

Evaluasi Kualitas Fisik Dan Sensoris Beras Analog Berbasis Bahan Tepung Tapioka

Diterima:
23 Desember 2023
Revisi:
6 Januari 2024
Terbit:
10 Desember 2024

Annisa Aulia Rahma
Universitas Doktor Nugroho
Magetan, Indonesia
Email: annisaauliarahma@udn.ac.id

Abstract— Rice is a staple food for the majority of Indonesian people. The high level of rice consumption in Indonesia is one of the reasons why Indonesia still imports rice. The volume of Indonesian rice imports in 2018 was 2.2 million tons, an increase compared to 2017 which only reached 305.75 thousand tons (BPS, 2019). One way to reduce people's dependence on rice is to utilize local non-rice food ingredients that are not yet widely used, which is called food diversification. Analog rice is a diversified processed food product that is processed from non-rice ingredients, namely non-rice cereals such as corn and tubers, which have almost the same or more carbohydrate content than rice (BPPP, 2019). The advantage of analog rice, apart from its shape which resembles rice grains, is that its nutritional composition can be designed using various raw materials so that it has the desired functional properties and can be cooked and consumed like rice. In this study, the added concentration of tapioca used was 12.5%. The tapioca concentration used is no more than 12.5% because it produces analog rice whose texture is too chewy. The results of this research conclude that the analog rice processing process using a double screw extruder has succeeded in resembling rice grains, which have physical characteristics (grain shape, texture before and after cooking, cooking techniques) like rice. Analog rice cooking techniques can use a rice cooker, making the processing process easier. Analog rice has been accepted by the public in terms of color, shape and texture.

The development of analog rice using various types of non-rice raw materials is one effort to support the community's food diversification program. Consuming analog rice which comes from a variety of food ingredients means that people indirectly consume various types of food ingredients so that the source of nutrition does not only come from one type of food (rice). Another advantage of analog rice is that it can be consumed like rice (along with side dishes) so it doesn't change people's eating habits.

Keywords— Evaluation of Physical and Sensory Quality, Analog Rice, Tapioca Flour

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan salah satu bahan makanan pokok bagi mayoritas masyarakat Indonesia. Tingginya tingkat konsumsi beras di Indonesia menjadi salah satu alasan Indonesia masih mengimpor beras. Volume impor beras Indonesia tahun 2018 sebesar 2,2 juta ton meningkat dibanding tahun 2017 yang hanya mencapai 305,75 ribu ton (BPS, 2019). Salah satu cara untuk mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap beras adalah dengan memanfaatkan bahan pangan lokal non beras yang belum banyak dimanfaatkan yang disebut diversifikasi pangan.

Beras analog adalah salah satu produk olahan diversifikasi pangan yang diolah dari bahan non padi yaitu sereal non padi seperti jagung dan umbi-umbian, yang

mempunyai kandungan karbohidrat hampir sama atau lebih dari beras (BPPP, 2019). Keunggulan beras analog selain bentuknya yang menyerupai butiran beras adalah komposisi gizinya dapat didesain menggunakan berbagai bahan baku sehingga memiliki sifat fungsional yang diinginkan dan dapat dimasak dan dikonsumsi seperti mengkonsumsi beras padi (Noviasari dkk., 2017).

Pada penelitian lain, bahan dasar yang digunakan untuk membuat beras analog adalah millet proso dan tepung talas. Millet proso adalah jenis tanaman penghasil biji-bijian yang tumbuh subur pada musim panas dan mempunyai umur panen sekitar 60-90 hari (Rizki dkk., 2016). Millet memiliki kandungan gizi yang mirip dengan tanaman pangan lain seperti beras, jagung, gandum, namun kurang dikenal oleh masyarakat sehingga selama ini hanya dimanfaatkan sebagai pakan burung. Menurut Saha et al. (2016) dalam Habiyaemye et al. (2017), dalam 100 g millet proso, terkandung 12,5 g protein, 70,4 g karbohidrat, 3,1 g lemak, 14,2 g serat pangan, 1,9 g mineral, 14 g kalsium, 206 mg fosfor, dan 10 mg Fe. Millet proso yang digunakan dalam penelitian ini akan diolah menjadi tepung millet untuk memudahkan pembuatan adonan. Penggunaan tepung millet untuk diolah menjadi beras analog kurang baik karena menghasilkan tekstur adonan yang hancur, sehingga menghambat proses pembuatan beras analog selanjutnya. Tekstur adonan yang hancur ini disebabkan karena tepung millet mengandung serat yang cukup tinggi, serat hanya dapat mengikat air secara fisik sehingga tidak bisa membentuk adonan yang kompak. Kekurangan tersebut dapat diatasi dengan menambahkan bahan lain yang tinggi amilopektin sehingga dapat memperbaiki tekstur adonan seperti umbi talas.

Sebagai fenomena temuan dari penelitian lain dengan umbi talas yang salah satu umbi-umbian yang banyak ditanam di Indonesia karena tidak memiliki syarat khusus untuk tumbuh dan memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, namun penggunaannya kurang optimal. Talas berpotensi sebagai sumber karbohidrat dan memiliki kandungan protein (1,9%) lebih tinggi dari singkong (0,8%) dan ubi jalar (1,8%) (Humaedah dkk., 2012). Pada penelitian ini, umbi talas yang digunakan adalah dalam bentuk olahan tepung. Menurut Tinambunan (2014) dalam Putralo (2015), 100 gram tepung talas mengandung 2,24% abu, 2,01% lemak, 3,9% protein, 91,7% karbohidrat, 2,7% serat kasar, dan 400,91% energi. Menurut Hartati dan Prana (2003), kadar pati dalam tepung talas 74,34% dengan kadar amilosa 21,44% dan amilopektin 78,56%. Tingginya

amilopektin tersebut dapat memperbaiki tekstur adonan beras analog agar tidak hancur. Perpaduan antara tepung millet dan tepung talas akan menghasilkan beras analog dengan tekstur adonan yang dapat dicetak dengan mudah, komposisi gizi yang lebih baik daripada beras padi dan sebagai wujud diversifikasi pangan Indonesia.

Berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, proporsi tepung millet dan tepung talas yang digunakan untuk menghasilkan beras analog dengan tekstur terbaik adalah 45:55. Perbandingan tersebut masih memiliki kelemahan, yaitu teksturnya yang kurang kenyal secara organoleptik dibanding beras padi, sehingga perlu ditambahkan bahan lain seperti tapioka yang dapat menambah kekenyalan beras analog. Menurut Moorthy (2004), kadar amilosa tapioka berkisar 20-27% dan 77-80% amilopektin. Tingginya kandungan amilopektin pada tapioka akan menghasilkan produk nasi dengan tekstur lunak, kenyal, dan lengket karena adanya proses gelatinisasi selama pemasakan. Menurut Masniawati dkk. (2013), selama proses gelatinisasi, terjadi penyerapan air dan air tersebut akan berinteraksi dengan amilosa dan amilopektin membentuk ikatan hidrogen. Meresapnya air ke dalam granula pati menyebabkan terjadinya pembengkakan granula pati. Proses gelatinisasi pati sangat dipengaruhi oleh kadar amilosa dan amilopektin. Menurut Gonzales et al. (2004), semakin tinggi kadar amilosa, tekstur beras akan keras karena struktur rantai amilosa lurus sehingga gel yang dihasilkan tidak elastis. Pada penelitian ini, konsentrasi penambahan tapioka yang digunakan adalah 12,5%. Konsentrasi tapioka yang digunakan tidak lebih dari 12,5% karena menghasilkan beras analog yang teksturnya terlalu kenyal.

II. METODE PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui kualitas fisik dan sensoris beras analog berbasis bahan tepung tapioka. Melalui penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan beras analog sebagai bentuk olahan diversifikasi pangan serta dengan tapioka untuk menghasilkan beras analog yang sifatnya menyerupai beras padi pada umumnya. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan tepung tapioka yang terdiri dari 5 taraf. Data dianalisis dengan sidik ragam dan apabila perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) (Gomez dan Gomez, 1995). Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September 2023 di Laboratorium Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Doktor Nugroho Magetan.

Bahan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini antara lain tepung tapioca yang diperoleh dari pasaran, tapioka, margarin, garam, dan air. Bahan kimia yang digunakan dalam melakukan analisis meliputi *aquadest*, larutan *hexan*, alcohol 96%, bubuk Kjeldahl, H₂SO₄, larutan blanko, NaOH 50%, indikator *phenolphthalein* (PP), asam borat 3%, dan HCl 0,1 N.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. 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.

a. Karakteristik Fisik

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 °Hue merupakan warna yang mengandung warna dasar *Red Green Blue* (RGB). Nilai °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).

b. Karakteristik Kimia

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 α -amilase sehingga dapat menurunkan nilai IG pangan (Tormo, dkk., 2004). Enzim α -amilase dihambat oleh α -amilase inhibitor dengan cara memblokir 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 linier yang kompak (Ek, dkk., 2011). Rendahnya nilai IG dan kandungan gizi yang tinggi dari beras analog memungkinkan untuk dikembangkan menjadi beras analog fungsional.

2. Karakteristik Sensori Beras Dan Nasi Analog.

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.

IV. 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 penganeekaragaman 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.
- BPOM. 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 30th 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 Techology*. 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 16Th 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 Gizidan 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 α -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 α -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..