

# Karakteristik Fisik, Kimia, dan Sensori Beras Analog Berbasis Bahan Pangan Non Beras

## *Physical, Chemical, and Sensory Characteristics of Rice Analogue from Non Rice Ingredients*

Santi Noviasari<sup>a</sup>, Feri Kusnandar<sup>b</sup>, Agus Setiyono<sup>c</sup>, dan Slamet Budijanto<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh 23111

<sup>b,d</sup>Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

<sup>c</sup>Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680  
Email : slamet.budijanto@gmail.com

Diterima : 11 Januari 2017

Revisi : 26 Februari 2017

Disetujui : 21 April 2017

### ABSTRAK

Beras analog merupakan salah satu produk pangan yang terbuat dari bahan pangan non beras, yang dapat menjadi alternatif makanan pokok bagi masyarakat Indonesia. Bahan baku sumber karbohidrat non beras yang berpotensi antara lain jagung kuning, jagung putih, ubi kayu, dan sorgum. Keunggulan beras analog tidak hanya berbentuk menyerupai beras, namun dapat dimasak dan dikonsumsi layaknya beras dari padi. Beberapa penelitian telah mampu menghasilkan beras analog yang menyerupai beras menggunakan campuran beberapa jenis bahan baku. Beras analog yang diperoleh juga memiliki sifat fungsional seperti nilai indeks glikemik (IG) rendah, mengandung serat pangan dan total fenol yang tinggi. Karakteristik fisik penting yang diamati diantaranya adalah warna, bentuk, teknik, dan waktu pemasakan. Karakteristik sensori beras analog juga telah dapat diterima oleh panelis pada kisaran agak tidak suka hingga suka. Penelitian-penelitian mengenai beras analog menunjukkan dapat meningkatkan nilai tambah dari bahan pangan non beras serta mendukung keragaman sumber gizi bagi masyarakat. Artikel ini mengulas beras analog yang menggunakan teknologi ekstrusi dari beberapa jenis bahan baku non beras.

kata kunci : beras analog, keragaman sumber gizi, pangan non beras, pangan fungsional.

### ABSTRACT

*Analogue rice is a food product made from various non rice ingredients, which can be utilized as staple food alternative for Indonesian. The potential main ingredients of non rice carbohydrate source are yellow corn, white corn, cassava, and sorghum. In addition to its shape that resembles the paddy rice, analogue rice can also be cooked and consumed like paddy rice. Several studies had successfully produced analogue rice made of several ingredients. The product had low glycemic index (GI) as well as high dietary fiber and total phenolic content. The physical characteristics of color, shape, cooking technique, and cooking time were very important to be observed. Sensory characteristic of analogue rice had also been accepted by panelists with the range of slightly dislike to like score. The studies of analogue rice is not only increase the value added of non rice ingredients but also support the diversity of nutritional source for community. This article review on the analogue rice studies from non rice ingredients developed by extrusion technology.*

*keywords : analogue rice, diversity of nutritional source, non rice food, functional food*

## I. PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok masyarakat Indonesia. Sehingga sumber gizi masyarakat sebagian besar hanya berasal dari satu jenis pangan saja yaitu beras. Hal ini tentu berdampak kurang baik karena masyarakat Indonesia hanya bergantung pada satu bahan pokok ini. Padahal

Indonesia kaya akan sumber pangan lokal non beras lain seperti jagung, sorgum, ubi kayu, ubi jalar, sagu, dan lain-lain. Sumber-sumber pangan lokal non beras dapat dijadikan sebagai alternatif makanan pokok untuk mendapatkan keragaman sumber gizi bagi masyarakat. Namun hingga saat ini pangan lokal non beras

tersebut tidak populer karena terhambat pola pikir masyarakat bahwa jika belum makan nasi maka dianggap belum makan, sehingga konsumsi beras tetap tinggi. Selain itu juga didukung oleh ketersediaan beras mudah didapat dengan harga yang terjangkau, serta proses pengolahannya yang mudah, menyebabkan masyarakat sulit untuk meninggalkan beras sebagai makanan pokok. Selama ini olahan pangan non beras hanya sebagai tepung, penganan, kue atau jajanan, sehingga tidak dapat dijadikan sebagai makanan pokok pengganti beras. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu produk olahan yang memiliki karakteristik seperti beras (sifat dan tekstur), sehingga dapat menjadi alternatif makanan pokok tanpa membuat perubahan besar dalam tradisi makan masyarakat.

Beras analog merupakan salah satu produk olahan yang berbentuk seperti butiran beras namun terbuat dari bahan pangan non beras, yang dapat dihasilkan dengan menggunakan metode ekstrusi (Budijanto, dkk., 2012). Beras analog berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional jika ditinjau dari kandungan gizinya. Pangan fungsional adalah pangan olahan yang mengandung satu atau lebih komponen fungsional yang berdasarkan kajian ilmiah mempunyai fungsi fisiologis tertentu, terbukti tidak membahayakan dan bermanfaat bagi kesehatan (BPOM, 2005). Pemilihan bahan baku harus dilakukan dengan sangat cermat karena akan menentukan kandungan gizi dan karakteristik beras analog yang dihasilkan. Beras analog yang berasal dari beberapa bahan baku seperti jagung, singkong, kedelai, sorgum, sagu, dan sumber lainnya memiliki kandungan

gizi yang tinggi akan protein, lemak, serat pangan, fenol, dan pati resisten serta IG (indeks glikemik) rendah. Oleh karena itu beras analog sangat berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional yang bermanfaat bagi kesehatan.

Keunggulan beras analog tidak hanya karena berbentuk menyerupai butiran beras, selain itu komposisi gizinya dapat didesain dengan menggunakan berbagai bahan baku sehingga memiliki sifat fungsional yang diinginkan (nilai IG rendah, tinggi serat pangan, total fenol dan pati resisten). Keunggulan lainnya adalah beras analog dapat dimasak dan dikonsumsi seperti mengkonsumsi beras dari padi. Beras analog dapat dimasak dengan menggunakan *rice cooker* serta dapat dikonsumsi seperti layaknya makan nasi yaitu bersama lauk pauk.

## II. BERAS ANALOG

### 2.1. Pengertian

Beras analog atau beras tiruan adalah produk olahan yang berbentuk seperti butiran beras. Samad (2003) mendefinisikan beras analog adalah beras tiruan yang dapat dibuat dari kombinasi antara tepung non beras dan atau tanpa penambahan beras. Menurut Mishra, dkk. (2012) beras analog dapat dibuat dari tepung beras pecah sebagian atau seluruhnya bahan non beras. Sedangkan menurut Budijanto dan Yuliyanti (2012) beras analog merupakan beras tiruan yang berbentuk seperti butiran beras yang dapat dibuat dari tepung non beras dengan penambahan air.

Penelitian mengenai beras analog sudah banyak dilakukan dengan berbagai metode.

**Tabel 1.** Kandungan Gizi Beberapa Bahan Pangan

Bahan pangan	Air (%)	Abu (%)	Protein (%)	Lemak (%)	Karbohidrat (%)
Beras <sup>a</sup>	11,22	0,56	8,66	1,37	78,19
Jagung kuning <sup>b</sup>	9,24	0,89	8,48	2,35	79,04
Jagung putih pulut <sup>c</sup>	9,37	0,67	11,48	2,16	85,68
Jagung putih non pulut <sup>c</sup>	12,12	0,12	10,44	0,40	89,04
Ubi kayu <sup>e*</sup>	173,38	2,53	1,71	1,63	94,74
Ampas kelapa <sup>e*</sup>	154,33	0,87	5,24	60,95	35,11
Sorgum <sup>c</sup>	9,94	2,14	13,51	5,27	79,08
Bekatul <sup>b</sup>	12,44	9,97	16,54	16,05	14,80
Kedelai <sup>d</sup>	3,44	1,18	35,58	23,21	40,02
Pati Sagu <sup>c</sup>	12,58	0,18	0,53	0,21	99,08

<sup>a</sup>Liu, dkk. (2011); <sup>b</sup>Kurniawati (2013); <sup>c</sup>Noviasari, dkk. (2013); <sup>d</sup>Noviasari, dkk. (2015); <sup>e</sup>Kharisma, dkk. (2014), \* kadar air basis kering.

Metode yang dapat digunakan adalah granulasi (Samad, 2003) dan metode ekstrusi (Mishra, dkk., 2012; Widara, 2012; Budijanto dan Yuliyanti, 2012; Kurniawati, 2013; Kharisma, dkk., 2014; Budijanto, dkk., 2016; Noviasari, dkk., 2013). Namun metode granulasi masih memiliki kekurangan yaitu karakteristik yang dihasilkan tidak seperti beras secara umum, beras analog berbentuk bulat dan mudah pecah. Sedangkan dengan metode ekstrusi beras analog yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sangat mirip dengan beras karena bahan pangan yang telah diolah dalam ekstruder dilewatkan melalui *die* (cetakan) yang didesain serupa bentuk beras.

## 2.2. Bahan Baku

Beras analog dapat dibuat dengan menggunakan campuran tepung beras dengan bahan pangan lain non beras (Mishra, dkk., 2012) atau seluruhnya menggunakan bahan pangan non beras (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Bahan pangan non beras sebagai bahan baku utama sumber karbohidrat dapat diperoleh dari umbi-umbian dan sereal. Sumber karbohidrat tersebut dipilih sesuai dengan komposisi dan sifatnya yang akan menentukan kandungan gizi dan karakteristik dari beras analog. Beberapa bahan pangan sumber karbohidrat yang telah berhasil digunakan untuk pembuatan beras analog adalah campuran sorgum, mocaf, jagung dan sagu (Widara, 2012), sorgum dan sagu aren (Budijanto dan Yuliyanti, 2012), campuran jagung kuning, bekatul, sagu dan kedelai (Kurniawati, 2013), campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (Kharisma, dkk., 2014), campuran jagung, sorgum dan sagu aren (Budijanto, dkk., 2016), jagung putih dan sagu (Noviasari, dkk., 2013) serta jagung putih, kedelai, sorgum dan sagu (Noviasari, dkk., 2015). Tabel 1 menampilkan kandungan gizi beberapa bahan pangan yang dapat digunakan sebagai bahan baku beras analog.

Pati yang berasal dari sagu dan tapioka juga dapat digunakan sebagai sumber karbohidrat dan bahan perekat yang bertujuan untuk mendapatkan butiran beras yang kokoh sehingga beras tidak mudah hancur dan tidak rapuh saat dimasak (Herawati, dkk., 2014). Perbandingan antara tepung dan pati dalam pembuatan beras analog adalah 70 : 30 (Widara, 2012; Noviasari, dkk., 2013).

Selain menggunakan sumber karbohidrat pada beras analog juga dapat ditambahkan kacang-kacangan sebagai sumber protein, sehingga beras analog yang dihasilkan kaya akan protein. Kacang-kacangan seperti kedelai dapat memperkaya kandungan gizi protein pada beras analog (Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2015).

Bahan tambahan lain yang dibutuhkan dalam pembuatan beras analog adalah air sebanyak 50 persen dan gliserol monostearat (GMS) 2 persen (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Kadar air sebanyak 50 persen akan mempengaruhi pembentukan ekstrudat yang dihasilkan.

GMS adalah surfaktan non-ionik yang banyak digunakan sebagai *stabilizer* dan *emulsifier*. Molekulnya terdiri dari dua bagian yaitu hidrofil dan lipofil. Penggunaan GMS berfungsi sebagai pelumas saat proses sehingga dapat mengurangi panas proses ekstrusi, membuat ekstrudat tidak lengket satu sama lain, mengurangi *expansion* (pengembangan produk) tetapi meningkatkan WAI (*water absorption index*) (Kaur, dkk., 2005). Menurut Kaur, dkk. (2005) penggunaan GMS dapat mengurangi *cooking loss* selama pemasakan mi berbahan dasar jagung dan pati kentang. GMS akan berikatan dengan amilosa membentuk struktur helik (Alsaffar, 2011).

## 2.3. Proses Pembuatan

Teknologi ekstrusi merupakan salah satu teknik yang dapat diterapkan dalam pembuatan beras analog (Mishra, dkk., 2012), karena sangat efektif dari segi proses dan menghasilkan beras analog yang menyerupai butir beras. Teknologi ekstrusi adalah suatu proses yang melibatkan pencampuran bahan di bawah pengaruh kondisi operasi pencampuran dan pemanasan dengan suhu tinggi (Budijanto dan Yuliyanti, 2012). Menurut Riaz (2000) prinsip ekstrusi adalah proses pengolahan bahan pangan yang mengkombinasikan beberapa proses yang berkesinambungan antara lain pencampuran, pemanasan dengan suhu tinggi, pengadonan, *shearing*, dan pembentukan melalui cetakan (*die*) yang dirancang untuk membentuk hasil ekstrusi.

Teknologi ekstrusi yang dikembangkan untuk menghasilkan beras analog yang



**Gambar 1.** Beras Analog dari, (a) sorgum, jagung, maizena dan sagu, (b) jagung, kedelai, bekatul, dan sagu, (c) jagung putih dan sagu, (d) singkong, ampas kelapa, dan sagu (Sumber: (Widara, 2012; Kurniawati, 2013; Noviasari, dkk., 2013; Kharisma, dkk., 2014))

menyerupai beras adalah teknologi *hot extrusion* menggunakan ulir ganda (Budijanto, dkk., 2012). Teknologi ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan teknik granulasi yaitu bentuk produk mirip bentuk beras, bentuk nasi setelah dimasak mirip dengan nasi, bahan baku yang digunakan sangat fleksibel, kapasitas produksi menengah-besar, dan dapat diterapkan pada skala industri menengah-besar.

Teknologi *hot extrusion* menggunakan suhu di atas 70°C yang diperoleh dari *steam* atau pemanas listrik (elemen) yang dipasang mengelilingi barel dan friksi antara bahan adonan dengan permukaan barel dan *screw* (Mishra, dkk., 2012). Proses pembuatan beras analog (Budijanto, dkk., 2011; Noviasari, dkk., 2013) terdiri dari beberapa tahapan yaitu persiapan bahan, pencampuran, ekstrusi, dan pengeringan. Persiapan bahan baku dilakukan dengan proses penimbangan bahan sesuai formulasi. Proses pencampuran dilakukan dengan mencampur bahan-bahan kering selama 5–10 menit, lalu ditambahkan air sebanyak 50 persen dan proses pencampuran dilanjutkan kembali selama 5 menit. Penambahan air sebanyak 30–40 persen

termasuk kategori ekstrusi basah dan disebut ekstrusi kering jika penambahan air hanya 12–18 persen (Riaz, 2000). Selanjutnya yaitu proses ekstrusi adonan dalam ekstruder pada suhu 85–90°C dengan kecepatan ulir 40 Hz. Penentuan suhu ini disesuaikan dengan suhu gelatinisasi bahan yang digunakan. Pemanasan ini akan menyebabkan terjadinya proses gelatinisasi baik secara parsial maupun total (Mishra, dkk., 2012). Selama proses ekstrusi adonan akan mengalami homogenisasi, pengaliran (*shearing*) dan pembentukan. Pembentukan dilakukan melalui *die* (cetakan) berbentuk elips yang terpasang di ujung ekstruder agar menyerupai bentuk beras. Beras ekstrudat yang dihasilkan selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 3 jam yang bertujuan untuk menurunkan kadar air beras analog sampai <14 persen. Pengeringan bertujuan untuk memperpanjang umur simpan. Pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan energi matahari maupun dengan alat pengering seperti pengering *tray*, pengering putar dan sebagainya (Mishra, dkk., 2012). Kemudian beras analog dikemas dalam kemasan rapat dan vakum.

**Tabel 2.** Perbandingan Warna Beras Sosoh dan Beras Analog dari beberapa Bahan Baku

Bahan baku beras analog	L*	+a	+b	°Hue	Derajat putih (%)
Beras sosoh <sup>a</sup>	80,54	0,25	15,38	89,06	80,23
Jagung putih, sagu <sup>a</sup>	71,66	0,32	17,23	88,94	66,81
Singkong, ampas kelapa, sagu <sup>b</sup>	-	-	-	-	73,08
Jagung kuning, bekatul, kedelai <sup>c</sup>	48,90	-	-	-	-
Sorgum, jagung kuning, maizena dan sagu <sup>d</sup>	60,86	3,88	23,67	80,69	-
Sorgum, jagung kuning, sagu aren <sup>e</sup>	59,22	4,66	28,82	-	-

<sup>a</sup>Noviasari, dkk. (2013); <sup>b</sup>Kharisma, dkk. (2014); <sup>c</sup>Kurniawati (2013); <sup>d</sup>Widara (2012); <sup>e</sup>Budijanto dan Yuliyanti (2012)

L\* : tingkat kecerahan produk, berkisar dari 0 (hitam) –100 (putih)

### III. KARAKTERISTIK FISIK DAN KIMIA

Pemilihan bahan baku dan teknologi proses pengolahan yang digunakan akan menentukan karakteristik fisik dan kimia beras analog. Karakteristik fisik dan kimia ini akan menentukan beras analog yang dihasilkan dapat diterima seperti layaknya beras sebagai makanan pokok.

#### 3.1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang menjadi parameter penting beras analog agar menyerupai beras diantaranya adalah bentuk dan warna. Bentuk butiran diharapkan menyerupai beras dan berwarna putih. Bentuk beras analog yang berbahan dasar campuran sorgum, jagung, maizena, dan sagu (Widara, 2012) (Gambar 1a), dan campuran jagung, kedelai, bekatul dan sagu (Gambar 1b) (Kurniawati, 2013) sudah menyerupai bentuk beras. Namun memiliki warna kekuningan, karena menggunakan bahan baku yang berwarna kuning yaitu jagung kuning dan kedelai atau sorgum yang berwarna kuning kecoklatan. Menggunakan bahan baku yang berwarna putih seperti jagung putih dan singkong maka dihasilkan beras analog yang berwarna lebih putih. Beras analog berbahan baku jagung putih dan sagu (Gambar 1c) (Noviasari, dkk., 2013) dan campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (Gambar 1d) (Kharisma, dkk., 2014) memiliki bentuk menyerupai beras dan berwarna lebih putih.

Nilai  $L^*$  beras analog dari jagung putih dan sagu adalah 71,66 hampir mendekati warna putih, namun masih lebih rendah dari beras sosoh (80,54). Nilai  $+a$  adalah pengukuran warna kromatik campuran merah-hijau, dan nilai  $+b$  warna kromatik campuran kuning-biru. Nilai  $a$  dan  $b$  diperoleh bernilai positif. Nilai  $a$  dan  $b$  untuk beras analog dari jagung putih dan sagu adalah 0,32 dan 17,23 (masing-masing) yang menunjukkan bahwa memiliki intensitas warna merah dan kuning yang cukup kecil. Sedangkan beras analog yang berasal dari jagung kuning dan sorgum memiliki intensitas warna merah dan kuning yang cukup tinggi. Nilai  $^{\circ}\text{Hue}$  merupakan warna yang mengandung warna dasar *Red Green Blue* (RGB). Nilai  $^{\circ}\text{Hue}$  untuk beras analog dari campuran jagung putih dan sagu (88,94) serta campuran jagung kuning, sorgum, maizena dan sagu (80,69) berada pada kisaran 54–90 yang menunjukkan

bahwa produk mengandung warna pada kisaran merah kekuningan, begitu juga beras sosoh (89,06) berada pada kisaran yang sama. Nilai derajat putih beras analog masih lebih rendah dibandingkan beras sosoh (80,23 persen), hal ini menunjukkan bahwa beras analog yang dihasilkan masih belum seputih beras sosoh. Namun beras analog yang berasal dari singkong, ampas kelapa dan sagu memiliki derajat putih 73,08 persen mendekati beras sosoh (Tabel 2). Pemasakan beras analog merupakan salah satu parameter fisik dari beras analog. Proses memasak beras analog tidak jauh berbeda dengan memasak nasi. Beras analog dapat dimasak dengan *rice cooker* menggunakan perbandingan air dan beras analog 1 : 1. Setelah air mendidih dalam *rice cooker*, beras analog dimasukkan dan dimasak hingga matang. Nasi yang telah matang tidak memiliki bintik warna putih di tengah dan teksturnya lunak. Waktu pemasakan beras analog hanya berkisar antara 3–5 menit, lebih cepat jika dibandingkan dengan beras sosoh yaitu sekitar 14 menit (Noviasari, dkk., 2013; Kharisma, dkk., 2014). Nasi analog yang telah matang dari beberapa bahan baku dapat dilihat pada Gambar 2.

#### 3.2. Karakteristik Kimia

Beras analog dapat memiliki kandungan gizi yang beragam sesuai dengan bahan baku yang digunakan. Oleh karena itu pemilihan bahan baku harus dilakukan dengan cermat karena akan menentukan kandungan gizi, kualitas tanak, dan sifat sensori atau tingkat penerimaan masyarakat dari beras analog.

Kandungan gizi beras analog dari berbagai bahan baku yang dihasilkan dari beberapa penelitian disajikan pada Tabel 3. Secara umum terlihat bahwa kandungan lemak, protein, pati resisten, total fenol, dan serat pangan beras analog lebih baik dibandingkan dengan beras sosoh. Komponen gizi tersebut diperoleh karena penggunaan bahan baku yang beragam serta dapat bermanfaat bagi tubuh dan kesehatan. Kandungan protein dan lemak dapat membentuk matriks pangan dengan amilosa dan cenderung memperlambat laju pengosongan lambung sehingga dapat menurunkan daya cerna (Alsaffar, 2011).

Pati resisten termasuk dalam serat pangan tidak larut, memiliki sifat dan fungsi seperti serat



**Gambar 2.** Nasi analog dari campuran sorgum, jagung, maizena dan sagu (a) (Widara, 2012), campuran jagung, kedelai, bekatul dan sagu (b) (Kurniawati, 2013), jagung putih dan sagu (c) (Noviasari, dkk., 2013) dan campuran singkong, ampas kelapa dan sagu (d) (Kharisma, dkk., 2014).

pangan. Tidak dapat dicerna oleh usus halus tetapi dapat difermentasi oleh mikroflora secara lambat oleh usus besar. Proses cerna yang lambat ini dapat menunda peningkatan glukosa darah, mengontrol respon glikemik, memberi rasa kenyang lebih lama dan menurunkan resiko kanker kolon (Ashraf, dkk., 2012). Pati resisten beras analog yang berasal dari jagung putih, kedelai dan sagu sebesar 3,28 persen, sudah lebih tinggi dibandingkan dengan beras sosoh (0,94 persen). Kadar pati resisten ini diduga berasal dari tepung kedelai yang digunakan. Menurut Rahman, dkk. (2007) jumlah pati resisten dalam makanan dapat ditingkatkan dengan menambahkan kacang-kacangan

Senyawa fenolik merupakan antioksidan alami yang banyak terdapat pada tanaman. Polifenol dapat menghambat aktivitas enzim pencernaan terutama tripsin dan amilase sehingga dapat menurunkan daya cerna pati. Enzim  $\alpha$ -amilase terlibat dalam pemecahan

pati menjadi disakarida dan oligosakarida, selanjutnya enzim  $\alpha$ -glukosidase dalam usus mengkatalisis pemecahan disakarida untuk membebaskan glukosa yang kemudian diserap dalam sirkulasi darah. Penghambatan enzim ini akan memperlambat pemecahan pati di saluran gastro-intestinal, sehingga mengurangi hiperglikemia-postprandial. Penghambatan enzim oleh ekstrak fenol akan mengakibatkan penghancuran secara lambat disakarida untuk menghasilkan glukosa, sehingga mengurangi penyerapan glukosa pada usus kecil (Ademiluyi dan Oboh, 2013). Kadar fenol pada beras analog sudah lebih tinggi daripada beras sosoh, yang diperoleh dari penambahan jagung dan kedelai. Kedelai merupakan salah satu sumber antioksidan penting seperti polifenol, oleh karena itu dapat dianggap sebagai makanan fungsional. Menurut Devi, dkk. (2009) kandungan fenol pada kedelai adalah 24 mg GAE/g sedangkan pada tepung kedelai sebanyak 22 mg GAE/g. Kedelai merupakan salah satu sumber antioksidan penting

**Tabel 3.** Perbandingan kandungan gizi beras analog dari berbagai bahan baku dan beras sosoh

Karakteristik	Bahan baku beras analog						Beras sosoh
	Jagung putih, kedelai, sagu <sup>a</sup>	Singkong, ampas kelapa, sagu <sup>b</sup>	Jagung kuning, bekatul, kedelai <sup>c</sup>	Sorgum, jagung kuning, maizena, sagu <sup>d</sup>	Sorgum, jagung kuning, sagu aren <sup>e</sup>	Jagung, sorgum, sagu aren <sup>f</sup>	
Air (%)	6,28	7,41	4,22	10,58	10,97	-	11,22 <sup>g</sup>
Abu (%)	0,85	0,73	2,07	0,52	0,32	-	0,56 <sup>g</sup>
Lemak (%)	5,73	3,41	5,36	1,12	0,66	-	1,46 <sup>g</sup>
Protein (%)	10,48	0,61	11,4	6,95	6,62	-	7,41 <sup>g</sup>
Pati resisten (%)	3,28	-	-	-	-	-	0,94 <sup>h</sup>
Total fenol (mg GAE/g sampel)	0,25	-	0,5	-	-	0,10	0,044 <sup>i</sup>
Serat pangan (%)	5,84	-	13,3	4,00	3,65	5,22	0,80 <sup>j</sup>

<sup>a</sup>Noviasari, dkk. (2015); <sup>b</sup>Kharisma, dkk. (2014); <sup>c</sup>Kurniawati (2013); <sup>d</sup>Widara (2012); <sup>e</sup>Budijanto dan Yuliyanti (2012); <sup>f</sup>Budijanto, dkk. (2016); <sup>g</sup>Ohtsubo (2005); <sup>h</sup>Zhang, dkk. (2007); <sup>i</sup>Qiu (2009); <sup>j</sup>Liu, dkk. (2011).

seperti polifenol, oleh karena itu dapat dianggap sebagai makanan fungsional. Jagung juga memiliki kadar total fenol sebesar 2.607–3.201 mg GAE/g sampel (De la Parra, dkk., 2007).

Serat pangan merupakan salah satu karakteristik penting pada makanan fungsional, yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan. Peranan serat pangan dapat memperlambat kecepatan pencernaan bahan pangan dalam usus, memberikan rasa kenyang lebih lama, serta memperlambat kemunculan glukosa darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke dalam sel-sel tubuh dan diubah menjadi energi makin sedikit (Englyst, dkk., 2007).

Kadar serat pangan pada beras analog sudah cukup tinggi dibandingkan dengan beras sosoh. Serat pangan pada beras analog dapat berasal dari jagung, kedelai, bekatul, dan sorgum. Menurut Suarni dan Firmansyah (2005), tepung jagung mengandung komponen fungsional seperti serat pangan (11,21 persen). Cuenca, dkk. (2006) melaporkan bahwa serat pangan kedelai adalah 16,5 persen dengan serat larut 4,20 persen dan serat tidak larut 12,29 persen. Selain tepung jagung dan kedelai, bekatul juga merupakan bahan baku penyumbang serat pangan pada beras analog. Menurut CAC (2009) makanan dapat disebut sebagai sumber serat jika mengandung serat pangan minimal 3 persen. Sedangkan makanan disebut tinggi serat jika mengandung serat pangan minimal 6 persen. Berdasarkan pernyataan tersebut maka beras analog yang dihasilkan sudah dapat dikatakan sebagai makanan sumber serat pangan.

Karbohidrat yang dikonsumsi dari suatu makanan akan dicerna dan diserap oleh tubuh.

**Tabel 4.** Perbandingan Nilai IG (indeks glikemik) Beras Analog dari berbagai Bahan Baku dengan Beras Sosoh

Beras analog	Nilai IG
Beras sosoh <sup>a</sup>	69
Jagung putih, kedelai, sugu <sup>b</sup>	50
Jagung kuning, bekatul, kedelai <sup>c</sup>	54
Jagung kuning, sorgum, sugu aren <sup>d</sup>	47

<sup>a</sup>Foster-Powell, dkk. (2002); <sup>b</sup>Noviasari, dkk. (2015); <sup>c</sup>Kurniawati (2013); <sup>d</sup>Budijanto, dkk. (2016)

Proses daya cerna setiap makanan berbeda-beda, dan dapat diketahui melalui pendekatan nilai indeks glikemik (IG). Menurut Hallfrisch dan Behall (2000) karbohidrat yang dicerna dengan cepat akan menghasilkan IG tinggi sebaliknya karbohidrat yang dicerna dengan lambat akan menghasilkan IG rendah. Semakin cepat daya cernanya maka semakin banyak glukosa yang dihasilkan yang menyebabkan kenaikan kadar glukosa darah, sehingga dapat menyebabkan penyakit diabetes. Tindakan pencegahan yang dapat dilakukan diantaranya dengan memilih pangan yang tepat. Pangan yang mengandung karbohidrat yang daya cernanya lambat baik untuk dikonsumsi oleh penderita diabetes karena kenaikan glukosa darahnya lambat.

Indeks glikemik adalah area di bawah kurva dari respon glukosa terhadap makanan yang mengandung karbohidrat dibandingkan dengan kadar glukosa standar dalam jumlah tertentu (Hallfrisch dan Behall, 2000). Nilai IG beras analog (Tabel 4) yang telah dilakukan dapat menggunakan metode yang dikembangkan oleh Jenkins, dkk. (1981). Pada metode ini nilai IG menggunakan subjek manusia sebanyak 10 orang yang dipilih berdasarkan gula darah puasa normal (60–120 mg/dl). Pengukuran gula darah dilakukan dengan menggunakan Glukometer.

Berdasarkan respon glikemiknya, pangan dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu pangan IG rendah ( $IG < 55$ ), IG sedang ( $55 < IG < 70$ ) dan IG tinggi ( $IG > 70$ ) (Miller, dkk., 1992). Maka dari Tabel 4 dapat dikelompokkan bahwa beras analog termasuk dalam kategori pangan IG rendah, dan sudah lebih rendah dibandingkan dengan beras sosoh.

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi nilai IG suatu makanan diantaranya adalah proses pengolahan, kadar serat pangan, daya cerna pati, kadar amilosa dan amilopektin, kadar lemak dan protein, kadar gula dan daya osmotik pangan, dan kadar anti gizi pangan. Selain itu jumlah konsumsi, usia serta jenis kelamin juga dapat mempengaruhi respon glukosa terhadap gula darah (Hallfrisch dan Behall 2000). Pada beras analog rendahnya nilai IG dapat dipengaruhi oleh bahan penyusunnya yang tergolong berindeks glikemik rendah. Tepung jagung memiliki IG 42 (Helmy dan El-Mehiry, 2012), bekatul dengan IG 21 (Miller, dkk., 1992),

---

dan kacang kedelai dengan IG 21 (Gullarte, dkk., 2012).

Selain itu kandungan gizi seperti pati resisten, total fenol, serat pangan, kadar protein, lemak, dan amilosa yang tinggi pada beras analog juga dapat mempengaruhi indeks glikemiknya. Pati resisten termasuk dalam serat pangan tidak larut, tetapi memiliki sifat seperti serat pangan larut. Pati resisten daya cernanya lambat, sehingga pelepasan glukosa juga menjadi lambat. Metabolisme pati resisten terjadi 5–7 jam setelah konsumsi. Pencernaan selama 5–7 jam ini akan meningkatkan periode kenyang sehingga dapat menurunkan nilai IG (Sajilata, dkk., 2006). Senyawa fenol dapat menghambat enzim  $\alpha$ -amilase sehingga dapat menurunkan nilai IG pangan (Tormo, dkk., 2004). Enzim  $\alpha$ -amilase dihambat oleh  $\alpha$ -amilase inhibitor dengan cara memblok jalan masuk substrat ke sisi aktif enzim, sehingga akan mengganggu daya cerna karbohidrat dan menghambat penyerapan kadar gula darah dalam tubuh (Obiro, dkk., 2008). Hal ini tentu akan menurunkan daya cerna pati sehingga berdampak pada penurunan nilai indeks glikemik beras analog.

Serat pangan dapat membentuk matriks diluar granula pati sehingga dapat menghambat pencernaan karbohidrat (Alsaffar, 2011). Serat pangan terutama serat pangan larut dapat menurunkan respon glukosa darah disebabkan oleh (i) adanya peningkatan viskositas di lambung sehingga memperlambat laju pengosongan lambung maupun intestin menyebabkan penurunan jumlah karbohidrat yang dapat dicerna (*barrier* terhadap enzim) dan gula sederhana yang dapat diserap; (ii) serat makanan menyebabkan perubahan level hormon di saluran pencernaan, penyerapan zat gizi, dan sekresi insulin; dan (iii) serat makanan membantu meningkatkan sensitivitas insulin, menstabilkan level gula darah sehingga melindungi komplikasi akibat diabetik (Alvarez dan Sanchez, 2006). Kandungan protein dan lemak dapat membentuk matrik pangan dengan amilosa, cenderung memperlambat laju pengosongan lambung sehingga dapat menurunkan daya cerna (Alsaffar, 2011).

Faktor lain yang juga dapat mempengaruhi nilai IG adalah kandungan amilosa pada bahan pangan. Kadar amilosa pada beras analog

dari jagung kuning, kedelai, dan bekatul cukup tinggi yaitu 28 persen (Kurniawati, 2013). Kadar amilosa sulit dicerna oleh enzim karena keberadaan struktur linierannya yang kompak (Ek, dkk., 2011). Rendahnya nilai IG dan kandungan gizi yang tinggi dari beras analog memungkinkan untuk dikembangkan menjadi beras analog fungsional.

#### **IV. KARAKTERISTIK SENSORI BERAS DAN NASI ANALOG**

Penilaian sensori diperlukan untuk mengetahui tingkat kesukaan/penerimaan konsumen terhadap produk beras analog. Evaluasi sensori dapat dilakukan pada beras analog maupun pada nasi analog setelah dimasak. Hasil uji sensori beras dan nasi analog sudah dapat diterima oleh konsumen.

Tingkat penerimaan konsumen terhadap beras dan nasi analog sangat tergantung pada penampilan fisik, seperti warna, bentuk dan tekstur. Penampilan fisik adalah yang pertama dinilai oleh konsumen pada suatu produk pangan. Karakter fisik beras analog sangat ditentukan oleh bahan baku dan proses pengolahan yang digunakan, sehingga menghasilkan tingkat penerimaan yang berbeda-beda. Karakteristik sensori beras dan nasi analog disajikan pada Tabel 5.

Secara umum bentuk beras analog dari berbagai bahan baku sudah menyerupai beras sehingga tingkat penerimaan konsumen sudah cukup tinggi yaitu sekitar 5–5,6 (agak suka-suka) dari 7 skala (sangat suka). Penerimaan untuk parameter warna berbeda-beda untuk setiap beras analog, tergantung dari warna yang dihasilkan yang masih berbeda jauh dengan beras yang umumnya berwarna putih, sehingga tingkat penerimaan panelis cukup rendah. Hal ini terbukti pada beras analog yang berasal dari singkong, pati sagu putih dan ampas kelapa yang berwarna putih memiliki tingkat penerimaan sebesar 5,7 (suka) (Kharisma, dkk., 2014), sedangkan beras analog dari jagung putih dan sagu tingkat penerimaannya lebih rendah yaitu hanya 5,1 (agak suka) (Noviasari, dkk., 2013). Hal ini terjadi karena warna yang dihasilkan agak krem dan agak berbeda jauh dengan beras secara umum. Persepsi konsumen tentang beras adalah cerah berwarna putih, sehingga

**Tabel 5.** Karakteristik Sensori Beras dan Nasi Analog dari berbagai Bahan Baku

Bahan baku	Beras analog		Nasi analog		
	Warna	Bentuk	Warna	Tekstur	Rasa
Singkong, ampas kelapa, sagu <sup>a</sup>	5,7	5,4	5,1	4,8	4,9
Jagung putih dan sagu <sup>b</sup>	5,1	5,6	4,9	4,6	4,9
Jagung kuning, bekatul, kedelai <sup>c</sup>	3,7	5,5	3,5	4,7	4,3

<sup>a</sup>Kharisma, dkk. (2014); <sup>b</sup>Noviasari, dkk. (2013); <sup>c</sup>Kurniawati (2013)

beras dari jagung kuning, bekatul dan kedelai yang berwarna kekuningan memiliki tingkat penerimaan yang rendah yaitu 3,7 (netral).

Karakteristik sensori untuk nasi analog yang telah dimasak dapat dilakukan untuk parameter warna, rasa dan tekstur. Parameter warna nasi analog bernilai 3,5–5,1 (agak tidak suka-agak suka), yang sangat tergantung dari bahan baku yang digunakan. Tingkat kesukaan untuk parameter tekstur juga dapat dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku dan metode pembuatannya. Pada Tabel 5 terlihat bahwa kesukaan panelis untuk atribut tekstur hampir sama yaitu 4,6–4,8 (agak suka). Hal ini berarti bahwa panelis sudah mulai suka dengan tekstur dari beras analog yang sudah menyerupai beras. Dalam hal rasa, panelis masih membandingkan rasa nasi analog dengan nasi dari beras padi yang memiliki rasa tawar agak manis. Sedangkan rasa pada beras analog tentu sangat dipengaruhi oleh bahan bakunya. Hasil uji sensori rasa juga hampir sama untuk ketiganya yaitu antara 4,3–4,9 (netral-agak suka). Rasa dari beras analog yang berasal dari jagung kuning, bekatul dan kedelai memiliki nilai kesukaan paling rendah diantara ketiganya akibat rasa dari bekatul dan kedelai yang agak pahit.

## V. KESIMPULAN

Teknologi pengolahan beras analog dapat menggunakan bahan pangan non beras sebagai sumber karbohidrat seperti umbi-umbian dan sereal (misalnya jagung kuning, jagung putih, sorgum, ubi kayu, ubi jalar dan sagu). Selain itu juga dapat menggunakan bahan baku yang berasal dari kacang-kacangan sebagai sumber protein seperti kedelai. Pemilihan dan penganekaragaman penggunaan bahan baku menghasilkan beras analog yang kaya akan kandungan gizi seperti tinggi protein, pati resisten, serat pangan, dan total fenol. Kombinasi beberapa

bahan baku juga telah berhasil memperoleh beras analog yang termasuk dalam pangan IG rendah.

Proses pengolahan beras analog menggunakan ekstruder ulir ganda telah berhasil menyerupai butiran beras, yang memiliki karakteristik fisik (bentuk butiran, tekstur sebelum dan setelah dimasak, teknik memasak) seperti beras. Teknik memasak beras analog dapat menggunakan *rice cooker*, sehingga memudahkan proses pengolahannya. Beras analog telah dapat diterima oleh masyarakat baik dari segi warna, bentuk dan tekstur.

Pengembangan beras analog dengan menggunakan berbagai jenis bahan baku non beras merupakan salah satu usaha untuk mendukung program diversifikasi pangan masyarakat. Konsumsi beras analog yang berasal dari beragam bahan pangan, secara tidak langsung masyarakat telah mengkonsumsi beraneka jenis bahan pangan sehingga sumber gizinya tidak hanya berasal dari satu jenis pangan saja (beras). Keunggulan lain dari beras analog adalah beras analog dapat dikonsumsi seperti layaknya beras (bersama lauk pauk) sehingga tidak merubah kebiasaan makan masyarakat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ademiluyi, A.O. dan G. Oboh. 2013. Soybean Phenolic-Rich Extracts Inhibit Key-Enzymes Linked to Type 2 Diabetes (A-Amylase and a-Glucosidase) and Hypertension (Angiotensin I Converting Enzyme) in Vitro. *Experimental and Toxicology Pathology*. Vol. 65: 305–309. doi:10.1016/j.etp.2011.09.005.
- Alsaffar, A.A. 2011. Effect of Food Processing on the Resistant Starch Content of Cereals and Cereal Products – A Review. *International Journal of Food Science Technology*. Vol.46: 455–462.
- Alvarez, E.E. dan P.G. Sanchez. 2006. Dietary Fiber. *Journal of Nutrition Hospitalaria*. Vol. 21(2): 60–

- 71.
- Ashraf, S., F.M. Anjum, M. Nadeem, A. Riaz. 2012. Functional and Technological Aspects of Resistant Starch. *Pakistan Journal of Food Science*. Vol. 22(2): 90–95. ISSN: 2226–5899.
- B POM. 2005. *Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Tentang Ketentuan Pokok Pengawasan Pangan Fungsional*. Jakarta.
- Budijanto, S. dan Yuliyanti. 2012. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum bicolor* L.Moench) dan Aplikasinya pada Pembuatan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 13(3): 177–186.
- Budijanto, S., A.B. Sitanggang, E.H. Purnomo. 2012. *Metode Pengolahan Beras Analog*. Kementrian Hukum dan HAM. P00201200463.
- Budijanto, S., Y.I. Andri, D.N. Faridah, S. Noviasari. 2016. *Karakter Kimia Beras Analog Berbahan Dasar Jagung, Sorgum, dan Sagu Aren*. Submitted in *Agritech*.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 2009. Alinorm 09/32/26. Appendix II. *Report of the 30<sup>th</sup> Session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses* [Internet]. [Cape Town, South Africa 3–7 November 2008]. Rome (IT): FAO. hlm 46;. Tersedia pada: [http://www.codexalimentarius.net/download/report/710/al32\\_26e.pdf](http://www.codexalimentarius.net/download/report/710/al32_26e.pdf).
- Cuenca, A.R, M.J.V. Suarez, M.D.R. Sevilla, I.M. Aparicio. 2006. Chemical Composition and Dietary Fibre of Yellow and Green Commercial Soybeans (*Glycine max*). *Journal of Food Chemistry*. Vol. 101: 1216–1222. doi:10.1016/j.foodchem.2006.03.025.
- De la Parra, C., S. Serna-Saldivar, R.H. Liu. 2007. Effect of Processing on the Phytochemical Profiles and Antioxidant Activity of Corn For Production of Masa, Tortillas, and Tortilla Chips. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 55: 4177–4183.
- Devi, M.K.A., M. Gondi, G. Sakthivelu, P. Giridhar, T. Rajasekaran, G.A. Ravishankar. 2009. Functional Attributes of Soybean Seeds and Products, with Reference to Isoflavone Content and Antioxidant Activity. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 114: 771–776. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.10.011.
- Ek, K.L., L. Copeland, J.B. Miller. 2011. Glycemic Effect of Potatoes. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 113: 1230–1240.
- Englyst, K., S. Liu, H.N. Englyst. 2007. Nutritional Characterization and Measurement of Dietary Carbohydrates. *European Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 61(1): S19–39
- Foster-Powell, K.F., S.H.A. Holt, J.C.B. Miller. 2002. International Table of Glycemic Index and Glycemic Load Values. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 76: 5–56.
- Gullarte, M.A., M. Gomez, C.M. Rossel. 2011. Impact of Legume Flours on Quality and in Vitro Digestibility of Starch and Protein From Gluten-Free Cakes. *Journal of Food Bioprocess and Technology*. doi:10.1007/s11947-011-0642-3
- Hallfrisch, J. dan K.M. Behall. 2000. Mechanisms of the Effects of Grains on Insulin and Glucose Responses. *Journal of the American college of Nutrition*. Vol. 19(3): 320S–325SS.
- Helmy, H. dan H. El-Mehiry. 2012. Effect of Egyptian Bread Prepared by Different Types of Flour on Diabetic Rats and Its Glycemic Index in Diabetic Patients. *Journal of Life Science*. Vol. 9(3): 2264–2272.
- Herawati, H., F. Kusnandar, D.R. Adawiyah, S. Budijanto. 2014. Teknologi Proses Produksi Beras Tiruan Mendukung Diversifikasi Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. Vol. 33(3): 87–130. ISSN 0216-4418.
- Jenkins, D.J.A., T. Wolever, R.H. Taylor, H. Barker, H. Fielden, J.M. Baldwin, A.C. Bowling, H.C. Newman, A.L. Jenkins, D.V. Goff. 1981. Glycemic Index of Foods: A Physiological Basis for Carbohydrate Exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol. 34: 362–366.
- Kaur, L., J. Singh, N. Singh. 2005. Effect of Glycerol Monostearate on the Physic-Chemical, Thermal, Rheological and Noodle Making Properties of Corn and Potato Starch. *Journal of Food Hydrocolloid*. Vol. 19: 839–849.
- Kharisma, T., N.D. Yuliana, S. Budijanto. 2014. The Effect of Coconut Pulp (*Cocos nucifera* L.) Addition to Cassava Based Analogue Rice Characteristics. *The 16<sup>th</sup> Food Innovation Asia Conference 2014*; 2014 Juni 12–13; Bangkok, Thailand.
- Kurniawati, M. 2013. *Stabilisasi Bekatul dan Penerapannya Pada Beras Analog* [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Liu, C., Y. Zhang, W. Liu, J. Wan, W. Wang, W. Wu, N. Zuo, Y. Zhou, Z. Yin. 2011. Preparation, Physicochemical and Texture Properties of Texturized Rice Produce by Improved Ekstrusion Cooking Technology. *Journal of Cereal Science*. Vol.54: 473–480.
- Miller, J.B., E. Pang, L. Bramall. 1992. Rice : A High or Low Glycemic Index Food?. *American Journal of Clinical Nutrition*. Vol.56: 1034–1036.
- Mishra, A., H.N. Mishra, P.S. Rao. 2012. Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. *International Journal of Food Science and Technology*. Vol. 47: 1789–1797. doi:10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x.

- Noviasari, S., F. Kusnandar, A. Setiyono, S. Budijanto. 2015. Beras Analog sebagai Pangan Fungsional dengan Indeks Glikemik Rendah. *Jurnal Gizi dan Pangan*. Vol. 10(3).
- Noviasari, S., F. Kusnandar, S. Budijanto. 2013. Pengembangan Beras Analog dengan Memanfaatkan Jagung Putih. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. Vol. 24: 195–201. doi:10.6066/jtip.2013.24.2.195.
- Obiro, W.C., T. Zhang, B. Jiang, 2008. The Nutraceutical Role of the Phaseolus Vulgaris  $\alpha$ -amylase Inhibitor. *British Journal of Nutrition*. Vol. 100: 1–12. doi:10.1017/S0007114508879135.
- Ohtsubo, K., K. Suzuki, Y. Yasui, T. Kasumi. 2005. Bio-functional Components in the Processed Pre-germinated Brown Rice by a Twin-screw Extruder. *Journal of Food Composition and Analysis*. Vol. 18: 303–316.
- Qiu, Y. 2009. *Antioxidant Activity of Commercial Wild Rice and Characterization of Phenolic Compounds by HPLC-DAD-ESI-MS/MS*. Tesis at University of Manitoba.
- Rahman, S., A. Bird, A. Regina, Z. Li, J.P. Ral, A. McMaugh, D. Topping, M Morell. 2007. Resistant Starch in Cereals: Exploiting Genetic Engineering and Genetic Variation. *Journal of Cereal Science*. Vol. 46:251–260. doi:10.1016/j.jcs.2007.05.001
- Riaz, M.N. 2000. *Extruders in Food Applications*. Boca Raton (US): CRC Pr Inc.
- Sajilata, M.G., R.S. Singhal, P.R. Kulkarni. 2006. Resistant Starch – a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 5.
- Samad, Y. 2003. Pembuatan Beras Tiruan (*Artificial Rice*) dengan Bahan Baku Ubi Kayu dan Sagu. *Prosiding Seminar Teknologi Untuk Negeri*. 2:36–40.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2005. Beras Jagung: Prosesing dan Kandungan Nutrisi sebagai Bahan Pangan Pokok. Suyamto, editor. *Prosiding Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung*. Makassar : 29–30 September 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.
- Tormo, M.A., I.G. Exojo, A.R. Tejada, J.E. Campillo. 2004. Hypoglycaemic And Anorexigenic Activities of an  $\alpha$ -amylase Inhibitor from White Kidney Beans (*Phaseolus vulgaris*) in Wistar rats. *British Journal of Nutrition*. Vol. 92: 785–790. doi:10.1079/BJN20041260.
- Widara, S.S. 2012. *Studi Pembuatan Beras Analog dari Berbagai Sumber Karbohidrat Menggunakan Teknologi Hot Extrusion*. Skripsi at Institut Pertanian Bogor.
- Zhang, W., J. Bi, X. Yan, H. Wang, C. Zhu, J. Wang, J. Wan. 2007. In Vitro Measurement of Resistant

Starch of Cooked Milled Rice and Physico-Chemical Characteristics Affecting its Formation. *Journal of Food Chemistry*. Vol. 105: 462–468. doi:10.1016/j.foodchem.2007.04.002.

#### BIODATA PENULIS :

**Santi Noviasari** dilahirkan di Banda Aceh tanggal 15 November 1981. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala tahun 1999, dan pendidikan S2 Ilmu Pangan, Institut Pertanian Bogor tahun 2011.

**Slamet Budijanto** dilahirkan di Madiun tanggal 2 Mei 1961. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 *Food Chemistry*, Tohoku University, Jepang tahun 1990 dan S3 *Food Chemistry*, Tohoku University Jepang tahun 1993.

**Feri Kusnandar** dilahirkan di Bogor tanggal 2 Mei 1968. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor tahun 1987, pendidikan S2 *Food Science*, Universitas Putra Malaysia, Malaysia tahun 1995 dan S3 *Food Science*, *University of Newcastle* tahun 1999.

**Agus Setiyono** dilahirkan di Malang tanggal 10 Agustus 1963. Menyelesaikan pendidikan S1 Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor tahun 1982, pendidikan S2 Patologi Veteriner, Institut Pertanian Bogor tahun 1989 dan S3 Patologi Veteriner, Gifu University-Jepang tahun 1997.