

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL
FORUM KOMUNIKASI PENDIDIKAN TINGGI
TEKNOLOGI PERTANIAN INDONESIA
TAHUN 2016

TEMA :
PERANAN TEKNOLOGI PERTANIAN
DALAM MENCIPTAKAN INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING PRODUK PERTANIAN
PADA ERA MASYARAKAT EKONOMI ASEAN

Editor :

Dr. Ir. Sahrial, M.Si.

Dr. Mursalin, S.TP, M.Si.

Dr. Ir. Hj. Dharia Renate, M.Sc.

Dr. Ir. Lavlinesia., M.Si.

Dr. Addion Nizori, S.TP., M.App. Sc.



FKPT - TPI

Diselenggarakan :

**FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JAMBI**

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

PERANAN TEKNOLOGI PERTANIAN DALAM MENCIPTAKAN INOVASI TEKNOLOGI UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING PRODUK PERTANIAN PADA ERA MASYARAKAT EKONOMI ASEAN

Hotel Novita Jambi

31 Oktober 2016

Editor:

Dr. Ir. Sahrial, M.Si.

Dr. Mursalin, S.TP., M.Si.

Dr. Ir. Hj. Dharia Renate, M.Sc.

Dr. Ir. Hj. Lavlinesia, M.Si.

Dr. Addion Nizori, S.TP., M.App.Sc.



Diterbitkan oleh:

Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jambi

Jl. Tri Brata, KM 11, Desa Pondok Meja, Jambi 36364

e-Mail: fateta@unja.ac.id

PROSIDING SEMINAR NASIONAL

**PERANAN TEKNOLOGI PERTANIAN
DALAM MENCIPTAKAN INOVASI TEKNOLOGI
UNTUK MENINGKATKAN DAYA SAING PRODUK
PERTANIAN PADA ERA MASYARAKAT EKONOMI
ASEAN**

Editor:

Dr. Ir. Sahrial, M.Si.

Dr. Mursalin, S.TP., M.Si.

Dr. Ir. Hj. Dharia Renate, M.Sc.

Dr. Ir. Hj. Lavlinesia, M.Si.

Dr. Addion Nizori, S.TP., M.App.Sc.

ISBN 9786027467002 ----

Penyunting:

Annida Rani Chairunisah

Desain kaver:

Rudi Nata, S.Si.

Penerbit:

Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jambi

Alamat Penerbit:

Kampus Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jambi

Jl. Tri Brata, KM 11, Desa Pondok Meja

Jambi 36364

e-Mail: fateta@unja.ac.id

Cetakan I

Oktober 2016

Hak cipta dilindungi undang-undang

All rights reserved

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

I Bagian Pertama

Teknologi Pengolahan Pangan

Optimasi Pembuatan Sohun Ubi Jalar Menggunakan Ekstruder Pemasak-Pencetak (Tjahja Muhandri, Budi Nurtama, Sutrisno Koswara, Subarna, Dewi Fatmala).....	1
Karakteristik Kerang Pokea (<i>Batissa violaceaCelebensis</i> Martens 1897) Asap Khas Sulawesi Tenggara (Kobajashi Togo Isamu, Ahmad Mustafa, dan Fajriah) ..	11
Formulasi dan Karakterisasi Cookies Ubijalar Non Prigelatinisasi dan Prigelatinisasi (Sritina N. P. Paiki, Mathelda K. Roreng, Murtiningrum, Musa K. Koibur)	17
Kajian Karakteristik Pure Kering Ubi Jalar dengan Perlakuan Suhu dan Lama <i>Annealing</i> Sebagai Persiapan Pangan Darurat (Marleen Sunyoto, Robi Andoyo, Rista Nurmalinda) .	23
Pengaruh Penambahan Gula terhadap Karakteristik Sensori Sirup Jeruk Kasturi (Khairun Nisa)	31
Kajian Penggunaan Ekstrak Wortel (<i>Daucus carota</i> L.) dalam Pembuatan <i>Marshmallow</i> (Sahrial Hafids, Yernisai, dan T.S. Ambarwati)	35
Studi Proses Pengolahan Koktail dari Buah Nipah (<i>Nypa fruticans</i> Wurmb) (Kajian Kadar Gula Sirup dan Tingkat Kematangan Buah) (Susinggih Wijana, Widelia Ika Putri, dan Lia Rystiana)	43
Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Kayu Manis terhadap Mutu Sari Buah Bligo (Sahrial Hafids, Ulyarti, dan Dodi Deswandi)	51
Pengaruh Konsentrasi Gula terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik <i>Fruit Leather</i> Pedada (<i>Sonneratia caseolaris</i>) (R. Mahmudah, S. L. Rahmi, dan D. Fortuna)	57
Karakteristik Mi Instan Berbasis MOSAS (<i>Modified Sago Starch</i>) dan Ikan Patin (Yusmarini, U. Pato, V.S. Johan, dan R. Fressetya)	63
Pengaruh Tingkat kematangan Sangrai terhadap Mutu Kopi Libtukom yang Dihasilkan (Ruwanto, Mursalin, dan D. Fortuna)	71
Kajian Proses Pengolahan Permen <i>Jelly</i> Kopi Teripang Jahe (Kurnia Harlina Dewi, Helmiyetti, Nusril, Devi Silsia, dan Wanti Palina)	79
Aplikasi Penambahan Minyak Kayu Manis (<i>Cinnamomum burmanii</i>) sebagai Bahan Pengawet Dodol Formulasi (J.C.Ginting, Lavlinesia, dan Ulyarti)	87

II	Bagian Pertama	
	Teknologi Pengolahan Pangan	95
	Kajian Waktu Fermentasi dan Warna Kulit Buah Kopi terhadap Karakteristik Fisik Biji Kopi Hasil Fermentasi pada Buah Kopi Jenis Robusta (Studi Kasus di Desa Bandung Jaya Kabupaten Kepahiang) (Yessy Rosalina, Laili Susanti, dan Benediktus Yudho Damanik)	97
	Ekstraksi Saponin Biji Bintaro (<i>Cerbera odollam</i> Gaertn.) Menggunakan Metode Sokletasi dengan Variasi Jumlah Sirkulasi (Nur Lailatul Rahmah, Azis Saputra, dan Susinggih Wijana)	101
	Aplikasi $KMnO_4$ sebagai Penyerap Etilen pada Pisang Ambon Kuning (<i>Musa paradisiaca</i>) Sri Maryati	107
	Kajian Pengolahan Kopi Arabika di Dataran Tinggi Gayo, Provinsi Aceh Devi Agustia	115
	Perubahan Komponen Minor, Karakteristik Kimia, dan Komposisi Asam Lemak Selama Permungan Minyak Sawit Merah Dewi Fortuna Ayu	119
	Karakterisasi Sifat Kimia dan Sifat Fisik Pati Hasil Ekstraksi Jagung Putih Varietas Anoman dan Pulut Uri 1 Rijanti Rahaju Maulani, Rahmawati, Joni Munarso, Dede Saputra	127
	Kajian Mutu Pektin dari Kulit Durian Selat dan Aplikasi pada Pengolahan Jeli Nenas Tangkit Surhaini, Indriyani, dan Mursalin	133
	Formulation and Sensory Profile of Angkak Ginger Milk Candy Ridawati dan Alsuhendra	143
	Profil Gelatinisasi Pati Sagu (<i>Metroxylon</i> Sp) yang Dimodifikasi dengan Teknik Heat Moisture Treatment (HMT) Dian Wulansari, Feri Kusnandar, Sugiyono, Ridwan Thahir	147
	Pembuatan Enkapsulan dari Tapioka Pregel dengan Metode Hidrolisis Asam untuk Mikroenkapsulasi Asap Cair Rudi Prihantoro, Purnama Darmadji, dan Yudi Pranoto	155
	Pengaruh Konsentrasi Garam Terhadap Sifat Mikrobiologi, Kimia Dan Organoleptik Pikel Dari Rebung Bambu Betung (<i>Dendrocalamus Asper</i>) Rahmayuni, Usman Pato, dan Rika Saskia	163

II	Bagian Kedua	
	Sistem Manajemen Agroindustri	173
	Analisis Implementasi Sistem Jaminan Halal (SJH) di Usaha Waralaba Pangan (Studi Kasus di Waralaba Bakso)	
	Sucipto Sucipto, Retno Astuti, Siwi Wurnaningsih	175
	Penerapan Metode Six Sigma dalam Pengendalian Kualitas Telur Ayam pada Proses Penetasan di PT. Japfa Comfeed Indonesia Tbk. Unit Hatchery, Wonorejo, Pasuruan	
	Dhita Morita Ikasari, Icha Sriagusdina, Panji Deoranto	183
	Penerapan <i>Hazard Analysis And Critical Control Point</i> (Haccp) Pada Proses Produksi Bakso Ikan	
	Ardaneswari Dyah Pitaloka Citraresmi dan Prillanda Irenne Putri	191
	Perancangan Sistem Informasi Perawatan Berbasis Metode <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE) dan <i>Overall Input Efficiency</i> (OIE)	
	Mas'ud Effendi, Endra Cahyono, Usman Effendi	205
	Analisis Tingkat Produktivitas Mie Kering Dengan Metode APC (<i>American Productivity Center</i>) (Studi Kasus di Pabrik Mie "Sami Rasa", Karanganyar)	
	Riska Septifani, Okfriyanto Isfatthoni A., Mas'ud Effendi, dan Panji Deoranto	215
	Analisis Produktivitas Menggunakan Metode <i>Objective Matrix</i> (OMAX) pada Bagian Produksi Otak-Otak Bandeng Bu Muzanah <i>Store</i> Gresik	
	Misbah Abdul Hayat, Panji Deoranto, Usman Effendi	223
	Orientasi Pembelajaran, Orientasi Kewirausahaan, dan Inovasi pada UKM Berbasis Pangan di Kabupaten Gresik	
	Endah Rahayu Lestari dan Imroatul Chanifah	231
	Model Struktur Kebutuhan dan Kendala dalam Kelembagaan Rantai Pasok Keripik Apel dengan Pendekatan <i>Interpretive Structural Modelling</i> (Studi Kasus di UKM Excellent Fruits II, Kota Batu, Jawa Timur)	
	Siti Asmaul Mustaniroh, Dhanis Ulan Nala Setya, Mas'ud Effendi	237
	Optimasi Pengeringan Gula Semut Menggunakan Pengering Tipe Kabinet	
	Siswantoro, Wiludjeng Trisasiwi, Agus Andrianto	243

IV	Bagian Ketiga	
	Biokimia, Gizi, dan Pangan Fungsional	247
	Pengaruh Formulasi Bahan Terhadap Daya Cerna Pati (Secara <i>In Vitro</i>) Mi Kering Sagu Hilka Yuliani, Slamet Budijanto, Nancy Dewi Yuliana	249
	Kajian Peningkatan Kualitas Beras Merah (<i>Oryza Nivara</i>) Instan Sumartini dan Hervelly	257
	Pengaruh Penambahan Rempah dan Proses Pengolahan Terhadap Daya Cerna Pati (Secara <i>In Vitro</i>) Beras Analog Maya Indra Rasyid, Slamet Budijanto, dan Nancy Dewi Yuliana	269
	<i>Positive Deviance</i> Gizi dengan Status Gizi Balita pada Keluarga Miskin di Desa Baru, Kabupaten Sarolangun, Jambi Merita dan Hesty	277
	Pengaruh Penambahan Gula Aren Terhadap Sifat Kimia dan Sifat Organoleptik Minuman Fungsional Daun Sirsak(<i>Annona muricata Linn.</i>) M. Ardianto, D. Renate, A. Yulia	285
	Pengaruh Pengenceran Ekstrak Daun Sambung Nyawa (<i>Gynarum Procumbens</i>) Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Minuman Fungsional Sumber Antioksidan Indriyani dan Yernisa	291
	Kandungan Gizi Tepung Tempe yang Terbuat dari Varietas Kedelai Lokal dan Impor Mursyid, Made Astawan, Deddy Muchtadi, Maryani Suwarno	297
	Pemanfaatan Cangkang Telur sebagai Bahan Alternatif Minuman Instan Berkalsium Tinggi Misril Fuadi dan Wiri Arianingrum	303
	Penambahan Sodium Tripolipospat Menurunkan Respon Glikemik Nasi Samsu Udayana Nurdin, Ria Amurwani, Asep Sukohar, dan Siti Nurdjanah.....	311
	Pembuatan dan Karakterisasi Beras Warna dengan Penambahan Pigmen Alami dari Umbi Bit (<i>Beta vulgaris L.</i>) Alsuhendra dan Ridawati	303
	Pemanfaatan Cangkang Telur sebagai Bahan Alternatif Minuman Instan Berkalsium Tinggi Misril Fuadi dan Wiri Arianingrum	319
	Pengaruh Waktu Fermentasi Asam Terhadap Stabilitas Vitamin C Pada Vinegar Pepaya (<i>Carica Papaya L</i>) Nur Hidayat, Sakunda Anggarini, dan Khusnul Lailatul Latifah	325
	Penggunaan <i>Response Surface Methode</i> untuk Optimasi Kandungan Fenol dan Aktivitas Antioksidan pada Proses Pencampuran Stevia-Teh Hijau Tarsisius Dwi Wibawa Budianta dan Adrianus Rulianto Utomo	329
	Pengaruh Lama Perendaman dan Konsentrasi KNO ₃ Terhadap Viabilitas dan Vigor Benih Pepaya (<i>Carica papaya. L</i>) Jasmi, Chairuddin, dan Rozi Amrullah.....	335

√	Bagian Keempat	
	Mutu, Keamanan Pangan, dan Kajian Lainnya	343
	Evaluasi Sensoris Kopi Bubuk Robusta Dari Berbagai Teknik Petik Laili Susanti dan Yessy Rosalina	345
	Uji Kesukaan Konsumen Terhadap Saus “Lemea” Devi Silsia, Kurnia Harlina Dewi, dan Sefti Aulianda	349
	Uji Efektivitas Antimikrobia Asap Cair Cangkang Sawit yang Dihasilkan pada Pirolisis Udara Terkedali terhadap Mikrobia Pembusuk Ikan Desi Ardilla, Tamrin, Basuki Wirjosentono, Edyanto	355
	Efektivitas Senyawa Antimikroba Ekstrak Kayu Manis (<i>Cinnamomum burmanni</i>) untuk Memperpanjang Umur Simpan (<i>Shelf Life</i>) Produk Dodol Formulasi D. Gustiyandra, Lavlinesia, S. L. Rahmi	361
	Strategi Alternatif Meningkatkan Proteksi Petani Bawang Merah Moh. Wahyudin	369
	Prediksi Dampak Perubahan Iklim terhadap Debit Andalan di DAS Krueng Aceh T. Ferijal, Dewi Sri Jayanti, Mustafiril	375



Pengaruh Formulasi Bahan Terhadap Daya Cerna Pati (Secara *In Vitro*) Mi Kering Sagu

[The Effect of The Material Formulation on In Vitro Starch
Digestibility of Dried Sago Noodles]

Hilka Yuliani¹, Slamet Budijanto², Nancy Dewi Yuliana²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Teuku Umar,

Alue Peunyareng Meulaboh, Aceh Barat, 23615

E-mail: hilkayuliani86@gmail.com

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract— Noodles was produced from purified starch or combining flour has high starch digestibility. The dried sago noodles without mung bean flour added has 86.00% starch digestibility value so that the necessary additional material that can decreased the digestibility of the starch. The aims of this study was determined the effect of mung bean flour added on starch digestibility value of dried sago noodles. Formula was done by using Mixture Design (DX7) with sago starch and mung bean flour as variables (80-100% and 0-20%; respectively). The starch digestibility was performed using in vitro methods was analyzed with spectrophotometrically. The results showed that increasing amount of mung bean flour will decrease the value of starch digestibility of dried sago noodles was produced. The lowest starch digestibility derived from formulations of sago starch:mung bean flour is 80: 20% amounting 64.69%.

Keywords—Dry Sago noodles, mung bean flour, starch digestibility

I. PENDAHULUAN

Pati sagu sebagai produk utama dari tanaman sagu mempunyai prospek yang baik untuk dikembangkan sebagai produk pangan. Salah satu produk pangan yang potensial dari pati sagu adalah mi sagu. Mi sagu termasuk dalam golongan mi pati yaitu mi yang terbuat dari pati dan atau kombinasi dengan tepung dari bahan non terigu (Tan *et al.* 2009).

Studi mengenai penggunaan pati yang berbeda untuk pembuatan mi telah dilakukan diantaranya oleh Collado *et al.* (2001) dan Lee *et al.* (2005) yang menggunakan pati ubi jalar; Thao dan Nookhorm (2011) yang menggunakan campuran antara pati kacang hijau dan pati ubi jalar; Yadav *et al.* (2011) menggunakan tepung beras;

Purwandari *et al.* (2014) menggunakan tepung labu, tepung konjak; Liu *et al.* (2012) menggunakan sorgum; dan Padalino *et al.* (2013) menggunakan pati jagung.

Mi sagu memiliki beberapa kelemahan diantaranya teksturnya yang keras dan lengket sehingga kurang disukai serta memiliki daya cerna pati yang tinggi. Penambahan tepung kacang hijau yang diharapkan dapat menurunkan daya cerna pati mi kering sagu, karena kacang hijau memiliki daya cerna pati yang rendah.

Hasil pengukuran kemampuan enzim dalam mencerna pati umumnya digunakan sebagai metode untuk mengukur kecepatan indeks glikemik secara *in vivo*. Respon glikemik dan kebutuhan insulin berhubungan erat dengan kemampuan enzim. Kemampuan tersebut

tergantung dari rangkaian struktur dari komponen pasta dan juga ukuran serta suhu pengeringan (Petitot *et al.* 2009). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan tepung kacang hijau terhadap daya cerna pati mi kering sagu. Daya cerna pati secara *in vitro* merupakan salah satu cara untuk memprediksi pengaruh fisiologis dari pencernaan makanan.

Kacang hijau mengandung kadar amilosa yang tinggi sebesar 40% (Tanet *et al.* 2006). Kandungan amilosa akan mempengaruhi sifat fisik dan fungsional mi yang dihasilkan. Kacang hijau memiliki daya cerna pati yang rendah dan kandungan pati resisten yang tinggi (Shandua & Lim 2008). Kacang hijau yang mengalami beberapa perlakuan pengolahan akan merubah sifat fisik seperti tekstur (kekerasan, kekompakan, *gumminess* dan *chewiness*) dan karakteristik daya cerna pati secara *in vitro*. Proses pengolahan yang mempengaruhi daya cerna pati diantaranya perendaman, perkecambahan, pemasakan dan autoklaf. Tepung yang dibuat dengan pengolahan yang berbeda akan menghasilkan sifat yang berbeda seperti tepung kacang hijau yang dibuat dengan perlakuan perkecambahan akan menghasilkan viskositas puncak dan akhir yang tertinggi sedangkan tepung yang terbuat dari perlakuan autoklaf menunjukkan nilai viskositas puncak dan akhir yang terendah (Kaur *et al.* 2013).

Berbagai perlakuan pengolahan meningkatkan kandungan pati mudah cerna (RDS) kacang hijau, sedangkan kandungan pati lambat dicerna (SDS) tepung kacang hijau tanpa perlakuan lebih tinggi. Tepung kacang hijau tanpa pengolahan memiliki tingkat hidrolisis pati rendah pada semua suhu dengan jumlah hidrolisis 29.90% dalam waktu 180 menit (Kaur *et al.* 2013). Menurut Metzger *et al.* (1996) kacang hijau memiliki daya cerna pati secara *in vitro* sebesar 40% dalam waktu 30 menit sedangkan pati gandum mempunyai nilai daya cerna *in vitro* 62% dalam waktu 30 menit, sehingga kacang hijau baik digunakan untuk mengganti atau menstubsititisi gandum dalam pembuatan mi sehingga menghasilkan mi dengan sifat fungsional yang lebih baik dan dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Gedung F-Technopark, Fakultas Teknologi Pertanian,

Institut Pertanian Bogor, Laboratorium Kimia Pangan dan Laboratorium Pengolahan Pangan, Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Institut Pertanian Bogor.

A. Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan adalah pati sagu (*Metroxylon sago* R.) dan GMS (*Glycerol Monostearate*) diperoleh dari PT. Lautan Luas Jakarta, kacang hijau dibeli di Pasar Anyar Bogor, dan air. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis antara lain enzim alfa amilase, asam dinitrosalisilat, maltosa, pati standar, serta bahan kimia lainnya.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *dough mixer*, *pin disc mill*, *twin screw extruder* (Berto BEX-DS-2256), timbangan analitik, rak pengering, desikator, inkubator, penangas air, vortex, dan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, Japan).

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahapan yaitu tahap persiapan dan karakterisasi bahan baku, penetapan formulasi bahan, dan analisis daya cerna pati.

1. Persiapan dan Karakterisasi Bahan Baku

Pada tahap awal yang dilakukan yaitu pembuatan tepung kacang hijau. Pembuatan tepung kacang hijau menggunakan metode Blessing dan Onwuka I (2010). Proses pembuatan tepung ini dimulai dari sortasi kacang hijau yang utuh dan tidak cacat, kemudian digiling dengan menggunakan *pin disc mill*. Tepung yang diperoleh diayak dengan ayakan 80 mesh.

Karakterisasi bahan baku dilakukan dengan cara analisis kimia yang berupa analisis proksimat, amilosa dan daya cerna pati.

2. Formulasi Mi Kering Sagu

Proses pembuatan mi sagu meliputi pencampuran bahan kering (pati sagu, tepung kacang hijau, dan GMS (2% dari total bahan kering)), kemudian dicampurkan air diaduk selama 5 menit. Adonan diekstrusi pada suhu 80-90°C. Untaian mi kemudian dikeringkan menggunakan oven rak pengering pada suhu 50°C selama 120 menit.

Pada tahap penelitian pendahuluan untuk menetapkan kisaran persentase tepung kacang hijau adalah 20, 30 dan 40% melalui hasil *trial*

id error, suhu proses dalam ekstruder 80-90⁰ C in kecepatan screw ekstruder 25.1 Hz. kemudian dilakukan penetapan kisaran kadar air tung yaitu 50, 60, 70 % (basis kering) berdasarkan hasil trial and errorsuhu proses dalam ekstruder 80-90⁰ C dan kecepatan screw ekstruder 25.1 Hz. Mi sagu yang keluar dari ekstruder dengan kecepatan ekstruder yang konstan dan dalam bentuk mi yang seragam yang dilihat secara visual dapat ditetapkan sebagai kondisi steady state.Sampel diambil setelah mi keluar sepanjang kira-kira 1 meter.

Pada penelitian ini ditetapkan dua variabel yaitu pati sagu dan tepung kacang hijau. formulasi diperoleh dengan menggunakan rancangan percobaan D-Optimal Design dengan program Design Expert(DX7). Faktor yang digunakan sebagai variable adalah pati sagu (80-100%) dan tepung kacang hijau (0-20%).Kisaran nilai masing-masing variable ditetapkan berdasarkan hasil yang diperoleh pada penelitian pendahuluan.Respon yang dipakai adalah cooking loss, elongasi, kekerasan dan kelengketan (Juliani et al. 2015). Program Mixture Design(DX7) dengan dua variable akan menghasilkan 13 formula.Penetapan model untuk respon yang diukur yaitu daya cerna pati menggunakan Mixture Design(DX7).

Analisis Daya Cerna Pati (Muchtadi et al. 1992)

Daya cerna pati in vitro dianalisis secara spektroskopi yang mencakup tahap pembuatan kurva standar maltosa dan analisis sampel sebagai berikut:

Pembuatan Kurva Standar Larutan Maltosa

Sebanyak 1 ml larutan maltosa standar yang mengandung 0.0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 dan 1 mg maltose dimasukkan ke dalam tabung reaksi tertutup, kemudian ditambahkan masing-masing 1 ml larutan asam dinitrosalisilat. Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 12 menit, kemudian segera didinginkan dengan air mengalir. Ditambahkan aquades 10 ml ke dalam larutan tersebut kemudian diaduk hingga homogen dengan menggunakan vortex. Sampel diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm.

Analisis Sampel

Sebanyak 1 g sampel mi keringatau pati standar dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml,

kemudian ditambahkan dengan 100 ml air aquades. Labu Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil dan dipanaskan dalam penangas air selama 30 menit sampai mencapai suhu 90°C, kemudian didinginkan. Diambil sebanyak 2 ml larutan sampel, dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 3 ml aquades dan 5 ml larutan buffer Na-fosfat 0.1 M dengan pH 7.0. Masing-masing sampel dibuat dua kali, yang salah satunya digunakan sebagai blanko. Tabung ditutup dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 15 menit. Larutan sampel dan blanko diangkat dan ditambahkan 5 ml larutan enzim α-amilase (1 mg/ml dalam larutan buffer fosfat pH 7.0) dan diinkubasi lagi pada suhu 37°C selama 30 menit lalu dipindahkan ke dalam tabung reaksi bertutup berisi 2 ml larutan asam dinitrosalisilat.

Larutan dipanaskan dalam air mendidih selama 12 menit, lalu segera didinginkan dengan air mengalir. Sebanyak 10 ml aquades ditambahkan dalam larutan dan diaduk hingga homogen dengan menggunakan vortex. Larutan sampel dan blanko tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 520 nm. Daya cerna pati sampel dihitung sebagai persentase relatif terhadap pati murni sebagai berikut:

$$\text{Daya Cerna Pati} = \frac{a}{b} \times 100 \%$$

Keterangan:

a=kadar maltosa sampel setelah reaksi enzimatis

b = kadar maltosa pati murni setelah reaksi enzimatis

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Kimia Bahan Baku

Analisis proksimat terhadap bahan baku dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia yang mempengaruhi produk yang dihasilkan sebelum dilakukan proses pengolahan. Bahan baku dalam pembuatan mi sagu pada penelitian ini adalah pati sagu dan tepung kacang hijau. Analisis kimia yang dilakukan diantaranya yaitu analisis proksimat yang terdiri dari analisis kadar air, abu, lemak, protein, dan karbohidrat serta analisis daya cerna pati. Hasil analisis kimia pati sagu dan tepung kacang hijau ditunjukkan pada Tabel I.

Pati sagu mengandung amilosa 21.38%, sedangkan kacang hijau mengandung amilosa sebesar 40% (Tanet al. 2006). Dalam pembuatan

mi berbahan baku pati, kandungan amilosa, pati sangat mempengaruhi mi yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan, pati menggantikan peran gluten dalam menentukan tekstur mi melalui proses retrogradasi. Menurut Tan *et al.* (2009) retrogradasi terjadi pada saat pendinginan dimana molekul pati berikatan kembali membentuk kristal yang kompleks. Selain itu, amilosa akan mempengaruhi daya cerna pati suatu produk. Menurut Li *et al.* (2011) beras dengan kandungan amilosa rendah memiliki suhu gelatinisasi lebih rendah, nilai enthalpi yang lebih rendah, dan kristalinitas yang rendah dibandingkan dengan beras yang tinggi kandungan amilosa, hal ini menunjukkan bahwaberastendahamilosamemiliki granula patiyanglemahdan akibatnyalebih rentan terhadap pencernaan oleh α -amilase. Sehingga produk yang kandungan amilosanya rendah diperkirakan memiliki daya cerna pati yang tinggi.

TABEL I
KARAKTERISASI BAHAN BAKU MI

Karakter	Pati sagu	Tepung kacang hijau
Kadar air (%bb)	11.91 ± 0.46	11.17 ± 0.28
Kadar abu (%bb)	0.11 ± 0.00	3.55 ± 0.06
Kadar protein (%bb)	0.71 ± 0.00	22.07 ± 0.4
Kadar lemak (%bb)	0.18 ± 0.01	2.45 ± 0.06
Kadar karbohidrat (%bb)	87.09 ± 0.45	60.76 ± 0.21
Amilosa (%bb)	21.38 ± 0.03 ^{a)}	40.00 ^{b)}
Daya Cerna Pati (%)	81.44 ± 0.73	49.74

Sumber: ^{a)} Hudiana (2013), ^{b)} Tan *et al.* (2006)

2. Formulasi Mi Kering Sagu

Rancangan formula yang digunakan adalah *Mixture Design D-optimal*. Hal ini disebabkan komposisi tiap bahan baku dipengaruhi oleh komposisi bahan baku lainnya. Apabila persentase satu komponen ditambahkan maka persentase komposisi lainnya harus dikurangi. Pada tahap perancangan formula, ditentukan total keseluruhan komponen sebesar 100%, sehingga rentang nilai komponen bahan baku, yaitu tepung sagu (X_1), dan tepung kacang hijau (X_2) sebesar 0% - 100%. Total formula yang dihasilkan sebanyak 13 formula.

Berdasarkan hasil analisis respon dari 13 formula, *Mixture Design* (DX7) akan merekomendasikan persamaan *polynomial* yang cocok (linier, kuadratik, dan kubik) untuk hasil analisis respon. Proses pemilihan model yaitu dilihat dari persamaan yang menunjukkan model memiliki hasil signifikan (lebih kecil atau sama

dengan 0.05). Berikut disajikan hasil rancangan formula beserta analisis respon daya cerna pati (Tabel II).

TABEL II
RANCANGAN FORMULA MI KERING HASIL PROGRAM *MIXTURE DESIGN* (DX7) BESERTA RESPON DAYA CERNA PATI

Formula	Pati sagu (X_1)	Tepung kacang hijau (X_2)	Respon Daya Cerna Pati (%)
1	90.00	10.00	75.58
2	92.00	8.00	76.35
3	82.50	17.50	68.84
4	100.00	0.00	88.35
5	90.00	10.00	74.03
6	85.00	15.00	71.24
7	95.00	5.00	79.37
8	80.00	20.00	65.39
9	80.00	20.00	64.87
10	100.00	0.00	86.80
11	80.00	20.00	63.80
12	100.00	0.00	87.91
13	97.50	2.50	83.70

Berdasarkan hasil analisis respon dari 13 formula, *Mixture Design* (DX7) akan merekomendasikan persamaan *polynomial* yang cocok (linier, kuadratik, dan kubik) untuk hasil analisis respon. Proses pemilihan model yaitu dilihat dari persamaan yang menunjukkan bahwa model memiliki hasil signifikan (lebih kecil atau sama dengan 0.05).

Respon Daya Cerna Pati Produk

Pemilihan model oleh program *Mixture Design* (DX7) didapatkan model kubik. Hasil analisis ANOVA menunjukkan substitusi tepung kacang hijau secara signifikan berpengaruh terhadap penurunan daya cerna pati mi kering sagu ($p < 0.05$) dengan nilai $R^2 = 0.99$. Hasil persamaan respon nilai daya cerna pati adalah:

$$Y = 0.88 (\text{Pati Sagu}) - 29.62 (\text{Tepung Kacang Hijau}) + 0.49 (\text{Pati Sagu})(\text{Tepung Kacang Hijau}) - 2.110E-003 (\text{Pati Sagu}) (\text{Tepung Kacang Hijau}) (\text{Pati Sagu-Tepung Kacang Hijau})$$

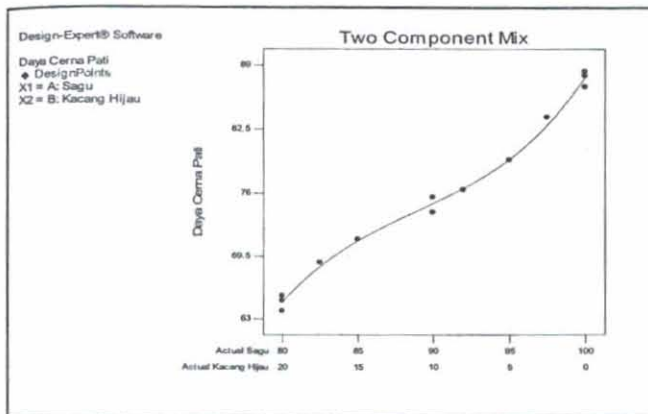
Adanya peningkatan jumlah tepung kacang hijau akan menurunkan nilai daya cerna pati mi kering sagu yang dihasilkan. Hal ini diduga dipengaruhi oleh komposisi amilosa, protein dan serat yang terdapat didalam tepung kacang hijau.

Sifat fisikokimia dan metabolisme produk berbahan baku karbohidrat seperti tepung kacang hijau dan sagu dipengaruhi oleh berbagai faktor. Adapun faktor yang mempengaruhi daya cerna pati diantaranya yaitu kandungan amilosa (Frei *et al.* 2003; Li *et al.* 2011), serta sifat patilainnyaseperti ukuran granula, arsitektur, polakristal, derajat

kristalinitas, pori-pori permukaan, tingkat polimerisasi, dan komponen non-pati (Tester *et al.* 2006; Noda *et al.* 2008) serta tipe pati (Jane *et al.* 1999). Selain itu, daya cerna pati juga dipengaruhi oleh pigmen (tannin dan polifenol) yang dapat menghambat aktivitas enzimatis, seperti daya cerna pati jagung kuning lebih rendah dibandingkan dengan daya cerna pati jagung putih (Adejumo *et al.* 2013).

TABEL III
HASIL DAYA CERNA PATI

Sampel	Daya cerna pati
Mi sagu kontrol (%)	86.00
Mi kering sagu + kacang hijau (20%)(%)	65.39
Mi kering terigu (%)	78.95
Beras (%)	82.16
Tepung kacang hijau (%)	49.74
Mi kering terigu setelah rehidrasi (%)	97.82



Gambar 1. Respon daya cerna pati produk

Amilosa sering digunakan untuk memprediksi tingkat pencernaan pati, glukosa darah dan respon insulin. Adapun jumlah amilosa kacang hijau lebih tinggi dibandingkan dengan sagu sehingga daya cerna pati kacang hijau lebih rendah daripada sagu. Dimana kacang hijau memiliki kandungan amilosa sebesar 40% (Tan *et al.* 2006). Makanan yang tinggi kandungan amilonya berhubungan dengan kadar glukosa darah yang lebih rendah dan pengosongan lebih lambat dari saluran pencernaan manusia dibandingkan dengan bahan memiliki kandungan amilosa yang rendah (Frei *et al.* 2003). Hal ini dikarenakan kadar amilosa berkorelasi positif dengan kandungan pati tahan cerna (Li *et al.* 2011; Mir *et al.* 2013).

3. Daya Cerna Pati

Daya cerna pati dari mi kering sagu dengan penambahan kacang hijau sebesar 20% lebih rendah dibandingkan mi kering sagu tanpa penambahan kacang hijau (Kontrol), mi terigu dan beras. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan tepung kacang hijau memberikan pengaruh terhadap penurunan daya cerna pati mi kering sagu.

Dari hasil analisis terhadap tepung kacang hijau diperoleh daya cerna pati sebesar 49.74%. Kacang hijau termasuk dalam jenis kacang-kacangan yang memiliki daya cerna pati yang rendah, hal ini diduga karena tingginya kandungan amilosa sehingga memiliki berat molekul yang relatif besar serta adanya percabangan yang banyak (Madhusudhan & Tharanathan 1996). Menurut Zhang dan Oates (1999) hidrolisis pati oleh enzim α -amilase dipengaruhi oleh varietas bahan asal pati, salah satunya yaitu karakteristik struktural pada berbagai tingkatan, seperti rasio fraksi utama, ukuran amilosa, suhu gelatinisasi dan bentuk granula.

Menurut Tan *et al.* (2006) mi pati dari pati kacang hijau memiliki daya cerna yang lebih rendah dibandingkan dengan mi pati dari pati ubi jalar dengan 1 M HCl, α -amilase, β -amilase dan pullunase. Fenomena disebabkan oleh kandungan amilosa kacang hijau yang tinggi (40%) sehingga memiliki berat molekul yang besar. Daya cerna pati berkorelasi negatif dengan diameter granula pati dan berat molekul dari amilopektin dan amilosa (Shandua & Lim 2008). Sehingga semakin besar berat molekul suatu bahan akan memiliki daya cerna pati yang semakin rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Li *et al.* (2011) bahwa beras dengan kandungan amilosa rendah memiliki temperature gelatinisasi lebih rendah, nilai enthalpi yang lebih rendah, dan kristalinitas yang rendah dibandingkan dengan beras yang tinggi kandungan amilosa, hal ini menunjukkan bahwaberastendahamilosamemiliki granula patiyanglemahdan akibatnya lebih rentan terhadap pencernaan oleh α -amilase.

Pola hidrolisis yang lebih cepat berhubungan dengan hidrolisis bagian amorf dari mi pati. Pada tahap kedua terjadi degradasi pati kristal secara perlahan. Tingkat hidrolisis lebih lambat dari bagian-bagian kristal dari mi pati terjadi karena 2

sebab yaitu bentuk padat rantai pati kristalin tidak mudah memungkinkan penetrasi HCl dan enzim ke daerah ini dan hidrolisis asam dari ikatan glikosidik memerlukan perubahan dalam konformasi untuk unit glukosa (Tan *et al.* 2006). Menurut Li *et al.* (2011) molekulamilosadi daerah morfawalnya mungkin dihidrolisis oleh amilase tetapi molekul dihidrolisis dapat berikatan dan menjadi resisten terhadap enzim pencernaan. Selain itu, beras tinggi amilosa pati memiliki butiran yang terdiri dari butiran individu, sehingga mengurangi kapasitas amilase untuk mengikat permukaan granula dan membatasi hidrolisis.

Kacang hijau yang mengalami beberapa perlakuan pengolahan akan merubah sifat fisik seperti tekstur (kekerasan, kekompakan, *gumminess* dan *chewiness*) dan karakteristik daya cerna pati secara *in vitro*. Proses pengolahan yang mempengaruhi daya cerna pati diantaranya perendaman, perkecambahan, pemasakan dan autoklaf. Berbagai perlakuan pengolahan meningkat kandungan pati mudah cerna (RDS) kacang hijau, sedangkan kandungan pati lambat dicerna (SDS) tepung kacang hijau tanpa perlakuan lebih tinggi. Tepung kacang hijau tanpa pengolahan memiliki tingkat hidrolisis pati rendah pada semua suhu dengan jumlah hidrolisis 29.9% dalam waktu 180 menit (Kaur *et al.* 2013). Sehingga pada waktu pembuatan tepung kacang hijau hanya dilakukan penggilingan tanpa diberi perlakuan yang lain. Menurut Metzger *et al.* (1996) kacang hijau memiliki daya cerna pati secara *in vitro* sebesar 40% dalam waktu 30 menit sedangkan pati gandum mempunyai nilai daya cerna *in vitro* 62% dalam waktu 30 menit, sehingga kacang hijau baik digunakan untuk mengganti atau menstabilitas gandum dalam pembuatan mi sehingga menghasilkan mi dengan sifat fungsional yang lebih baik dan dapat dikonsumsi oleh penderita diabetes.

Daya cerna pati mi kering terigu setelah pemasakan mengalami peningkatan dibandingkan yang sebelum dimasak. Hal ini dimungkinkan karena proses pemasakan mempengaruhi daya cerna pati diantaranya proses gelatinisasi. Menurut Chung *et al.* (2006) menyatakan bahwa hidrolisa enzim lebih rendah terhadap pati yang tergelatinisasi sebagian karena sifatnya lebih tahan.

IV. KESIMPULAN

Penambahan tepung kacang hijau dapat menurunkan daya cerna pati mi kering sagu. Hal ini sesuai dengan hasil bahwa mi kering sagu dengan penambahan tepung kacang hijau sebesar 20% memiliki nilai daya cerna pati yang paling rendah dibandingkan dengan mi kering terigu, beras maupun mi kering sagu tanpa penambahan tepung kacang hijau (kontrol).

DAFTAR PUSTAKA

- Adejumo AL, Aderibigbe FA, Owolabi RU. 2013. Comparative studies of starch susceptibilities to α -amylase degradation of different cereal and root crops of Nigeria. *Afr. J. Biotechnol.* 12(29):4663-4669. ISSN 1684-5315. doi: 10.5897/AJB2013.12762.
- Blessing IA, Onwuka IG. 2010. Effect of processing on the proximate composition of the dehulled and undehulled mung bean [*Vigna radiata* L.) Wilczek] flours. *Pakistan J Nutr.* 9(10):1006-1016. ISSN 1680-5194.
- Chung HJ, Lim HS, Lim ST. 2006. Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *J Food Chem.* 43:353-359.
- Collado LS, Mabesa LB, Oates CG, Corke H. 2001. Biho-types noodles from heat moisture treated sweet potato starch. *J Food Sci.* 66(4): 604-609.
- Frei M, Siddhuraju P, Becker K. 2003. Studies on the *in vitro* starch digestibility and the glycemic index of six different indigenous rice cultivars from the Philippines. *Food Chem.* 83:395-402.
- Hudiana VD. 2013. Pengembangan teknologi pembuatan mi sagu (*Metroxylon sago* R.). [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Jane J, Chen YY, Lee LF, McPherson AE, Wong KS. 1999. Effects of amylopectin branch chain length and amylose content on the gelatinization and pasting properties of starch. *Cereal Chem.* 76:629-637.
- Kaur M, Kawaljit SS, RavinderPal A, Somesh S. 2013. *In vitro* starch digestibility, pasting and textural properties of mung bean: Effect of different processing methods. *J food sci and technol.*

- Lee SY, Woo KS, Lim JK, Kim HI, Lim ST. 2005. Effect of processing variables on texture of sweet potato starch noodles prepared in a nonfreezing process. *Cereal Chem.* 82(4):475-478.
- Li JZ, Liu QQ, Wilson JD, Gu MH, Shi YC. 2011. Digestibility and physicochemical properties of rice (*Oryza sativa* L.) flours and starches differing in amylose content. *Carbohydrate Polym.* 86:1751-1759.
- Liu L, Herald TJ, Wang D, Wilson JD, Bean SR, Aramouni FM. 2012. Characterization of sorghum grain and evaluation of sorghum flour in a Chinese egg noodle system. *J Cereal Sci.* 55:31-36.
- Madhusudhan B, Tharanathan RN. 1996. Structural studies of linear and branched fractions of chick pea and finger millet starches. *Carbohydrate Res.* 284:101-109.
- Metzger ML, Salwa WR, Jing L, Martine C, Morvarid K, Francoise B, Francis B, Gerard S. 1996. Effects of long-term low-glycaemic index starchy food on plasma glucose and lipid concentrations and adipose tissue cellularity in normal and diabetic rats. *British J Nutr.* 75:123-132.
- Mir JA, Srikaeo K, Garcia J. 2013 Effects of amylose and resistant starch on starch digestibility of rice flours and starches. *Intern Food Res.* 20(3):1329-1335.
- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. Metode Kimia Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi Pangan Olahan. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, IPB. Bogor.
- Noda T, Takigawa S, Matsuura-Endo C, Suzuki T, Hashimoto N, Kottarachchi, NS, Yamauchi H, Zaidul ISM. 2008. Factors affecting the digestibility of raw and gelatinized potato starches. *Food Chem.* 110:465-470.
- Padalino L, Mastromatteo M, Lecce L, Cozzolino F, Nobile M. 2013. Manufacture and characterization of gluten-free spaghetti enriched with vegetable flour. *J Cereal Sci.* 57:334-342. doi:10.1016/j.jcs.2012.12.010.
- Petitot M., Abecasis J, Micard V. (2009). Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. *Trends in Food Science and Technology*, 20, 521e532.
- Purwandari U, Khoiri A, Muchlis M, Noriandita B, Zeni NF, Lisdayana N, Fauziah E. 2014. Textural, cooking quality, and sensory evaluation of gluten-free noodle made from breadfruit, konjac, or pumpkin flour. *Int Food Res J.* 21(4):1623-1627.
- Shandua KS, Lim ST. 2008. Digestibility of legume starches as influenced by their physical and structural properties. *Carbohidrat Polym.* 71(2):245-252.
- Tan HZ, Li ZG, Tan B. 2009. Starch noodles: History, classification, materials, processing, structure, nutrition, quality evaluating and improving. Review. *Food Res Intern.* 42:551-576.
- Tan HZ, Tan B, Gao H, Gu WY. 2006. Rheological behaviour of mung bean starch dough. *Food Sci and Technol Res.* 13(2):103-110.
- Tester RF, Qi X, Karkalas J. 2006. Hydrolysis of native starches with amylases. *Animal Feed Sci and Technol.* 130:39-54.
- Thao HM, Noomhorm A. 2011. Physicochemical properties of sweet potato and mung bean starch and their blends for noodle production. *J Food Process Technol.* 2(1):1-9. ISSN: 2157-7110. doi:10.4172/2157-7110.1000105.
- Yadav BS, Yadav RB, Kumar M. 2011. Suitability of pigeon pea and rice starches and their blends for noodle making. *LWT-Food Sci Technol.* 44:1415-1421.
- Yuliani H, Nancy DY, Slamet B. 2015. Formulasi mi kering sagu dengan substitusi tepung kacang hijau. *AGRITECH.* 35(2):387-395.
- Zhang T, Oates CG. 1999. Relationship between a-amylase degradation and physico-chemical properties of sweetpotato starches. *J Food Chem.* 65:57-163.



Pengaruh Penambahan Rempah dan Proses Pengolahan Terhadap Daya Cerna Pati (Secara *In Vitro*) Beras Analog

[The Effect of Addition Spices and Processing on *In vitro* Starch Digestibility of Rice Analogue]

Maya Indra Rasyid¹, Slamet Budijanto², Nancy Dewi Yuliana²

¹Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Teuku Umar
Alue Peunyareng, Meulaboh Aceh Barat 23615

Email: mayaindrarasyid@gmail.com

²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor,
Jl. Raya Darmaga, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

Abstract— This study aimed to determine the effect of the addition of spices and processing on *in vitro* starch digestibility of rice analogue. This study used a randomized complete design with two factors, namely the addition of powdered spices (0, 0.25, 0.5, 1, 2 and 3% of the total weight of the flour) and processing (extrusion, mixing, drying and cooking). The result of *in vitro* starch digestibility analysis showed that rice analogue with 1% spices obtained from each step in the process have a starch digestibility were lower when compared to the control sample (0% spices). The digestibility of starch sample 1% spices significantly different ($p < 0.05$) the digestibility of starch from the sample 0% spices both in the process of mixing, extrusion, drying and cooking. The produced rice analogue had lower starch digestibility as compared to milled rice. Thus, it is potential to be used as functional staple food for diabetics.

Keywords— extrusion, *in vitro* starch digestibility, rice analogue, spices.

I. PENDAHULUAN

Beras analog merupakan beras yang dibuat dengan menggunakan bahan nonberas serta memiliki zat gizi dan bentuk mendekati seperti beras (Mishra *et al.* 2012). Produk beras analog dibuat dengan menggunakan metode ekstrusi yaitu suatu proses yang melibatkan pemasakan, pencampuran dan pembentuk makanan secara bersamaan. Proses ekstrusi terjadi pada suhu tinggi dan waktu singkat, dimana akan menyebabkan pati tergelatinisasi, protein terdenaturasi, dan pembentukan ekstrudat (Smith, 1971; Wang *et al.* 2012). Proses pemasakan secara ekstrusi dapat digunakan untuk menghasilkan makanan yang

bergizi tinggi dengan cara penambahan atau pencampuran bahan sehingga dapat juga meningkatkan karakteristik fisikokimia, fungsionalitas dan sensori dari produk yang dihasilkan (Hagenimana *et al.* 2007).

Daya cerna pati merupakan tingkat kemudahan enzim pemecah pati untuk dapat menghidrolisis suatu jenis pati menjadi unit-unit yang lebih sederhana. Semakin tinggi daya cerna suatu pati menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah pati yang terhidrolisis sehingga semakin banyak glukosa yang dihasilkan dan menyebabkan kadar gula darah meningkat. Karbohidrat dengan daya cerna pati yang lambat menyebabkan peningkatan glukosa dalam darah menjadi konstan (Simonato *et al.*

2014). Pangan yang baik tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi dalam tubuh tetapi juga dapat bersifat fungsional bagi kesehatan. Produk pangan fungsional saat ini telah banyak dikembangkan. Menurut Giacco *et al.* (2013) dibidang teknologi pangan telah banyak dilakukan pengembangan produk pangan fungsional yang bersifat dapat mencegah dan mengobati penyakit degeneratif seperti diabetes. Pengembangan produk pangan fungsional dapat dilakukan dengan memodifikasi formula pada proses pengolahan. Modifikasi formula dilakukan dengan menambahkan komponen yang memberikan efek menguntungkan bagi kesehatan atau menghilangkan komponen yang memberikan efek samping. Menurut Marsono (2008) sifat fungsional dalam pangan fungsional salah satunya disebabkan oleh adanya komponen bioaktif yang terdapat dalam bahan nabati. Komponen bioaktif dipercaya memiliki aspek fisiologis sehingga menimbulkan efek kesehatan. Salah satu bahan nabati yang mengandung komponen bioaktif adalah rempah-rempah. Menurut Winarti dan Nanan (2005) rempah banyak mengandung komponen bioaktif yang bermanfaat dalam pencegahan maupun pengobatan penyakit. Berbagai penelitian telah membuktikan bahwa rempah-rempah seperti bawang merah, bawang putih, daun salam, jahe dan sereh mengandung komponen bioaktif yang bermanfaat dalam mencegah dan mengobati penyakit diabetes. Seperti halnya pada bawang merah dan bawang putih yang mengandung senyawa S- allil sistein sulfoksida (SACS) yang memiliki efek anti diabetes dengan merangsang produksi insulin dan memperlambat penyerapan glukosa (Martí'nez *et al.* 2007; El-Demerdash *et al.* 2005). Selain itu, glikosida flavonoid yang terkandung dalam daun salam bertindak sebagai penangkap radikal hidroksil sehingga dapat mencegah aksi diabetogenik (Studiawan dan Santosa, 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan rempah dan proses pengolahan terhadap daya cerna pati secara *in vitro* pada beras analog berbasis sorgum.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium F-Technopark dan Laboratorium di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan FATETA di Institut Pertanian Bogor.

A. Bahan dan Peralatan

Bahan baku yang digunakan adalah sorgum jenis kawali yang diperoleh dari PTPN XII di Jawa Timur, pati sagu dan GMS (*Glycerol Monostearate*) dari PT Lautan Luas, rempah (daun salam, jahe, bawang putih, bawang merah dan sereh) diperoleh dari pasar Anyer Bogor, dan air. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis antara lain enzim alfa amilase, asam dinitrosalisilat, maltosa, pati standar, serta bahan kimia lainnya.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari *pin disc mill*, *dough mixer*, *twin screw extruder* (Berto Industry BEX-DS-2256), *cabinet oven dryer*, neraca analitik, alat sosis *Satake Grain Testing Mill*, alat bantu (baskom, sendok pengaduk), spectrophotometer UV-Vis (Shimadzu, Japan), dan alat gelas lainnya.

B. Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri atas tiga tahapan sebagai berikut: (1) tahap persiapan dan karakterisasi bahan baku, (2) tahap formulasi beras analog dengan penambahan rempah dan penentuan formulasi terbaik, (3) tahap analisis daya cerna pati terhadap formula beras analog terpilih dari setiap tahapan proses.

1. Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan terdiri dari pembuatan tepung sorgum, pembuatan rempah bubuk (bawang merah, bawang putih, daun salam, jahe dan sereh).

Pembuatan Tepung Sorgum

Pembuatan tepung sorgum diawali dengan proses penyosohan sorgum yang dilakukan dengan menggunakan alat penyosoh *Satake Grain Testing Mill*. Biji sorgum sebanyak 100 g disosoh selama 60 detik, untuk mendapatkan rendemen maksimum penyosohan dilakukan sebanyak satu kali (Marissa, 2011). Pada proses pembuatan tepung sorgum dilakukan penepungan terhadap sorgum sosoh yang dihasilkan dari proses penyosohan dengan waktu yang berbeda. Kemudian dilakukan penggilingan dengan menggunakan *pin disc mill* dengan ayakan 80 mesh sehingga dihasilkan tepung sorgum dengan ukuran 80 mesh (Budijanto dan Yuliyani, 2012).

Pembuatan Bubuk Rempah

Bawang merah dikupas dan dibersihkan terlebih dahulu lalu diiris melintang dengan ketebalan 2-3 mm. Setelah diiris, bawang merah dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50 °C selama 10 jam.

Prosiding Seminar Nasional FKPT-TPI Tahun 2016

Setelah kering digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh. Pembuatan bubuk bawang putih dilakukan dengan cara pengupasan dan pembersihan terlebih dahulu lalu diiris melintang dengan ketebalan 1-3 mm. Setelah diiris, bawang putih dikeringkan di dalam oven dengan suhu 50 °C selama 8 jam. Setelah kering digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh. Pembuatan bubuk daun salam dilakukan dengan cara daun salam yang telah dipetik, dibersihkan dan dicuci kemudian ditiriskan. Daun salam yang telah ditiriskan di keringkan dengan menggunakan oven dengan suhu 50 °C selama 4 jam. Daun salam yang telah kering kemudian digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh. Pembuatan bubuk jahe dilakukan dengan cara rimpang jahe dicuci dengan air mengalir, ditiriskan dan dirajang melintang setebal 1-3 mm. Rajangan jahe dikeringkan menggunakan pengering tipe rak pada suhu pengeringan 50 °C selama 8 jam. Jahe kering digiling dan diayak sehingga diperoleh bubuk jahe yang lolos ayakan 80 mesh. Pembuatan bubuk sereh dilakukan dengan cara batang sereh dibersihkan dari daunnya dan kemudian dicuci dengan air, ditiriskan dan dirajang setebal 1-3 mm. Rajangan sereh dikeringkan menggunakan pengering tipe rak pada suhu pengeringan 50 °C selama 7 jam. Sereh yang sudah kering digiling dan diayak dengan ukuran 80 mesh sehingga diperoleh bubuk sereh.

2. Formula Beras Analog Dengan Penambahan Rempah dan Penentuan Formulasi Terbaik

Penentuan formulasi penambahan rempah dilakukan berdasarkan penambahan rempah pada resep pembuatan nasi berempah yaitu nasi udak. Dimana pada pembuatan nasi rempah menggunakan 30% bawang merah, 20% bawang putih, 20% jahe, 20% sereh dan 10% daun salam. Persentase yang digunakan umumnya adalah persentase dari jumlah beras yang digunakan dan berdasarkan berat basah rempah yang digunakan. Pada penelitian ini jumlah persentase rempah yang ditambahkan sedikit dimodifikasi karena rempah yang digunakan dalam bentuk bubuk kering (rata-rata kadar air rempah yang digunakan sekitar 10% dari berat basahnya). Pada penentuan formulasi rempah yang digunakan dicampur menjadi satu dan terdiri dari 30% bubuk bawang merah, 20% (bubuk bawang putih, bubuk jahe dan bubuk sereh) dan 10% bubuk daun salam. Formula yang diujicobakan dapat dilihat pada Tabel I.

TABEL I
FORMULA PENAMBAHAN REMPAH YANG
DIUJICOBAKAN PADA PEMBUATAN BERAS
ANALOG

Formula	Bubuk Rempah (%) ^a
F1	0
F2	0,25
F3	0,5
F4	1
F5	2
F6	3

^aPersen dari jumlah total berat tepung (sorgum dan sagu).

Rempah ditambahkan pada saat tahapan pencampuran pada proses pembuatan beras analog. Bahan yang telah ditimbang sesuai dengan formula (sorgum, sagu, bubuk rempah dan GMC) dicampur dengan mixer selama 10 menit. Jumlah air yang ditambahkan juga sesuai dengan formulasi. Air ditambahkan sedikit demi sedikit sampai adonan tercampur rata, kemudian diaduk selama 10 menit. Adonan diekstrusi dengan ekstuder ulir ganda (T1 = 80, T2 = 80, T3 = 80, kecepatan ulir 30 Hz, dan kecepatan pisau 15 Hz). Hasil ekstrusi kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 4 jam.

Beras analog yang dihasilkan berdasarkan formulasi akan dipilih satu yang terbaik berdasarkan parameter atribut terhadap warna, aroma, rasa, tekstur dan *overall* yang dinilai dengan analisis sensori menggunakan uji rating hedonik. Hasil terbaik dari formulasi akan digunakan pada penelitian tahap ke tiga.

3. Analisis Daya Cerna Pati Terhadap Formula Beras Analog Terpilih Dari Setiap Tahapan Proses

Pada tahap 3 dilakukan analisis daya cerna pati secara *in vitro* terhadap beras dari formula yang terpilih berdasarkan analisis sensori. Pada tahapan ini dibuat dua formulasi beras analog. Formula pertama yaitu formula beras analog tanpa penambahan rempah dan formula ke dua adalah formula beras analog terbaik dengan penambahan rempah yang diperoleh dari tahap dua. Pengambilan bahan sebagai sampel untuk analisis daya cerna pati dilakukan pada setiap tahapan proses. Pada tahapan ini juga dilakukan analisis daya cerna pati terhadap beras sosoh sebagai perbandingan. Analisis daya cerna pati *in vitro* dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Mughtadi et al. (1992).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Daya Cerna Pati Secara *In Vitro* Terhadap Formula Beras Analog Terpilih

Pada penelitian ini daya cerna pati dianalisis secara *in vitro*. Analisis daya cerna pati dilakukan terhadap beras analog dari formula penambahan rempah terbaik yang diperoleh dari analisis sensori serta beras sosoh dan nasi putih sebagai pembanding. Secara *overall*, dari hasil analisis sensori diketahui bahwa beras analog dengan formula F4 (1% rempah) merupakan formula terbaik (Tabel II).

TABEL II
HASIL ANALISIS SENSORI TERHADAP NASI BERAS ANALOG BEREMPAH

Formula	Warna	Aroma	Bentuk	Tekstur	Overall
F1	2.73 ^b ±0.64	4.03 ^d ±1.41	3.36 ^{bc} ±1.30	3.37 ^b ±1.40	3.59 ^b ±1.29
F2	2.36 ^c ±0.89	4.30 ^{cd} ±1.19	3.54 ^{ab} ±1.08	3.36 ^b ±1.36	3.60 ^b ±1.22
F3	2.83 ^b ±1.06	4.36 ^{bc} ±1.36	3.54 ^{ab} ±1.17	3.81 ^a ±1.30	3.84 ^b ±1.07
F4	3.23 ^a ±1.11	4.79 ^a ±1.23	3.89 ^a ±1.12	3.90 ^a ±1.36	4.27 ^a ±1.19
F5	2.47 ^c ±0.99	4.67 ^{ab} ±1.35	3.16 ^c ±1.32	3.73 ^{ab} ±1.38	3.83 ^b ±1.46
F6	2.40 ^c ±1.24	4.46 ^{bc} ±1.30	2.80 ^d ±1.42	3.70 ^{ab} ±1.62	3.74 ^b ±1.38

Keterangan: Rataan ± standar deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0.05$)

Dari hasil analisis daya cerna pati secara *in vitro*, diketahui bahwa sampel beras analog dengan penambahan rempah (F4) yang diperoleh dari setiap tahapan proses pengolahan memiliki daya cerna pati yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel kontrol (F1) yang tidak ditambahkan rempah (Tabel III). Hasil uji lanjut daya cerna pati sampel F4 berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan daya cerna pati dari sampel F1 baik pada proses pencampuran, ekstrusi, pengeringan maupun pemasakan. Jika dibandingkan dengan beras sosoh dan nasi (dari beras sosoh) yang memiliki daya cerna pati berturut-turut 93.83% dan 98.98%, daya cerna dari beras F4 (65.02%) dan nasi F4 (40.98%) lebih rendah. Hal ini menunjukkan bahwa bubuk rempah yang ditambahkan dalam pembuatan beras analog dengan teknologi ekstrusi memberikan pengaruh terhadap penurunan daya cerna pati secara *in vitro*. Penurunan daya cerna pati dari

sampel F4 tersebut diduga karena adanya komponen bioaktif polifenol yang terdapat di dalam rempah yang ditambahkan. Menurut Gregorio *et al.* (2010) Flavonol dan antosianin merupakan senyawa flavonoid utama yang terkandung di dalam bawang merah. Dari hasil isolasi bawang merah terdapat delapan jenis senyawa flavonol dan delapan jenis senyawa antosianin. Terdapat perbedaan yang signifikan dari total konsentrasi flavonoid antara bawang merah dan bawang putih, dimana diketahui bahwa total konsentrasi flavonoid dalam bawang merah jauh lebih tinggi dari bawang putih. Selain itu, pada daun salam juga mengandung tannin dan flavonoid dalam bentuk glikosida yang mempunyai gugus-gugus gula (Studiawan & Santosa 2005).

TABEL III
DAYA CERNA PATI SECARA *IN VITRO* SAMPEL F1, F4 DAN BERAS SOSOH

Sampel	Daya cerna pati (%) [*]		
	F1	F4	Beras sosoh
Campuran	69.22 ^a ±0.05	52.69 ^b ±1.51	
Extrudat	91.19 ^a ±0.30	76.07 ^b ±1.68	
Beras			93.83±0.75
Nasi			98.98±0.27
	58.06 ^a ±1.19	40.98 ^b ±3.05	

Keterangan: Rataan dari tiga ulangan ± standar deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0.05$)

* Persentase dari kadar maltosa sampel setelah reaksi enzimatik per kadar maltosa pati standar setelah reaksi enzimatik

Menurut Davis dan Hosney (1979) senyawa fenolik diketahui berikatan kompleks dengan protein dan karbohidrat dalam makanan sehingga membentuk struktur yang memberikan dampak terhadap pencernaan. Bentuk ikatan antara komponen polifenol dengan karbohidrat berupa ikatan kovalen melalui ikatan O-glikosidik atau ikatan C-glikosidik (Williamson, 2013). Menurut Widowati (2008) bentuk kompleks antara pati dengan polifenol menyebabkan sisi dari bagian pati yang secara normal dihidrolisis oleh enzim pencernaan menjadi tidak dikenali, sehingga semakin banyak bagian pati yang terikat dengan polifenol maka semakin banyak bagian yang tidak dapat dikenali oleh enzim pencernaan, sehingga

kemampuan hidrolisis pati menurun dan daya cerna pati menjadi rendah. Menurut Le Bourvellec *et al.* (2005) senyawa fenolik juga dapat berikatan langsung dengan enzim pencernaan seperti sukrase, amilase, tripsin, kimotripsin dan lipase sehingga dapat menurunkan aktivitas dari enzim-enzim tersebut, dan selanjutnya memperlambat laju pencernaan pati. Secara khusus, penghambatan α -amilase dapat mengurangi efek glikemik terhadap pati.

TABEL IV
DAYA CERNA PATI SAMPEL F1 PADA SETIAP
TAHAPAN PROSES PENGOLAHAN

Proses pengolahan	Daya cerna pati (%)*
Pencampuran	69.22 ^c
Ekstrusi	91.19 ^a
Pengeringan	79.17 ^b
Pemasakan	58.06 ^d

Keterangan: Rataan dari tiga ulangan \pm standar deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0.05$)

* Persentase dari kadar maltose sampel setelah reaksi enzimatis per kadar maltosa pati standar setelah reaksi enzimatis

TABEL V
DAYA CERNA PATI SAMPEL F4 PADA SETIAP
TAHAPAN PROSES PENGOLAHAN

Proses pengolahan	Daya cerna pati (%)*
Pencampuran	52.69 ^c
Ekstrusi	76.07 ^a
Pengeringan	65.02 ^b
Pemasakan	40.98 ^d

Keterangan: Rataan dari tiga ulangan \pm standar deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($p > 0.05$)

* Persentase dari kadar maltosa sampel setelah reaksi enzimatis per kadar maltose pati standar setelah reaksi enzimatis

Daya cerna pati diduga juga dipengaruhi oleh proses pengolahan seperti yang terlihat pada Tabel IV dan V. Menurut Singh *et al.* (2010) pengolahan bahan pangan dapat menyebabkan perubahan terhadap struktur pati sehingga mempengaruhi karakteristik pati termasuk daya cerna pati. Proses ekstrusi terjadi pada suhu tinggi dan waktu singkat, dimana akan menyebabkan pati tergelatinisasi, protein terdenaturasi, dan pembentukan ekstrudat (Wang *et al.* 2012). Selama ekstrusi, pati mengalami perubahan fisikokimia yang jauh berbeda dari sifat produk awalnya (Kadan & Pepperman 2002). Vujic *et al.* (2014) menyatakan

bahwa kelembaban, suhu gelatinisasi dan retrogradasi berpengaruh terhadap daya cerna pati. Sampel F1 dan F4 mengalami peningkatan daya cerna pati setelah proses ekstrusi. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Altan *et al.* (2009) yang menyatakan bahwa proses ekstrusi dapat meningkatkan daya cerna pati terhadap ekstrudat yang dihasilkan. Peningkatan daya cerna pati terjadi karena adanya gelatinisasi pati selama proses ekstrusi. Chung *et al.* (2006) menyatakan bahwa proses gelatinisasi pati dapat meningkatkan daya cerna pati. Granula pati mentah yang tergelatinisasi selama proses pemasakan dapat menyebabkan kerusakan struktur pati sehingga lebih mudah terdegradasi oleh enzim. Peningkatan daya cerna pati juga terjadi pada beras sosoh yang telah mengalami proses pemasakan sebagaimana yang terlihat pada Tabel III. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dhital *et al.* (2015) dimana beras sosoh yang telah mengalami pemasakan memiliki daya cerna pati yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan beras sosoh sebelum pemasakan.

Setelah proses pengeringan sampel F1 dan F4 mengalami penurunan daya cerna pati, demikian juga setelah proses pemasakan. Penurunan daya cerna pati setelah proses pengeringan dan pemasakan diduga disebabkan oleh terbentuknya pati resisten. Bonna *et al.* (2010) menyatakan bahwa proses pengeringan terhadap pati yang telah mengalami gelatinisasi dapat meningkatkan pati resisten. Hal ini disebabkan karena panas yang dihasilkan selama proses pengeringan dapat mengakibatkan struktur kristal pati menjadi bentuk struktur amorf yang mudah terhidrolisis oleh enzim. Namun, sebagian struktur amorf tersebut dapat membentuk struktur yang lebih padat dan kompak sehingga sulit untuk dapat dihidrolisis oleh enzim. Terjadinya pembentukan pati resisten setelah proses pemasakan pada sampel F1 dan F4 diduga disebabkan oleh adanya proses pengolahan yang berulang terhadap kedua sampel, dimana proses pengolahan tersebut meliputi proses ekstrusi yang dilanjutkan dengan proses pengeringan serta proses pemasakan. Englyst *et al.* (1987) menyatakan bahwa kentang yang mengalami proses pemasakan berulang lebih tahan terhadap hidrolisis amilase bila dibandingkan dengan kentang yang hanya mengalami sekali pemasakan.

B. Manfaat Beras Analog Bagi Penderita Diabetes

Pangan yang baik tidak hanya dapat memenuhi kebutuhan energi dan nutrisi dalam tubuh tetapi juga dapat bersifat fungsional bagi kesehatan. Produk pangan fungsional saat ini telah banyak dikembangkan. Hal ini dilakukan seiring dengan meningkatnya penyakit degeneratif seperti penyakit diabetes. Penyakit diabetes merupakan sindrom yang ditandai dengan terjadinya peningkatan gula darah yang tinggi (hiperglikemia) dalam waktu yang lama yang disebabkan karena adanya gangguan produksi, sekresi insulin atau resistensi insulin (FAO, 2014). Pendekatan farmakologis yang dapat dilakukan untuk mengobati diabetes diantaranya menghambat glukoneogenesis, menstimulasi pelepasan insulin serta menurunkan penyerapan glukosa pada usus halus. Terapi yang sangat bermanfaat untuk penderita diabetes terutama bagi penderita diabetes golongan dua adalah mengendalikan kadar gula darah pada saat proses penyerapan makanan (Geethalakshmi *et al.* 2010). Peningkatan kadar glukosa dari makanan dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya adalah proses pengolahan, daya cerna pati, kadar serat pangan, kadar amilosa dan amilopektin, kadar lemak, kadar protein, kadar gula dan zat antigizi (Hallfrisch dan Behall 2000).

Daya cerna pati merupakan tingkat kemudahan enzim pemecah pati untuk dapat menghidrolisis suatu jenis pati menjadi unit-unit yang lebih sederhana. Semakin tinggi daya cerna suatu pati menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah pati yang terhidrolisis sehingga semakin banyak glukosa yang dihasilkan dan menyebabkan kadar gula darah meningkat. Karbohidrat dengan daya cerna pati yang lambat menyebabkan peningkatan glukosa dalam darah menjadi konstan (Simonato *et al.* 2014). Dari hasil analisis daya cerna pati secara *in vitro* diperoleh bahwa beras analog F4 (1% rempah) memiliki daya cerna pati yang rendah bila dibandingkan dengan nasi dari beras sosoh yaitu sebesar 65.02%. Karbohidrat yang memiliki daya cerna rendah baik dikonsumsi oleh penderita diabetes.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil analisis daya cerna pati secara *in vitro*, diketahui bahwa sampel beras analog dengan penambahan 1% rempah yang diperoleh dari setiap tahapan proses pengolahan memiliki daya cerna

pati yang lebih rendah bila dibandingkan dengan sampel kontrol (0% rempah). Daya cerna pati sampel 1% rempah berbeda nyata ($p < 0.05$) dengan daya cerna pati dari sampel 0% rempah baik pada proses pencampuran, ekstrusi, pengeringan maupun pemasakan. Beras analog yang dihasilkan memiliki daya cerna pati yang lebih rendah dibandingkan dengan nasi beras sosoh sehingga diharapkan dapat berpotensi digunakan sebagai pangan fungsional bagi penderita diabetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Altan A, McCharthy K.L, Maskan M. 2009. Effect of extrusion cooking on functional properties and *in vitro* starch digestibility of barley-based extrudates from fruit and vegetable by-products. *J Food Sci.* 74(2): 77-86. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01051.x.
- Bonna S, Tongta S, Piyachomkwan K. 2010. Effect of dehydration methods on digested starch fractions of retrograded debranched rice starch. *Suranaree J. Sci. Technol.* 17(4): 359-368.
- Budijanto S, Yuliyanti. 2012. Studi persiapan tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) dan aplikasinya pada pembuatan beras analog. *J Tek Pert.* 13(3):177-186.
- Chung HJ, Lim HS and Lim ST. 2006. Effect of partial gelatinization and retrogradation on the enzymatic digestion of waxy rice starch. *J. Cereal Sci.* 43: 353-359.
- Davis AB, Hosney RC. 1979. Grain sorghum condensed tannins. I. Isolation, estimation and selective adsorption by starch. *Cereal chem.* 56 (4): 310-314.
- Dhital S, Dabit L, Zhang B, Fanagan B, Shrestha AK. 2015. *In vitro* digestibility and physicochemical properties of milled rice. *Food chem.* 172: 757-765.
- Englyst HN, Cummings JH. 1987. Determination of polysaccharides of potato in the small intestine of man. *Am J Clin Nutr.* 45: 423-431.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2014. Recommendation for preventing diabetes. Diet, Nutrition and the prevention of chronic disease. [diunduh 2014 Nov 23]. Tersedia pada: www.fao.org/docrep/005/ac911e.
- Geethalakshmi R, Sarada DVL, Marimuthu P dan Ramasamy K. 2010. Alpha-amylase inhibitory

- of *Trianthema decandra* L. *Int J Biotechnol Biochem.* 6: 369-376.
- Giacco R, Beatrice DG, Marilena V, Rosaria C. 2013. Functional foods: Can food technology help in the prevention and treatment of diabetes?. *Food Nutr Sci.* 4: 827-837. doi: 10.4236/fns2013.48108.
- Gregorio RMP, Mercedes SGF, Jesu's S, Ana SR, Domingos PFA. 2010. Identification and quantification of flavonoids in traditional cultivars of red and white onions at harvest. *J Food Com Ana.* 23: 592-598. doi: 10.1016/j.jfca.2009.08.013.
- Hagenimana A, Xiaolin D and Wen Y. G. 2007. Steady State Flow Behaviours Of Extruded Blend Of Rice Flour And Soy Protein Concentrate. *Food Chemistry* 101 (2007) 241-247. doi:10.1016/j.foodchem.2006.01.043.
- Hallfrisch J, Behall KM. 2000. Mechanisms of the effects of grains on insulin and glucose responses. *J Am College Nutr.* 19(3): 320S-325SS.
- Kadan RS dan Pepperman AB. 2002. Physicochemical properties of extruded rice flours. *Cereal Chem* 79(4): 476-80.
- Le Bourvellec C, Renard, C.M.G.C. 2005. Non-covalent interaction between procyanidins and cell wall material. Part II: Quantification and impact of the cell wall drying. *Biochim Biophys Acta Gen Subj* 1725: 1-9.
- Marissa. 2012. Karakterisasi pati sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) Varietas Numbu dan Genjah. [skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Marsono Y. 2008. Prospek pengembangan makanan fungsional. *J Teknol Pangan dan Gizi.* 7:19:27.
- Martínez MC, Nieves C, Mar V. 2007. Biological properties of onions and garlic. *Trends in Food Sci & Technol.* 18 (12): 609-625. doi:10.1016/j.tifs.2007.07.011.
- Mishra A, Mishra HN, Rao PS. 2012. Preparation of Rice Analogues Using Extrusion Technology. *International Journal of Food Science and Technology:* 1-7. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x.
- Muchtadi D, Palupi NS, Astawan M. 1992. Petunjuk Laboratorium Metode Kimia Biokimia dan Biologi dalam Evaluasi Nilai Gizi Pangan Olahan. Bogor : Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas, Institut Pertanian Bogor.
- Simonato B, Andrea C, Gabriella P. 2014. Digestibility of pasta made with three wheat types: A preliminary study. *Food Chem.* 174: 219-225. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.11.023.
- Singh J, Dartois A, Kaur L. 2010. Starch digestibility in food matrix: a review. *Trends Foods Sci & Tech.* 21: 168-180.
- Studiawan H, Santosa MH. 2005. Uji aktivitas penurun kadar glukosa darah ekstrak daun *Eugenia polyantha* pada mencit yang diinduksi aloksan. *Media Kedok Hewan.* 21(2): 62-65.
- Vujic L, Dubravka VC, Irena VD. 2014. Impact of dietetic tea biscuit formulation on starch digestibility and selected nutritional and sensory characteristics. *LWT-Food Sci Technol.* 30: 1-7. Doi: 10.1016/j.lwt.2014.06.003.
- Wang N, Lisa M, and Ruth T. 2012. Pea starch noodles: Effect Of Processing Variables On Characteristics And Optimisation Of Twin-Screw Extrusion Process. *Food Chemistry* 133 (2012) 742-753. doi: 10.1016/j.Foodchem.2012.01.087.
- Widowati S. 2008. *Karakteristik beras instan fungsional dan peranannya dalam menghambat kerusakan pankreas.* *Majalah Pangan* 17(52):51-60.
- Williamson G. 2013. Possible effects of dietary polyphenols on sugar absorption and digestion. *Mol. Nutr. Food Res.* 57: 48-57.
- Winarti C, Nanan N. 2005. Peluang tanaman rempah dan obat sebagai sumber pangan fungsional. *J Litbang Pert.* 24(2): 47-55.