehingga dapat membentuk lapisan yang tipis, rata dan sinambung.

Penggunaan pati hasil modifikasi lainnya adalah sebagai "conditioner" tanah, bahan pemoles dermatologis, bahan lapis ganda fotografis dan lain-lain.

Proses modifikasi kimiawi pati belum dilakukan secara komersial di Indonesia; namun potensinya cukup besar dan kemungkinan besar cukup layak untuk dilakukan.

PENUTUP

Banyak sekali sumber pangan berpati yang potensial di Indonesia, baik yang berupa padian, bijian, buah, rimpang, umbi, seperti ketela pohon, maupun batang palma, seperti sagu. Sebagian besar sudah dimanfaatkan dengan cara yang sangat sederhana dan dengan keragaman pemanfaatan yang sangat terbatas. Pengolahan menjadi tepung atau lebih lanjut menjadi pati, memungkinkan pangan lebih awet, aman dari bahan ikutan yang mengganggu, seperti misalnya racun, lebih mudah penanganan, pengangkutan dan penyimpanannya, serta lebih luwes pemanfaatannya untuk berbagai keperluan.

Kemajuan peradaban memungkinkan sedikit demi sedikit mendorong masyarakat lebih banyak membeli pangan banyak berpati sebagai salah satu menu harian, dalam bentuk yang lebih siap pakai. Pangan itu mungkin roti ataupun bentuk-bentuk pangan instan. Ilmu dan teknologi pangan akan memegang peran yang amat sangat penting, apabila masyarakat dari berbagai lapisan sudah menyerahkan kepercayaannya kepada industri untuk menyediakan pangan pokok dalam bentuk yang siap pakai. Pada keadaan tersebut, pembudidaya tanaman pangan banyak berpati kemudian berperan sebagai pemasok bahan baku bagi industri pangan, dan pangan banyak berpati tersebut **tidak perlu harus beras.**

Pemanfaatan pati untuk enkapsulasi flavor, modifikasi kimia dan sebagainya kemungkinan perlu dikembangkan untuk mengurangi ataupun menghilangkan ketergantungan dari impor, atau bahkan lebih lanjut untuk meningkatkan volume ekspor.

DAFTAR BACAAN

- Chrastil, J.; 1980. Protein-Starch Interactions in Rice Grains. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 38: 1198 — 1202.
- Dreher, M. L.; Dreher, C. J.; and Berry, J.W.; 1984. Starch Digestibility of Foods: Nutritional Perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. CRC Press Inc. Vol. 20: 47 — 71.
- Dedi Mahdar; 1980. Pembuatan Bleng Cair. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Bogor.
- Graham, H. D.; 1977. Food Colloids. The AVI Publishing Co., Inc.; Connecticut.
- Goldshall, M. A. and Solms, J.; 1992. Flavor and Sweetener Interactions with Starch. *Food Technology* 46 (6): 140 — 145.
- Inglett, G. E. and Charalambous, G.; 1979. Tropical Foods: Chemistry and Nutrition. Vol. 1 Academic Press, London.
- Haryadi; 1983. Study on oil heated starch. *MAppSc Thesis*. The University of New South Wales, Australia.
- _____; 1989. Usaha Pengembangan Pembuatan Emping Melinjo. Fakultas Teknologi Pertanian UGM.
- _____; 1990. Pengaruh Kadar Amilosa Beberapa Jenis Pati Terhadap Pengembangan, Higroskopisitas dan Sifat Innerawi Kerupuk. Lembaga Penelitian UGM.
- Haryadi, Sutardi dan Murdijati Gardjito; 1989. Pembuatan makanan kecil dari tepung sagu dan waluh. *PAU Pangan dan Gizi UGM*.
- Luh, B. S.; 1980. Rice: Production and Utilization. The AVI Publishing Co., Inc., Connecticut.
- Sukmariah Maun dan Tilda S. Sally; 1991. Penyalahgunaan Zat Kimia Boraks dalam Makanan. *TRISAKTI* 6(12): 39 — 47.
- Whistler, R. L.; BeMiller, J. N.; and Paschall, E. F.; 1984. Starch: Chemistry and Technology. Academic Press, Inc., Toronto.