

Potensi Pati Resisten Beras sebagai Bahan Pangan Fungsional

The Potential of Rice Resistant Starch as Fungsional Food Ingredient

Zalniati Fonna Rozali¹, Endang Yuli Purwani², Diah Iskandriati³,
Nurheni Sri Palupi⁴, dan Maggy Thenawidjaja Suhartono⁴

¹ Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala,
Banda Aceh, D. I. Aceh, Indonesia

² Balai Besar Penelitian dan Pengembangan dan Pascapanen Pertanian, Jl. Tentara Pelajar No.12, Bogor
16114, Jawa Barat, Indonesia

³ Pusat Studi Satwa Primata – LPPM IPB, Jl. Lodaya II, No. 5, Bogor 16151, Jawa Barat, Indonesia

⁴ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
PO BOX 220, Bogor 16002, Jawa Barat, Indonesia

Email : zalniatifonnarozali@gmail.com

Diterima : 7 September 2018

Revisi : 4 Desember 2018

Disetujui : 12 Desember 2018

ABSTRAK

Pati merupakan komponen karbohidrat yang menjadi sumber energi utama bagi sebagian masyarakat dan berperan penting dalam kesehatan manusia. Pati resisten merupakan salah satu komponen pati yang memiliki dua fungsi yaitu berkhasiat bagi kesehatan dan membantu memperbaiki sifat sensori produk pangan tertentu. Artikel ini mengulas tentang beras, definisi dan jenis pati resisten, manfaat pati resisten bagi kesehatan, dan aplikasi pati resisten pada pangan. Kadar pati resisten alami pada beras dipengaruhi oleh kadar amilosa yaitu 10,39–21,13 persen pada beras dengan kadar amilosa 15,22–23,69 persen. Kadar pati resisten dalam beras termasuk pati resisten tipe 2 secara alami dapat berkurang dalam proses pengolahan. Proses pengolahan pati beras yang berbeda menghasilkan pati resisten dengan tipe dan kadar yang berbeda. Pati resisten bermanfaat dalam meningkatkan fungsi saluran pencernaan, membantu menjaga kadar kolesterol dan gula darah, serta membantu menghambat perkembangan kanker usus besar.

kata kunci: beras, pati resisten, efek fungsional, kesehatan

ABSTRACT

Starch is a component of carbohydrates which is the main energy source for some people and plays an important role in human health. Resistant starch is a component of starch which has two functions, which are nutritious and help improve the sensory properties of certain food products. This article reviews rice, the definition, and type of resistant starch, the benefits of resistant starch to health, and the application of resistant starch in food. The natural resistant starch content in rice is influenced by amylose content of 10.39 to 21.13 percent in rice with an amylose content of 15.22 to 23.69 percent. The level of resistant starch in rice includes resistant starch type 2, naturally reduced in food processing. The processing of different rice starches produces resistant starch which different types and levels. Resistant starch is useful for improving the function of the digestive tract, helps maintain cholesterol levels and blood sugar levels, and helps inhibit the development of colon cancer.

keywords: rice, resistant starch, functional effects, health

I. PENDAHULUAN

Pada era global ini, tuntutan konsumen terhadap pangan terus berkembang. Faktor kesehatan seperti kolesterol, kegemukan, diabetes, kanker, dan lain-lain, menyebabkan masyarakat menuntut ketersediaan jenis pangan yang beragam, enak, bergizi, dan bermanfaat positif bagi kesehatan. Pangan seperti ini dikenal dengan istilah pangan fungsional (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010).

Suatu bahan pangan dapat dikatakan bersifat fungsional jika enak, dan mengandung komponen (baik nutrisi maupun non nutrisi) yang bermanfaat terhadap fungsi-fungsi organ di dalam tubuh, dapat menjaga kesehatan atau mempunyai efek fisiologis yang menguntungkan (Ashwar, dkk., 2016). Salah satu bahan pangan yang dapat memenuhi kriteria tersebut yaitu pati resisten. Pati resisten umumnya digunakan sebagai bahan pangan fungsional, terutama

pada produk pangan yang membutuhkan serat pangan dalam jumlah besar (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010).

Secara tradisional, makanan yang mengandung serat pangan memiliki tekstur yang lebih kasar, lebih padat, dan terkadang tidak disukai oleh konsumen. Berbeda dengan serat, aplikasi pati resisten dalam produk pangan tidak mengubah tekstur produk pangan, tetapi dapat membantu meningkatkan sifat sensori produk tersebut (Sajilata, dkk., 2006). Nilai fungsional pati resisten seperti serat, yaitu dapat menurunkan penyerapan lemak dan glukosa dalam usus halus, selain itu fermentasi pati resisten oleh beberapa bakteri spesifik akan menghasilkan metabolit berupa asam lemak rantai pendek (*short chain fatty acid*, SCFA), (Ramsay, dkk., 2006) yang dapat meningkatkan imunitas bagi sel-sel kolon, mengurangi kejadian infeksi oleh bakteri patogen, dan membantu mengurangi risiko kanker kolon (Ashwar, dkk., 2016).

Sayangnya, kadar pati resisten dalam sumber pati alami terbatas, bervariasi jumlahnya, dan tidak tahan proses pengolahan. Berbagai upaya untuk meningkatkan kadar pati resisten pada bahan pangan telah dilakukan, diantaranya peningkatan jumlah amilosa rantai pendek dan kadar pati teretrogradasi dengan beberapa proses modifikasi seperti proses pemanasan bertekanan-pendinginan, hidrolisis pati oleh asam, modifikasi pati secara kimia, dan lain-lain (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010).

Berbagai tanaman sumber pati seperti sagu, ubi jalar, singkong, garut, dan beras dapat dimanfaatkan untuk produksi ingredien dengan kadar pati resisten tinggi. Pemanfaatan produk hasil samping penggilingan padi seperti beras patah diharapkan dapat digunakan untuk meningkatkan nilai ekonomis menjadi produk ingredien pangan sehat untuk industri.

II. BERAS

Tanaman padi merupakan komoditas tanaman pangan penting di Indonesia. Beras sebagai hasil komoditas padi menjadi sumber makanan pokok yang sangat sulit digantikan oleh sumber karbohidrat lainnya, sehingga padi menjadi tanaman pangan yang paling banyak

dibudidayakan di negeri ini. Produksi padi di Indonesia terus meningkat dari 66 juta ton pada 2010 menjadi 70 juta ton pada 2014 (BPS, 2018).

Hampir keseluruhan dari total produksi padi di Indonesia diproses menjadi beras giling, dengan produk samping berupa beras patah, menir, bekatul, dan sekam. Berdasarkan hasil penelitian pada skala laboratorium, rendemen beras giling, beras kepala, beras patah, dan menir masing-masing sebesar 64,2–72,1 persen; 38,4–54,5 persen; 2,5–5,8 persen; dan 0,04–4,3 persen dari total bobot gabah (Ardhiyanti, dkk., 2012). Semakin besar persentase beras patah dan menir akan menurunkan nilai jual beras. Salah satu persyaratan beras premium yang memiliki nilai jual tinggi adalah persentase beras kepala minimal 95 persen (BSN, 2015).

Selama ini sebagian besar produsen beras, khususnya penggilingan padi skala kecil belum melakukan *grading* dengan baik. Penggilingan padi skala besar yang telah melakukan *grading* pada umumnya menjual hasil sampingnya yang berupa beras patah dengan harga rendah. Beras patah umumnya diolah menjadi tepung beras, yang selanjutnya dijadikan sebagai bahan baku pada berbagai produk pangan. Salah satu alternatif pemanfaatan beras patah yaitu dikembangkan menjadi pati resisten dengan kadar tinggi.

III. DEFENISI DAN JENIS PATI RESISTEN

Penduduk Indonesia umumnya mengkonsumsi beras sosoh, yakni beras pecah kulit yang telah dihilangkan lapisan kulit arinya. Komponen penyusun utama beras sosoh maupun beras pecah kulit adalah pati. Kandungan pati pada beras sosoh dapat mencapai 86 persen (Syahariza, dkk., 2013). Pati merupakan sumber energi utama dalam diet manusia. Secara umum, pati akan dicerna atau dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan dalam usus halus seperti enzim α -amilase, glukamilase, dan sukraseisomaltase menghasilkan glukosa yang dapat diserap ke dalam darah untuk selanjutnya diubah menjadi energi di dalam sel-sel tubuh (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010). Pada kelompok usia dewasa, konsumsi pati yang mudah dicerna secara berlebihan dapat meningkatkan faktor risiko terjadinya penyakit degeneratif seperti diabetes (KEMENKES, 2014).

Pati terdiri dari dua jenis molekul yakni amilosa yang memiliki struktur lurus dengan ikatan α ,1-4 glikosidik dan amilopektin dengan struktur lurus dan bercabang dengan ikatan α ,1-4 glikosidik pada rantai lurus dan ikatan α ,1-6 glikosidik pada percabangan (Belitz, dkk., 2009). Struktur pati menentukan kemudahannya untuk dicerna. Amilosa memiliki kemampuan untuk membentuk struktur yang kompak sehingga lebih sulit didegradasi oleh enzim pencernaan. Menurut Syahariza, dkk. (2013), semakin besar jumlah amilosa pada suatu bahan pangan sumber karbohidrat, maka tingkat kemudahan dicernanya semakin menurun.

Pati resisten dapat didefinisikan sebagai fraksi pati dan produk pati yang terdiri dari 10 atau lebih unit glukosa yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim dalam sistem pencernaan manusia sehat (FAO/WHO, 2008). Kadar pati resisten alami dari beberapa beras yang terdapat di Indonesia telah diketahui, seperti beras Ciherang Igr, Basmati, dan IR-42. Ketiganya memiliki kadar pati resisten berturut-turut 8,24 persen; 5,31 persen dan 6,19 persen (Yuliwardi, dkk., 2014). Secara alami, kadar pati resisten beras berhubungan dengan kadar amilosa pati yaitu semakin tinggi kadar amilosa maka kadar pati resisten semakin tinggi pula (Zhu, dkk., 2011). Hubungan antara kadar amilosa terhadap jumlah kadar pati resisten dari pati beras alami asal Indonesia diperlihatkan pada Tabel 1.

Pada Tabel 1 terlihat bahwa pati beras alami dengan kadar amilosa < 20 persen lebih rentan terhadap hidrolisis enzim pencernaan

Tabel 1. Kadar Amilosa dan Kadar Pati Resisten dari Beberapa Varietas Beras asal Indonesia

Varietas beras	Amilosa (persen)	RS (persen)
Mentik susu	15,22	10,39
Inpari 23 Bantul	18,91	11,92
Jasmin	19,72	15,35
Mentik wangi	20,14	19,77
Rojo lele	20,58	17,02
Genjah rante	22,07	19,46
Pandan wangi	22,43	17,90
C4 raja	22,62	20,02
Setra ramos	23,69	21,13

Sumber: Anugrahati, dkk. (2015)

dibandingkan pati beras dengan kadar amilosa >20 persen (Anugrahati, dkk., 2015). Menurut Zhu, dkk. (2011), kadar pati resisten lebih besar pada pati beramilosa tinggi disebabkan karena lebih banyak rantai-rantai amilosa yang saling berasosiasi membentuk lebih banyak struktur kristalin yang kompak sehingga lebih tahan terhadap enzim pencernaan. Hingga saat ini terdapat 5 jenis pati resisten yang dapat dijumpai dalam bahan pangan, yaitu pati resisten tipe I (RS1), RS2, RS3, RS4, dan RS5. RS1 dan RS2 terdapat secara alami dalam bahan pangan, sedangkan RS3, RS4, dan RS5 terbentuk setelah pati mengalami proses pengolahan (Ashwar, dkk., 2016).

RS1 merupakan pati yang terperangkap dalam endosperm biji-bijian atau kacang-kacangan, namun tidak dapat diakses oleh enzim pencernaan karena terlindung oleh matriks protein dan materi penyusun dinding sel (Birt, dkk., 2013). Pati ini dapat ditemui pada beras pecah kulit (Aravind, dkk., 2013). RS2 tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan karena terlindung oleh granula pati yang tebal (Birt, dkk., 2013). Contoh bahan pangan dengan RS1 adalah pisang mentah dan kentang mentah (Nugent, 2005). Menurut Perera, dkk. (2010), proses penepungan sampel akan mendegradasi RS1, sedangkan proses pemanasan hingga pati tergelatinisasi akan mendegradasi RS2.

RS3 terbentuk karena proses retrogradasi. Retrogradasi adalah bersatunya kembali molekul-molekul amilosa yang keluar dari granula pati yang telah pecah (saat pati dimasak dan tergelatinisasi) akibat penurunan suhu, membentuk stuktur kristalin, dan mengeras. Suhu gelatinisasi RS3 dapat mencapai 170°C dan akan menurun dengan berkurangnya panjang rantai amilosa. Proses retrogradasi pati akan mencapai maksimum pada suhu rendah ($\pm 4^\circ\text{C}$), serta lebih cenderung dialami oleh amilosa dibandingkan amilopektin (Birt, dkk., 2013). RS4 terbentuk akibat reaksi kimia tertentu seperti *crosslinking* (Birt, dkk., 2013). RS5 merupakan hasil pembentukan kompleks antara amilosa dengan asam lemak berbentuk *single helix* (Ai, dkk., 2013). Kompleks antara amilosa dan asam lemak tertentu dapat membatasi kinerja enzim pencernaan, kompleks tersebut menghambat pembengkakan granula pati dalam proses gelatinisasi (Syahariza, dkk., 2013).

IV. PROSES PENINGKATAN PATI RESISTEN BERAS

Keberadaan pati resisten telah menarik minat sebagian peneliti untuk mengembangkan pati resisten dari berbagai sumber pati yang potensial dengan dua alasan. Pertama yaitu potensi manfaat fisiologis pati resisten dalam meningkatkan kesehatan kolon. Kedua yaitu pati resisten memiliki sifat fungsional yang unik, yaitu dapat menghasilkan produk pangan dengan kualitas tinggi, dan hal ini tidak terpenuhi pada aplikasi serat pangan tradisional (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010).

Secara tradisional, makanan yang mengandung serat pangan memiliki tekstur yang lebih kasar, lebih padat, dan terkadang tidak disukai oleh konsumen. Berbeda dengan serat, aplikasi pati resisten dalam produk pangan tidak mengubah tekstur produk pangan, tetapi dapat membantu meningkatkan sifat sensori produk tersebut (Sajilata, dkk., 2006). Beberapa sifat fisikokimia pati resisten yaitu memiliki ukuran partikel yang kecil, berwarna putih, berasa hambar, dan membantu memperbaiki tekstur produk akhir. Hal tersebut karena pati resisten meningkatkan viskositas dan kemampuan membentuk gel yang diinginkan pada beberapa produk pangan (Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010). Kapasitas mengikat air yang rendah sehingga membantu meningkatkan kerenyahan pada produk-produk pangan tertentu (Sajilata, dkk., 2006).

Beras merupakan salah satu sumber pati terbaik yang dapat dikembangkan menjadi pati resisten. Peningkatan kadar pati resisten pada beras dapat dilakukan dengan memodifikasi pati beras baik secara fisik, kimia, enzimatis atau kombinasi dua, atau beberapa proses tersebut (Ashwar, dkk., 2015).

4.1 Modifikasi Fisik

Peningkatan pati resisten beras dengan modifikasi fisik dapat dilakukan dengan metode *autoclaving-cooling*, *heat moisture treatment* (HMT), dan *annealing* (ANN). Modifikasi fisik dapat menghasilkan pati resisten tipe 3. Proses *autoclaving-cooling* sering dilakukan untuk memodifikasi pati secara fisik. Proses pemanasan-

pendinginan pati yang berulang dilakukan pada suhu tinggi (121°C) menggunakan otoklaf dan diikuti pendinginan pati pada suhu 4°C. Proses HMT merupakan proses modifikasi yang dilakukan dengan memberikan panas pada pati pada suhu di atas suhu gelatinisasi (80–120°C) dengan kondisi kadar air terbatas (di bawah 35 persen) selama periode tertentu (Collado, dkk., 2001). *Annealing* (ANN) merupakan perlakuan panas yang diberikan pada pati dengan kondisi kadar air berlebih (di atas 40 persen) dan pada suhu di bawah suhu gelatinisasi (di bawah 65°C) (Zeng, dkk., 2015).

Modifikasi dengan proses *autoclaving-cooling* pada pati beras mampu meningkatkan pati resisten menjadi 30,31–38,65 persen. Perlakuan yang dilakukan yaitu 1 bagian pati beras disuspensikan kedalam 4 bagian air dan dipanaskan pada suhu 121°C selama 30 menit, lalu didinginkan pada suhu 4°C selama 24 jam (Ashwar, dkk., 2016). Proses modifikasi pati beras dengan metode HMT pada kondisi kadar air 30 persen, pada suhu 110°C selama 8 jam, meningkatkan kadar pati resisten menjadi 18,5–18,7 persen (Hung, dkk., 2016). Proses modifikasi metode ANN mampu meningkatkan pati resisten beras menjadi 22,1 persen pada kondisi kadar air 80 persen, yang dipanaskan pada suhu 50°C, selama 24 jam (Zeng, dkk., 2015).

Peningkatan kadar pati resisten beras oleh modifikasi fisik dipengaruhi oleh interaksi antar rantai amilosa, dan rantai amilopektin, kesempurnaan pembentukan struktur kristalin, pembentukan kompleks amilosa-lemak, serta meningkatnya porositas granula pati sehingga memfasilitasi masuknya enzim (Hoover 2010; Jacobs, dkk., 1998; O'Brien dan Wang, 2008).

4.2 Modifikasi Kimia

Peningkatan kadar pati resisten beras juga dapat dilakukan dengan perlakuan secara kimia yaitu asetilasi, fosforilasi, oksidasi, atau kombinasinya dengan metode lain. Proses ini menghasilkan pati resisten tipe 4. Proses asetilasi pada beras Indica menggunakan vinil asetat menghasilkan pati resisten sebesar 69,45 persen. Diperkirakan selama proses asetilasi, gugus asetil akan berikatan pada molekul

pati sehingga merusak sisi pengikatan enzim α -amilase dan molekul pati sehingga pati tidak dapat dicerna oleh enzim pencernaan tersebut (Sha, dkk., 2012).

Proses fosforilasi pati beras menggunakan STMP (sodium trimetaphosphate) dan STPP (sodium tripolyphosphate), menghasilkan pati resisten sebesar 42,32–47,44 persen. Peningkatan ini karena terbentuknya ikatan *crosslinking* antara rantai amilosa atau amilopektin dengan STMP atau STPP sehingga molekul pati tidak dapat dijangkau oleh enzim pencernaan (Ashwar, dkk., 2017).

Proses hidrolisis asam untuk meningkatkan pati resisten beras dapat dilakukan menggunakan asam sitrat, asam laktat, dan asam asetat. Namun, kombinasi asam dan proses HMT pada beras dapat menghasilkan pati resisten yang lebih besar. Kombinasi asam sitrat 0,2 M dengan proses HMT (k.a. 30 persen, 110°C, 8 jam) menghasilkan pati resisten hingga 35,3–39,0 persen, kombinasi asam asetat 0,2 M dan proses HMT (k.a. 30 persen, 110°C, 8 jam) menghasilkan pati resisten hingga 30,1–32,5 persen, dan kombinasi asam laktat proses HMT (k.a. 30 persen, 110°C, 8 jam) menghasilkan pati resisten hingga 32,4–35,1 persen (Hung, dkk., 2016).

4.3. Modifikasi Enzimatik

Modifikasi menggunakan enzim bertujuan untuk menghasilkan amilosa rantai pendek, yang berperan dalam peningkatan kadar pati resisten (Sajilata, dkk., 2006). Perlakuan secara enzimatik yang dilakukan oleh Dupuis, dkk. (2014), menggunakan enzim pullulanase atau amilase dapat meningkatkan kadar pati resisten beras sebesar 21,5 persen. Selain itu, kombinasi proses modifikasi pati beras menggunakan proses *autoclaving-cooling* dan dua enzim menghasilkan pati resisten sebesar 37,70 pada beras Inpari 16 dan 41,13 persen pada beras IR 42. Proses *autoclaving* dilakukan pada kondisi suhu 121°C, tekanan 15 psi, selama 1 jam, dilanjutkan proses pendinginan pada 4°C selama 12–14 jam. Proses kemudian dilanjutkan dengan menginkubasi pati pada enzim amilase dan pullulanase, masing-masing selama 3 (Hutabarat, dkk., 2018).

V. PERAN PATI RESISTEN BERAS TERHADAP KESEHATAN

Pati resisten tidak digolongkan sebagai nutrisi penting tetapi beberapa tahun belakangan ini telah diakui sebagai komponen penting dalam diet sehat dan berperan penting dalam menjaga kesehatan dan mencegah beberapa penyakit. Hal ini karena nilai fungsional pati resisten mirip seperti serat, sehingga pati resisten digolongkan juga sebagai serat pangan (Ashwar, dkk., 2016). Perilaku umum pati resisten secara fisiologis mirip dengan serat larut yaitu konsumsi pati resisten sebanyak 1 g dapat meningkatkan massa feses hingga 1,6–2,7 g dibandingkan konsumsi 1 g diet rendah serat (1,4–1,8 g) (Jenkins, dkk., 1998).

Pati resisten bukan komponen dinding sel tumbuhan tetapi secara nutrisi lebih mirip polisakarida bukan pati. Akhir-akhir ini, pati resisten telah dianggap sebagai bahan pangan baru untuk menciptakan pangan kaya serat, meskipun salah satu masalah pati resisten adalah tidak memiliki semua sifat serat, baik serat larut dan tidak larut (Sharma, dkk., 2008). Studi lain melaporkan bahwa pati resisten menjadi substrat bagi beberapa bakteri spesifik dalam kolon seperti bakteri amilolitik (filum *Firmicutes*, *Bacteroidetes*, *Actino-bacterium*), bakteri butirogenik (*E. rectale*, *E. ramulus*, *Roseburia cecicola*, *Clostridium leptum*, *C. butyricum*), dan archaea metagonik menghasilkan metabolit berupa gas (H_2 , CO_2 dan CH_3), dan SCFA (asetat, propionat, dan butirrat). Selain itu juga dihasilkan sejumlah kecil asam organik (laktat, suksinat, dan format), dan alkohol (metanol dan etanol) (Birt, dkk., 2013).

Proses biosintesis SCFA utama yaitu asam asetat, propionat, dan butirrat oleh bakteri kolon disajikan pada Gambar 1. Sebagian besar butirrat dimetabolisme dan menjadi sumber energi paling penting bagi sel-sel kolon (Ashwar, dkk., 2016). Fermentasi pati resisten beras IR 42 sebanyak 2 persen selama 12 jam oleh konsorsium mikroba kolon menghasilkan SCFA dengan ratio molar untuk asetat : propionat : butirrat sebesar 82,5 : 7,4 : 6,4. Fermentasi pati resisten beras IR 42 sebanyak 2 persen selama 12 jam oleh *C. butyricum* BCC B2571 menghasilkan SCFA dengan ratio molar untuk asetat : propionat : butirrat sebesar 21,6 : 5,3 :

5,4 (Hutabarat, dkk., 2018).

Akumulasi metabolit hasil fermentasi menurunkan pH kolon dari 6,9 menjadi 6,3 (Philips, dkk., 1995). SCFA termasuk kelompok asam organik dengan nilai pKa ± 5 sehingga produksi SCFA akan mengasamkan lingkungan intrakolon. Menurut (Le-Leu, dkk., 2007), pada kondisi tersebut terjadi:

Pertama, penghambatan pertumbuhan bakteri patogen (*E. coli*, *Salmonella sp.*, *S. aureus*, dan *Clostridium sp.*) yang sensitif terhadap perubahan pH.

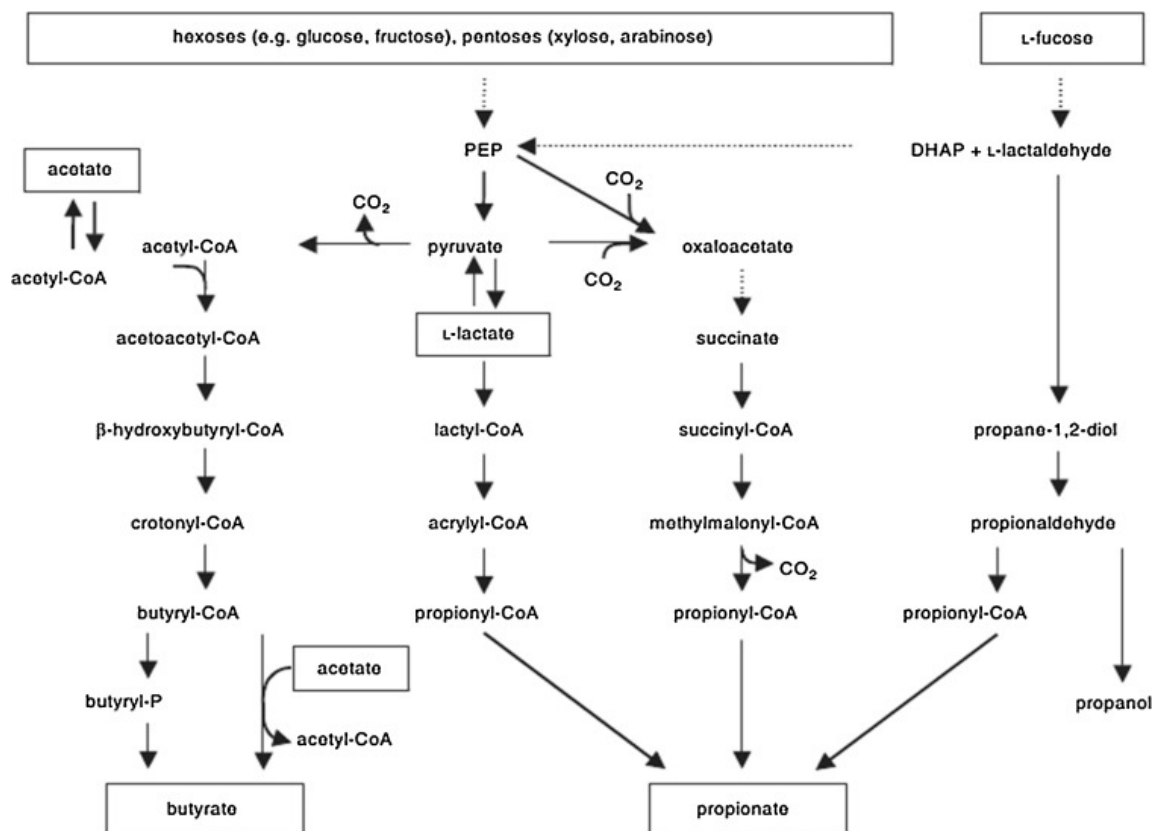
Kedua, senyawa alkalin yang berpotensi toksik atau karsinogenik akan terdisosiasi sehingga tidak dapat terserap lagi.

Ketiga, peredaran darah di kolon lebih lancar dan otot kolon berkontraksi sehingga menstimulasi penyerapan cairan dan elektrolit (Na⁺, K⁺ dan Ca²⁺).

Konsumsi pati resisten menghasilkan indeks glikemik rendah sehingga dapat membantu

mereduksi glukosa darah yang menguntungkan dalam manajemen diabetes (Behall, dkk., 2006). Penelitian yang dilakukan Hung, dkk., 2016 pada pati resisten beras yang dimodifikasi dengan perlakuan HMT dan ANN menghasilkan indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan pati beras alaminya. Indeks glikemik pati alami pada penelitian tersebut yaitu 68,9–100 persen, setelah proses ANN indeks glikemik pati menjadi 21,2–58,0 persen, dan setelah proses HMT menjadi 61,2–88,9 persen. Selain itu, beras alami dengan kadar pati resisten rendah (0,83 persen) mempunyai indeks glikemik 70,36 persen, sedangkan beras dengan kadar pati resisten lebih tinggi (>2,57 persen) mempunyai indeks glikemik 60,07 persen (Kumar, dkk., 2018).

Peran pati resisten sebagai serat juga dapat membantu menurunkan kadar kolesterol darah karena propionat, hasil fermentasi pati resisten, dapat menghambat aktivitas enzim HMG-CoA reduktase, yang berperan dalam sintesis kolesterol dalam darah. Pemberian pakan yang



Sumber: Richards, dkk. (2016)

Gambar 1. Fermentasi Pati Resisten oleh Bakteri Kolon dalam Menghasilkan Asetat, Propionat, dan Butirat

mengandung pati resisten pada mencit dapat menurunkan total lipid darah menjadi 269,39 mg/dL dari 337,81 mg/dL pada kontrol (Lee, dkk., 2011).

Salah satu metabolit tersebut, terutama butirat merupakan regulator proses fisiologi untuk menjaga agar kolon berfungsi normal dan dapat menghambat pertumbuhan sel-sel abnormal seperti kanker kolon (Birt, dkk., 2013). Beberapa peneliti melaporkan bahwa SCFA khususnya butirat memiliki aktifitas antiproliferasi, dan menyebabkan apoptosis pada sel abnormal dengan cara mengubah ekspresi sejumlah gen pada sel abnormal seperti sel kanker kolon. Penelitian toksisitas SCFA dengan kadar butirat tinggi yaitu 625–1300 mmol secara *in-vitro* menggunakan kultur sel kanker kolon, menyebabkan penghambatan proliferasi sel kanker kolon HCT-116 hingga 90 persen, sedangkan sampel yang sama dengan kadar butirat 1250 mmol hanya memberi penghambatan 56 persen pada sel normal (Candraningrum, 2012). Hal ini diperkuat oleh studi yang melibatkan hewan model. Produksi SCFA meningkat dan perkembangan sel kanker di dalam kolon tikus berkurang setelah tikus mengkonsumsi diet kaya pati resisten (Le-Leu, dkk., 2007). Butirat hasil fermentasi pati beras oleh *E. rectale* memiliki efek positif terhadap penghambatan sel kanker kolon HCT-116 (Purwani, dkk., 2012).

Tabel 2. Anjuran Asupan Harian Pati Resisten di Beberapa Negara Maju

Negara	Pati resisten (g/hari)	Pustaka
China	18	Muir, dkk., 1998
India	10	Platel dan Shurpalekar, 1994
Uni Eropa	3–4	Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010
Inggris	2,76	Tomlin dan Read, 1990
Australia	5–7	Baghurst, dkk., 2001
Swedia	3,2	Fuentes-Zaragoza, dkk., 2010
Italia	7,2-9,2	Brighenti, dkk., 1998
Selandia Baru	5,2–8,5	Baghurst, dkk., 1996

Butirat merupakan penghambat enzim histone deasetilase (HDAC: *Histone Deacetylase*) pada sel kanker. Penghambatan enzim tersebut mengakibatkan terjadinya hiperasetilasi pada protein histone sehingga interaksi ionik antar DNA rusak dan hal ini mengubah ekspresi sejumlah gen. Gen-gen yang ekspresinya dipengaruhi oleh hiperasetilasi histon antara lain adalah gen yang mengatur siklus sel (Cyclin A, Cyclin E, Cyclin B1 dan sebagainya), faktor transkripsi (c-Myc, RAR α dan β) maupun yang mengatur apoptosis yaitu famili gen Bcl-2 seperti Bak/Bax dan Bcl-2/Bcl-xL (Annemieke, dkk., 2003).

Beberapa penelitian telah mencoba untuk mengukur asupan pati resisten dalam populasi yang berbeda. Untuk mendapat manfaat kesehatan dari pati resisten, direkomendasikan untuk mengkonsumsi 20 g pati resisten setiap hari. Negara berkembang dengan tingkat konsumsi pati tinggi dianjurkan untuk mengkonsumsi pati resisten sebesar 30–40 g/hari (Baghurst, dkk., 2001). Di seluruh dunia, asupan pati resisten terhadap diet sangat bervariasi. Tabel 2 memperlihatkan asupan pati resisten pada beberapa negara.

VI. KESIMPULAN

Kadar pati resisten beras secara alami cukup tinggi yaitu 10,39–21,13 persen, tetapi pati resisten tersebut tergolong RS1 yang tidak tahan proses pengolahan pangan terutama proses pemanasan. Modifikasi pati beras secara fisik, kimia, enzimatis, atau kombinasinya telah meningkatkan kadar pati resisten beras menjadi 18,5–69,45 persen. Proses modifikasi dalam meningkatkan kadar pati beras diketahui dapat menurunkan indeks glikemik, total lipid darah, mencegah pertumbuhan bakteri patogen, dan kanker kolon.

DAFTAR PUSTAKA

- Ai, Y., J. Hasjim, J.L. Jane. 2013. Effects of lipids on enzymatic hydrolysis and physical properties of starch. *Carbohydrate Polymer* 92:120–7. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2012.08.092>
- Annemieke, J.M.D.R., H.V.G. Albert, N.C. Huib, K. Stephan, B.P.V. Andre, Kuilenburg. 2003. Histone deacetylases (HDACs): characterization of the classical HDAC family. *Biochemistry Journal*, 370: 737–749.
- Anugrahati, N.A, Y. Pranoto, Y. Marsono, D.W.

- Marseno. 2015. In vitro digestibility of Indonesian cooked rice treated with cooling-reheating process and coconut milk addition. *International Research Journal of Biological Sciences*, 4(12):34–39.
- Ardhiyanti S.D., S.D. Indrasari SD, B. Abdullah. 2012. *Mutu fisik dan mutu giling 30 galur harapan padi sawah*. Prosiding Seminar Nasional Universitas Muhammadiyah, Purwokerto
- Ashwar, B. A., A. Gani, A. Shah, I.A. Wani, F.A. Masoodi. 2015. Preparation, health benefits and applications of resistant starch—A review. *Starch—Stärke*, 68(3-4): 287–301.
- Ashwar, B.A., A. Gani, A.W. Idrees, S. Asima, A.M. Farooq, C.S. Dharmesh. 2016. Production Of Resistant Starch from Rice by Dual Autoclaving retrogradation Treatment: Invitro Digestibility, Thermal and Structural Characterization. *Journal of Food Hydrocolloids* 56:108–117.
- Ashwar BA, Adil G, Asima S, Farooq AM. 2017. Physicochemical Properties, In-Vitro Digestibility and Structural Elucidation of RS4 from Rice Starch. *International Journal of Biological Macromolecules* 105: 471–477.
- Behall, K. M., D.J. Scholfield, J.G. Hallfrisch, H.G. Liljeberg-Elmståhl. 2006. Consumption of both resistant starch and β -glucan improves postprandial plasma glucose and insulin in women. *Diabetes care*, 29 (5), 976–981.
- Birt, D. F., T. Boylston, S. Hendrich, J.L. Jane, J. Hollis, L. Li, ... dan K. Schalinske. 2013. Resistant starch: promise for improving human health. *Advances in Nutrition*, 4 (6), 587–601.
- Badan Standardisasi Nasional. 2015. SNI 6128:2005 Beras. BSN, Jakarta.
- Baghurst, P.A., K.I. Baghurst, S.J. Record. 1996. *Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch: a review*. Publications.csiro.au
- Baghurst, K. I., P.A. Baghurst, S.J. Record. 2001. Dietary fiber, nonstarch polysaccharide and resistant starch intakes in Australia. *Dietary Fiber in Human Nutrition*.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2018. Produksi Padi Menurut Provinsi (ton), 1993-2015 [internet]. [diacu 2018 Juni 6]. Tersedia dari : <https://www.bps.go.id/dynamic/table/2015/09/09/865/produksi-padi-menurut-provinsi-ton-1993-2015.html>
- Brighenti, F., M.C. Casiraghi, dan C. Baggio. 1998. Resistant starch in the Italian diet. *British Journal of Nutrition*, 80(4), 333-341.
- Candraningrum, D.A. 2012. *Toksisitas Short Chain Fatty Acid (SCFA) Butirat, Produk Turunan Pati Resistan Tipe 3 Hasil Fermentasi Ubi Jalar (Ipomoea batatas) oleh Bakteri Clostridium butyricum BCC B2571 terhadap Sel HCT-116*. [Skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Collado, L.S., L.B. Mabesa, C.G. Oates, H. Corke. 2001. Bihon-Type Noodles from HeatMoisture Treated Sweet Potato Starch. *Journal of Food Science*, 66 (4): 604–609.
- Dupuis, J.H, Q. Liu dan R.Y. Yada. 2014. Methodologies for increasing the resistant starch content of food starches: a review. *Comprehensive Reviews In Food Science And Food Safety*, 13 (6), 1219–1234.
- FAO/WHO. 2008. Codex committee on nutrition and foods for special dietary uses. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53, 1–4. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>.
- Fuentes-Zaragoza, E., M.J. Riquelme-Navarrete, E. Sánchez-Zapata, J.A. Pérez-Álvarez. 2010. Resistant starch as functional ingredient: A review. *Food Research International*, 43 (4), 931–942.
- Hoover, R. 2010. The impact of heat-moisture treatment on molecular structures and properties of starches isolated from different botanical sources. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50: 835–847.
- Hung, P.V., L.V. Ngo dan T.L.P. Nguyen. 2016. Resistant starch improvement of rice starches under a combination of acid and heat-moisture treatments. *Journal of Food Chemistry*, 191 : 67–73.
- Hutabarat, D.J.C., F.R. Zakaria, E.Y. Purwani, M.T. Suhartono. 2018. SCFA profile of rice RS fermentation by colonic microbiota, *Clostridium butyricum* BCC B2571, and *Eubacterium rectale* DSM 17629. *Advance in Bioscience and Biotechnology*, 9 (02) : 90–106.
- Jacobs, H., R.C. Eerlingen, N. Rouseu, P. Colonna, J.A. Delcour. 1998. Acid Hydrolysis of Native and Annealed Wheat, Potato and Pea Starches—DSC Melting Features and Chain Length Distributions of Lintnerised Starches. *Carbohydrate Research*, 308: 359–371.
- Jenkins, D. J., V. Vuksan, C.W. Kendall, P. Wursch, R. Jeffcoat, S. Waring, ... dan E. Wong. 1998. Physiological effects of resistant starches on fecal bulk, short chain fatty acids, blood lipids and glycemic index. *Journal of the American College of Nutrition*, 17(6), 609–616.
- [KEMENKES] Kementerian Kesehatan RI. 2014. Riset Kesehatan Dasar 2013. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Jakarta: KEMENKES,
- Kumar, A., U. Sahoo, B. Baisakha, O.A. Okpani, U. Ngangkham, C. Parameswaran, ... dan

- S.G. Sharma. 2018. Resistant starch could be decisive in determining the glycemic index of rice cultivars. *Journal of Cereal Science*, 79, 348–353.
- Le-Leu, R. K., I.L. Brown, Y. Hu, T. Morita, Esterman, G.P. Young. 2007. Effect of dietary resistant starch and protein on colonic fermentation and intestinal tumourigenesis in rats. *Carcinogenesis*, 28(2): 240–245.
- Lee, C.J., S.I. Shin, Y. Kim, H.J. Choi, T.H. Moon. 2011. Structural Characteristics and Glucose Response in Mice of Potato Starch Modified by Hydrothermal Treatments. *Carbohydrate Polymer Journal*, 83: 1879–1886.
- Muir, J. G., Walker, K. Z., Kaimakamis, M.A., Cameron, M. A., Govers, M. J., Lu, Z. X., ... dan O'Dea, K. 1998. Modulation of fecal markers relevant to colon cancer risk: a high-starch Chinese diet did not generate expected beneficial changes relative to a Western-type diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 68(2), 372–379.
- O'Brien S, dan Wang Y. 2008. Susceptibility of Annealed Starches to Hydrolysis by α -Amylase and Glucoamylase. *Carbohydrate Polymers*, 72(4): 597–607.
- Platel, K., dan Shurpalekar, K. S. 1994. Resistant starch content of Indian foods. *Plant Foods for Human Nutrition*, 45(1), 91–95.
- Purwani, E.Y., D. Iskandriati dan M.T. Suhartono. 2012. Fermentation Product of RS3 inhibited proliferation and induced apoptosis in colon cancer cell HCT-116. *Advances in Bioscience and Biotechnology*, 3 (08):1189.
- Ramsay, A. G., K.P. Scott, J.C. Martin, M.T. Rincon, H.J. Flint. 2006. Cell-associated α -amylases of butyrate-producing Firmicute bacteria from the human colon. *Microbiology*, 152(11), 3281–3290.
- Richards, L. B., M. Li, B.C. van Esch, J. Garsen, G. Folkerts. 2016. The effects of short-chain fatty acids on the cardiovascular system. *PharmaNutrition*, 4(2), 68-111.
- Sajilata, M.G., R.S. Singhal, P.R. Kulkarni. 2006. Resistant starch – a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol 5 (1), pp 1–17.
- Sha, X.S., J.X. Zhang, B. Li, J. Li, B. Zhou, J.J. Yan, R.K. Song. 2012. Preparation and physical Characteristics of Resistant Starch (type 4) in Acetylated Indica Rice. *Journal of Food Chemistry*, 134:149–154.
- Sharma, B., C. Balomajumder, P. Roy. 2008. Hypoglycemic and Hypolipidemic Effects of Flavonoid Rich Extract from Eugenia Jambolana Seeds on Streptozotocin Induced Diabetic Rats. *Food and Chemical Toxicology Journal*, 46: 2376–2383.
- Syahaariza, Z.A., S. Sar, J. Hasjim, M.J. Tizzotti, R.G. Gilbert. 2013. The importance of amylose and amylopectin fine structures for starch digestibility in cooked rice grains. *Food Chemistry* 136: 742–749
- Tomlin, J., N.W. Read. 1990. The effect of resistant starch on colon function in humans. *British Journal of Nutrition*, 64(2), 589–595.
- Yuliwardi, F., E. Syamsir, P. Hariyadi, S. Widowati. 2014. Pengaruh Dua Siklus Autoclaving-Cooling Terhadap Kadar Pati Resisten Tepung Beras dan Bihun yang Dihasilkannya. *Media Komunikasi dan Informasi PANGAN*. Vol. 23, 43-52.
- Zeng, F., M. Fei, K. Fansheng, G. Qunyu, Y. Shujuan. 2015. Physicochemical Properties and Digestibility of Hydrothermally Treated Waxy Rice Starch. *Food Chemistry Journal*, 172:92–98.
- Zhu, L.J., L. Qiao-Quan, J.D. Wilson, G. Ming-Hong, S. Yong-Cheng. 2011. Digestibility and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flours and starches differing in amylose content, *Carbohydrate Polymers*, 86.

BIODATA PENULIS :

Zalniati Fonna Rozali dilahirkan di Sigli tanggal 28 Maret 1980. Menyelesaikan pendidikan S1 di jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala tahun 2004, dan pendidikan S2 di program studi Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor tahun 2010.

Endang Yuli Purwani dilahirkan di Nganjuk tanggal 18 Juli 1964. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 1987, pendidikan S2 di program studi Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 2002 dan pendidikan S3 di program studi Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 2012.

Diah Iskandriati dilahirkan di Jakarta tanggal 7 November 1964. Menyelesaikan pendidikan S1 di Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor tahun 1990, dan pendidikan S3 di Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor tahun 2004.

Nurheni Sri Palupi dilahirkan di Yogyakarta tanggal 2 Agustus 1961. Menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gajah Mada tahun 1985, pendidikan S2 di program studi Ilmu Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 1996 dan pendidikan S3 di program studi Biochemistry, University of Henry Poincare, Nancy, Prancis tahun 2000.

Maggy Thenawidjaja Suhartono dilahirkan di Bogor tanggal 7 Mei 1953. Menyelesaikan pendidikan S1 di jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Institut Pertanian Bogor tahun 1976 dan pendidikan S3 di di program studi Biochemistry, University of Hawaii, Amerika Serikat tahun 1982.