

Teknologi Proses Ekstrusi untuk Membuat Beras Analog

Extrusion Process Technology of Analog Rice

Faleh Setia Budi^a, Purwiyatno Hariyadi^{a,b}, Slamet Budijanto^{a,b}, dan Dahrul Syah^{a,b}

^aDepartemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

^bSoutheast Asian Food and Agricultural Science and Technology (SEAFast) Center, LPPM, IPB

^{a,b}Jl. Lingkar Akademik, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Email : hariyadi@seafast.org

Diterima : 16 Juli 2013

Revisi : 19 Juli 2013

Disetujui : 15 Agustus 2013

ABSTRAK

Tingkat konsumsi beras di Indonesia mencapai angka 139 kg/kapita/tahun, lebih tinggi dari konsumsi rata-rata di Asia Tenggara, sehingga untuk memenuhi kebutuhannya sering dilakukan impor beras. Indonesia memiliki sumber pangan lokal lain seperti jagung, sorgum, ubi kayu, ubi jalar, sagu dan lain-lain. Namun bahan pangan non beras tersebut kurang populer dibandingkan dengan beras. Oleh karena itu perlu dikembangkan teknologi proses yang potensial untuk mengolah bahan pangan lokal non beras menjadi beras analog. Teknologi ekstrusi merupakan salah satu teknologi yang telah digunakan untuk pembuatan beras analog dengan bahan baku beras patah. Belakangan, teknologi ini juga mulai digunakan untuk pembuatan beras analog dari bahan pangan non beras. Karakteristik beras analog yang mirip dengan beras alami dapat dicapai dengan mengontrol parameter-parameter kritis ekstrusi seperti karakteristik dan komposisi bahan, suhu ekstrusi, kecepatan ulir dan sebagainya. Studi menunjukkan bahwa beras analog bisa dibuat dari bahan pangan non beras. Keberhasilan teknologi ini juga akan memperluas peluang fortifikasi dengan menggunakan beras analog sebagai pembawa zat gizi, seperti protein, vitamin dan mineral, sesuai dengan tujuannya. Makalah ini mengkaji hasil-hasil penelitian pembuatan beras analog dengan teknologi ekstrusi baik dengan menggunakan bahan beras patah maupun bahan non beras yang disertai dengan dan tanpa fortifikasi.

kata kunci: beras analog, bahan pangan non beras, teknologi ekstrusi dan fortifikasi

ABSTRACT

Indonesia rice consumption level is very high and up to 139 kg/capita/year, higher than that of average consumption level in South East Asia, so that import of rice is frequently needed to fill the need of population. Indonesia is actually rich in local food sources other than rice; such as corn, sorghum, cassava, sago, etc. but they are not as popular as rice. Therefore technology for the production of analog rice using the local-based non-rice food sources is needed. Extrusion technology has been used to produce analog rice from broken rice as its raw material. Recently; extrusion technology has also been used to develop analog rice using non-rice food material. The characteristic of analog rice which is similar with the natural rice could be achieved by controlling the critical extrusion parameters, such as the characteristics and composition of raw material, the temperature of extrusion, the speed of screw etc. The success of the analog rice production from the non rice food material will open up opportunities for fortification program using analog rice as a carrier for the nutrient target. This paper reviews the research reports for analog rice production with extrusion technology using variety of raw materials; including broken rice and the non-rice food material, with and without fortification.

keywords : analog rice, non-rice food material, extrusion technology and fortification

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok penduduk di beberapa bagian dunia seperti Asia Selatan, Asia Tenggara dan Asia Timur. Indonesia yang berada di kawasan Asia Tenggara juga mengandalkan beras sebagai makanan utama dengan tingkat konsumsi 139 kg/kapita/tahun. Angka ini sangat tinggi bila dibandingkan negara-negara lain seperti Jepang 45 kg/kapita/tahun, Malaysia 80 kg/kapita/tahun dan Thailand 90 kg/kapita/tahun (Briawan, 2004). Data ini menunjukkan bahwa Indonesia sangat bergantung pada salah satu bahan pangan ini. Hal ini sangat mengkhawatirkan dan menimbulkan faktor resiko yang tinggi. Bila suatu saat terjadi gangguan pasokan akibat adanya bencana alam atau gagal panen maka dapat menimbulkan permasalahan ketahanan pangan. Permasalahan ketahanan pangan ini bisa meluas ke permasalahan ekonomi dan keamanan.

Strategi yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah program diversifikasi pangan. Selain beras Indonesia juga memiliki sumber pangan lokal lain seperti jagung, sorgum, ubi kayu, ubi jalar, sagu dan lain-lain. Namun bahan pangan non beras tersebut kalah populer dengan beras dan konsumsinya pun semakin menurun akibat kebijakan swasembada beras yang dilakukan oleh pemerintah pada tiga dekade yang lalu. Keunggulan beras pada ketersediaan yang melimpah, mudah dicari dan proses pengolahannya yang mudah mengakibatkan masyarakat menjadi sulit untuk dialihkan konsumsinya ke sumber pangan lain non beras. Agar program diversifikasi pangan yang dilakukan mampu menurunkan tingkat konsumsi beras dan mendorong tingkat konsumsi sumber pangan lain maka sumber bahan pangan lokal non beras tersebut harus diolah sedemikian rupa sehingga mempunyai karakteristik seperti beras, baik sifat-sifat fisik butiran, penanakan dan tekstur (Gambar 1). Produk beras yang dibuat dari bahan non padi tersebut lebih dikenal sebagai beras analog (Machmur, dkk., 2011).

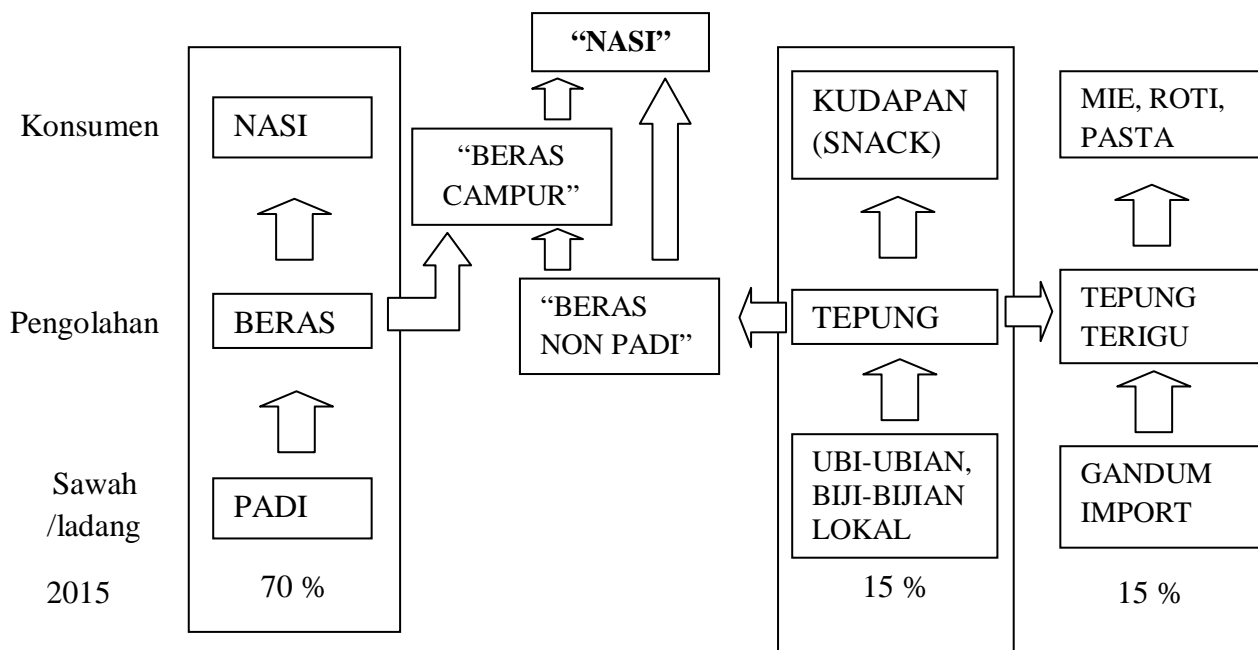
Proses pembuatan beras analog sudah pernah dilakukan dengan menggunakan metode granulasi (Katsuya, dkk., 1971; Yoshida, dkk., 1971; Kurachi, 1995; Samad, 2003; Lisnan, 2008; Herawati dan Widowati,

2009; Satyagraha, 2009). Namun beras analog yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang masih jauh dari yang diharapkan (bentuk bulat, densitas rendah dan mudah pecah). Metode lain yang dicoba digunakan untuk membuat beras analog adalah ekstrusi (Melianawati, 1998; Irfan, 2003; Hagenimana, dkk., 2006; Leonel, dkk., 2009; Yu and Boye, 2009; Dewi, 2012; Hackiki, 2012; Muslikatin, 2012). Teknologi ekstrusi pangan adalah proses mengalirkan secara paksa bahan pangan melalui *barrel* dengan satu atau lebih variasi kondisi proses pencampuran, pemanasan dan pengaliran (*shearing*) serta melewati melalui *die* yang didesain untuk membentuk dan/atau mengembangkan hasil ekstrusi (Rossen and Miller, 1973).

Penggunaan teknologi ekstrusi untuk membuat beras analog mempunyai banyak kelebihan seperti kapasitas besar, terjadinya proses pengaliran, pencampuran, pengadonan, pemanasan dan pembentukan sehingga beras analog yang dihasilkan mempunyai karakteristik yang serupa dengan beras (Yeh and Jaw, 1999). Namun beberapa penelitian pembuatan beras analog dengan teknologi ekstrusi tersebut masih belum bisa menghasilkan beras analog yang serupa atau masih berupa *ekstrudat*. Kemudian Zhuang, dkk., (2010) melaporkan sudah mampu membuat beras analog yang serupa dengan beras dari bahan menir (beras patah) dengan teknologi ekstrusi dan juga diikuti oleh Nutririce (2011). Keberhasilan proses ekstrusi untuk membuat beras analog dari bahan campuran jagung dan sagu dengan bentuk yang serupa dengan beras juga dilaporkan oleh Budijanto, dkk. (2011). Artikel ini akan mereview beberapa hasil riset pembuatan beras analog dengan menggunakan teknologi ekstrusi.

II. KLASIFIKASI PROSES EKSTRUSI

Berdasarkan temperatur prosesnya ekstrusi dapat dikelompokkan menjadi dua kategori, yaitu : ekstrusi dingin dan ekstrusi panas. Kedua proses mengalirkan adonan yang terbuat dari komponen utama tepung, aditif dan air melalui *barrel* ekstruder. Ekstrusi panas menggunakan temperatur tinggi di atas 70°C yang diperoleh dari pemanas kukus (*steam*) atau pemanas listrik (elemen) yang dipasang mengelilingi *barrel* dan friksi antara bahan adonan dengan permukaan *barrel* dan *screw*. Pemanasan dan kompresi ini menyebabkan terjadinya proses



Gambar 1. Jalur Konsumsi Pangan Sumber Karbohidrat Indonesia yang Sudah Dimodifikasi (Machmur, dkk., 2011).

gelatinisasi baik secara parsial maupun total (Mishra, dkk.,

2012). Teknologi ini sudah diaplikasikan secara komersial di China dan Filipina. Sedangkan ekstrusi dingin merupakan proses yang sama tetapi digunakan untuk membuat pasta tanpa menggunakan input energi panas tambahan dan hanya mengandalkan panas yang dihasilkan oleh proses friksi (temperatur rendah dibawah 70°C). Proses pembentukan menghasilkan *grain* yang mentah, berwarna *opaque* dan lebih mudah membedakan dari kernel beras regular. Proses ini menggunakan ekstruder pembentuk yang sederhana yang juga dikenal sebagai pasta press yang digunakan oleh Vigui (Itali) dan PATH untuk memproduksi UltraRice (Alavi, dkk., 2008). Proses ekstrusi juga dapat diklasifikasikan menjadi dua tipe menurut kadar air bahan yang diumpankan ke dalam ekstruder, yaitu: ekstrusi basah dan ekstrusi kering. Kadar air bahan pada ekstrusi basah adalah 30 - 40 persen dan 12 - 18 persen untuk ekstrusi kering (Riaz, 2000).

III. BAHAN YANG DIGUNAKAN UNTUK MEMBUAT BERAS ANALOG

Oleh karena beras merupakan sumber karbohidrat maka beras analog harus dibuat dari bahan yang juga dikenal sebagai sumber karbohidrat yang biasanya tersimpan pada

tanaman dalam bentuk pati. Bahan lain yang diperlukan dalam pembuatan beras analog adalah serat atau tepung (pati yang mengandung serat), air, *lipid*, bahan pengikat dan penyetting serta bahan *aditif* yang bersifat opsional seperti pewarna, *flavor*, fortifikan dan antioksidan.

3.1. Pati

Pada prinsipnya semua bahan baku yang mengandung pati baik yang berbentuk serealma maupun umbi dapat digunakan sebagai bahan baku utama dalam pembuatan beras analog (Gambar 1). Bahan baku tersebut bisa digunakan dalam bentuk murni maupun campuran dengan bahan lain pada rasio tertentu. Steiger (2010) menggunakan beras patah sebagai sumber bahan pati dalam pembuatan beras analog. Namun ada juga yang menggantikan sebagian tepung beras patah dengan tepung kedelai yang sudah dihilangkan lemaknya (Kato, 2006). Widara, (2012) menggunakan bahan campuran tepung sorgum, mocaf, jagung dan sagu tanpa menggunakan tepung beras.

Rasio tepung pregelatinisasi/tidak tergelatinisasi di dalam komposisi adonan juga penting. Jika rasio kurang dari 30 persen dari tepung pregelatinisasi maka produk beras analog yang terbentuk mempunyai sifat rehidrasi yang rendah. Namun apabila perbandingan pati pregelatinisasi lebih dari 70 persen akan

mempengaruhi karakteristik ekstrusi dan akan menjadi sulit untuk mengendalikan bentuk dan ukuran beras analog (Harrow and Martin, 1982).

3.2. Air

Air yang ditambahkan ke dalam adonan merupakan salah satu faktor kunci untuk mengendalikan perilaku adonan di dalam ekstruder dan sifat-sifat produk akhir. Air tersebut berfungsi sebagai bahan pemlastis (*plasticizer agent*) untuk bahan pati sehingga dapat menurunkan viskositas dan energi mekanik, menghasilkan produk yang lebih padat dan menghambat pertumbuhan gelembung. Penurunan viskositas adonan dan energi mekanik akan memudahkan mengalirkan adonan di dalam *barrel*. Studi yang dilakukan pada *grits* jagung membuktikan bahwa ekspansi berbanding terbalik dengan kadar air bahan yang diekstrusi (Chinnaswamy, 1993; Colonna, dkk., 1998). Dengan kadar air yang lebih tinggi gelatinisasi pati akan berkurang dan pertumbuhan gelembung akan dihambat sehingga menghasilkan produk akhir yang padat (Ding, dkk., 2005).

3.3. Lipid

Dalam proses ekstrusi *lipid* berperan sebagai pelumas (*lubricant*) karena mampu mengurangi gaya friksi antara partikel di dalam campuran dan antara permukaan *screw* dan *barrel* dengan lelehan adonan (Guy, 2001). *Lipid* yang digunakan bisa berbentuk lemak, minyak atau produk turunannya. Di dalam ekstruder *lipid* tersebut akan menurun viskositasnya pada suhu di atas 40°C sehingga dapat tercampur dengan bahan lain dan terdispersi dengan cepat sebagai *droplet-droplet* yang kecil. Pada konsentrasi lebih dari 3 persen *lipid* tidak mempengaruhi sifat-sifat ekspansi tetapi akan mengurangi laju ekspansi ketika konsentrasinya lebih dari 5 persen (Harper, 1994).

Pati dan *lipid* yang ada di dalam adonan bahan mempengaruhi pembentukan kompleks *amilosa-lipid*. Pembentukan senyawa kompleks *amilosa-lipid* dari senyawa asam lemak bebas dan *monoglyserida* lebih baik dibanding *triglyserida* (Mitchel and Areas, 1992; Harper, 1994; Camire, 2000). Penggunaan *monoglyserida* juga dapat memperkuat keberadaan air di dalam adonan yang berfungsi sebagai

plasticizer sehingga sifat-sifat plastis adonan di dalam *barrel* dapat dipertahankan meskipun ada proses pemanasan (Budijanto, dkk., 2011).

3.4. Serat

Istilah serat mencakup berbagai macam bahan dengan sifat-sifat fisik, kimia dan fisiologi berbeda. Serat pangan terdiri dari fraksi *polisakarida*, dinding sel tanaman dan lain-lain yang tahan terhadap hidrolisis enzim di dalam sistem pencernaan manusia. Serat-serat ini diketahui sangat bermanfaat untuk kesehatan manusia. Pada proses ekstrusi serat-serat ini juga mempunyai peranan yang signifikan. Riset menunjukkan bahwa pemasakan serat selama proses ekstrusi dapat menghasilkan perubahan karakteristik struktur dan sifat-sifat kimia fisika, dengan efek utama meredistribusikan serat-serat tidak larut menjadi serat-serat larut (Camire, dkk., 1990; Guillon, dkk., 1992; Larrea, dkk., 2005). Efek ini akan menjadi penyebab runtuhnya ikatan kovalen dan non kovalen antar karbohidrat yang menyertai serat sehingga menghasilkan pecahan-pecahan molekul yang lebih kecil dan lebih larut (Fornal, dkk., 1987; Wang, dkk., 1993). Beberapa penelitian melaporkan penurunan indeks ekspansi ketika serat ditambahkan ke dalam adonan (Hsieh, dkk., 1989; Ilo, dkk., 1999). Budijanto, dkk. (2011) menggunakan bahan tepung sorgum, mocaf dan jagung sebagai sumber serat dalam pembuatan beras analog.

3.5. Bahan Pengikat dan Pen-setting (*Binder and setting agent*)

Bahan pengikat (cair) yang dicampur dengan tepung akan menghasilkan adonan beras analog yang akan mempertahankan bentuk dengan baik. Kadar air dan temperatur juga dapat divariasikan untuk menghasilkan adonan beras analog yang baik. *Sodium alginate* dapat digunakan sebagai pengikat dengan viskositas rendah (0,1 - 1 *poise*) maupun viskositas tinggi (8 - 20 *poise*). Untuk viskositas rendah, larutan *alginat* mempunyai konsentrasi 0,5 - 5 persen berat dan untuk viskositas tinggi, konsentrasinya 5 - 11 persen berat (Cox and Cox, 1993). Hidrokolid dalam jumlah 0,2 - 2,5 persen dapat ditambahkan ke campuran sebelum proses ekstrusi dilakukan untuk meningkatkan kualitas tekstur beras analog (Dupart and Huber, 2003).

Bahan pati yang mengalami gelatinisasi parsial juga dapat digunakan sebagai bahan pengikat dalam beras analog (Budijanto, dkk., 2011).

Maksud dari penggunaan bahan pen-setting adalah untuk membuat gel dari pengikat (*binder*) yang digunakan dalam adonan. Bahan pengikat bisa tersusun dari campuran kalsium laktat 62,5 persen berat dan kalsium khlorida 37,5 persen berat dalam rentang 0,01 - 20 persen berat dari tepung. Larutan tersebut dapat disemprotkan ke permukaan biji *ekstrudat* beras analog atau beras analog dapat dilapisi bahan pen-setting dengan cara merendamnya ke dalam larutan bahan pen-setting pada pH 4 - 6 untuk mempertahankan kalsium dalam larutan. Untuk memperlama efek pen-settingan bahan seperti Na_2CO_3 , Na_3PO_4 dan bahan turunan *pospat* lainnya bisa ditambahkan ke dalam larutan (Cox and Cox, 1993).

3.6. Pewarna, Flavor, Fortifikan dan Antioksidan.

Pewarna, *flavor*, *fortifikan* dan *antioksidan* merupakan bahan aditif yang bersifat opsional. Bahan tersebut bisa ditambahkan dengan tujuan untuk memberikan warna, aroma dan cita rasa yang menarik dan meningkatkan nilai gizi. Sedangkan *antioksidan* merupakan bahan yang ditambahkan bersama-sama dengan *fortifikan* untuk mempertahankan kualitas *fortifikan* yang sensitif terhadap panas seperti protein, vitamin A, E, B dan sebagainya (Mishra, dkk., 2012). Apabila bahan-bahan yang digunakan sudah mempunyai nilai gizi, warna dan aroma yang menarik maka bahan-bahan tersebut tidak perlu ditambahkan.

IV. PROSES PEMBUATAN BERAS ANALOG

Secara umum proses ekstrusi untuk membuat beras analog hampir sama dengan proses pembuatan produk-produk ekstrusi lainnya yang terdiri dari empat tahap, antara lain: formulasi, prekondisi, ekstrusi dan pengeringan (Chessari and Sellahewa, 2001). Rangkaian tahapan proses ekstrusi untuk membuat beras analog bisa dilihat pada Gambar 2. Namun

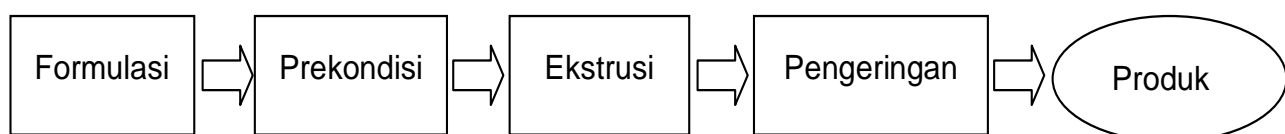
Budijanto, dkk., (2011) tidak menggunakan tahapan prekondisi untuk membuat beras analog.

4.1. Formulasi

Tahapan formulasi bertujuan untuk membuat campuran bahan baku beras analog dengan komposisi yang diinginkan. Pati atau tepung yang merupakan bahan baku utama harus digiling untuk mendapatkan ukuran partikel tertentu (lolos No. 10 dan tertahan No. 300 *standard mesh screen US*) (Mishra, dkk., 2012). Kemudian *lipid* dan komponen *minor* lainnya seperti pengikat, *emulsifier* dan mineral ditambahkan dengan jumlah tertentu. Formula harus mengandung cukup fraksi pati yang nantinya akan tergelatinisasi dan mengikat kuat produk. Pengikatan partikel-partikel di dalam beras analog juga bisa menggunakan pengikat hidrokoloid (*binder agent*).

4.2. Prekondisi

Prekondisi mempunyai peranan yang penting pada proses ekstrusi secara keseluruhan. Ada beberapa keuntungan dari penggunaan prekondisi pada proses ekstrusi, antara lain: meningkatkan keseragaman hidrasi partikel, mengurangi waktu tinggal adonan di dalam ekstruder dan meningkatkan waktu tinggal secara keseluruhan, meningkatkan umur pemakaian alat yang dikarenakan menurunnya penggunaan komponen *screw* dan *barrel* (Huber and Rokey, 1990). Pada tahap prekondisi campuran bahan baku hasil formulasi dipertahankan pada kondisi hangat (suhu 80 - 90°C) dan basah selama waktu tertentu dan kemudian dialirkan ke ekstruder. Pencampuran yang baik dibutuhkan agar permukaan partikel dapat kontak dengan air dan kukus (*steam*) yang ditambahkan. Waktu tinggal yang cukup juga diperlukan untuk memberikan kesempatan proses *difusi* uap air dan perpindahan panas dari permukaan ke bagian dalam partikel (Riaz, 2000). Dengan demikian campuran bahan baku beras analog akan *terplastisasi* di dalam alat prekondisi dan bisa dialirkan ke



Gambar 2. Rangkaian Tahapan Proses Pembuatan Beras Analog

ekstruder. Sebelum masuk ke dalam ekstruder *mikronutrient* seperti vitamin dan *antioksidan* dapat ditambahkan untuk meningkatkan nilai gizi beras analog yang dihasilkan nantinya (Steiger, 2010).

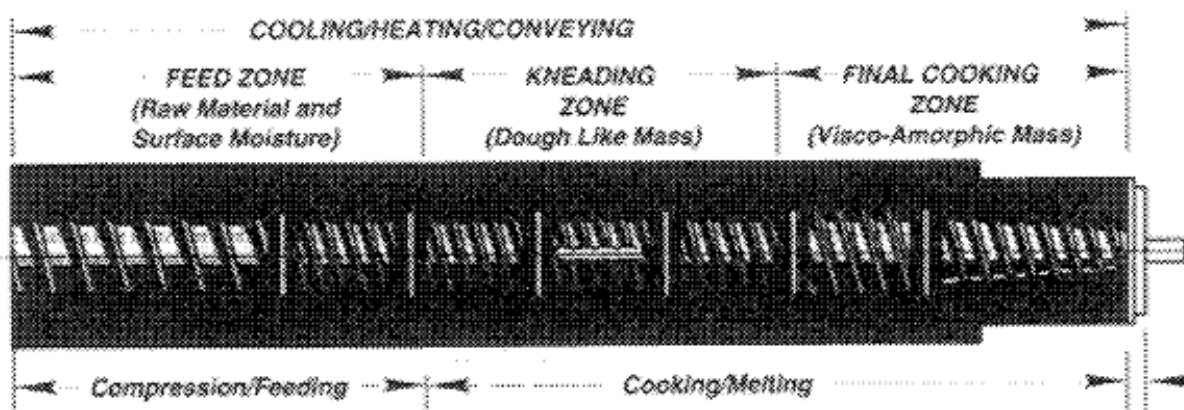
4.3. Ekstrusi

Pada tahap ekstrusi adonan akan mengalami proses pemanasan lagi pada suhu yang sedikit lebih tinggi dibanding proses sebelumnya. Di samping itu adonan juga akan mengalami proses homogenisasi lebih lanjut, pengaliran (*shearing*) dan pembentukan ketika keluar dari *die*. Proses degradasi pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil diminimalkan sehingga fungsi beras analog sebagai sumber karbohidrat tetap dapat dipertahankan. Pembuatan beras analog dengan proses ekstrusi bisa dilakukan dengan ekstruder ulir tunggal maupun ulir ganda. Namun ekstruder ulir ganda lebih banyak digunakan karena mempunyai kemampuan dan fleksibilitas yang lebih besar untuk mengendalikan parameter proses dan produk. Desain yang fleksibel memungkinkan perawatan *screw* dan *barrel* lebih cepat dan mudah (Guy, 2001).

Barrel ekstruder yang di dalamnya terdapat *screw* dibagi menjadi tiga daerah atau zona, yaitu : daerah pemasukan adonan (*feeding zone*), daerah pengadonan (*kneading zone*) dan daerah pemasakan (*cooking zone*) (Gambar 3). *Feeding zone* merupakan daerah tempat masuknya partikel *diskret* bahan berdensitas rendah ke dalam *barrel*. Di *kneading zone* bahan mulai kehilangan bentuk granularnya dan densitasnya mulai meningkat. Partikel *diskret* bahan mulai *mengaglomerisasi* karena meningkatnya suhu akibat dari panas konduksi,

panas injeksi dan energi *dissipasi* akibat gesekan sehingga terbentuk massa adonan yang mengalir lebih kompak. Di *cooking zone* suhu dan tekanan meningkat paling cepat akibat konfigurasi *screw* dan kompresi yang maksimum sehingga menimbulkan laju geser yang tinggi (Riaz, 2000). *Ekstrudat* yang keluar dari *die* ekstruder akan memiliki tekstur, densitas, warna dan sifat-sifat fungsional produk yang diinginkan.

Untuk menghasilkan beras analog yang memiliki sifat-sifat kimia fisika, penanakan dan tekstur yang mirip dengan beras perlu memperhatikan beberapa variabel dan parameter yang terlibat dalam proses ekstrusi. Variabel-variabel tersebut meliputi variabel input yang terdiri dari komposisi bahan (pati, protein, serat, lemak), kadar air, ukuran partikel dan aditif dan variabel proses yang berkaitan dengan kondisi operasional proses seperti suhu, kecepatan *screw*, laju alir umpan dan kecepatan pisau potong. Sedangkan parameter sistem ekstrusi mencakup *specific mechanical energy* (SME), energi *thermal*, waktu tinggal, viskositas lelehan, suhu dan tekanan produk, luas bukaan *die* dan juga hambatan aliran. Parameter output proses ekstrusi lainnya adalah gelatinisasi adonan di dalam *barrel* ekstruder, kadar air dan suhu produk (Campanella, dkk., 2002). Namun semua karakteristik produk tersebut hanya dipengaruhi secara langsung oleh empat parameter pengolahan kritis yaitu: kadar air adonan di dalam proses ekstrusi, energi mekanik masuk, energi panas masuk dan waktu tinggal bahan di dalam *barrel* ekstruder (Riaz, 2000). Deskripsi dari parameter kritis ini dijelaskan pada Tabel 1. Interaksi antara variabel bebas dan parameter kritis dapat terjadi dan dapat dipahami melalui Tabel 2.



Gambar 3. Zona/Daerah Pengolahan di Dalam *Barrel* Ekstruder (Riaz, 2000)

Tabel 1. Parameter-Parameter Kritis pada Proses Ekstrusi

Parameter	Deskripsi
Kadar air	Kadar air aktual di dalam proses
Energi mekanik masuk GME: Gross Mechanical Energy SME: Specific Mechanical Energy	$GME = \frac{Daya (kWjam)}{Lajualirmasa (kg)}$ $SME = \frac{Power_{loaded} - Power_{empty}}{lajualirmasa}$
Energi thermal masuk Dinyatakan dalam satuan yang sama seperti satuan energy mekanik = kJ/kg atau kWjam/kg	Untuk pemanasan <i>barrel</i> ekstruder Fluida panas Panas steam Panas listrik Untuk pemanasan langsung <i>ekstrudat</i> Injeksi uap langsung Injeksi uap atau cairan lain
Waktu tinggal t = waktu tinggal rata-rata M = Jumlah <i>ekstrudat</i> di dalam proses m = laju alir massa	Waktu total di setiap bagian dari proses t = M/m

Sumber : Riaz, 2000.

Kadar air merupakan salah satu parameter kritis dalam proses ekstrusi. Peningkatan kadar air pada proses prekondisi dan ekstrusi akan meningkatkan kadar air dalam adonan sehingga viskositas adonan akan menurun atau terjadi plastisasi. Penambahan air dalam bentuk steam menyebabkan adanya peningkatan energi *thermal* yang masuk dan terjadi pelelehan partikel pati sehingga adonan menjadi lebih lunak dan menurunkan energi mekanik. Turunnya energi mekanik mengakibatkan menurunnya kecepatan *screw* sehingga waktu tinggal adonan di dalam *barrel* akan menjadi lebih lama (Tabel 2). Panas dan air yang ditambahkan ke dalam adonan saat melewati prekondisi dan ekstruder akan menyebabkan pati mengalami gelatinisasi. Penambahan panas dan air harus diatur untuk mendapatkan derajat gelatinisasi tertentu sehingga dapat diperoleh produk beras analog dengan karakteristik yang diinginkan (mendekati karakteristik beras padi) (Akdogan, 1999).

Proses ekstrusi sangat responsif terhadap perubahan *screw*, khususnya ekstruder *twin screw*. Peningkatan kecepatan *screw* akan menyebabkan meningkatnya energi mekanik yang masuk, menurunnya energi *thermal* akibat menurunnya gaya gesek antara adonan dengan permukaan *barrel* dan *screw* serta menurunnya waktu tinggal bahan di dalam

barrel (Tabel 2). Meningkatnya kecepatan *screw* juga mengakibatkan meningkatnya energi mekanik yang berdampak pada naiknya derajat gelatinisasi pati (Yeh and Jaw, 1999). Oleh karena itu kecepatan *screw* juga harus dikendalikan agar diperoleh derajat gelatinisasi tertentu sehingga bisa mendapatkan beras analog dengan karakteristik yang mendekati beras padi.

Selain faktor suhu, kadar air dan kecepatan *screw*, parameter lain yang juga mempunyai pengaruh terhadap bentuk beras analog adalah bentuk dan ukuran lubang *die* serta pisau pemotong dan kecepatan pemotongannya (kecepatan putar). Ada dua pendekatan bentuk *die* yang dapat digunakan yaitu ke arah panjang (Diehl, 1988) dan ke arah lebar (Harrow and Martin, 1982; Steiger, 2010). Dimensi lubang *die* harus menyesuaikan dengan ukuran beras padi yang menjadi referensi agar produk beras analog yang dihasilkan mempunyai bentuk dan ukuran yang sama. Untuk menghindari pembentukan rantai dari *ekstrudat* terpotong (beras analog) yang lengket, pisau dilapisi dengan bahan *teflon* (*polytetrafluoro ethylene*) (Harrow dan Martin, 1982) dan ke dalam adonan ditambahkan *Glycerol Monostearate*. *Ekstrudat* beras analog dipotong secara otomatis oleh bilah pisau pemotong dengan sudut 45°C dan kecepatan tertentu.

Tabel 2. Interaksi Antara Variabel Bebas dan Parameter Kritis

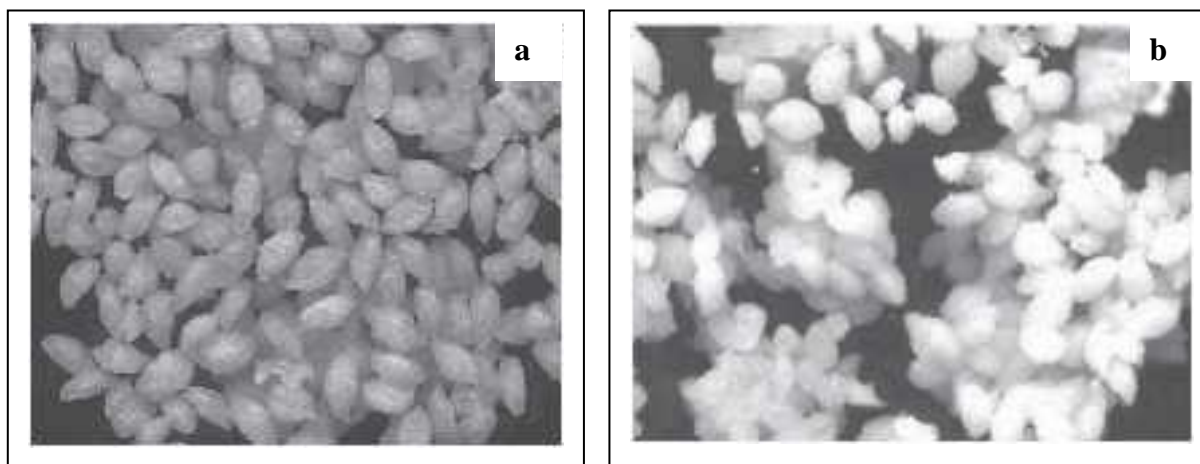
Variabel bebas	Parameter kritis			
	Kadar air	Energi mekanik	Energi thermal	Waktu tinggal
Laju umpan	--	++	-	-
Lipid	x	-	x	+
Kadar air	+++	---	+	++
Energi uap	+	--	+++	+
Kecepatan <i>screw</i>	x	+	-	-
Suhu <i>barrel</i>	x	-	+	+
Hambatan aliran ekstruder	x	++	*	+
Luas bukaan <i>die</i>	x	-	-	-

x : tidak ada perubahan, + : peningkatan, - : penurunan dan * : data tidak tersedia

Sumber : Riaz, 2000.



Gambar 4. Beras Analog (a), dan Nasi (b) dari Tepung Jagung dan Sorgum (Widara, 2012)



Gambar 5. Beras Analog (a) dan Nasi (b) dari Beras Patah (Zhuang, dkk., 2012).

Beras analog yang dihasilkan oleh ekstruder direndam di dalam air mendidih yang mengandung garam *pen-setting* selama 3 - 20 menit dan kemudian dicuci untuk menghilangkan larutan garam yang menempel. Selanjutnya beras analog didinginkan untuk meretrogradasi

pati yang telah mengalami gelatinisasi saat proses ekstrusi sehingga didapatkan biji beras analog yang padat (Cox and cox, 1993).

4.4. Pengeringan

Beras analog yang diperoleh masih memiliki kadar air yang cukup tinggi dan

harus dikeringkan untuk menurunkan kadar air sampai dibawah 15 persen agar memiliki umur simpan yang cukup panjang (Harrow dan Martin, 1982; Wenger dan Huber, 1988; Cox and Cox, 1993; Kato, 2006; Steiger, 2010; Widara, 2012). Pengeringan dapat dilakukan dengan menggunakan energi matahari maupun dengan alat pengering seperti pengering *tray*, pengering putar, pengering unggun *terfluidiasi* dan sebagainya (Mishra, dkk., 2012). Daerah tropis yang memiliki banyak energi matahari bisa menggunakan pengering matahari selama 24 jam seperti yang dilakukan oleh Diehl (1998). Untuk skala industri dengan kapasitas yang besar bisa menggunakan pengering putar atau *terfluidisasi* yang beroperasi secara kontinyu dan mempunyai kapasitas yang besar (Kato, 2006; Steiger, 2010). Produk beras analog yang dihasilkan dibungkus dalam kemasan yang rapat dan vakum untuk mencegah tumbuhnya jamur dan berkembangnya bakteri. Beras analog kering dari tepung jagung dan sorgum ditunjukkan pada Gambar 4a dan yang matang pada Gambar 4b (Widara, 2012). Sedangkan beras analog kering dari beras patah ditunjukkan pada Gambar 5a dan yang matang pada Gambar 5b (Zhuang, dkk., 2010).

V. NILAI GIZI DAN KARAKTERISTIK SENSORI BERAS ANALOG

Beras analog yang dibuat dari tepung jagung 40 persen, tepung sorgum 30 persen dan pati 30 persen memiliki komposisi kimia *proximat* seperti yang tercantum pada tabel 3. Kadar air, mineral dan protein beras analog tersebut lebih rendah dibanding beras padi. Sedangkan kadar lemak dan protein beras analog lebih tinggi. Namun secara umum komposisi kimia beras analog tersebut sudah mendekati komposisi kimia beras padi. Dengan komposisi tersebut beras analog mempunyai nilai gizi yang cukup. Pada umumnya beras atau nasi dikonsumsi

bersamaan dengan bahan pangan lain seperti lauk pauk yang mempunyai kandungan protein yang tinggi sehingga nilai asupan protein beras analog bisa ditingkatkan. Namun bila diinginkan adanya tambahan bahan *mikronutrien* lain seperti vitamin B, vitamin A, zat besi dan sebagainya maka dapat dilakukan fortifikasi pada saat formulasi. Mishra, dkk., (2012) melaporkan beberapa fortifikasi beras analog yang dilakukan oleh beberapa peneliti seperti fortifikasi beras analog dengan besi, seng dan vitamin (Li, dkk., 2008), besi, seng, *thiamin* dan asam *folat* (Bett-Garber, dkk., 2004), dan vitamin A (Murphy, dkk., 1992).

VI. KESIMPULAN

Penelitian pembuatan beras analog dengan proses ekstrusi dan komposisi tepung jagung 70 persen dan pati 30 persen telah memberikan hasil yang positif. Produk beras analog yang dihasilkan sudah mulai dipasarkan dalam skala terbatas dan mendapatkan sambutan yang baik. Permintaan beras analog dari masyarakat semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa beras analog yang dihasilkan mempunyai potensi untuk digunakan dalam program diversifikasi pangan guna menurunkan tingkat konsumsi beras yang tinggi dan menggantikannya dengan bahan pangan lain non beras setelah dilakukan proses produksi secara komersial dengan industrialisasi. Namun masih diperlukan beberapa penelitian lagi untuk meningkatkan skala produksi dari skala laboratorium menjadi skala industri seperti penelitian tentang aplikasi beras analog sebagai pangan fungsional, penelitian teknis untuk mendapatkan data-data yang diperlukan untuk penggandaan skala produksi, penelitian produksi secara kontinyu yang *in line* satuan operasi-satuan operasi yang terlibat di dalamnya dan sebagainya.

Tabel 3. Komposisi Kimia Beras Analog dan Beras Padi

Komponen	Beras analog (% b.k.)	Beras padi (% b.k.)
Air	10,6	12,05
Mineral	0,52	1,31
Lemak	1,17	0,92
Protein	6,75	8
Karbohidrat	91	89,86

Sumber : Widara, 2012 dan Rohman, 1997.

DAFTAR PUSTAKA

- Akdogan, H. 1999. High Moisture Food Extrusion. *International Journal of Food Science and Technology*. 34. 195–207.
- Alavi, S., Bugusu, B. and Cramer, G. 2008. *Rice Fortification in Developing Countries: a Critical Review of The Technical dan Economic Feasibility*. <http://www.a2zproject.org/...../Food-Rice-For-tification-Report-with-Annexes-FINAL.pdf> (diakses: 30 Juli 2012).
- Bett-Garber, K.L., Champagne, E.T., Ingram, D.A. and Grimm, C.C. 2004. Impact of Iron Source dan Concentration on Rice Flavor Using a Simulated Rice Kernel Micronutrient Delivery System. *Cereal Chemistry*. 81(3) : 384–388.
- Briawan, D. 2004. *Pengembangan Diversifikasi Pangan Pokok Dalam Rangka Mendukung Ketahanan Pangan Nasional*. Tesis Master di Sekolah Pasca Sarjana IPB. Bogor
- Budijanto, S., Dahrul Syah, Sitanggang, A.B., Subarna, Suwanto dan Faleh, S. 2011. *Pengembangan Rantai Nilai Serealia Lokal (indigenous cereal) untuk Memperkokoh Ketahanan Pangan Nasional*. Laporan Program Riset Strategis. Fakultas Teknologi Pertanian IPB .
- Camire, M. E., Camire, A. dan Krumhar, K. 1990. Chemical and Nutritional Changes in Foods During Extrusion. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. Vol.19. No.1. pp.35-57. ISSN 1040-8398.
- Camire, M. E. 2000. Chemical and Nutritional Changes in Food During Extrusion. *Di dalam M. N. Riaz. Extruders in food applications*. pp.127-147, CRC Press. ISBN 978-156-6767-79-2. Boca Raton. United States of America.
- Campanella, O. H., Li, P. X., Ross, K. A., Okos, M. R. 2002. The Role of Rheology in Extrusion. *Di dalam Chen, J.W., Barbosa, V.G. dan Aguilera, J.M. Engineering and Food for the 21st Century*. CRC PRESS. New York.
- Chessari, C. J. dan Sellahewa, J. N. 2001. Effective Process Control. *Di dalam Guy, R. Extrusion cooking*. pp. 82-107. Woodhead Publishing. CFRC Press New York. USA.
- Chinnaswamy, R. 1993. Basis of Cereal Starch Expansion. *Carbohydrate Polymers*. Vol.21. No.2-3. pp.157-167. ISSN 0144-8617.
- Colonna, P., Tayeb, J. dan Mercier, C. 1998. Extrusion Cooking of Starch and Starchy Products. *Di dalam C. Mercier; P. Linko dan J. M. Harper. Extrusion cooking*. pp.247-319. American Association of Cereal Chemists. ISBN 978-091-3250-67-8. Saint Paul. United States of America.
- Cox, J.P. dan Cox, J.M. 1993. *Cohesive Vegetable Product and Process for Manufacture*. US Patent. 5252351.
- Dewi, R.K. 2012. *Rekayasa Beras Analog Berbahan Dasar Modified Cassava Flour (MOCAF) dengan Teknologi Ekstrusi*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Diehl, J.C. 1988. Imitation Ceremonial Rice. US Patent. 5547719.
- Ding, Q., Ainsworth, P., Plunkett, A., Tucker, G. dan Marson, H. 2005. The Effect of Extrusion Conditions on The Physicochemical Properties and Sensory Characteristics of Rice-Base Expanded Snacks. *Journal of Food Engineering*. Vol.66. No.3. February 2005. pp.283-289. ISSN 0260-8774.
- Dupart, P. dan Huber, G.R. 2003. *Low Shear Extrusion Process Formanufacture of Quick Cooking Rice*. US Patent, 9178774.
- Fornal, L., Soral-Smietana, M. dan Szpenelowski, J. 1987. Chemical Characteristics and Physicochemical Properties of The Extruded Mixtures of Cereal Starches. *Starch/Stärke*. Vol.39. No.2. pp.75-78. ISSN 0038-9056.
- Guillon, F., Barry, J. L. dan Thibault, J. F. 1992. Effect of Autoclaving Sugar-Beet Fibre on Its Physicochemical Properties and Its In Vitro Degradation by Human Faecal Bacteria. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Vol.60. No.1. September 1992. pp.69-79. ISSN 1097-0010.
- Guy, R. 2001. *Extrusion Cooking: Technologies and Applications*. Woodhead Publishing. Cambridge, United Kingdom. ISBN 978-185-5735-59-0.
- Hackiki, R. 2012. *Karakteristik Fisik, Kimia dan Sensori Beras Analog Berbasis Tepung Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) dengan Penambahan Tepung Tempe*. Skripsi. Di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Hagenimana, A., Ding, X., dan Fang, T. 2006. Evaluation of Rice Fluor Modified by Extrusion Cooking. *Journal of Cereal Science*, 43 : 38-46
- Harper, J. M. 1994. Extrusion Processing of Starch. *Di dalam R. J. Alexander & H. F. Zobel. Developments in carbohydrate chemistry*. 2nd ed. pp.37-64. American Association of Cereal Chemists. Saint Paul. United States of America.
- Harrow, A.D. dan Martin, J.W. 1982. *Reformed Rice*

- Product*. US Patent. 4325976.
- Herawati, H. dan Widowati, S. 2009. Karakteristik Beras Mutiara Dari Ubi Jalar. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* Vol.5
- Hsieh, F., Mulvaney, S. S., Huff, H. E., Lue, S. dan Brent, J. 1989. Effect of Dietary Fiber and Screw Speed on Some Extrusion Processing and Products Variables. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. Vol.22. pp.204-207. ISSN 0023-6438.
- Huber, G. R. dan Rokey, G. J. 1990. Extruded Snacks. *Di dalam R. G. Booth. Snack food*. pp.107-138. Van Nostrand Reinhold. New York. United States of America. ISBN 978-044-2237-45-5..
- Ilo, S., Liu, Y. dan Berghofer, E. 1999. Extrusion Cooking of Rice Flour and Amaranth Blends. *Lebensmittel Wissenschaft und Technologie*. Vol.32. No.2. March 1999. pp.79-88. ISSN 0023-6438.
- Irfan, M. 2003. *Perubahan Sifat-Sifat Fisikokimia Tepung Talas (Colocasia esculenta (L.) Schott) Selama Proses Ekstrusi Pada Berbagai Tingkat Suplementasi Beras (Oryza sativa L.)*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Kato, K. 2006. Soy-Based Rice Substitute. United States Patent. 11233906.
- Katsuya, N., Sagara, T., Takahashi, R., Yoshida, T., dan Ojima, T. 1971. *Process for Producing Enriched Artificial Rice*. US patent no 3.628.966.
- Kurachi, H. 1995. *Process for Making Enriched Artificial Rice*. US Patent no 5.403.606.
- Larrea, M. A, Chang, Y. K. dan Bustos, F. M. 2005. Effect of Some Operational Extrusion Parameters on The Constituents of Orange Pulp. *Food Chemistry*. Vol.89. No.2. February 2005. pp.301-308. ISSN 0308-8146.
- Leonel, M., De Freitas, T.S., dan Mischan, M.M. 2009. Physical Characteristics of Extruded Cassava Starch. *Scientific Agriculture* Vol. 66 no. 4.
- Li, Y., Diosady, L. dan Jankowski, S. 2008. Effect of Iron Compounds on The Storage Stability of Multiple Fortified Ultra Rice@. *International Journal of Food Science and Technology*. 43. 423-429.
- Lisnan V. 2008. *Pengembangan Beras Artifisial Dari Ubi Kayu dan Ubi Jalar Sebagai Upaya Diversifikasi Pangan*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Machmur, M., Dharulsyah, Sawit, M.H., Subagyo, A. dan Rachman, B. 2011. *Diversifikasi Pangan Solusi Tepat Membangun Ketahanan Pangan Nasional*. Badan Ketahanan Pangan Kementrian Pertanian 2011.
- Melianawati, A. 1998. *Karakteristik Produk Ekstrusi Campurann Menir Beras-Tepung Pisang-Kedelai Olahan*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Mishra, A., Mishra, H. N., Rao, P. S. 2012. Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. *International Journal of Food Science and Technology*.
- Mitchel, J. R. dan Areas, J. A. G. 1992. Structural Changes In Biopolymers During Extrusion. *Di dalam J. L. Kokini; C-T. Ho and M. V. Karwe. Food extrusion: science and technology*. pp.345-360. Marcel Dekker. ISBN 978-082-4785- 42-0. New York. United States of America.
- Murphy, P.A., Smith, B., Hauck, C. dan O'Connor, K. 1992. Stabilization of Vitamin A in a Synthetic Rice Premix. *Journal of Food Science*. 57 (2). 437-439.
- Muslikatin. 2012. *Pengembangan Beras Ekstrusi Kaya Serat Dengan Penambahan Tepung Rumput Laut (Euchema cottonii)*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Nutrice. 2011. <http://www.foodresearch.ch/fs/documents/Food-Tech-2011/NutriRice.pdf> [diakses 07 Mei 2012]
- Riaz, M. N. 2000. *Extruders in Food Applications*. Boca Raton, United States of America. CRC Press. ISBN 978-156-6767-79-8.
- Rohman, A.M. 1997. Evaluasi Sifat Fisika-Kimia Pati Beras Ketan Hitam, Beras Ketan Putih, Beras Cianjur dan Beras IR 36. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Rossen, J.L. dan Miller, R.C. 1973. *Food Extrusion*. *Food Technology*. 27 (8) : 46-53
- Satyagraha, H. 2009. *Optimasi Proses Pengolahan dan Karakterisasi Produk Serta Penentuan Umur Simpan Beras Ubi Kayu yang Disubstitusi Dengan Kecambah Kedelai*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Samad, M. Y. 2003. Pembuatan Beras Tiruan (*Artificial Rice*) dari Bahan Baku Ubikayu dan Sagu. *Prosiding Seminar Teknologi* untuk negeri, Vol II, 36-40.
- Steiger, G. 2010. Reconstituted Rice Kernels and Processes for Their Preparation. <http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?-WO=2010020640>. (diakses 21 Juli 2012).
- Wang, W. M., Klopfenstein, C. F. dan Ponte, J. G. 1993. Effects of Twin-Screw Extrusion on The

Physical Properties of Dietary Fiber and Other Components of Whole Wheat and Wheat Bran and on The Baking Quality of Wheat Bran. *Cereal Chemistry*. Vol.70. No.6. pp.707-711. ISSN 0009-0352.

- Wenger, M.L. dan Huber, G.R. 1988. *Low Shear Extrusion Process for Manufacture of Quick Cooking Rice*. US Patent. 4769251.
- Widara, S.S. 2012. *Formulasi dan Karakterisasi Gizi Beras Analog Terbuat dari Campuran Tepung Sorgum, Mocaf, Jagung, Maizena dan Sagu Aren*. Skripsi di Fakultas Teknologi Pertanian IPB Bogor.
- Yeh, A.I., dan Jaw, Y.M. 1999. Effect of Feed Rate and Screw Speed on Operating Characteristics and Extrudate Properties During Single-Screw Extrusion Cooking of Rice Flour. *Cereal Chemistry*. 76 (2) : 236-242.
- Yoshida, T., Sagara, T., Ojima, T., Takahashi, R., dan Takahashi, M. 1971. *Process for Producing Enriched Artificial Rice*. US patent no 3.620.762.
- Yu, L., Ramaswamy, H.S., dan Boye, J. 2009. Twin-screw Extrusion of Corn Flour and Soy Protein Isolate (SPI) Blends : A Response Surface Analysis, *Food Bioprocess Technology*.
- Zhuang, H., An, H., Chen, H., Xie, Z., Zhao, J., Xu, X. dan Jin, Z. 2010. Effect of Extrusion Parameters on Physicochemical Properties of Hybrid Indica Rice (Type 9718) Extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*. 34. 1080–1102.

BIODATA PENULIS :

Faleh Setia Budi menyelesaikan pendidikan S1 di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (1994) dan melanjutkan studinya di Institut Teknologi Bandung untuk bidang Teknologi Polimer (MT; 2001) dan saat ini sedang mengambil S3 di Sekolah Pascasarjana IPB Bogor untuk bidang Ilmu Pangan.

Purwiyatno Hariyadi menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB (1984) dan melanjutkan studinya di University of Wisconsin-Madison, USA untuk bidang Ilmu Pangan (MSc; 1990) dan Pengolahan Pangan dan Teknik Kimia (PhD; 1995).

Slamet Budijanto menyelesaikan pendidikan S1 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB (1985). Program Master diselesaikan pada tahun 1990 di Tohoku University, Jepang untuk bidang Kimia pangan dan dilanjutkan dengan Program Doktor yang diselsesaikannya pada tahun 1993 untuk bidang Ilmu yang sama.

Dahrul Syah menyelesaikan pendidikan sarjana pada bidang Teknologi Pangan di IPB. Pendidikan pascasarjana hingga meraih gelar doktor dengan Mayor Fisiologi Nutrisi dan Minor Kimia Biofisika dijalani dari tahun 1992-1998 di University of Gottingen, Jerman.