

BERAS TIRUAN BERBASIS UBI KAYU : STUDI KEPUSTAKAAN

Cassava Based Artificial Rice : A Review

Fitrah Adelina*, Teti Estiasih, Tri Dewanti Widyaningsih, Harijono
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian – Fakultas Teknologi Pertanian – Universitas Brawijaya
Jl. Veteran – Malang 65145
Penulis Korespondensi, email : delinasist01@gmail.com

Disubmit: 13 Desember 2017 Direvisi: 13 November 2018 Diterima: 21 Januari 2019

ABSTRAK

Ubi kayu merupakan komoditas pangan lokal yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Kandungan pati yang tinggi memungkinkan untuk menjadikan ubi kayu sebagai pangan sumber karbohidrat alternatif pengganti beras atau disebut juga beras tiruan. Kajian pustaka ini membahas potensi ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan beras tiruan serta mengetahui karakteristik fisik, kimia, sensori beras tiruan berbasis ubi kayu. Ubi kayu baik dalam bentuk segar, tepung (fermentasi/ non fermentasi) maupun tepung komposit dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan beras tiruan. Metode yang sering digunakan yaitu metode granulasi dan ekstrusi. Berbagai hasil penelitian menunjukkan beras tiruan berbasis ubi kayu dengan formula terbaik memiliki kadar karbohidrat 71.94-95.9%, mendekati nilai karbohidrat dari beras padi. Kadar serat kasar, protein, lemak, dan daya cerna pati berturut-turut yaitu 4.43-7.71%, 0.81- 6.86%, 0.19-3.51%, dan 62.4%. Para peneliti pun berhasil membuat beras tiruan dengan bentuk menyerupai beras padi, dengan warna kecokelatan hingga putih, memiliki rasa dan aroma ubi kayu yang khas. Hingga saat ini, belum ada standar mutu yang menjadi acuan dalam pembuatan beras tiruan. Pemilihan bahan baku, formulasi dan metode pengolahan yang tepat diperlukan agar dapat menghasilkan beras tiruan dengan karakteristik yang baik

Kata kunci: Ubi kayu; Tepung; Beras tiruan; Fisikokimia, Sensori

ABSTRACT

Cassava is a local food commodity that is widely cultivated in Indonesia. High starch content of cassava makes cassava as an alternative source of carbohydrate substitute for rice or called artificial rice. This literature review discusses the potential of cassava as raw material for making artificial rice and the physical, chemical and sensory characteristics of artificial rice based on cassava. Various studies have shown that fresh cassava, cassava flour and composite flour has the potential to serve as a raw material for making artificial rice. Granulation and extrusion technology are commonly used in the manufacture of artificial rice. Some of the results showed that carbohydrate content of artificial rice cassava ranged 71,94-95.9%, close to the value of truth rice. Crude fiber content, protein, fat, starch digestibility ranged from 4.43-7.71%, 0.81-6.86%, 0.19-3.51% dan 62.4% respectively. The researchers also succeeded in making artificial rice with similar shape of rice grains, with a brown to white color, having a distinctive taste and aroma of cassava. Until now, there is no quality standard that is used in making artificial rice. The selection of raw materials, formulations and appropriate processing methods is required to produce artificial rice with good characteristics

Keyword : Cassava; Flour; Artificial rice; Physicochemical; Sensory

PENDAHULUAN

Beras menempati urutan pertama sebagai bahan makanan dengan tingkat konsumsi yang tinggi. Badan Pusat Statistik (2014) mencatat, tingkat konsumsi beras Indonesia perkapita perminggu mencapai 1.57 kg. Tingkat konsumsi beras yang tinggi, membuat pemerintah mengeluarkan kebijakan diversifikasi pangan guna menjamin ketahanan pangan. Upaya peningkatan diversifikasi pangan tersebut dituangkan dalam Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2009, tentang Percepatan Penganekaragaman Konsumsi Pangan (P2KP) berbasis sumber daya lokal.

Kajian rekayasa produk olahan berbasis sumber daya lokal terus dilakukan. Salah satunya yaitu kajian beras tiruan berbasis ubi kayu. Tujuan utama para peneliti yaitu menghasilkan beras tiruan dengan karakteristik yang mirip dengan beras asli dengan tetap mempertahankan kebiasaan makan maupun teknik pengolahan beras yang umum dilakukan oleh masyarakat Indonesia. Makalah ini memaparkan potensi dan aplikasi ubi kayu sebagai bahan baku pembuatan beras tiruan, mengetahui metode yang digunakan dalam pembuatan beras tiruan serta mengetahui karakteristik fisik, kimia, sensori beras tiruan berbasis ubi kayu.

Ubi Kayu

Ubi Kayu (*Manihot Esculenta*) merupakan tanaman tropis yang berasal dari brazilia. Terdapat dari dua jenis yaitu ubi kayu manis (*Manihot opii*) dan ubi kayu pahit (*Manihot esculenta Cranz/Manihot utilisima*) (Elliong, *et al.*, 2014). Tanaman semusim yang masih satu *family* dengan tanaman karet ini dikenal pula dengan nama singkong ataupun ketela. Di Indonesia, ubi kayu dibudidayakan dengan luas dan menjadi komoditas potensial.

Pada tahun 2015, luas panen ubi kayu mencapai 949916 hektar dengan jumlah produksi 21801415 ton dan produktivitas sebesar 229.51 kuintal/hektar (Badan Pusat Statistik, 2015). FAOSTAT (2016) mencatat, Indonesia merupakan negara penghasil ubi kayu terbesar ke-4 dunia setelah Nigeria, Thailand, dan Brazil dengan jumlah produksi mencapai 20744674 ton. Kelebihan tanaman ini yaitu kaya akan karbohidrat, rentang panen yang panjang, mampu berproduksi ditanah kurang subur atau tidak subur (Bantacut, 2011).

Kandungan utama ubi kayu adalah karbohidrat. Pada 100 g, ubi kayu mengand-

ung karbohidrat sebesar 34.7 g dengan kalori 146 kkl (Bantacut, 2011). Jumlah karbohidrat tersebut, lebih tinggi dari ubi jalar, kentang maupun sukun. Hal ini menunjukkan potensi ubi kayu sebagai sumber kalori dan dapat menjadi alternatif pengganti beras dan menunjang diversifikasi pangan. Selain karbohidrat, ubi kayu mengandung serat, vitamin, mineral, dengan serat pangan kompleks, serat pangan larut dan tidak larut yang sangat penting bagi kesehatan (Masniah and Yusuf, 2014; Montagnac *et al.*, 2009). Karim *et al.* (2009) melaporkan kadar serat kasar ubi kayu yang disimpan dalam kantong poly-tilen selama 14 hari sebesar 1.71%. Montagnac *et al.* (2009) melaporkan kadar kalsium ubi kayu berkisar 15-35 mg/100 g.

Ubi kayu juga mengandung racun sianida. Karim *et al.* (2009) melaporkan kadar HCN ubi kayu sebesar 0.312 g/kg. Ar-yeet *et al.* (2006) melaporkan kadar HCN ubi kayu 0.58-20 mg HCN/100 g. Cumbana *et al.* (2007) melaporkan kandungan sianida tepung ubi kayu di provinsi Nampula, Mozambik sebesar 43 ppm. Kadar sianida yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan jenis ubi kayu, lokasi tanam maupun proses pengolahannya.

Sianida dan Metode Penurunannya

Hidrogen sianida (HCN) merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan mutu produk turunan ubi kayu. Pada semua bagian tanaman ubi kayu baik daun, batang, dan umbi mengandung senyawa glukosida sianogenik (linamarin dan lotaustralin) (Nambisan, 2011). Glikosida sianogenik jika dihidrolisis secara katalitik, akan menghasilkan hidrogen sianida (HCN) yang bersifat racun (Burns *et al.*, 2012). Konsumsi ubi kayu maupun produk turunannya dengan jumlah sianogen yang besar, dapat menyebabkan keracunan sianida, yang ditandai dengan muntah, mual, pusing, sakit perut, lemas, sakit kepala, diare, lumpuh dan bahkan kematian (Famurewa dan Emuekele, 2014). Oleh karenanya dibutuhkan perlakuan tertentu sebelum mengkonsumsi aneka olahan pangan berbasis ubi kayu.

Berbagai penelitian terus dilakukan guna menurunkan kadar sianida ubi kayu dan produk olahannya. Pengeringan, perendaman, pemanggangan dan fermentasi adalah metode umum yang digunakan untuk mengurangi jumlah sianida ubi kayu (Perera, 2009; Nyirenda *et al.*, 2011; Eduardo *et al.*,

2013; Famurewa dan Emuekele, 2014; Tefera *et al.*, 2014). Famurewa dan Emuekele (2014) melaporkan pengupasan, pencucian, chipping dan pengeringan keripik ubi kayu dengan suhu 40 °C, kecepatan udara 2.03 m/s, 2.25 m/s, 2.45 m/s, dan 2.75 m/s menggunakan *fluidized bed dryer* mampu menurunkan HCN 8.19 mg/kg menjadi \pm 2.53-1.07 mg/kg. Hutami (2014) melaporkan metode penggantian air rendaman disertai penambahan NaHCO₃ 4%, mampu menurunkan kadar sianida tepung ubi kayu menjadi 12.06 ppm dengan mengganti air rendaman setiap hari selama 4 hari.

Hutami (2014) menjelaskan, proses perendaman menyebabkan senyawa linamarin terhidrolisis dan membentuk asam sianida yang larut dalam air dan ikut terbuang bersamaan dengan air rendaman. Rasulu *et al.* (2012) dalam penelitiannya menyatakan proses fermentasi tetap dan tidak tetap yang dilanjutkan dengan pengeringan dapat menurunkan senyawa racun dari tepung ubi kayu. Kadar HCN tepung ubi kayu dengan fermentasi tetap yaitu 8.15 mg/kg (Rasulu *et al.*, 2012). Dosis tersebut lebih rendah dari batas aman sianida pada tepung ubi kayu yaitu 10 mg/kg (Nambisan, 2011).

Adamafio *et al.* (2010) juga menjelaskan metode fermentasi dapat menginaktivasi enzim linamarase sehingga tidak mampu mengkatalisis pembentukan HCN. Metode fermentasi dengan penambahan starter juga dapat menurunkan total sianida tepung ubi kayu. Nkoudou dan Ngang Essia, (2017) melaporkan penurunan total sianida dengan penambahan starter yaitu 79.6% hingga 99%. Nkoudou dan Ngang Essia (2017) menjelaskan, penambahan starter dapat menambah jumlah mikroba dalam medium fermentasi, menyebabkan terjadinya hidrolisis linamarin oleh linamarase dan diikuti dengan detoksifikasi.

HCN pada ubi kayu juga mengalami penurunan selama penyimpanan. Semakin lama penyimpanan, kadar HCN semakin rendah. Karim *et al.* (2009) melaporkan ubi kayu yang disimpan dalam parit selama 14 hari dapat menghasilkan ubi kayu dengan kadar HCN 0.068 mg/kg. Kadar HCN tersebut lebih rendah dari ubi kayu yang disimpan dalam kantong polietilen, tas rami, maupun *storage bag*.

Ubi kayu dengan kadar sianida rendah dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, pakan maupun bahan dasar berbagai indus-

tri. Ubi kayu dapat diolah menjadi tapioka, tepung mocaf, tepung cassava, keripik, roti, sagukasbi, tape, fufu, pakan ternak (Elliong. *et al.*, 2014; Falade dan Akingbala, 2010; Harjadi, 2012; Rasulu *et al.*, 2012). Saat ini, Indonesia memiliki 10 varietas unggul ubi kayu yang telah dilepas oleh pemerintah sejak tahun 1978 (Tabel 1). Adira-1, Adira-4, Malang-4, Malang-6, UJ-3 dan UJ-5 merupakan varietas unggul yang sesuai untuk dijadikan bahan pangan dan bahan bakar dikarenakan potensi hasil tinggi, kadar pati tinggi, fleksibel dalam usaha tani dan umur panen .

Beras Tiruan

Beras tiruan adalah produk olahan yang berbentuk seperti butiran beras (Noviasari *et al.*, 2017). Beras tiruan dibuat dari sumber karbohidrat nonberas (Budijanto dan Yuliana, 2015). Sumber karbohidrat lokal non beras seperti umbi-umbian (ubi kayu, ubi jalar, talas, gembili dan lainnya), sereal (jagung, sorgum), tanaman pohon (sagu), tanaman buah (sukun, pisang) dapat menjadi alternatif sebagai bahan utama dalam pembuatan beras tiruan. Beras tiruan yang dihasilkan diharapkan memiliki karakteristik yang sama atau bahkan lebih tinggi dari beras padi.

Beras tiruan bukanlah hal yang baru di Indonesia. Pada tahun 1960, beras "tekad" telah diperkenalkan oleh pemerintah dengan komposisi beras, ubi kayu, jagung dan kedelai dan menggunakan metode ekstrusi dingin (Budijanto dan Yuliana, 2015). Namun, dikarenakan bentuk dan kualitas masak yang tidak mirip dengan beras padi umumnya, menyebabkan penerimaan masyarakat menjadi rendah. Oleh karena itu, berbagai penelitian pun terus dilakukan untuk meningkatkan penerimaan masyarakat akan beras tiruan.

Saat ini, penerimaan terhadap beras tiruan tidak hanya sebatas meningkatkan penerimaan fisik, kimia dan sensori saja, namun juga bagaimana menambah nilai fungsional dari beras tiruan. Hidayat *et al.* (2017) mengembangkan beras tiruan dengan indeks glikemik rendah dengan memanfaatkan tepung jagung termodifikasi dan pati ubi kayu. Beras tiruan tersebut memiliki indeks glikemik (34.79-40.77) yang lebih rendah dari beras padi. Setiawati (2014), melaporkan penambahan rumput laut *Eucheumma cottonii* dan *Sargassum polycystum* pada beras tiruan dengan komposisi (beras : jagung : singkong,

1 : 3 : 1), dapat menurunkan kadar glukosa menciit percobaan. Formula terbaik beras tiruan berbasis ubi kayu dalam beberapa penelitian disajikan pada Tabel 2.

Bahan Penyusun Beras Tiruan

Kurachi (1995) dalam patennya menyebutkan bahan penyusun beras tiruan adalah 50-98% pati maupun turunannya, 2-45% bahan pengkaya, 0.1-10% hidrokoloid dan 25-55% air. Paten ini umumnya menjadi rujukan dalam pembuatan beras tiruan. Pada berbagai penelitian beras tiruan, ubi kayu yang digunakan sebagai bahan utama dapat berbentuk segar, tepung maupun pati. Tepung yang digunakan berupa tepung singkong/tepung cassava, maupun tepung ubi kayu fermentasi (mocaf). Tepung dan pati tersebut dapat digunakan secara tunggal maupun dengan kombinasi berbagai tepung/pati lainnya.

Yuslinda (2016) mengembangkan beras tiruan berbahan tepung galek, tepung mocaf, tapioka yang dikombinasikan dengan tepung porang. Hasil menunjukkan proporsi tapioka : porang (94:6) adalah formula beras tiruan dengan tingkat penerimaan tertinggi. Hariyani (2016) dalam penelitiannya mencoba memanfaatkan limbah padat tapioka (ampas ubi kayu/onggok) untuk membuat beras tiruan. Ampas ubi kayu/onggok dikeringkan, ditepungkan lalu dikombinasikan dengan hidrokoloid (alginat). Penambahan alginat tersebut bertujuan untuk meningkatkan serat pangan beras tiruan serta memudahkan proses pencetakan. Budi *et al.* (2013) menyatakan penambahan hidrokoloid pada

beras tiruan berfungsi untuk mengikat partikel-partikel dalam beras tiruan.

Kekurangan dari ubi kayu yaitu kadar proteinnya yang rendah. Untuk itu, Sumardiono *et al.* (2014) menambahkan tepung ampas tahu ke dalam formula beras tiruan berbahan tepung mocaf dan maizena. Sedangkan Franciska *et al.* (2015) menambahkan tepung ikan tuna ke dalam formula beras tiruan dengan bahan dasar tepung ubi kayu. Untuk meningkatkan kadar serat, Yuwono dan Zulfiah (2015) menambahkan *Euchema cottonii* ke dalam beras tiruan dengan bahan baku beras, jagung dan tepung singkong. Selain pati, bahan penyusun beras tiruan yaitu kalsium klorida (CaCl_2), sodium tripolifosfat, garam, minyak kelapa sawit dan alginat (Adicandra dan Estiasih, 2015)

Adicandra dan Estiasih (2015) menjelaskan CaCl_2 berfungsi untuk mengikat alginat agar terbentuk gel. Sodium tripolifosfat (STPP), berfungsi untuk mengenyalkan dan mencegah terjadinya retrogradasi. Garam, berfungsi untuk memberi rasa, memperkuat tekstur beras dan mengikat air. Minyak kelapa sawit, berfungsi sebagai antioksidan, melumaskan adonan agar dapat dicetak dan sebagai sumber energi. Alginat berperan sebagai sumber serat larut air dan memperlambat penyerapan makanan (Caesarina dan Estiasih, 2015).

METODE

Pembuatan Beras Tiruan

Prinsip pembuatan beras tiruan adalah bahan-bahan penyusun dibentuk dan

Tabel 1. Varietas unggul ubi kayu yang dilepas pemerintah sejak tahun 1978

Varietas	Hasil (ton/ha)	Rasa	Kadar HCN (ppm)	Kadar Pati (%)
Adira -1	22	Tidak pahit	27.5	-
Adira-2	22	Agak pahit	124.5	-
Adira-4	35	Agak pahit	68	-
Malang-1	36.5	Tidak pahit	< 40	-
Malang-2	31.5	Tidak pahit	< 40	-
Darul hidayah	102.10	Tidak pahit	< 40	25- 31.5
UJ-3	20 - 35	Pahit	-	20 - 27
UJ-5	25 - 38	Pahit	-	19 - 30
Malang-4	39.7	Pahit	> 100	25 - 30
Malang-6	36.41	Pahit	> 100.	25 - 32

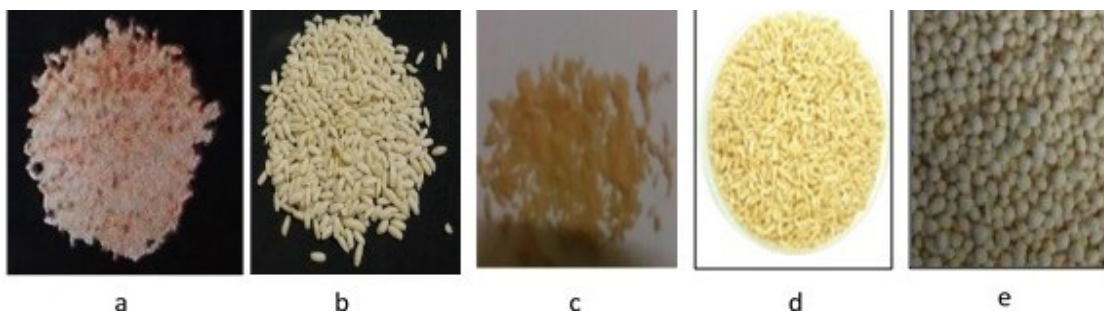
Sumber: (Suhartina, 2005)

Tabel 2. Formula terbaik beras tiruan berbasis ubi kayu

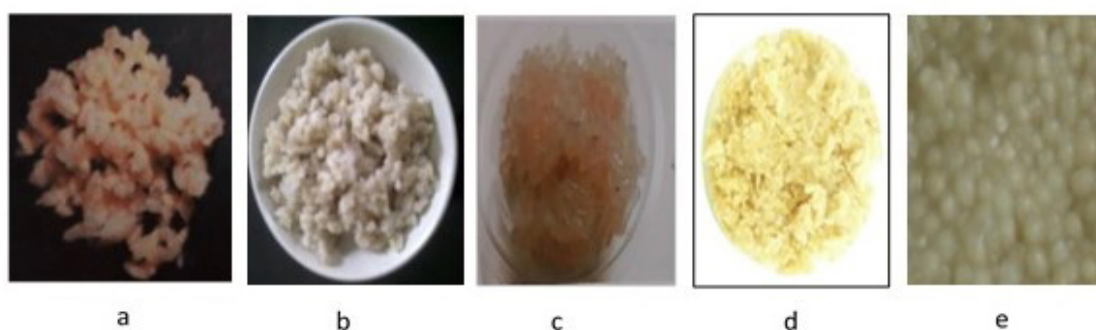
Komposisi Bahan	Formula Terbaik	Referensi
Tepung ubi kayu, tepung jagung, tepung kedelai	Tepung ubi kayu : tepung jagung : tepung kedelai (60%:20%:20%)	(Khairunnisa <i>et al.</i> , 2017)
Tepung jagung modifikasi, pati ubi kayu	80%tepung jagung:20% pati jagung	(Hidayat <i>et al.</i> , 2017)
Tepung onggok, alginat	Jumlah air 60%, konsentrasi alginat 2%, suhu <i>precooking</i> 70 °C, lama <i>pre-cooking</i> 20 menit	(H a r i y a n i , 2016)
Tepung gaplek, tepung mocaf, dan tapioca	Tepung tapioka:porang (94:6)	(Y u s l i n d a , 2016)
Mocaf dan maizena, dengan penambahan CMC dan tepung ampas tahu	beras tiruan dengan penambahan CMC 1.5% dan tepung ampas tahu 5%	(Y u w o n o dan Zulfiah, 2015) 1.5% , 1.75%
Tepung ubi kayu, tepung beras ketan, kacang tunggak	Tepung ubi kayu 80%, Tepung beras ketan (20%), penambahan kacang tunggak 30%	(Mulyadi <i>et al.</i> , 2015)
Tepung ubi kayu, diperkaya dengan tepung ikan tuna	Perlakuan campuran 92.5 % tepung ubi kayu dan 7.5% tepung ikan	(Franciska <i>et al.</i> , 2015)
Tepung ubi kayu fermentasi, kacang hijau, hanjeli	tepung ubi kayu 80%, tepung kacang hijau 10%, dan tepung hanjeli 10%	(Sumardiono <i>et al.</i> , 2014)
Beras, jagung, tepung singkong, <i>euchema cottonii</i>	Beras:jagung:singkong (1:3:1), <i>Euchema cottonii</i> 20%, suhu ekstruder 90 °C	(Setiawati <i>et al.</i> , 2014)
Singkong parut (50%), jagung (40%), sagu aren (10%)	Suhu gelatinisasi 67 °C, kandungan air 52%, lama pemasakan 27 menit	(Gultom, 2014)
Ubi kayu parut, pati sagu, ampas kelapa,	Ubi kayu parut, pati sagu, ampas kelapa (44%:41%:15%)	(Kharisma <i>et al.</i> , 2014)
Mocaf, dengan penambahan tepung kacang hijau, kacang merah, kacang tolo, koro pedang dan kacang kedelai,	mocaf 75 % dan 25 % kacang merah	(Wahjuningsih and Kunarto, 2013)
Mocaf, tepung ubi kayu, tepung sorgum, tepung uwi, tepung sagu, tapioka, glukomanan, gms	Mocaf (30%), tepung sorgum (20%) , tepung uwi (20%), tepung sagu (15%), tapioka (15%), glukomanan (0.5%), gms (2%)	Mulyono <i>et al.</i> (2013)
Tepung jagung, sorgum, maizena, sagu aren, mocaf, GMS	tepung jagung 40%, tepung sorgum 30%, maizena 15%, pati sagu aren 15% dan GMS 2%. Formula F terdiri dari tepung jagung 40%, mocaf 30%, maizena 30% dan GMS 2%.	(Widara, 2012)
Mocaf, tepung beras, tepung porang	Proporsi mocaf:tepung beras (70:30), Penambahn tepung porang 3%	Dewi (2011)
Tepung dan pati ubi kayu	Tepung:pati ubi kayu (70:30)	(Lisnan, 2008)
Tepung dan pati ui jalar	Tepung:pati ubi jalar (80:20)	

Tabel 3. Karakteristik fisik kimia beras tiruan berbasis ubi kayu

Komposisi Beras Tiruan	Warna (Kecerahan)	Rehidrasi (%)	Densitas Kamba (g/ml)	Air (% bk)	Abu (% bk)	Karbohidrat (%bk)	Pati (% bk)	Protein (% bk)	Serat Kasar (% bk)	Lemak (% bk)	Amilosa (% bk)	Daya Cerna (%bk)	Referensi
Tepung ubi kayu, tepung jagung, tepung kedelai	67.22		3.11	1.40	83.39	7.74	4.36						Khairunnisa <i>et al.</i> (2017)
Tepung onggok-almat		119.3	0.58	8.22	1.55	85.91	63	0.81	6	3.51	18.21		(Hariyani, 2016)
Tapioka-porang		191.91		7.25	1.2		81.58		4.43		18.1		(Yuslinda, 2016)
Mocaf, maizena, CMC	46.97	185.75		7.24					7.96				(Yuwono and Zulfiyah, 2015)
Mocaf, maizena, Tepung tahu		186.25		7.89					7.78				(Yuwono and Zulfiyah, 2015)
Beras, Jagung, singkong	57.16		0.6	12.78	0.9	75.88		8.87		0.31	21.9		(Setiawati <i>et al.</i> , 2014)
Pati ubi kayu fermentasi, kacang hijau, hanjeli				12.51		71.94		4.84		1.1	14.09		Sumardiono <i>et al.</i> (2014)
Mocaf, tepung ubi kayu, tepung sorgum, tepung uwi, tepung sagu, tapioka, glukomanan, gms			0.55	7.14	0.65	88.49		2.99		0.74	24.56	62.54	Mulyono <i>et al.</i> (2013)
Tepung jagung, mocaf, maizena GMS 2%	60.82		0.69	11.37	0.52	94.70	65.1	3.96	4.21	0.86	14.49		(Widara, 2012)
Mocaf, kacang merah			4.21	2.08	87.07			6.46		0.19	21.44		Wahjuningasih <i>et al.</i> , (2013)
Mocaf, tepung beras		177		9.21	0.62	84.75	70.83	2.71		2.71	18.86		Dewi (2011)
Tepung dan pati ubi kayu			6	0.7	95.9			1.9	7.1	0.7	29.6	62.4	(Lisnan, 2008)



Gambar 1. Beras tiruan dari : a. tepung onggok-alginat; b. singkong parut, jagung, sagu aren; c. tapioka-porang; d. Mocaf,tepung jagung, maizena ; e. tepung dan pati ubi kayu
 Sumber : (Hariyani, 2016); (Gultom, 2014); (Yuslinda, 2016); (Widara, 2012); (Lisnan, 2008)



Gambar 2. Nasi tiruan dari : a. tepung onggok-alginat; b. singkong parut, jagung, sagu aren; c. tapioka-porang; d. Mocaf,tepung jagung, maizena ; e. tepung dan pati ubi kayu
 Sumber : (Hariyani, 2016); (Gultom, 2014); (Yuslinda, 2016); (Widara, 2012); (Lisnan, 2008)

Tabel 4. Karakteristik sensori beras dan nasi tiruan berbasis ubi kayu

Bahan baku	Beras			Nasi				Referensi
	Warna	Bentuk	Aroma	Warna	Bentuk	Rasa	Aroma	
Tepung onggok-alginat	3.15	3.32	3.2	2.38	-	3.58	3.63	(Hariyani, 2016)
Singkong parut, jagung, sagu aren	5.5	5.9	5	-	-	-	-	(Gultom, 2014)
Tapioka-porang	4.4	-	4.4	4.25	-	3.4	4.05	(Yuslinda, 2016)
Mocaf, tepung jagung, maizena	9.47	9.28	-	7.96	7.02	-	6.07	(Widara, 2012)
Mocaf, amaps tahu, CMC	3.05	-	2.85	-	-	-	-3.3	Yuwono dan Zulfiah, 2015)
Tepung dan pati ubi kayu	5.1	-	5	2.7	-	3.6	-	(Lisnan, 2008)

dipadatkan dengan tekanan, dengan atau tanpa perlakuan panas sehingga dihasilkan bentuk dan komposisi yang diinginkan (Gultom, 2014). Metode yang umum digunakan yaitu metode ekstrusi dingin, ekstrusi panas dan granulasi (Budijanto dan Yuliana, 2015). Pada metode granulasi, bahan-bahan penyusun dibentuk dan dipadatkan dengan tekanan, tanpa perlakuan panas. Pencetakan dilakukan menggunakan granulator sehingga menghasilkan beras tiruan berbentuk butiran. Lisnan (2008) menjelaskan, pembuatan beras tiruan berbahan dasar ubi kayu dan ubi jalar yaitu pencampuran, penghabluran, pembutiran, sortasi, penyangraian, dan pengeringan.

Proses ekstrusi menggunakan ekstruder, terdiri dari tiga tahap yaitu pre-ekstrusi, ekstrusi dan post-ekstrusi (Gultom, 2014). Gultom (2014) menjelaskan, pre-ekstrusi meliputi proses pencampuran dan penambahan air. Tahap ekstrusi meliputi perlakuan shear dan stress pada adonan, dan tahap terakhir (post-ekstrusi), yaitu proses pemberian tekanan ke arah die dan pencetakkan melalui die sehingga produk akhir memiliki bentuk seperti beras.

Pada metode ekstrusi dingin, suhu yang digunakan dibawah 70 °C. Metode ini menghasilkan bulir beras yang tidak matang, kusam dan bentuknya berbeda dengan beras padi (Budi *et al.*, 2013). Subagio dan Windrati (2012) dengan menggunakan metode ekstrusi dingin melaporkan, beras tiruan dengan tingkat penerimaan terbaik (skor 3.44) diperoleh dari beras tiruan berbahan mocaf dan tepung beras dengan proporsi (4:5), dengan kelemahan pada rasa (skor 3.05).

Pada metode ekstrusi panas, beras tiruan dibuat menggunakan suhu diatas 70 °C. Panas diperoleh dengan pra-kondisi dan atau pertukaran panas melalui barel yang diselimuti uap panas (Mishra *et al.*, 2012). Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan dikarenakan bulir beras yang dihasilkan mirip dengan beras padi. Tahapan pembuatan beras tiruan dengan metode ekstrusi panas yaitu pencampuran bahan kering, proses ekstrusi menggunakan *twin screw* ekstruder dan pengeringan (Pinkaew *et al.*, 2012). Mesin *twin screw* ekstruder yang digunakan dilengkapi dengan 5 barel, kecepatan putaran screw 150 rpm. Barel 1 dan 5 menggunakan suhu 80 °C, sedangkan barel 2, 3, dan 4 menggunakan suhu 95 °C. Adanya panas dan tekanan, dapat menyebabkan terjadinya gelatinisasi par-

sial ataupun total pada adonan beras tiruan (Mishra *et al.*, 2012).

Pembuatan beras tiruan dengan metode ekstrusi panas membutuhkan biaya dan daya listrik yang tinggi. Untuk mengatasi hal tersebut, Balai Besar Mekanisasi Pertanian, Serpong kemudian mengembangkan mesin *twin roll* untuk membuat beras tiruan. Mesin *twin roll* tersebut terdiri dari mesin *precooking* untuk pregelatinisasi dan mesin *twin roll* untuk mencetak adonan beras tiruan (Gultom, 2014). Hariyani (2016) melaporkan, penggunaan mesin pencetak beras tipe *twin roll* mampu menghasilkan bulir beras tiruan yang baik.

Karakteristik Fisik Kimia

Karakteristik fisik kimia beras tiruan berbasis ubi kayu dari berbagai penelitian disajikan pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan kecerahan beras tiruan berbasis ubi kayu lebih rendah dari beras padi IR-64. Beras IR-64 memiliki kecerahan 80.79 (Setiyaningsih, 2008). Widara (2012) melaporkan, beras tiruan dengan komposisi tepung jagung, mocaf, maizena dan gms (40%, 30%, 30%, 2%) memiliki kisaran warna kuning - merah dengan nilai kecerahan (L) 60.82, a+ 5.05 dan b+ 25.93. Penambahan tepung jagung membuat warna beras menjadi kuning sehingga kecerahan beras tiruan berkurang.

Tabel 3 menunjukkan, beras tiruan berbasis ubi kayu memiliki daya rehidrasi yang tinggi. Hariyani (2016) melaporkan, beras tiruan tepung onggok dengan penambahan alginat memiliki daya rehidrasi 119.3% dengan lama pemasakan 23.97 menit. Nilai rehidrasi tersebut lebih tinggi dari beras IR-64 dan dengan waktu pemasakan yang lebih singkat. Beras IR-64 mempunyai daya rehidrasi 7.50% dengan lama pemasakan 38.76 menit (Hariyani, 2016). Namun, Kharisma *et al.* (2014) melaporkan, beras tiruan berbahan tepung ubi kayu, sagu dan ampas kelapa memiliki waktu pemasakan selama 5 menit dan beras padi selama 14 menit.

Densitas kamba adalah berat jenis produk kering yang dihitung berdasarkan bobotnya dalam suatu wadah dan berperan untuk mengetahui volume dan porositas beras (Widara, 2012). Tabel 3 menunjukkan beras tiruan memiliki densitas kamba yang lebih rendah dari beras IR-64. Hal tersebut menunjukkan berat beras tiruan yang lebih kecil dari beras IR-64 pada volume yang sama.

Kadar air merupakan faktor yang penting dalam produk pangan. Tabel 3 menunjukkan beras tiruan berbasis ubi kayu memiliki kadar air dibawah 14%. Kadar air tersebut telah memenuhi standar mutu beras yang dianjurkan yaitu maksimal 14% (Badan Standarisasi Nasional, 2015). Kadar air yang rendah dapat memperkecil media tumbuh mikroba yang akan menurunkan mutu produk pangan (Lisnani, 2008).

Tabel 3 menunjukkan pula kadar abu beras tiruan berbasis ubi kayu berkisar 0.2-2.08%. Widara (2012) melaporkan kadar abu beras tiruan berbahan baku tepung jagung, mocaf dan maizena (0.52%) lebih rendah dari beras sosoh (0.56%). Berbeda dengan Widara (2012), Hariyani (2016) melaporkan, beras tiruan berbahan dasar tepung onggok-alginat memiliki kadar abu 1.55%, yang lebih tinggi dari beras IR-64 (0.35%). Hariyani (2016) menjelaskan, tingginya kadar abu dapat disebabkan karena kadar abu bahan baku (tepung onggok) yang tinggi dan adanya penambahan natrium alginat ke dalam formula beras tiruan.

Kadar pati beras tiruan berbasis ubi kayu berkisar 63-81.58%. Kadar pati beras tiruan tersebut tidak jauh berbeda dengan beras padi. Beras indica hibrida tipe 9718 mempunyai kadar pati 76.43% (Zhuang *et al.*, 2010). Setiyaningsih (2008) melaporkan kadar pati beras IR-64 sebesar 73.3%. Kadar lemak beras tiruan berbasis ubi kayu 0.19-3.51% (Tabel 3). Tabel 3 menunjukkan beras tiruan dengan kadar lemak tertinggi terdapat pada beras tiruan berbahan tepung onggok. Selain kadar lemak bahan baku yang tinggi, penambahan gliserol monostearat dan minyak sawit ke dalam formula beras tiruan diduga turut meningkatkan kadar lemak dari beras tiruan (Hariyani, 2016).

Kadar protein beras tiruan berbasis ubi kayu 0.2-8.84%. Umumnya, kadar protein beras tiruan berbasis ubi kayu lebih rendah dari beras padi. Jumlah protein beras tiruan dapat meningkat dengan menambahkan sumber protein. Wahjuningsih dan Susanti (2018) menambahkan tepung kacang hijau, kacang merah, kacang tolo, koro pedang dan kacang kedelai ke dalam formula beras tiruan berbahan dasar mocaf. Franciska *et al.* (2015) menambahkan tepung ikan tuna pada beras tiruan berbahan dasar tepung ubi kayu.

Pola hidup tidak sehat, kurangnya aktifitas fisik, dapat menyebabkan timbulnya berbagai masalah kesehatan seperti obesi-

tas, diabetes, kanker dan jantung. Salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut yaitu dengan mengkonsumsi makanan kaya serat. Serat dipercaya dapat menurunkan kadar glukosa darah. Serat dapat membentuk gel, menghalangi difusi makanan pada lumen usus, menyebabkan penyerapan nutrisi terhambat, kadar glukosa darah dan respon insulin menurun sehingga menguntungkan bagi penderita diabetes (Kendall *et al.*, 2010).

Pengembangan beras tiruan kaya serat dilakukan Setiawati *et al.*, (2014) dengan menambahkan rumput laut *Euchema cottoni* pada beras tiruan berbahan tepung singkong. Yuwono dan Zulfiah (2015) menambahkan CMC dan tepung tahu pada beras tiruan berbahan mocaf. Hariyani (2016) menambahkan alginat ke dalam beras tiruan berbahan tepung onggok. Alginat merupakan hidrokoloid yang mengandung serat larut air (Wüstenberg, 2015).

Beras tiruan berbasis ubi kayu termasuk dalam kelompok beras dengan amilosa rendah-tinggi dengan nilai 14.09-29.6% (Tabel 3). Kadar amilosa dan amilopektin beras tiruan tersebut dapat dipengaruhi oleh rasio tepung komposit yang digunakan. Wahjuningsih dan Susanti (2018) melaporkan semakin besar proporsi tepung garut dalam tepung komposit, kandungan amilosa beras tiruan pun semakin tinggi. Wahjuningsih dan Kunarto (2013) menambahkan, beras tiruan dengan amilosa tinggi menghasilkan nasi yang pera dengan tekstur keras setelah dingin, sedangkan beras tiruan dengan amilopektin yang tinggi menghasilkan nasi yang pulen dan tekstur lunak.

Daya cerna pati menunjukkan kemampuan pati untuk diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh (Setiawati *et al.*, 2014). Daya cerna pati rendah dapat memperlambat peningkatan glukosa darah sehingga menurunkan indeks glikemik (Lisnani, 2008). Indeks glikemik yang rendah dibutuhkan bagi penderita diabetes. Setiawati *et al.*, (2014) dalam penelitiannya melaporkan penurunan daya cerna pati dengan semakin meningkatnya proporsi *Euchema cottonii* pada beras tiruan berbahan dasar tepung beras, tepung jagung dan tepung singkong. *Euchema cottonii* mengandung polisakarida yang tidak dapat dicerna oleh saluran pencernaan dan digunakan sebagai serat pangan. Adanya protein dan lemak pada beras tiruan dapat membentuk kompleks dengan amilosa sehingga dapat memperlambat laju pengosongan lambung

dan menyebabkan penurunan daya cerna pati (Alsaffar, 2011).

Karakteristik Sensori

Tabel 4 menunjukkan bahwa beras tiruan berbasis ubi kayu memiliki karakteristik sensori yang berbeda-beda bergantung pada komposisi bahan dan proses pengolahannya. Hariyani (2016) melaporkan, beras tiruan berbahan dasar tepung onggok-alginat dengan suhu *precooking* 70 °C selama 20 menit, berwarna kuning cokelat (Gambar 1a) dan memiliki bentuk agak mirip dengan beras padi dengan skor 3.05-3.32 dari skala 5 (sangat mirip). Hariyani (2016) juga melaporkan kemiripan bentuk beras cenderung meningkat dengan tingginya suhu dan lama waktu *precooking*. Hariyani (2016) dan Gultom (2014) menjelaskan suhu yang tinggi dan waktu *precooking* yang lama menghasilkan adonan yang tidak lengket saat pencetakan sehingga bentuknya lebih menyerupai beras padi.

Widara (2012) melaporkan, beras tiruan berbahan dasar tepung jagung, sorgum, maizena, sago aren, mocaf, dan GMS berwarna kuning cenderung gelap, dengan bentuk oval dan pendek dibandingkan dengan beras padi (lonjong dan panjang) (Gambar 1d). Tidak sesuainya ukuran *die* ekstruder yang digunakan dengan ukuran beras padi pada umumnya, menyebabkan bentuk dan ukuran beras tiruan yang dihasilkan berbeda dengan beras padi.

Gultom (2014) melaporkan perlakuan suhu gelatinisasi 67 °C, kadar air 54%, dan lama pemasakan 27 menit pada beras tiruan berbahan dasar singkong parut, jagung dan sago aren menghasilkan beras tiruan terbaik, berwarna putih kekuningan, ukuran seragam dengan aroma netral (Gambar 1b). Hasil skor hedonik pada skala 7 (sangat suka) menunjukkan beras tiruan tersebut memiliki skor yang lebih tinggi dibandingkan beras padi pada parameter bentuk, tekstur, warna, aroma dan keseluruhan terkecuali untuk tekstur (Gultom, 2014)

Gambar 1c menunjukkan beras tiruan berbahan dasar tapioka-porang. Kesukaan panelis terhadap warna dan aroma beras tersebut berada di kisaran netral (4.4) pada skala 7 (sangat suka). Semakin besar proporsi tepung porang, kesukaan panelis terhadap warna beras tiruan cenderung rendah dikarenakan beras yang dihasilkan akan semakin cokelat. Yuslinda (2016) menyatakan tepung porang berwarna krem sampai

cokelat terang. Preferensi masyarakat akan beras berwarna putih, menyebabkan kesukaan panelis terhadap beras tapioka-porang menjadi rendah.

Hariyani (2016) melaporkan kesukaan panelis terhadap warna nasi tiruan lebih rendah dibandingkan beras tiruan mentah. Kesukaan yang rendah disebabkan nasi onggok-alginat yang dihasilkan berwarna agak cokelat (Gambar 2a) dan berbeda dengan warna nasi pada umumnya yaitu berwarna putih. Warna cokelat pada nasi onggok dapat disebabkan karena reaksi pencokelatan enzimatis maupun non enzimatis pada proses *precooking* maupun proses pemasakan (Hariyani, 2016). Sejalan dengan Hariyani, (2016), Widara (2012) turut melaporkan, warna nasi tiruan menjadi lebih pudar dibandingkan warna beras tiruan mentah. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya gelatinisasi pati saat pemasakan. Proses gelatinisasi tersebut juga dapat meningkatkan penyerapan air serta viskositas nasi tiruan sehingga ukuran nasi yang dihasilkan lebih besar dari beras tiruan mentah.

Pada pembuatan beras tiruan, tidak adanya substitusi tepung ubi kayu dengan jenis tepung lain menyebabkan rasa singkong pada beras tiruan menjadi lebih terasa. Hariyani (2016) melaporkan rasa singkong "agak terasa" pada beras tiruan berbahan tepung onggok-alginat. Aroma singkong pada nasi tiruan tepung onggok-alginat juga mendominasi. Hal tersebut menyebabkan nilai kesukaan panelis terhadap beras tiruan menjadi "netral" disebabkan oleh tidak terbiasanya panelis dengan aroma nasi tiruan yang dihasilkan. Yuslinda (2016) melaporkan kesukaan terhadap aroma beras tiruan, cenderung netral dikarenakan tepung tapioka dan porang tidak memiliki aroma yang khas.

SIMPULAN

Ubi kayu berpotensi untuk dikembangkan menjadi beras tiruan dikarenakan mudah dibudidayakan dan kandungan pati yang tinggi. Karakteristik kimia, fisik dan sensori beras tiruan berbasis ubi kayu dipengaruhi oleh komposisi bahan dan metode yang digunakan. Pemilihan bahan baku, formulasi dan metode pengolahan yang tepat diperlukan untuk menghasilkan beras tiruan dengan karakteristik fisik kimia dan sensori yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adamafo, N, -A., Sakyiamah, -M., Tettey, J., 2010. Fermentation in cassava (*Manihot esculenta Crantz*) pulp juice improves nutritive value of cassava peel. *Afr. J. Biochem. Res.* 4, 51-56. http://www.academicjournals.org/app/webroot/article/article1380101630_Adamafo%20et%20al.pdf
- Adicandra, R, -M., Estiasih, -T., 2015. Beras analog dari ubi kelapa putih (*Dioscorea alata* L.) : Kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 4, 383-390. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/340>
- 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.* 46, 455-462. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02529.x>
- Aryee, F, N, -A., Oduro, -I., Ellis, W, -O., Afuakwa, J, -J., 2006. The physico-chemical properties of flour samples from the roots of 31 varieties of cassava. *Food Control.* 17, 916-922. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2005.06.013>
- Badan Pusat Statistik, 2014. Rata-rata konsumsi per kapita seminggu beberapa macam bahan makanan penting. Dilihat 10 Februari 2018. <<https://www.bps.go.id/statictable/2014/09/08/950/rata-rata-konsumsi-per-kapita-seminggu-beberapa-macam-bahan-makanan-penting-2007-2017.html>>
- Badan Pusat Statistik. 2015. Produktivitas tanaman pangan. Dilihat 10 Januari 2018. <<https://www.bps.go.id/subject/53/tanaman-pangan.html>>
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 6128-2015. Beras. Dilihat 10 Februari 2018. <<https://www.scribd.com/doc/275808855/12791-SNI-6128-2015>>
- Bantacut, -T., 2011. Penelitian dan pengembangan untuk industri berbasis cassava : review. *J. Tek. Ind. Pert.* 19, 191-202. <https://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/45676/1782-3092-1-PB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Budi, F, -S., Hariyadi, -P., Budijanto, -S., Syah, D., 2013. Extrusion process technology of analog rice : review. *Majalah Pangan.* 22, 263-274. https://www.researchgate.net/publication/259219046_Extrusion_Process_Technology_of_Analog_Rice_Teknologi_Proses_Ekstrusi_untuk_Membuat_Beras_Analog
- Budijanto, -S., Yuliana, N, -D., 2015. Development of rice analog as a food diversification vehicle in Indonesia. *J. Dev. Sus. Agr.* 10, 7-14. <https://doi.org/10.11178/jdsa.10.7>
- Burns, A, -E., Bradbury, J, -H., Cavagnaro, T, -R., Gleadow, R, -M., 2012. Total cyanide content of cassava food products in Australia. *Journal of Food Composition and Analysis.* 25, 79-82. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2011.06.005>
- Caesarina, -I., Estiasih, -T., 2015. Beras analog dari garut (*Maranta arundinaceae*): Kajian pustaka. *Jurnal Pangan dan Agroindustri.* 4, 498-504. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/357>
- Cumbana, -A., Mirione, -E., Cliff, -J., Bradbury, J, -H., 2007. Reduction of cyanide content of cassava flour in Mozambique by the wetting method. *Food Chemistry.* 101, 894-897. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.062>
- Eduardo, -M., Svanberg, -U., Oliveira, -J., Ahrné, -L., 2013. Effect of cassava flour characteristics on properties of cassava-wheat-maize composite bread types. *International Journal of Food Science.* 2013, 1-10. <https://doi.org/10.1155/2013/305407>
- Falade, K, -O., Akingbala, J, -O., 2010. Utilization of cassava for food. *Food Reviews International.* 27, 51-83. <https://doi.org/10.1080/87559129.2010.518296>
- FAOSTAT, 2016. Rankings country by commodity. Dilihat 10 Januari 2018. <http://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity>
- Franciska, C, -Y., Waluyo, -S., Tamrin, Warji, 2015. Pembuatan dan uji karakteristik fisik Beras analog dengan bahan baku tepung cassava yang diperkaya dengan protein ikan tuna. *Artikel Ilmiah Teknik Pertanian Lampung.* 39-44. <http://abe.fp.unila.ac.id/wp-content/uploads/sites/10/2015/06/7.-Chyntia-Yola.pdf>
- Gultom, R, -J., 2014. Optimasi proses pragelatinisasi dalam pencetakan beras analog dengan mesin twin roll berdasarkan

- response surface methodology (RSM)*. *J. Pasca Panen*. 11, 67-79. <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jpasca/article/view/2446>
- Hariyani, -E., 2016. Formulasi dan Penentuan Kondisi Proses *Precooking* Pada Pembuatan Beras Analog Berbasis Tepung Onggok Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) yang dicetak dengan mesin *twin roll*. Tesis. Universitas Brawijaya. Malang
- Haryadi, -H., 2012. Teknologi modifikasi tepung kasava. *Agritech*. 31, 86-92. <https://doi.org/10.22146/agritech.9730>
- Hidayat, -B., Akmal, -S., Muslihudin, -M., Suhada, -B., 2017. Assessment of corn-based rice analogues made from modified corn flour and cassava starch which processed by granulation method as functional food. *Food Science and Quality Management*. 61, 19-24. <https://iiste.org/Journals/index.php/FSQM/article/view/35926>
- Hutami, F, -D., 2014. Pengaruh penggantian larutan dan konsentrasi NaHCO_3 terhadap penurunan kadar sianida pada pengolahan tepung ubi kayu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2, 220-230. <https://jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/94>
- Famurewa, J, A, -V., Emuekele, P, -O., 2014. Cyanide reduction pattern of cassava (*Manihot esculenta*) as affected by variety and air velocity using fluidized bed dryer. *African Journal of Food Science and Technology* 5, 75-80. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2014.019>
- Karim, O, -R., Fasasi, O, -S., Oyeyinka, S, -A., 2009. Gari yield and chemical composition of cassava roots stored using traditional methods. *Pakistan Journal of Nutrition*. 8, 1830-1833. <https://doi.org/10.3923/pjn.2009.1830.1833>
- Kendall, C, W, -C., Esfahani, -A., Jenkins, D, J, -A., 2010. The link between dietary fibre and human health. *Food Hydrocolloids*. 24, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2009.08.002>
- Khairunnisa, -K., Budijanto, -S., Sitanggang, A, -B., 2017. Formulation of high protein rice analog made of cassava, maize starch, and soybean, in: Proceedings of the 24th Tri-University International Joint Seminar and Symposium 2017. Mie University, Japan, pp. 1-4
- Kharisma, -T., Yuliana, N, -D., Budijanto, -S., 2014. The effect of coconut pulp (*Cocos nucifera* L.) addition to cassava based analogue rice characteristics, in: The 16 Th Food Innovation Asia Conference 2014. Presented at the The 16 th food innovation asia conference 2014, Bangkok, pp. 85-102
- Kurachi, -H., 1995. Process of making enriched artificial rice. USA. Patent .5,403,606
- Lisnan, -V., 2008. Pengembangan beras artificial dari ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*.) dan ubi lalar (*Ipomoea batatas*) sebagai upaya diversifikasi pangan. Skripsi. IPB. Bogor
- Masniah, Yusuf, 2014. Potensi ubi kayu sebagai pangan fungsional, in: Proceeding Seminar Nasional Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi-Umbian Tahun 2013. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian., Bogor, pp. 580-587
- Mishra, -A., Mishra, H, -N., Srinivasa Rao, -P., 2012. Preparation of rice analogues using extrusion technology. *International Journal of Food Science & Technology*. 47,1789-1797. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x>
- Montagnac, J, -A., Davis, C, -R., Tanumihardjo, S, -A., 2009. Nutritional value of cassava for use as a staple food and recent advances for improvement. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 8, 181-194. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2009.00077.x>
- Mulyadi, A, -F., Kumalaningsih, -S., Indriati, S, -K., 2015. Production of high amylopectin artificial rice based on cassava flour, glutinous rice flour and addition of cowpea flour. *International Journal of Applied Engineering Research*. 10, 40159-40164. https://www.researchgate.net/publication/284414114_Production_of_High_Amylopectin_Artificial_Rice_Based_on_Cassava_Flour_Glutinous_Rice_Flour_and_Addition_of_Cowpea_Flour
- Nambisan, -B., 2011. Strategies for elimination of cyanogens from cassava for reducing toxicity and improving food safety. *Food and Chemical Toxicology*. 49, 690-693. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.10.035>
- Njoh Elliong, -E., Billiard, -C., Adenet, -S., 2014. Physicochemical, organoleptic

- and nutritional characteristics of four sweet cassava (*Manihot opi*) varieties. *African Journal of Biotechnology*. 13, 4547-4556. <https://doi.org/10.5897/AJB2013.13449>
- Nkoudou, N, -Z., Ngang Essia, J, -J., 2017. Cyanides reduction and pasting properties of cassava (*Manihot esculenta crantz*) flour as affected by fermentation process. *Food and Nutrition Sciences*. 08, 326-333. <https://doi.org/10.4236/fns.2017.83022>
- Noviasari, -S., Kusnandar, -F., Setiyono, -A., 2017. Karakteristik fisik, kimia, dan sensori beras analog berbasis bahan pangan non beras. *Jurnal Pangan*. 26, 1-12. <http://jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/347>
- Nyirenda, D, -B., Chiwona-Karltun, -L., Chitundu, -M., Haggblade, -S., Brimer, -L., 2011. Chemical safety of cassava products in regions adopting cassava production and processing - experience from Southern Africa. *Food and Chemical Toxicology*. 49, 607-612. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2010.07.025>
- Perera, C, -O., 2009. Removal of cyanogenic glycoside from cassava during controlled drying. *Drying Technology*. 28, 68-72. <https://doi.org/10.1080/07373930903430710>
- Pinkaew, -S., Wegmuller, -R., Hurrell, -R., 2012. Vitamin A stability in triple fortified extruded, artificial rice grains containing iron, zinc and vitamin A: Vitamin A stability in fortified rice. *International Journal of Food Science & Technology*. 47, 2212-2220. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2012.03091.x>
- Rasulu, -H., Yuwono, S, -S., Kusnadi, -J., 2012. Characteristics of fermented cassava flour as material for producing sagukasbi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 13, 1-7. <https://jtp.ub.ac.id/index.php/jtp/article/view/340>
- Setiawati, N, -P., 2014. Karakteristik Beras Tiruan Dengan Penambahan Rumput Laut dan Pengaruhnya Terhadap Kadar Glukosa Darah. Tesis. IPB. Bogor
- Setiawati, N, -P., Santoso, -J., Purwaningsih, -S., 2014. Karakteristik beras tiruan dengan penambahan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebagai sumber serat pangan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 6, 197-208. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/78631>
- Setyaningsih, -P., 2008. Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia dan Indeks Glikemik Beras Berkadar Amilosa Sedang. Skripsi. IPB. Bogor
- Subagio, -A., Windrati, W, -S., 2012. Pengaruh komposisi mocaf (*modified cassava flour*) dan tepung beras pada karakteristik beras cerdas. *Jurnal Pangan*. 21, 29-38. <http://www.jurnalpangan.com/index.php/pangan/article/view/91/78>
- Suhartina, 2005. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Dilihat 10 Januari 2018. < <http://balitkabi.litbang.pertanian.go.id/publikasi/deskripsi-varietas/> >
- Sumardiono, -S., Pudjihastuti, -I., Poerwoprajitno, A, -R., Suswadi, M, -S., 2014. Physicochemical properties of analog rice from composite flour: cassava, green bean and hanjeli. *World Applied Sciences Journal*. 32, 1140-1146. [https://www.idosi.org/wasj/wasj32\(6\)14/20.pdf](https://www.idosi.org/wasj/wasj32(6)14/20.pdf)
- Tefera, -T., Ameha, -K., Biruhtesfa, -A., 2014. Cassava based foods: microbial fermentation by single starter culture towards cyanide reduction, protein enhancement and palatability. *International Food Research Journal*. 21, 1751-1756. [www.ifrj.upm.edu.my/.../7%20IFRJ%2021%20\(05\)%202014%20Biruk%20697.pdf](http://www.ifrj.upm.edu.my/.../7%20IFRJ%2021%20(05)%202014%20Biruk%20697.pdf)
- Wahjuningsih, S, -B., Kunarto, -B., 2013. Pembuatan tepung mokal dengan penambahan biang fermentasi alami untuk beras analog. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*. 11, 221-230. <http://ejournal.bappeda.jatengprov.go.id/index.php/litbangjateng>
- Wahjuningsih, S, -B., Susanti, -S., 2018. Chemical, physical, and sensory characteristics of analog rice developed from the mocaf, arrowroot, and red bean flour, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Presented at the International Symposium on Food and Agro-biodiversity (ISFA) 2017, Institute of Physics Publishing, pp. 1-10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/102/1/012015>
- Widara, S, -S., 2012. Studi Pembuatan Beras Analog dari Berbagai Sumber Karbohidrat Menggunakan Teknologi Hot Extrusion. Skripsi. IPB. Bogor

- Wüstenberg, -T., 2015. *General overview of food hydrocolloids*, in: *Cellulose and Cellulose Derivatives in the Food Industry: Fundamentals and Applications*. John Wiley & Sons
- Yuslinda, M, -F., 2016. Inovasi Produk Beras Tiruan (Kajian Pengaruh Jenis Tepung Berbasis Ubi Kayu dan Proporsi Tepung Berbasis Ubi Kayu dengan Tepung Porang) Terhadap Karakteristik Beras Tiruan. Skripsi. Universitas Brawijaya, Malang
- Yuwono, S, -S., Zulfiah, A, -A., 2015. Formulasi beras analog berbasis tepung mocaf dan maizena dengan penambahan cmc dan tepung ampas tahu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3, 8. jpa.ub.ac.id/index.php/jpa/article/view/270
- Zhuang, -H., An, -H., Chen, -H., Xie, -Z., Zhao, -J., Xu, -X., Jin, -Z., 2010. Effect of extrusion parameters on physico-chemical properties of hybrid indica rice (type 9718) extrudates. *Journal of Food Processing and Preservation*. 34, 1080-1102. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4549.2009.00439.x>