

KARAKTERISASI DAN INDEKS GLIKEMIK BERAS ANALOG BERBAHAN DASAR TEPUNG JAGUNG

(*Characteritation and glyceemic index of rice analog form corn flour*)

Maya Kurniawati¹, Slamet Budijanto^{2*}, Nancy Dewi Yuliana²

¹Balai Besar Pengawas Obat dan Makanan Palembang, Palembang 30000

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor, Bogor 16680

ABSTRACT

The aim of this study was to obtain the most optimum rice analogue formulation made from corn, sago, soybean, and rice brans. DX7 Mixture Design program was used to achieve the purpose. Antioxidant and lightness were used as the analysis response. The rice was then characterized for physical and chemical properties, antioxidant activity, and glyceemic index. The most optimum rice analogue formulation based on the value of antioxidant and brightness parameters consisted of 32.17% corn flour, 16.67% sago flour, 13.3% soybean flour, rice brans 3.16%, and 1.33% GMS (the water added was 50% of the amount of the dough). The formulation showed that the rice analogue was potential to be developed into a functional food that supplies fiber 13.30% (> 6.00%), had low glyceemic index (54±18) with 28.02% amylose, contained bioactive components that acts as antioxidants, such as α-tocopherols 1.00% and γ-oryzanol, 48.70%.

Keywords: *antioxidant, glyceemic index, oryzanol, rice analog, tocopherol*

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi optimum dari beras analog berbahan jagung, sagu, tepung kedelai dan bekatul. Karakterisasi beras analog optimum dianalisis secara kimia, fisika, aktivitas antioksidan, dan indeks glikemik. Formulasi menggunakan program *Mixture Design DX7* untuk mendapatkan formula optimum. Antioksidan dan kecerahan menjadi respon dalam analisis. Formulasi beras analog menunjukkan beras analog berpotensi untuk dikembangkan menjadi pangan fungsional karena tingginya serat 13,3% (> 6%), mengandung komponen bioaktif yang berfungsi sebagai antioksidan seperti α-tokoferol 1,00% dan γ-oryzanol 48,70%, amilosa 28,02%, dan indeks glikemik rendah 54±18 (<55). Formula optimal beras analog berdasarkan respon antioksidan dan kecerahan adalah tepung jagung 32,17%, tepung sagu 16,67%, tepung kedelai 13,30%, bekatul 3,16%, dan GMS 1,33% (air 50% dari jumlah adonan).

Kata kunci: antioksidan, beras analog, indeks glikemik, oryzanol, tokoferol

PENDAHULUAN

Beras analog adalah produk olahan yang dibuat dari sebagian atau seluruhnya bahan non-beras yang memiliki bentuk seperti butiran beras padi (Mishra *et al.* 2012). Keanekaragaman sumber karbohidrat lokal yang ada di Indonesia memungkinkan berbagai macam kombinasi tepung yang digunakan untuk menghasilkan beras analog. Beras analog diproses menggunakan teknologi ekstrusi dalam proses pengolahannya. Penggunaan ekstruder merupakan teknologi yang memudahkan dalam pengolahan beras analog. Pencampuran dengan berbagai macam komposisi dimungkinkan dengan teknologi ini (Budijanto & Yulianti 2012).

Budijanto dan Yulianti (2012) mengembangkan beras analog berbahan dasar tepung jagung, sorgum, dan sagu dengan menggunakan bahan pengikat gliserol monostearat (GMS) 2% dan menghasilkan beras analog menyerupai beras aslinya. GMS akan berikatan dengan amilosa membentuk struktur helik (Putseys *et al.* 2010; Alsaffar 2011).

Pengolahan beras berbahan dasar jagung menggunakan teknologi ekstruksi dilakukan pada penelitian ini. Proses ekstruksi adalah suatu proses yang menyebabkan bahan mengalami proses pencampuran sekaligus pemanasan dengan suhu tinggi (Mishra *et al.* 2012). Proses ini dilanjutkan dengan pemotongan dengan cetakan yang dirancang untuk membentuk hasil ekstruksi

*Korespondensi: Telp: +62811116912, Surel: slamet.budijanto@gmail.com

(Budijanto & Yulianti 2012). Suhu yang digunakan antara 60-120°C dan waktu tinggal 10-90 detik dengan tahap pengeringan hingga kadar air di bawah 15% (Steiger 2011).

Tepung jagung, sagu, tepung kedelai, dan bekatul digunakan sebagai bahan penyusun pada penelitian ini. Tepung jagung dan sagu telah cukup dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai makanan pokok. Selain itu tepung jagung dan sagu memiliki kelebihan karena kandungan serat pangannya lebih tinggi dibandingkan dengan terigu. Bahan penyusun beras analog lainnya adalah tepung kedelai. Kelebihan tepung kedelai diantaranya adalah mengandung protein yang cukup tinggi, indeks glikemik (IG) rendah, antioksidan, serta dapat memperbaiki tekstur produk (Alsaffar 2011). Menurut Powell *et al.* (2002), kedelai merupakan pangan yang memiliki indeks glikemik rendah yaitu 18±3.

Bahan penyusun beras analog yang lain adalah bekatul. Bekatul memiliki potensi besar sebagai bahan pangan fungsional tetapi hingga saat ini pemanfaatannya untuk manusia masih terbatas. Bekatul merupakan sumber serat tinggi. Menurut Liu *et al.* (2011) serat pangan pada bekatul adalah 33,12%. Bekatul juga memiliki indeks glikemik yang rendah, mengandung vitamin B dari golongan tiamin, riboflavin, niasin (asam nikotinat) dan piridoxin serta dalam bekatul juga ditemukan komponen bioaktif seperti tokoferol dan oryzanol (Chen & Bergman 2005). Selain itu menurut Wirawati dan Nirmagustina (2009), penambahan tepung bekatul pada produk sereal diujikan pada tikus dapat menurunkan kolesterol dan meningkatkan HDL darah. Keberadaan serat pada beras analog dapat membentuk matriks di sekeliling granula pati serta mengikat air dalam produk sehingga daya cerna pati berkurang pula (Alsaffar 2011).

Berdasarkan sifat fungsional dari bahan baku yang ditambahkan maka dilakukan analisis IG pada produk beras analog untuk mengetahui potensinya sebagai produk pangan fungsional. Nilai indeks glikemik merupakan cara memilih pangan yang tepat bagi penderita diabetes mellitus. Indeks glikemik merupakan pendekatan yang dikembangkan Jenkins *et al.* (1981). Karbohidrat yang dicerna dengan cepat akan menghasilkan IG tinggi sebaliknya karbohidrat yang dicerna dengan lambat akan menghasilkan IG rendah.

Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan formulasi optimum menggunakan program *Mixture Design DX7* dari beras analog berbahan jagung, sagu, tepung kedelai dan bekatul serta mengarakterisasi produk beras analog optimum dengan analisis proksimat, warna, derajat gelati-

nisasi, oryzanol, tokoferol, serat pangan, analisis sensori, antioksidan, dan indeks glikemik.

METODE

Desain, tempat, dan waktu

Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yaitu formulasi beras analog dengan menggunakan program *Mixture Design* (DX7) dan karakterisasi beras analog dengan analisis fisik (kecerahan dan derajat gelatinisasi), kimia (proksimat, total fenol, dan serat pangan, oryzanol, dan tokoferol), aktivitas antioksidan, dan indeks glikemik. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan dan Gedung F-Technopark di Institut Pertanian Bogor dari bulan Agustus 2012 sampai dengan Juni 2013.

Bahan dan alat

Bahan untuk pengolahan beras analog adalah jagung, sagu Riau, bekatul padi Ciherang, kedelai Cianjur, dan Gliseril Monostearat (GMS). Penelitian ini juga menggunakan Beras Cerdas Mocaf Merk X sebagai pembanding. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain heksana, isopropanol PA (Merck, Jerman), metanol, asetonitril, dan diklorometan *HPLC grade* (Merck, Jerman), standar tokoferol (Sigma, Jepang) dan oryzanol (Wako Chemical Industries Co. Ltd, Jepang) dan bahan untuk analisis kimia lainnya. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *twin screw extruder*, *disc mill*, *mixer*, *tray oven*, dan saringan 100 mesh. Peralatan analisis meliputi penangas air, oven, neraca analitik, *hot plate*, vorteks, spektrometer UV-Vis (Shimadzu, Jepang), HPLC (Agilent, Amerika), inkubator, dan kromameter (Minolta, Amerika).

Tahapan penelitian

Formulasi beras analog. Pada tahap formulasi, faktor yang dipakai sebagai variabel adalah tepung jagung, tepung kedelai, dan bekatul. Respon yang dipakai adalah antioksidan dan kecerahan. Hasil olahan program *Mixture Design* dengan tiga variabel akan menghasilkan 16 Formula. Formula-formula tersebut yang akan dianalisis responnya terhadap antioksidan dan kecerahannya untuk menentukan formula optimum beras analog. Tahap pengolahan beras analog yaitu bahan-bahan kering seperti tepung jagung, tepung kedelai, sagu, bekatul, dan GMS ditimbang sesuai formulasi dan dicampur hingga merata. Setelah itu, adonan kering ditambah air 50% dari adonan dan dicampur selama 10 menit (Budijanto & Yulianti 2012). Adonan diekstrusi dengan menggunakan *twin screw extruder* yang

dilengkapi *die* dan pisau pemotong di bagian *outlet* sehingga membentuk beras analog. Beras analog yang terbentuk lalu dikeringkan dengan oven 60°C selama empat jam hingga kadar air dibawah 15% (Budijanto & Yulianti 2012; Steiger 2011). Formula optimum yang telah didapatkan divalidasi sebanyak lima kali ulangan berdasarkan rekomendasi program *Mixture Design DX7* tersebut. Validasi dilakukan terhadap respon antioksidan dan warna. Karakterisasi terhadap formula beras analog optimum dilakukan setelah diketahui hasil validasi memenuhi model dari program.

Analisis fisika kimia beras analog optimum. Karakterisasi beras analog formula optimum yaitu dengan melakukan analisis fisik meliputi analisis kecerahan dengan menggunakan kromameter dan derajat gelatinisasi (Wootton *et al.* 1971), analisis kimia meliputi uji kadar air, abu, protein, lemak, karbohidrat (AOAC 1995) dan amilosa (IRRI 1978), analisis tokoferol dengan *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC) (AOAC 971.30), analisis γ -oryzanol dengan HPLC (Xu & Godber 2000), aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Kubo *et al.* 2002), total fenol metode Folin-Ciocalteu (Slinkard & Singelton 1977), dan uji serat pangan (AOAC 985.29).

Indeks glikemik (Miller *et al.* 1997). Beras analog sebelumnya dimasak terlebih dahulu dengan perbandingan beras dan air 1:1 selama delapan menit. Setelah itu dilakukan analisis proksimat terhadap nasi dari beras analog untuk menentukan jumlah sampel yang harus dikonsumsi oleh relawan.

Jumlah dan cara pengambilan subjek. Jumlah sampel ditentukan mengandung 50 g karbohidrat. Penentuan indeks glikemik menggunakan subjek manusia dengan Persetujuan Etik dari Kementerian Kesehatan RI No. LB.02.01/5.2/KE.209/2013. Subjek diseleksi yang memiliki kadar gula darah puasa normal (70-120 mg/dl). Seleksi dilakukan saat pengujian sampel yang pertama dan terpilih 10 orang subjek. Sampel berikutnya dan pangan acuan diberikan pada subjek pada hari yang berlainan dengan interval tiga hari. Relawan diminta melakukan puasa selama 10 jam pada malam hari kecuali air putih. Pagi harinya sebanyak $\pm 5 \mu\text{l}$ darah relawan diambil melalui ujung jari untuk diukur kadar glukosa darahnya dengan menggunakan *Glucocard™ Test Strip*. Relawan kemudian diminta memakan nasi dari beras analog yang telah disiapkan dan kadar gulanya darahnya kembali diukur pada menit 30, 60, dan 120 menit setelah makan. Pengukuran respon kadar glukosa darah untuk pangan

standar (50 g glukosa murni) dilakukan pada hari berbeda dengan rentang minimal tiga hari.

Jenis dan cara pengumpulan data. Data yang diperoleh ditebar pada grafik dengan kadar glukosa darah pada sumbu y dan waktu (menit) pada sumbu x. Kurva lalu dibuat untuk masing-masing relawan dan dihitung luas area di bawah kurva. Hasil yang diperoleh dari beberapa subjek dihitung rata-rata dan standar deviasinya untuk mendapatkan hasil indeks glikemik nasi dari beras analog yang diujikan.

Pengolahan dan analisis data

Data yang diperoleh didapatkan dari hasil analisis dengan dua kali pengulangan. Pengolahan data menggunakan analisis ANOVA. Jika hasil berbeda nyata dilanjutkan dengan Uji Duncan pada taraf kepercayaan 95%. Pengolahan data untuk analisis IG merupakan rata-rata dari nilai IG 10 orang relawan dan dihitung dengan menggunakan rumus perhitungan IG.

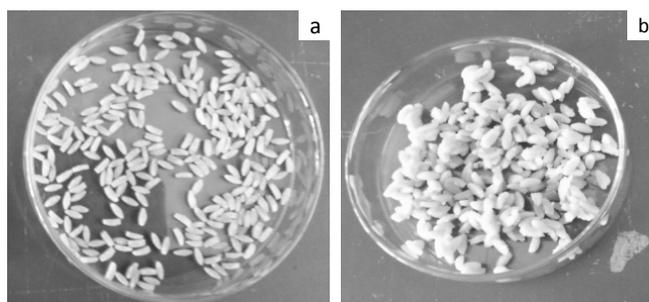
HASIL DAN PEMBAHASAN

Beras analog formulasi optimum

Beras analog yang diformulasi menggunakan bahan-bahan kering seperti tepung jagung, tepung kedelai, sagu, bekatul, dan GMS. Kemudian ditambahkan air untuk membuat adonan. Pengolahan beras analog dengan bahan dasar jagung pada penelitian ini menggunakan ekstruksi. Berdasarkan hasil olahan formulasi dari program *Mixture Design DX7* menghasilkan 16 formula. Formula-formula tersebut diukur respon kadar antioksidan dan kecerahannya. Respon kecerahan dipilih karena berpengaruh dalam penerimaan produk secara sensori dan kadar antioksidan dipilih karena untuk mengetahui efek penambahan bahan baku tepung jagung, tepung kedelai, dan bekatul terhadap kandungan antioksidan pada beras analog. Hasil olahan program *Mixture Design* didapatkan formula beras analog yaitu tepung jagung 32,17%, tepung sagu 16,67%, tepung kedelai 13,30%, bekatul 3,16%, GMS 1,33%, (air 50% dari adonan kering). Gambar beras dan nasi analog formula optimum dapat dilihat pada Gambar 1.

Karakterisasi beras analog optimum

Karakterisasi fisik. Karakteristik fisik yang dilakukan adalah analisis kecerahan. Kecerahan (nilai L) dinyatakan dengan nilai 0 (gelap/hitam) hingga 100 (terang/putih). Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan bahwa warna pada beras analog memiliki kecerahan lebih rendah dibandingkan beras sosoh. Nilai kecerahan pada beras



Gambar 1. Formulasi optimum dari (a) Beras analog; (b) Nasi analog

analog, beras Cerdas, dan beras sosoh berturut-turut adalah 59,41, 59,33, dan 64,21. Kecerahan yang rendah pada beras analog disebabkan oleh adanya penambahan tepung kedelai dan bekatul. Penambahan tepung kedelai dapat menyebabkan reaksi *Maillard* bila dilakukan pemanasan suhu tinggi (Widaningrum *et al.* 2005). Protein (asam amino) dan pati (gula pereduksi) berikatan dalam membentuk melanoidin yang bewarna coklat. Selain itu juga kecerahan berkurang karena adanya penambahan bekatul yang memang secara alami bewarna coklat.

Karakterisasi kimia. Karakteristik kimia berupa analisis proksimat juga dilakukan pada beras analog. Analisis proksimat meliputi analisis kadar air, kadar lemak, dan kadar protein. Kadar air dari beras analog diperoleh 4,22%. Kadar air tersebut dalam batas aman untuk penyimpanan beras analog. Steiger (2011) menyatakan kadar air beras analog <15% agar aman dalam penyimpanan dan mencegah pertumbuhan kapang. Kadar protein pada beras analog lebih tinggi daripada beras sosoh maupun beras Cerdas yaitu 11,40%. Hal tersebut terjadi karena pada beras analog diberikan tambahan tepung kedelai. Tepung kedelai digunakan untuk menghasilkan produk tinggi protein. Selain analisis proksimat, juga dilakukan analisis serat pangan dan derajat gelatinisasi. Analisis serat pangan dan derajat gelatinisasi dan penting dilakukan karena menentukan tekstur produk (Alsaffar 2011).

Serat pangan pada beras analog cukup tinggi (13,30%) dibandingkan beras biasa yang hanya 0,80% dan beras Cerdas 5,50%. Produk pangan sudah dikatakan tinggi serat apabila mengandung serat pangan 3-6% (Widaningrum *et al.* 2005).

Hasil analisis derajat gelatinisasi pada beras analog adalah 59,41% (Tabel 1). Derajat gelatinisasi tersebut termasuk derajat gelatinisasi optimum pada beras analog. Derajat gelatinisasi yang optimum sehingga tekstur beras tetap kompak dan baik saat dimasak menurut Koide *et al.* (1999) adalah 50-95%. Derajat gelatinisasi be-

ras analog yang didapat lebih rendah dari beras sosoh (64,21%) maupun beras Cerdas (62,01%). Derajat gelatinisasi yang lebih rendah pada beras analog terjadi karena kandungan serat pangan dan protein beras analog yang lebih tinggi dari beras Cerdas ataupun beras sosoh. Serat pangan dan protein menurut Alsaffar (2011) dapat membentuk matriks di sekitar granula pati sehingga dapat menghambat hidrolisis amilosa karena masuknya air ke dalam granula pati terhambat dan derajat gelatinisasi menjadi lebih rendah.

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimia pada beras analog, beras Cerdas, dan beras sosoh

Karakteristik	Beras analog ^a	Beras Cerdas ^d	Beras sosoh
Kadar air (%)	4,22	13,44	11,22 ^b
Kadar abu (%bk)	2,07	0,68	0,56 ^b
Kadar lemak (%bk)	5,36	0,75	1,37 ^c
Kadar protein (%bk)	11,40	4,14	8,66 ^c
Serat pangan (%)	13,30	5,44	0,80 ^c
Total fenol (%)	0,05	0,04	-
α -tokoferol (mg/100 g)	1,00	-	-
γ -oryzanol (mg/g)	48,70	-	-
Derajat gelatinisasi (%)	59,41	62,01	64,21 ^c
Kecerahan/Lightness	48,90	59,33	60,31 ^a
Amilosa (%)	28,02	21,60	23,22

^a Hasil analisis peneliti, ^bOhtsubo (2005), ^cLiu *et al.* (2011), ^dBeras Cerdas Mocaf

Aktivitas antioksidan. Analisis antioksidan dilakukan terhadap beras analog. Berdasarkan hasil analisis, nilai kapasitas antioksidan dari beras analog adalah 7,51 mg CEQ/mg sampel sedangkan pada beras Cerdas tidak terdeteksi adanya kapasitas antioksidan. Hal tersebut terjadi kemungkinan karena beras analog menggunakan bahan tepung jagung kuning, tepung kedelai, dan bekatul yang mengandung antioksidan. Kapasitas antioksidan tepung jagung, tepung kedelai, dan bekatul berturut-turut adalah 21,35, 21,56, dan 21,90 ug CEQ/mg sampel. Selain analisis

kapasitas antioksidan, dilakukan juga analisis total fenol pada beras analog dan beras Cerdas. Berdasarkan analisis didapatkan total fenol pada beras analog dan beras Cerdas masing-masing 0,05% dan 0,04%. Total fenol pada beras analog lebih tinggi daripada beras Cerdas kemungkinan karena adanya kandungan tepung kedelai dan tepung bekatul pada beras analog. Tepung kedelai mengandung isoflavon yang memiliki aktivitas antioksidan. Menurut Indranupakorn *et al.* (2010), daidzein dan genistein merupakan isoflavon dari ekstrak kedelai yang memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai IC_{50} 0,41 dan 0,39 mg/ml lebih tinggi dari aktivitas antioksidan standar trolox 0,28 mg/ml.

Menurut Yawadio *et al.* (2007), bekatul mengandung komponen fenol yang terkandung dalam beras pecah kulit. Kapasitas antioksidan dan total fenol pada beras analog juga terlihat dengan adanya kandungan komponen bioaktif (α -tokoferol dan γ -oryzanol) dari beras analog. Kandungan α -tokoferol pada beras analog adalah 1 mg/100 g. Kandungan γ -oryzanol pada beras analog adalah 48,70 mg/g sampel. γ -oryzanol pada beras analog berasal dari bekatul yang ditambahkan pada beras analog (6,50%). Kandungan γ -oryzanol pada bekatul adalah 1871,35 mg/g sampel bekatul. Menurut Azrina *et al.* (2008), γ -oryzanol merupakan komponen bioaktif yang baru ditemukan di dalam bekatul.

Indeks glikemik beras analog optimum.

Berdasarkan pengujian didapatkan bahwa indeks glikemik nasi dari beras analog formula optimum adalah 54. Nilai tersebut lebih rendah dari nasi beras sosoh dengan IG 69 (Powell *et al.* 2002). Indeks glikemik pada suatu produk pangan dipengaruhi oleh bahan penyusunnya, kandungan protein, jumlah serat, dan kandungan amilosa (Hallfrisch & Behall 2000). Pada beras analog formula optimum dapat dilihat bahwa bahan penyusun beras analog tergolong bahan berindeks glikemik rendah. Tepung jagung memiliki IG 42 (Helmy & El-Mehiry 2012), bekatul dengan IG 21 (Miller *et al.* 1992), dan kacang kedelai dengan IG 51 (Marsono *et al.* 2002).

Jumlah serat juga memengaruhi indeks glikemik beras analog. Kandungan serat beras analog tinggi yaitu 13,30%. Serat yang tinggi terjadi karena adanya penambahan tepung jagung, tepung kedelai, dan bekatul yang merupakan bahan penyusun beras analog yang tinggi serat (>6%). Penambahan bekatul dapat meningkatkan serat pangan dan menurunkan IG sejalan dengan penelitian Astawan *et al.* (2013) yang membuat produk donat dan *cookies* berbahan bekatul yang merupakan sumber serat yang memiliki IG ren-

dah (39 dan 31) dibanding *cookies* dan donat tanpa penambahan bekatul. Keberadaan serat pada bahan pangan dapat memperlambat pencernaan karbohidrat (Noviasari *et al.* 2015). Serat membentuk matriks di luar granula pati sehingga dapat menghambat pencernaan dari karbohidrat (Alsaffar 2011).

Kadar protein beras analog yang tinggi yakni sebesar 11,40% juga memengaruhi indeks glikemik dari beras analog. Hal tersebut terjadi karena adanya penambahan tepung kedelai saat formulasi beras analog. Protein juga dapat membentuk matriks pangan di luar granula pati. Keberadaan matriks pangan tersebut dapat menghalangi gelatinisasi pati sehingga memperlambat pencernaan pati (Alsaffar 2011). Faktor lain yang memengaruhi indeks glikemik adalah kandungan amilosa pada suatu bahan pangan. Kandungan amilosa pada beras analog tergolong tinggi (>25%). Kadar amilosa juga memengaruhi daya cerna karbohidrat (Hu *et al.* 2004) karena keberadaan struktur linierannya yang kompak sehingga sulit dicerna oleh enzim (Ek *et al.* 2011).

KESIMPULAN

Karakterisasi beras analog formulasi optimum secara fisik, kimia, serta analisis antioksidan dan indeks glikemik memberikan hasil dimana beras analog tersebut mengandung serat tinggi, komponen bioaktif (tokoferol dan oryzanol), serta memiliki indeks glikemik rendah. Hasil tersebut menunjukkan beras analog berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional berbasis sumber daya lokal Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Alsaffar AA. 2011. Effect of food processing on the resistant starch content of cereals and cereal products-a review. *Int J Food Sci Technol* 46:455-462.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Virginia: AOAC International.
- Astawan M, Wresdiyati T, Widowati S, Saputra I. 2013. Aplikasi tepung bekatul fungsional pada pembuatan cookies dan donat yang bernilai indeks glikemik rendah. *J Pangan* 22 (4): 385-394.
- Azrina A, Maznah I, dan Azizah AH. 2008. Extraction and determination of oryzanol in rice bran of mixed herbarium UKMB; AZ 6807: MR 185, AZ 6808: MR 211, AZ6809: MR 29. *ASEAN Food J* 15 (1): 89-96.

- Budijanto S, Yulianti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum (*sorghum bicolor* l. moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *J Teknol Pert* (3):177-186.
- Chen MH, Bergman CJ. 2005. A Rapid procedure for analysing rice bran tocopherol, tocotrienol and gamma-oryzanol contents. *J Comp Anal* 18:139-151.
- Ek KL, Copeland L, Miller JB. 2011. Glycemic effect of potatoes. *J Food Chem* 113:1230-1240.
- Hallfrisch J, Behall KM. 2000. Mechanisms of the effects of grains on insulin and glucose responses. *J Am Coll Nutr* 19(3):320S-325S.
- Helmy H, El-Mehiry H. 2012. Effect of egyptian bread prepared by different types of flour on diabetic rats and its glycemic index in diabetic patients. *J Life Sci* 9(3):2264-2272.
- Hu PS, Zhao H, Duan ZY, Zhang LL, Wu DX. 2004. Starch digestibility and the estimated glycemic score of different types of rice differing in amylose contents. *J Cereal Sci* 40(3):231-237.
- Indranupakorn R, Sobharaksha P, Luangtana-anan M. 2010. Antioxidant activities of the soybean extracts obtained by classical extraction. *Int J Pharm Sci* 6(3):113-121.
- [IRRI] International Rice Research Institution. 1978. Standard Evaluation System for Rice. Los Banos: IRRI.
- Jenkins DJ, Wolever T, Taylor RH, Barker, Fielden H. 1981. Glycemix index of foods: A physiological basis for carbohydrate exchange. *Am J Clin Nutr* 34(3):362-366.
- Koide K, Fukushima T, Tomita T, Kuwata T. 1999. Fabricated rice. US Patent 5932271.
- Kubo I, Masuoka N, Xiao P, Haraguchi H. 2002. Antioxidant activity of dodecyl gallate. *J Agr Food Chem* 50:3533-3539.
- Liu C, Zhang Y, Liu W, Wan J, Wang W, Wu W, Zuo N, Zhou Y, Yin Z. 2011. Preparation, physicochemical and texture properties of texturized rice produce by improved ekstrusion cooking technology. *J Cereal Sci* 54:473-480.
- Marsono Y, Wiyono P, Noor Z. 2002. Indeks glisemik kacang-kacangan. *J Teknol Indust Pangan* 8(3):211-216.
- Meilgaard MC, Civille VC, Car BT. 1999. Sensory Evaluation Technique. 3rded. Boca Raton: CRC press.
- Miller JB, Powell KF, Colagiuri S. 1997. The GI Factor: The GI solution. Hodder and Stoughton. Australia: Hodder Headline Australia Pte. Limited.
- Miller JB, Pang E, Brasmall L. 1992. Rice: a high or low glycemic index foods. *Am J Clin Nutr* 56:1034-6.
- Mishra A, Mishra HN, Rao PS. 2012. Preparation of rice analogues using extrusion technology. *Int J Food Sci Tech*(9):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. *J. Gizi Pangan*, 10(3): 225-232.
- Ohtsubo K, Suzuki K, Yasui Y, Kasumi T. 2005. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *J Food Compos Anal* 18:303-316.
- Powell KF, Holt SHA, Miller JCB. 2002. International table of glycemic index and glycemic load values. *Am J Clin Nutr* 76:5-56.
- Putseys JA, Lamberts L, Delcour JA. 2010. Amylose-lipid inclusion complexes: Formation, identity and physicochemical properties. *J Cereal Sci* 51:238-247
- Slinkard K, Singleton VL. 1977. Total phenol analysis: automation and comparison with manual methods. *Am J Enol Viticult* 28:49-55.
- Steiger G. 2011. Reconstituted rice kernels and processes for their preparation. US Patent 0206826.
- Widaningrum, Widowati S, Soekarto ST. 2005. Pengayaan tepung kedelai pada pembuatan mie basah dengan bahan baku tepung terigu yang disubstitusi tepung garut. *J Pasca Panen* 2(1):41-48.
- Wirawati CU, Nirmagustina DE. 2009. Studi in vivo produk sereal dari tepung bekatul dan tepung ubi jalar sebagai pangan fungsional. *J. Tek. Ind dan Hasil Pertanian* 14 (2):142-147.
- Wootton M, Weeden D, Munk N. 1971. A rapid method for the estimation of starch gelatinization in processed foods. *J Food Technol Aust* 12:612-615.
- Xu Z, Godber JS. 2000. Comparison of supercritical fluid and solvent extraction methods in extracting γ -oryzanol from rice bran. *J Am Oil Chem Soc* 77(5):547-551
- Yawadio R, Tanimori S, Morita N. 2007. Identification of phenolic compounds isolated from pigmented rices and their aldose reductase inhibitory activities. *J Food Chem* 101: 1616-1625.