

Warta Industri Hasil Pertanian (IHP)
(Journal of Agro-based Industry)

DAFTAR ISI

	Halaman
Halaman Judul	i
Daftar Isi	ii
Kata Pengantar	iii
Lembar Abstrak	iv
Penentuan Konstanta Laju Pengeringan Bawang Merah (<i>Allium ascalonicum L.</i>) Iris Menggunakan Tunnel Dehydrator Narjisul Ummah, Yohanes Aris Purwanto, dan Ani Suryani	49-56
Karakterisasi dan Pendugaan Daya Tahan Simpan Bio Oil (Minyak Alpukat dan Minyak Buah Merah) Irma Susanti dan Nobel Christian Siregar	57-65
Indeks Glikemik Beras Analog dari Mocaf dengan Substitusi Jagung, Ubi Jalar Ungu dan Wortel Nurud Dinyah, Lutfi Firdaus, Wiwik Siti Windrati, Ahmad Nafi', Aris Prasetyo, dan Achmad Subagio	66-73
Residu Pestisida pada Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit Terkait dengan Standar dan Keamanan Pangan : <i>Review</i> Hasrul Abdi Hasibuan	74-81
Pembuatan Dietanolamida dari Asam Lemak Sawit Destilat dan Minyak Kelapa untuk Sabun Transparan Santi Ariningsih, Enny Hawani Loebis dan Nobel Christian Siregar	82-89
Pengaruh Perlakuan Blansing dan Variasi Penggunaan Gula Terhadap Karakteristik Organoleptik dan Daya Terima Dendeng Jamur Tiram Tita Aviana, dan Susi Heryani	90-96
Indeks Subyek	x
Indeks Pengarang	xi
Pedoman Penulisan Warta IHP	xii
Ucapan Terima Kasih	xiii

Indeks Glikemik Beras Analog dari Mocaf dengan Substitusi Jagung, Ubi Jalar Ungu dan Wortel *Glycemic Index of Analog Rice from Mocaf Substitution of Corn, Sweet Potato and Carrot*

Nurud Diniyah^a, Lutfi Firdaus^a, Wiwik Siti Windrati^a, Ahmad Nafi^a, Aris Prasetyo^b, dan Achmad Subagio^a

^aJurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Kampus Bumi Tegal boto Kotak Pos 159 Jember 68121, Indonesia

^bFakultas Kedokteran, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Universitas Jember Kampus Tegal boto Kotak Pos 159 Jember 68121, Indonesia
nurud.ftp@unej.ac.id

Riwayat Naskah:

Diterima 08.2016
Direvisi 10.2016
Disetujui 12.2016

ABSTRAK: Tujuan Penelitian ini adalah untuk mengetahui IG beras analog berbahan dasar mocaf dengan substitusi tepung jagung, tepung ubi jalar ungu dan wortel. Nilai IG dari 3 sampel beras analog yang tersedia (80 % mocaf: 20 % tepung jagung; 80 % mocaf: 20% tepung ubi ungu; 80 % mocaf: 20 % wortel) ditentukan untuk 10 panelis. Panelis disiapkan untuk mengkonsumsi 50 g karbohidrat dari sampel beras analog dan uji makanan dilakukan terpisah sekali setelah semalam berpuasa. Pengukuran glukosa darah kapiler dilakukan sebelum dan selama 120 menit setelah masing-masing beban makanan. IG beras analog berbasis mocaf dengan substitusi jagung, ubi jalar ungu dan wortel secara berturut-turut yaitu 59,20; 61,98 dan 64,87 yang berada pada kategori sedang.

Kata kunci: beras analog, indeks glikemik, mocaf

ABSTRACT: The aim of this research was to determine the GI of analog rice based on mocaf substitutions with corn flour, sweet potato flour and carrot. GI value of the three analog rice (80 % mocaf: 20% corn flour; 80 % mocaf: 20% sweet potato flour; 80 % mocaf: 20% carrot) were determined in 10 subjects. Subjects were served with 50 g carbohydrate content of analog rice and bread (reference food) and test food once after separate overnight fasts. Capillary blood glucose measurements were carried out before and during 120 min after each food load. The glycaemic index of analog rice based on mocaf substitution with corn flour, sweet potato flour and carrot respectively 59.20; 61.98 and 64.87. The value of GI is in the medium category.

Keywords: beras analog, index glycaemic, mocaf

1. Pendahuluan

Banyak penelitian menunjukkan bahwa penyakit degeneratif dihubungkan secara langsung dengan gaya hidup, khususnya masukan nutrisi yang berhubungan dengan indeks glikemik yang tinggi. Makanan dan perubahan gaya hidup merupakan langkah-langkah intervensi pertama yang direkomendasikan oleh departemen kesehatan Amerika untuk mencegah dan mengendalikan diabetes tipe 2 (O'keefe & Bell,

2007). Fakta ini telah mendesak penelitian ini untuk mencari alternatif pangan yang memberikan risiko kecil dan dapat memberikan keuntungan kesehatan. Beberapa penelitian terkait penyakit, indeks glikemik dan kadar glikemik telah dilakukan (Augustin *et al.* 2015; Rodriguez *et al.* 2015; Passos *et al.* 2014; Bator *et al.* 2014). Sedangkan beberapa penelitian berkaitan antara karbohidrat dengan indeks glikemik IG telah dilakukan (Vogtmann *et al.* 2012; Hettiaratchi *et al.* 2012; Ayerdi *et al.* 2014). Menurut Bahado-Singh *et al.*, (2006), Indeks glikemik adalah sistem tingkatan karbohidrat pada

bahan pangan berdasarkan efeknya secara langsung terhadap kadar gula darah. Pangan yang meningkatkan kadar gula darah dengan cepat memiliki IG tinggi. Sebaliknya, pangan yang peningkatan kadar gula darah dengan lambat memiliki IG rendah. Pada penelitian lain menunjukkan bahwa tidak semua karbohidrat kompleks mempunyai IG tinggi (Bahado-Singh *et al.* 2006).

Menurut Orthoefer (2005), beras menjadi sumber utama karbohidrat di hampir semua populasi Asia, termasuk Indonesia. Beras merupakan bahan yang memiliki nilai karbohidrat yang tinggi (81,68%) (USDA, 2011) dan bagi sebagian besar rakyat Indonesia merupakan makanan pokok, karena beras dikonsumsi oleh lebih dari 90% penduduk Indonesia (PDSIP, 2014). Hasil penelitian menunjukkan bahwa IG beras IR64 adalah sangat tinggi yaitu 99,26 (Idril *et al.* 2013).

Beras analog merupakan beras tiruan yang terbuat dari bahan pangan lokal, seperti ubi jalar, Mocaf, sagu, dan jagung yang dapat diandalkan untuk ketahanan pangan. Pemanfaatan sumber karbohidrat non padi seperti Mocaf, tepung jagung dan ubi jalar ungu sebagai alternatif pangan pokok memerlukan teknologi yang sesuai. Sedangkan penelitian sejenis tentang beras analog sudah banyak dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Gultom *et al.* 2014; Mishra *et al.* 2012; Budi *et al.* 2013).

Menurut Bovell-Benjamin (2007), ubi jalar ungu merupakan pangan sumber karbohidrat umum peringkat ke tujuh yang sering dikonsumsi di dunia. Dibandingkan dengan sumber yang lain, ubi jalar ungu dianggap sebagai sumber makanan pokok yang kaya akan nilai gizi seperti beta karoten dan antosianin (Bovell-Benjamin, 2007). Ubi jalar ungu menguntungkan bagi penderita diabetes tipe 2, menghasilkan serat yang tinggi yaitu 4,45% (Hardoko *et al.*, 2010) dan kandungan mineral mangan (Mg), yang bisa membantu menstabilkan level gula darah dan mengurangi resistensi insulin (Bahado-Singh *et al.* 2006).

Di seluruh dunia, 60-70% produk jagung digunakan secara domestik sebagai pakan ternak dan 30-40% digunakan untuk semua produk sebagai konsumsi manusia (WAP, 2013). Jagung merupakan sereal yang dikonsumsi sebagai makanan terbesar ketiga setelah beras dan gandum (Wallington *et al.* 2012). Jagung termasuk sumber karbohidrat yang kaya akan mineral dan vitamin selain itu juga tinggi serat dan memiliki nilai glikemik termasuk dalam kategori sedang (59) atau 46-52 (Gwirtz & Garcia-Casal, 2013).

Adanya kandungan gizi tersebut di atas pada tepung jagung, tepung ubi jalar, wortel dan Mocaf diharapkan sebagai bahan substitusi maupun bahan baku dalam pembuatan beras analog. Produk

beras analog berbahan dasar Mocaf, tepung jagung, tepung ubi jalar dan wortel adalah sebuah pengembangan produk baru berbahan dasar pangan lokal. Namun, kajian indeks glikemik dari masing-masing varian beras analog tersebut masih belum diketahui, oleh karena itu perlu diteliti sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam aplikasinya dalam industri pangan.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini ialah Mocaf diperoleh dari PT. BCM (Bangkit Cassava Mandiri) Solo. ISP (*Isolate Soy Protein*) (Shaklee, Malaysia), susu skim (Tatura, Indonesia), STPP (*Sodium Tripolyphosphate*) (Zhishang, China), natrium alginat (Sigma, USA), minyak sawit (Bimoli, Indonesia).

2.2. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven (Memmert type UNB 400 F.NR), Disc Mill FFC-15 Shangdao), kukusan, ayakan 80 mesh, homogenizer dan magnetic stirrer (SM 24 Stuart Scientific), hot plate (Selecta), tanur pengabuan (Merk Carbolite), ekstruder (Ichibo MS 9), dan Easy Touch® GCU Meter beserta *test strips*nya).

2.3. Metode

2.3.1. Pembuatan tepung jagung

Proses pembuatan dimulai dengan perendaman jagung ±12 jam, dikeringanginkan agar tepung yang dihasilkan tidak lembek, digiling dan dikeringkan pada suhu 60°C, ±24 jam dan diayak.

2.3.2. Pembuatan tepung ubi jalar ungu

Ubi jalar ungu segar disortasi untuk memilih ubi yang baik (tanpa cacat), dibersihkan dan dikupas untuk memisahkan antara daging dengan kulitnya. Kemudian, dilakukan perajangan tipis-tipis ketebalan 3-5 mm (*chip*) menggunakan alat perajang, dikeringkan dengan sinar matahari ±12 jam, dilanjutkan pengeringan dengan oven suhu 60°C, ±24 jam. *Chip* kering digiling dan diayak sehingga dihasilkan tepung ubi jalar ungu.

2.3.3. Pembuatan beras analog

Mocaf dan masing-masing tepung jagung, tepung ubi jalar ungu serta parutan wortel dicampur dengan bahan pengemulsi yang telah dihomogenisasi dengan alat homogenizer dan dididihkan sampai suhu 70°C (*hot plate*), dibuat

adonan sampai menjadi kalis (tidak lengket) dan tercampur homogen dalam ekstruder. Setelah itu dilakukan ekstrusi 2 (pencetakan dan pemotongan) melalui lubang-lubang ekstruder. Adonan dikukus selama 15 menit hingga matang dengan kukusan. Adonan yang keluar akan berbentuk menyerupai beras. Selanjutnya adonan dikeringkan suhu 60 °C, ±24 jam menggunakan oven. Untuk kapasitas ekstruder skala Rumah Tangga adalah 1 kg adonan.

2.3.4. Desain penelitian

Penelitian ini termasuk dalam jenis penelitian deskriptif dengan menggunakan 3 jenis sampel beras analog, terdiri dari beras analog berbahan dasar mocaf: tepung jagung; mocaf: tepung ubi jalar ungu; mocaf: wortel dengan rasio 80% mocaf: 20% (tepung pensubstitusi). Setiap perlakuan diulang 3 kali. Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel dan histogram yang diperoleh dari rerata dan standar deviasi, kemudian diinterpretasikan sesuai parameter yang diamati.

2.3.5. Indeks glikemik

Penelitian ini telah mendapatkan surat keterangan persetujuan etik (*ethical clearance*) dari Fakultas Kedokteran Universitas Jember bernomor 699/H25.1.11/KE/2015. Manusia merupakan subyek yang umum digunakan dalam penelitian IG, karena metabolisme tubuh manusia sangat rumit sehingga sulit untuk ditiru secara *in vitro*. Produk yang diberikan kepada responden dalam pengujian IG setara dengan 50 gram karbohidrat tersedia. Artinya porsi pangan yang diberikan kepada responden sama dengan 50 gram karbohidrat yang dapat diserap. Porsi karbohidrat 50 gram yang diberikan tidak termasuk karbohidrat yang tidak dapat dicerna dan diserap pada usus halus (seperti serat pangan, pati resisten, dan karbohidrat lain yang tidak dapat dicerna) (Borzczak *et al*, 2008).

Pengujian IG standar dan formula dilakukan pada hari yang berbeda. Menurut Hasan *et al*, (2011) pangan diuji pada 10 responden. Pengambilan darah dilakukan melalui pembuluh darah kapiler yang terdapat pada jari tangan. Pembuluh darah kapiler dipilih karena darah yang diambil dari pembuluh darah kapiler mempunyai variasi kadar glukosa darah antar responden yang lebih kecil dibandingkan darah yang diambil dari pembuluh darah vena. Glukosa yang terdapat dalam darah akan bereaksi dengan enzim *glucose oxidase* (GOD) dan *potassium ferricyanide* yang terdapat dalam *test strip* menghasilkan *potassium ferrocyanide*. Jumlah *potassium ferrocyanide* yang dihasilkan setara dengan jumlah glukosa yang terkandung dalam sampel.

Setiap porsi sampel yang ditentukan IG-nya mengandung 50g karbohidrat tersedia (AC) diberikan kepada responden yang telah menjalani

puasa penuh (kecuali air) selama semalam (sekitar pukul 20.00 sampai pukul 08.00 pagi besoknya). Tahapan pengukuran indeks glikemik dimulai dengan perekrutan responden. Kriteria inklusi antara lain adalah pria dan wanita, sehat, berumur 18-30 tahun, indeks tubuh normal (Sherwood, 2001). Kriteria eksklusi meliputi: memiliki riwayat DM, masalah pencernaan, merokok dan menggunakan obat-obatan terlarang. Menurut Hasan *et al*, (2011), responden yang digunakan ialah individu sehat, tidak menderita diabetes. Responden berjumlah 10 orang (5 pria dan 5 wanita). Selama dua jam pasca pemberian, sampel darah sebanyak 50µl (*finger-prick capillary blood sampel method*) diambil setiap 30 menit selama 2 jam untuk diukur kadar glukosanya. Pada waktu berlainan, hal yang sama dilakukan dengan memberikan roti tawar sebanyak 50g AC (sebagai pangan acuan) kepada responden (Miller *et al*, 1996).

Pangan acuan yang diberikan kepada responden pada pengujian IG ini adalah roti tawar. Pemilihan dilakukan dengan alasan bahwa pencernaan komponen pangan dalam roti tawar lebih mencerminkan mekanisme fisiologis dan metabolik dari pada glukosa murni (Miller *et al*, 1996). Penghitungan nilai IG kemudian dikategorikan sebagai pangan ber-IG tinggi, sedang atau rendah. Skala numerik IG yang merepresentasikan kategori tersebut dengan pangan acuan roti tawar dan glukosa dapat dilihat dalam Tabel 1 (Miller *et al*, 1996). Glukosa dan roti tawar digunakan sebagai pangan acuan. Glukosa memiliki respon glikemik 40% lebih tinggi daripada roti tawar; pengkonversian IG roti tawar adalah 71% IG glukosa (Beals, 2005). Pangan acuan dan pangan uji (beras analog berbagai formula dimasak terlebih dahulu seperti menanak nasi) dikonsumsi pada hari yang berbeda oleh responden dalam waktu 10 menit harus menyelesaikan makan produk tersebut.

Tabel 1
Kategori Indeks Glikemik

Kategori	Pangan Acuan	
	Glukosa*	Roti Tawar*
Rendah	<55	<60
Sedang	55-70	60-85
Tinggi	>70	>85

* Setiap pangan acuan memiliki nilai IG 100

Kadar glukosa darah (pada setiap waktu pengambilan sampel) ditebar pada dua sumbu, yaitu sumbu (X) dan sumbu kadar gula darah (Y). IG ditentukan dengan membandingkan luas daerah dibawah kurva (AUC/ *Area Under the Curve*) antara pangan yang diukur IG-nya dengan pangan acuan (roti tawar). AUC yang digunakan menggunakan kaidah incremental AUC di mana nilai respon

glukosa yang digunakan tidak lebih dari nol. Luas daerah kurva (AUC) dihitung menggunakan metode trapezoid (FAO, 1998 dalam Borzac et al., 2008). Nilai kadar glukosa darah (setiap waktu sampling) diplot pada dua sumbu, yaitu sumbu waktu (X) dan sumbu respon kenaikan glukosa darah (Y) dan standar deviasinya dengan waktu pengambilan darah dilakukan tiap 30 menit (4 kali) hingga menit 120 setelah panelis mengkonsumsi beras analog. Respon glikemik untuk tiap metode makanan ditentukan pada tiga sampel beras analog. IG ditentukan dengan membandingkan luas daerah di bawah kurva antara pangan yang diukur IG-nya dengan pangan acuan dikalikan 100. Sampel darah puasa dikumpulkan sebelum asupan makanan dan sampel darah tambahan diambil dan dianalisis dalam waktu 30 menit setelah responden menyelesaikan mengkonsumsi beras analog.

$$IG = \frac{\text{luas daerah di bawah kurva pangan yang diuji}}{\text{luas daerah di bawah kurva pangan acuan}} \times 100$$

2.3.6. Total gula dan pati

Pereaksi DNS dibuat dengan melarutkan 10,6 g asam 3,5-dinitrosalisilat, 19,8 g NaOH, 306 g garam rochelle (Na-K tartrat), 7,6 ml fenol kristal dilarutkan pada suhu 50 °C dan 8,3 g Na metabisulfid dilarutkan dalam 1416 mL air destilasi dan penetapan total gula. Sedangkan Kadar pati ditentukan memakai metode Nelson-Somogyi (Teixeira et al, 2012).

2.3.7. Kadar air dan abu

Kadar air menggunakan metode thermogravimetri dengan prinsip menguapkan air yang ada dalam bahan dengan pemanasan kemudian menimbang bahan sampai berat konstan. Sedangkan, kadar abu dianalisis yaitu sampel dipanaskan 500-600 °C sehingga didapatkan sisa pembakaran berwarna putih abu-abu dan ditimbang hingga konstan setelah dingin (AOAC, 2005).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Indeks glikemik

Penentuan jumlah beras analog yang harus dikonsumsi pada penentuan indeks glikemik menggunakan acuan setara 50 gram *available carbohydrate* (AC) (Tabel 2). Proporsi tepung substitusi yang digunakan (tepung jagung, tepung ubi jalar dan wortel) meskipun sama 20% dan Mocaf 80% menghasilkan kandungan pati pada beras analog dari ketiga formulasi tersebut berbeda, ini disebabkan karena kandungan pati bahan yang digunakan juga berbeda. Menurut Muhandri dkk (2012), kadar pati tepung jagung

dari berbagai varietas unggul yaitu 71,64 - 75,10 %, kadar pati ubi jalar yaitu 80,60 % (Triyono, 2007), dan kadar karbohidrat wortel berkisar 6,00 - 10,60 % (Gopalan et al, 1991 dan Holland et al, 1991) sehingga didapatkan dari hasil bahwa kadar pati beras analog formulasi Mocaf 80%: tepung ubi jalar 20% memiliki nilai yang paling besar dibandingkan beras analog dari formula yang lain (mocaf: tepung jagung dan mocaf: wortel).

Tabel 2
Kandungan pati dan gula (g/100g) serta total *available carbohydrate* serta berat sampel setara 50g AC

Bahan	Pati	Gula	Total AC	Berat sampel
	(g/100g)	(g/100g)	G glukosa/100g*	Setara 50g AC**
mocaf : tepung jagung	53.12	6.22	64.65	77.34
mocaf : tepung ubi jalar	61.29	3.43	70.84	70.58
mocaf : wortel	50.82	2.69	58.58	85.35

* Total *available carbohydrate* (AC) = total gula + 1,1 pati (Marsono, 2002)

** Berat sampel setara 50g AC = (100/total AC) X 50

Tabel 3

Data rata-rata nilai indeks glikemik beras analog dan konversinya pada pangan acuan glukosa

Perlakuan	Indeks Glisemik	
	Roti Tawar	Glukosa*
mocaf : tepung jagung	64.87±6.97	46.06±4.95
mocaf : tepung ubi jalar	61.98±5.34	44.01±3.79
mocaf : wortel	59.20±7.88	42.03±5.59

* Konversi nilai IG glukosa = 71% IG roti tawar (Beals, 2005)

Berdasarkan data Tabel 3, dari ke tiga beras analog ini yang berbahan dasar wortel memiliki nilai IG terbaik karena memiliki nilai terendah, tetapi jika dibandingkan dengan bahan pangan acuan dalam analisis yaitu roti tawar, maka ke tiga bahan beras analog yang dihasilkan masih dapat dikategorikan sebagai bahan pangan berindeks glikemik sedang berdasarkan pengkategorian (Miller, et al 1996).

Beras analog formula Mocaf 80 %: wortel 20 % memiliki nilai IG terkecil, disebabkan karena kandungan karbohidrat wortel lebih kecil daripada bahan lainnya (tepung jagung dan tepung ubi jalar). Selain itu juga kandungan serat kasar dari wortel lebih besar 8,57 % (Gopalan et al, 1991) daripada tepung jagung (3,94 %) (Li et al, 2002) dan ubi jalar 2-3 % (Mais, 2008). Meskipun, serat pangan tidak selalu berhubungan dengan IG rendah, namun makanan yang kaya serat secara umum memiliki IG rendah (Foster-Powell et al, 2002; Trinidad et al,

2010 dan Yanai et al, 2014). Keberadaan serat pangan dapat mempengaruhi kadar glukosa darah (Fernandes et al, 2005). Hasil penelitian Indrasari et al (2008) menunjukkan beras yang mengandung serat pangan tinggi menurunkan respon glikemik sehingga indeks glikemiknya cenderung rendah. Fungsi serat pangan larut terutama adalah memperlambat pencernaan di dalam usus, memberikan rasa kenyang lebih lama, dan memperlambat laju peningkatan glukosa darah sehingga insulin yang dibutuhkan untuk mentransfer glukosa ke dalam sel-sel tubuh dan mengubahnya menjadi energi semakin sedikit (Arif et al, 2013).

Hasil IG yang didapatkan pada masing-masing bahan dapat dikarenakan kandungan pati yang terdapat pada ke tiga bahan memiliki nilai yang tidak rendah berkisar 50-60, karena faktor yang berpengaruh dalam nilai IG setiap produk pangan selain kadar serat pangan adalah kadar amilosa dan amilopektin, daya cerna pati dan cara pengolahan. Granula pati terdiri atas dua fraksi, yakni amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer rantai lurus glukosa yang dihubungkan oleh ikatan α -(1,4)-glikosidik, tidak bercabang, sedangkan amilopektin memiliki ikatan α -(1,6)-glikosidik pada titik percabangannya dan bersifat rapuh dibanding amilosa. Kandungan amilosa yang lebih tinggi menyebabkan pencernaan menjadi lebih lambat karena amilosa merupakan polimer glukosa yang memiliki struktur tidak bercabang (lebih kristal dengan ikatan yang lebih ekstensif). Amilosa juga mempunyai ikatan hidrogen yang lebih kuat dibandingkan dengan amilopektin, sehingga lebih sukar dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan (Behall dan Hallfrisch, 2002). Struktur yang tidak bercabang ini membuat amilosa terikat lebih kuat sehingga sulit tergelatinisasi dan akibatnya sulit dicerna (Rimbawan dan Siagian, 2004).

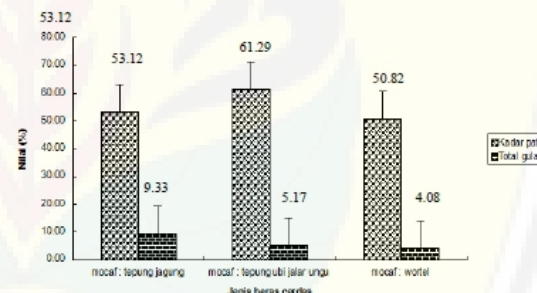
Pati adalah komponen utama dalam karbohidrat dan merupakan faktor penting yang mempengaruhi respon glikemik. Kadar pati mempunyai korelasi tinggi terhadap respon glikemik dan jika dihubungkan dengan bahan dasar beras analog dengan bahan dasar mocaf, tepung jagung, dan tepung ubi jalar ungu yang memiliki kadar pati tinggi, dapat menghasilkan nilai indeks glikemik yang baik yaitu rendah atau sedang. Menurut Muhandri dkk (2012), kadar amilosa tepung jagung berbagai varietas unggul lokal berkisar 23,06 - 27,68 %, kadar amilosa dan amilopektin tepung ubi jalar berturut-turut 80,80 % dan 10,23 % (Oladebeye et al, 2009). Kadar amilosa ubi jalar yang lebih banyak menyebabkan IG rendah pada beras analog mocaf: tepung ubi jalar dibandingkan pada beras analog mocaf: tepung jagung karena kadar amilosa tepung jagung lebih sedikit mengakibatkan amilosa yang

berstruktur lurus tersebut terikat lebih kuat dan sulit dicerna oleh enzim.

Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik suatu bahan pangan adalah cara pengolahan, perbandingan amilosa dan amilopektin, serta anti gizi pangan (Miller et al., 1996), selain itu juga serat pangan, kadar lemak serta protein dan bentuk fisik dari bahan pangan. Menurut Fernandes et al., (2005), protein tidak memiliki pengaruh yang cukup besar terhadap indeks glikemik, walaupun memiliki potensi untuk menurunkan nilai indeks glikemik pangan. Makanan yang berindeks glikemik rendah memiliki kadar gula yang rendah pula. Menurut Mendosa (2008), berdasarkan kandungan indeks glikemik bahan untuk jagung manis berbagai varietas berkisar 37-62, ubi jalar ungu kukus 123.55 ± 11.19 (Anggraeni, 2013) dan wortel rebus ± 35 (PIPM, 2015).

3.2. Kadar pati dan total gula

Data yang dihasilkan dari penelitian ini didapatkan kadar pati beras analog dengan perbandingan macam-macam bahan dasar ditunjukkan oleh Gambar 1.



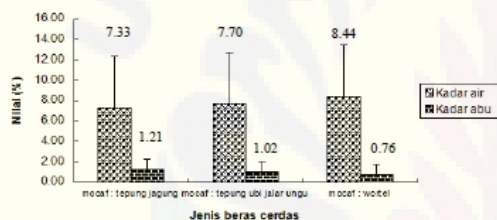
Gambar 1. Histogram kadar pati dan total gula beras analog

Berdasarkan Gambar 1, didapatkan kandungan pati beras analog tertinggi pada bahan dasar mocaf: tepung ubi jalar ungu yaitu 61,29%. Hasil analisis kadar pati pada beras analog memiliki nilai yang cukup tinggi, karena bahan dasar dari ketiganya memiliki kadar pati yaitu untuk tepung jagung sekitar 75%, tepung ubi jalar ungu sekitar 85,32% dan mocaf yaitu 85%. Menurut Haryadi (1993), nilai kadar pati dari beras adalah 80-85 % dan kadar amilosanya 25,99 mg/mL (Ashish et al, 2012). Sebagai bahan perbandingan kadar pati beras analog memiliki nilai lebih rendah yaitu kisaran 50,82-61,29% dibandingkan beras biasa. Hal ini terjadi karena formulasi beras analog yang menggunakan berbagai macam bahan dengan kandungan yang berbeda-beda.

Berdasarkan data analisis kadar total gula yang didapat dengan perbandingan macam-macam bahan dasar ditunjukkan oleh Gambar 1. Nilai tertinggi diperoleh pada beras analog berbahan dasar mocaf : tepung jagung yaitu 6,22%. Hasil ini dapat dikarenakan jagung memiliki kadar karbohidrat yang cukup tinggi yaitu sekitar $\pm 73,70\%$, sedangkan pada ubi jalar ungu yaitu $\pm 27,90\%$ dan untuk wortel memiliki nilai $\pm 9,30\%$. Pada dasarnya nilai total gula dapat disebabkan dari kandungan kadar karbohidrat bahan dasar. Hasil yang didapat pada analisis total gula masih tergolong rendah, dan dengan rendahnya total gula yang dimiliki oleh ketiga bahan akan dapat menurunkan nilai indeks glikemik, sehingga dapat dijadikan sebagai bahan pangan dengan indeks glikemik rendah.

3.3. Kadar air dan abu

Hasil analisis kadar air beras analog dengan berbagai perlakuan ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram kadar air dan Kadar Abu beras analog

Gambar 2 menunjukkan bahwa kadar air beras analog berbahan dasar mocaf : wortel lebih tinggi (8,44%) dari beras analog berbahan dasar yang lain. Hal ini dapat terjadi karena wortel yang ditambahkan bukan dalam bentuk tepung tetapi segar sehingga kadar air nya lebih besar. Sedangkan pada bahan dasar jagung dan ubi jalar dijadikan tepung terlebih dahulu, sehingga kadar air nya lebih rendah. Menurut SNI (Standart Nasional Indonesia), kadar air tepung jagung adalah 10,9%; dan 15% tepung ubi jalar ungu. Sedangkan kadar air wortel adalah 88%. Adanya perbedaan kadar air antara masing-masing sampel beras analog tersebut yang menyebabkan kadar air beras analog berbeda.

Berdasarkan Gambar 2 dapat diketahui nilai kadar abu beras analog tertinggi yaitu berbahan dasar mocaf : tepung jagung (1,21%). Hal ini diduga akibat rendahnya kandungan mineral pada wortel berdasarkan nilainya 39 mg kalsium, 37 mg fosfor, dan 0,8 besi, sedangkan pada ubi jalar memiliki kandungan kalsium 30 mg, fosfor 49 mg, dan besi 0,7 mg, untuk jagung memiliki kalsium 10 mg, fosfor 256 mg, dan besi 2,4 (WAP, 2013). Kadar mineral jagung lebih tinggi dibandingkan wortel

dan ubi ungu. Nilai kadar abu yang meningkat dapat dipengaruhi oleh faktor bahan dasar, adanya penambahan mocaf yang dominan membuat nilai yang dihasilkan tidak terlalu jauh, karena kadar abu mocaf adalah 1,44% (Subagio dkk, 2008). Selain itu kadar air bahan juga mempengaruhi, dimana kadar air wortel yang tinggi mempengaruhi kadar abu beras yang dihasilkan karena wortel yang ditambahkan berbentuk basah sedangkan jagung dan ubi ungu dalam bentuk tepung.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan pada indeks glikemik beras analog berbasis mocaf dengan substitusi tepung jagung, ubi jalar, serta wortel berturut-turut yaitu 64.87 ± 6.97 ; 61.98 ± 5.34 ; dan 59.20 ± 7.88 yang berada pada kategori sedang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Badan Ketahanan Pangan Kementerian RI dan Provinsi Jawa Timur yang telah memberikan dana dalam penelitian tahun 2012 dan LPDP dengan nomor SPK PRJ 1964/LPDP/2014.

Daftar Pustaka

- Anggraeni, D. (2013). Indeks Glikemik dan Beban Glikemik Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*) Goreng dan Kukus. Tidak terpublikasi Skripsi. Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Madah, Yogyakarta.
- [AOAC] Association of Official of Analytical Chemistrt. (2005). Official Methods of Analysis of AOAC International. Gaithersburg: Maryland USA.
- Arif, A., Agus B., Hoerudin. 2013. Nilai indeks glikemik produk pangan dan factor-factoryang mempengaruhinya. J. Litbang Pert, 32 (3), 91-99.
- Ashish, J., Sughosh, M.R., Sarika, S., Abhinav, R., Swapnil, T., Sanjeeb, K.M., Nishant, K.S., Ashish, S., Naisarg, M., Vibhav, B., Chitra, K. (2012). Effect of cooking on amylose content of rice. Euro J Exp Bio, 2 (2), 385-388.
- Augustin, L.S.A., Kendall, C.W.C., Jenkins, D.J.A., Willet, W.C., Astrup, A., Barclay, A.W., Bjorck, I., Miller-Brand, J.C., Brighenti, F., Buyken, A.E., Ceriello, A., La Vecchia, C., Livesey, G., Liu, S., Riccardi, G., Rizkalla, S.W., Sievenpiper, J.L., Trichopoulou, A., Wolever, T.M.S., Sinnott-Baer, S., Poli, A. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response: an international scientific consensus summit from the international carbohydrate quality consortium (ICQC). J NMCD, 25 (9), 795-815. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.numeed.2015.05.005>.
- Ayerdi-Sayago, S.G., Juscelino, T., Victor, M Zamora-Gasga, Luis, A Bello-Perez. (2014). Starch digestibility and predicted glycaemic index (pGI) in starchy foods consumed in Mexico. J Starch, 66, 91-101. DOI: 10.1002/star.201200206.
- Bahado-Singh, P.S., Wheatley, A.O., Ahmad, M.H., Morrison, EYStA., Asemota, H.N. (2006). Food processing methods influence the glycemic indices of some commonly eaten West Indian carbohydrate-rich foods. British J. Nutr, 96 (3), 476-481. DOI: 10.1079/BJN20061792.

- Bator, E., Monika, B., Macie, B., Jadwiga, B. (2014). The impact of the glycemic index and glycemic load of food products on human health. *J of Med Sci*, 2 (83), 161-166.
- Beals, K.A. (2005). The Glycemic Index: Research Meets Reality. United States Potato Board.
- Behall, K.M, J. Halfrisch. 2002. Plasma glucose and insulin reduction after consumption of bread varying in amylase content. *Eur. J. Clin Nutr*, 56 (9), 913-920.
- Borzczak, B., Pisulewski, P.M., Sikora, M., Krawontka, J. (2008). Comparison of glycemic responses to frozen and non-frozen wheat rolls in human volunteers-a short report. *Pol J Food Nutr Sci*, 58 (3), 373-376.
- Bovell-Benjamin, A.C. (2007). Sweet potato: a review of its past, present, and future role in human nutrition. *Adv Food Nutr Res*, 52, 1-59. DOI: 10.1016/S1043-4526(06)52001-7.
- Budi, F.S., Hariadi, P., Budijanto, S., Syah, D. (2013). Teknologi proses ekstrusi untuk membuat beras analog (Review). *Majalah Pangan* 22 (3) p. 265-266. ISSN: 0852-0607.
- FAO. (1998). Food and nutrition paper 66, carbohydrates in human nutrition, report of an FAO/WHO expert consultation on carbohydrates. Italy: FAO.
- Fernandes, G., Velangi, A., Wolever, T.M.S. (2005). Glycemic index of potatoes commonly consumed in North America. *J Am Diet Assoc*, 105 (4), 557-562. DOI: 10.1016/j.jada.2005.01.003.
- Foster-Powell, K., Holt, S.H., Brand-Miller, J.C. (2002). International table of glycemic index and glicemic load values. *Am J Clin Nutr*, 76 (1), 5-56.
- Gangwisch, J.E., Hale, L., Garcia, L., Malaspina, D., Opler, M.G., Payne, M.E., Rossom, R.C., Lane, D. (2015). High glicemic index diet as a risk factor for depression: analyses from the women's health initiative. *Am J Clin Nutr*, 102 (2), 454-63. DOI: 10.3945/ajcn.114.103846.
- Gopalan, C., Ramasastry, B.V., Balasubramanian, S.C. (1991). Nutritive value of Indian Foods. National Institute of Nutrition: Hyderabad.
- Gultom, R.J., Sutrisno, Budijanto, S. (2014). Optimasi proses gelatinisasi berdasarkan respon surface methodology pada pencetakan beras analog dengan mesin twin roll. *J Pascapanen*, 11 (2), 67-79.
- Gwartz, J.A., Garcia-Casal, M.N. 2013. Processing maize flour and corn meal food products. *Ann N Y Acad Sci*, 1312 (2014), 66-75. DOI: 10.1111/nyas.12299.
- Haryadi. 1993. *Dasar-Dasar Pemanfaatan Ilmu dan Teknologi Pati*. Yogyakarta: FTP UGM.
- Hasan, V., Sussi, A., Susilawati. 2011. Indeks glikemik oyek dan tiwul dari umbi garut (*Marantha arundinaceae* L.), suweg (*Amorphallus campanulatus* Bl) dan singkong (*Manihot utilisima*). *J. TIHP*, 16 (1), 34-50.
- Hettiaratchi, U.P.K., Ekanayake, S., Welihinda, J. (2012). Prediction of glycemic indices (GI) of meals by starch hydrolysis indices. *Int Food Research J*, 19 (3), 1153-1159.
- Holland, B., Unwin, J.D., Buss, D.H. (1991). Vegetables, herbs and spices: Fifth supplement to McCance and Widdowson's. London.
- Idril, N.I., Diana, A., Wargahadibrata, A.F. (2013). Preliminary study: glycemic index of brown and white rice variant IR64 in healthy adult men. *IJIHS*, 1 (1), 37-41.
- Indrasari, S.D., E.Y. Purwani, P. Wibowo, Jumali. 2008. Nilai indeks glikemik beras beberapa varietas padi. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 27 (3), 127-134.
- Li, B.W., Andrews, K.W., Pehrsson, P.R. (2002). Individual sugars, soluble, and insoluble dietary fiber contents of 70 high consumption foods. *J of Food Composition and Analysis*, 15, 715-723. DOI: 10.1006/jfca.2002.1096.
- Liu, C., Yanjun, Z., Wei, L., Jie, W., Weihua, W., Li, W., Naibei, Z., Yiran, Z., Zhonglin, Y. (2011). Preparation, physicochemical and texture properties of texturized rice produce by improved extrusion cooking technology. *J of Cereal Sci*, 54 (3), 473-480. DOI: 10.1016/j.jcs.2011.09.001.
- Mais, A. (2008). Utilization of Sweet Potato Starch, Flour and Fibre in Bread and Biscuits: Physico-Chemical and Nutritional Characteristics. Thesis. Massey University.
- Marsono, Y. (2002). Indeks Glikemik Umbi-umbian. Prosiding, Seminar Nasional Industri Pangan, Perhimpunan Ahli Teknologi Pangan Indonesia (PATPI), 10-11. 2002. 11.
- Mendosa, D. (2008). Revised International Table of Glycemic Index (GI) and Glicemic Load (GL) Value-2008. Retrieved August, 15, 2015, from <http://www.mendosa.com/gidigest.htm>.
- Miller, J.B., Powell, K.F., Colagiuri, S. (1996). *The GI Factor: The GI Solution*. Australia: Hodder and Stoughton.
- Mishra, A., Hari, N.M., Pavuluri, S.R. (2012). Preparation of rice analogues using extrusion technology. *Int J of Food Sci Tech*, 47 (9), 1789-1797. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2012.03035.x
- Muhandri, T., Zulkhaier, H., Subarna, Nurtama, B. (2012). Komposisi kimia tepung jagung varietas unggul lokal dan potensinya untuk pembuatan mi jagung menggunakan ekstruder pencetak. *J Sains Terapan*, 2 (1), 16-31.
- Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasui, Y., Kasumi, T. (2005). Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin-screw extruder. *J. Of Food Compt and Anal*, 18 (4), 303-316. DOI: 10.1016/j.jfca.2004.10.003.
- O'Keefe, J.H., Bell, D.S.H. (2007). Postprandial hyperglycemia/hyperlipidemia (postprandial dysmetabolism) is a cardiovascular risk factor. *Am J Cardiol*, 100 (5), 899-904. DOI: 10.1016/j.amjcard.2007.03.107.
- Oladebeye, A.O., Oshodi, A.A., Oladebeye, A.A. (2009). Physicochemical properties of starches of sweet potato (*Ipomea batata*) and Red Cocoyam (*Colocasia esculenta*) cormels. *Pakistan J of Nutri*, 8 (4), 313-315.
- Orthofer, F.T. 2005. Rice Brain Oil. In *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, Sixth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Passos, T.U., Sampaio, H.A., de Carvalho, Sabry, M.O.D., de Melo, M.L.P., Coelho, M.A.M., Lima, J.W., de Oliveira. (2014). Glycemic index and glycemic load of tropical fruits and the potential risk for chronic diseases. *J Food Sci and Technol*, 35 (1), 66-73. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-45X.6449>.
- PDSIP (Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian). 2014. *Buletin Konsumsi Pangan*, 5 (1), 1-59.
- Popkin, B.M. (2006). Global nutrition dynamics: the world is shifting rapidly toward a diet linked with noncommunicable diseases. *Am J Clin Nutri*, 84 (2), 289-98.
- Pusat Informasi Tentang Penyakit DM [PIPM]. (2015). Daftar Indek Glikemik Makanan. Diakses 31 Agustus 2015 pada <http://diabetesmelitus.org/daftar-indeks-glikemik-makanan/>.
- Rimbawan, A. Siagian. 2004. *Indeks Glikemik Pangan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Robyt, J.F. (2008). Starch: structure, properties, chemistry, and enzymology. *Glycoscience*, 6, 1437-1472. DOI: 10-1007/978-3-540-30429-6_35.
- Rodriguez-Recio, J.L., Marcos-Gomez, M.A., Alonso-Patino, M.C., De Pablo-Rodrigo, E., Sanchez-Cabrejas, A., Arietealanizbeaskoa, M.S., Gento-Repiso, I., Viejo-Gonzalez, N., Fernandez-Maderuelo, J.A., Conde-Agudo, C., Ortiz-Garcia, L. (2015). Glicemic index, glycemic load, and pulse wave reflection in adults. *J NMCD*, 25 (1), 68-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.numecd.2014.08.007>.
- Sherwood, L. 2001. *Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem*. (Braham U. Pendi, penerjemah). Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Subagio, A., Windrati, W.S., Witono, Y., Fahmi, F. (2008). *Produksi Operasi Standar (POS) : Produksi Mocaf Berbasis Klaster*. Jakarta: Kementerian Riset dan Teknologi.
- Teixeira, R.S.S., Ayla S.A., da Silva, Viridiana, Leitao, S.F., Elba, P., da Silba, Bon. (2012). Amino acids interference on the

- quantification of reducing sugars by the 3,5-dinitrosalicylic acid assay mislead carbohydrase activity measurements. *Carbohydrate Research Elsevier*, 363 (2012), 33-37. DOI: 10.1016/j.carres.2012.09.024.
- Trinidad, T.P., A.C. Mallillin, R.S. Sagum, R.R. Encabo. 2010. Glycemic index of commonly consumed carbohydrate foods in the Philippines. *J. Functional Foods*, 2, 271-274.
- Triyono, A. (2007). Peningkatan fungsional pati dari ubi jalar (*Ipomea batatas* L.) dengan enzim α -amilase (*Bacillus subtilis*) sebagai bahan substitusi pengolahan pangan. *J. Sains MIPA*, 13 (1), 60-66.
- U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service: USDA Nation Nutrient Database for Standard Reference. 2011. Retrieved August, 14, 2015 from <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/list>.
- Vogtmann, E., Li, H.L., Shu, X.O., Chow, W.H., Ji, B.T., Gao, J., Zhang, W., Gao, Y.T., Zheng, W., Xiang, Y.B. (2012). Dietary glycemic load, glycemic index, and carbohydrates on the risk of primary liver cancer among Chinese women and men. *Annals of Oncology*, 0, 1-7. DOI: 10.1093/annonc/mds287.
- Wallington, T., Anderson, J., Mueller, S. (2012). Corn ethanol production, food exports, and indirect land use change. *J Environ. Sci. Technol*, 46, 6379-6384. DOI: 10.1021/es300233m.
- WAP. (2013). World agricultural production foreign agricultural service circular. Retrieved March, 3, 2013 from <http://www.fas.usda.gov-WAP>.
- Yanai, H., Katsuyama, H., Hamasaki, H., Abe, S., Tada, N., Sako, A. (2014). Effects of carbohydrate and dietary fiber intake, glicemic index and glicemic load on HDL metabolism in Asian populations. *J Clin Med Res*, 6 (5), 321-326.
- Zhuang, H., Hongzhou, A., Hanqing, C., Zhengjun, X., Jianwei, Z., Xueming, X., Zhengyu, J. (2010). Effect of extrusion parameters on physicochemical properties of hybrid indica rice (type 9718) extrudates. *J of Food Processing and Preservation*, 34 (6), 1080-1102. DOI: 10.1111/j.1745-4549.2009.00439.x.

