

# KOMPOSISI GIZI, INDEKS WARNA PUTIH, DAN PROFIL GRANULA PATI PADA MODIFIED CASSAVA FLOUR (MOCAF) YANG DIFORTIFIKASI DENGAN IODIUM

## Nutritional Composition, Whiteness Index, and Starch Granule Profile of Iodine Fortified Modified Cassava Flour (Mocaf)

Sri Supadmi<sup>1</sup>, Agnes Murdiati<sup>2</sup>, Endang Sutriswati Rahayu<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium. Kavling Jayan, Borobudur, Magelang 56553.

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada. Jl. Flora No 1 Bulaksumur, Yogyakarta 55281.

\*e-mail : sri.supadmi1912@gmail.com

Submitted: July 08<sup>th</sup>, 2016, revised: October 10<sup>th</sup>, 2016, approved: November 07<sup>th</sup>, 2016

### ABSTRACT

**Background.** Modified cassava flour (Mocaf), high amylose carbohydrate source, was made from available easy to find cassava. It used as the vehicle for potassium iodide (KIO<sub>3</sub>) in iodization program for IDD alleviation. **Objectives.** To analyze nutritional composition at various KIO<sub>3</sub> concentration, to evaluate brightness (L\*) and whiteness index (WI) at different KIO<sub>3</sub> and package type during storage, and to analyze starch granule profile. **Method.** This study is a complete randomized experiment. Mocaf was separated and packed into several types of material packages made of polyethylene (PE), polypropylene (PP), and aluminum foil (AF). Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan test. **Results.** There were no significant differences among moisture, ash, protein, and fat content from various KIO<sub>3</sub> concentrations ( $p > 0.05$ ), however starch and amylose showed significant differences ( $p < 0.05$ ). The range of sample compositions were 11.57±0.05-11.73±0.09% wb moisture, 0.91±0.02-1.00±0.01% db ash, 1.13±0.008-1.16±0.02% db protein, fat content around 0.35±0.005% dB at all fortification concentrations, 88.61±0.05-91.50±0.18% db starch, and 31.91±0.25-33.76±0.15% db amylose. The level of brightness (L\*) among samples packed in PE, PP, and AL was significantly different ( $p < 0.05$ ), at a range of 88.59±0.22-89.45±0.21%, 88.83±0.13-89.62±0.10%, and 89.36±0.44-89.97±0.01%, respectively. Whiteness index (WI) for those packed in PE, PP, and AL was also significantly different ( $p < 0.05$ ), at a range of 87.02±0.29 - 90.56±0.07%, 87.12±0.21% - 90.58±0.62%, and 87.42±0.45 - 91.27±0.19%, respectively. The starch granule of mocaf was round, oval, and partially truncated, with particle size ranged between 1.523 - 20.464  $\mu\text{m}$ . **Conclusion.** KIO<sub>3</sub> fortified mocaf had similar nutritional composition at various fortification levels and packages, with good brightness (L\*) and whiteness index(WI). **Recommendation.** Mocaf is feasible as wheat flour substitution and fortification vehicle alternative for iodization.

**Keywords:** fortification, mocaf, nutritional composition, whiteness index.

### ABSTRAK

**Latar belakang.** Modified cassava flour (Mocaf) sebagai sumber karbohidrat yang mengandung kadar amilosa tinggi dibuat dari bahan dasar ubi kayu yang mudah diperoleh. Saat ini mocaf digunakan sebagai pembawa (vehicle) dari fortifikan kalium iodat (KIO<sub>3</sub>) untuk program penanggulangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (GAKI). **Tujuan.** Menganalisis komposisi gizi dari berbagai konsentrasi KIO<sub>3</sub>, mengevaluasi tingkat kecerahan (L\*) dan indeks warna putih (whiteness

*index/WI*) dari berbagai konsentrasi  $KIO_3$  dan jenis kemasan selama dilakukan penyimpanan, dan menganalisis profil granula pati. **Metode.** Desain penelitian ini adalah eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL). Mocaf dikemas dalam beberapa jenis kemasan yaitu Polietilena (PE), Polipropilena (PP), dan Aluminium Foil (AF). Analisis statistik yang digunakan ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan. **Hasil.** Kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, pada berbagai konsentrasi  $KIO_3$  menunjukkan hasil tidak signifikan ( $p>0,05$ ) kecuali kadar pati dan kadar amilosa ( $p<0,05$ ). Kadar air berkisar antara  $11,57\pm 0,05$ - $11,73\pm 0,09\%$  wb, kadar abu  $0,91\pm 0,02$ - $1,00\pm 0,01\%$  db, protein  $1,13\pm 0,008$ - $1,16\pm 0,02\%$  db, kadar lemak pada semua konsentrasi  $0,35\pm 0,005\%$  db, kadar pati  $88,61\pm 0,05$ - $91,50\pm 0,18\%$  db, kadar amilosa  $31,91\pm 0,25$ - $33,76\pm 0,15\%$  db. Terdapat perbedaan yang signifikan pada tingkat kecerahan warna dalam kemasan PE, PP, AF ( $p<0,05$ ), yaitu  $88,59\pm 0,22$ - $89,45\pm 0,21\%$ ,  $88,83\pm 0,13$ - $89,62\pm 0,10\%$ , dan  $89,36\pm 0,44$  -  $89,97\pm 0,01\%$ . Secara berurutan perbedaan yang signifikan ( $p<0,05$ ) tampak pada tingkat indeks warna putih. Pada kemasan PE, PP, dan AF masing-masing terletak pada kisaran  $87,02\pm 0,29$ - $90,56\pm 0,07\%$ ,  $87,12\pm 0,21$ - $90,58\pm 0,62\%$ , dan  $87,42\pm 0,45$  -  $91,27\pm 0,19\%$ . Granula pati mocaf berbentuk bulat, oval dan sebagian terpotong, dengan ukuran partikel berkisar antara  $1,523$  -  $20,464$   $\mu\text{m}$ . **Kesimpulan.** Mocaf yang difortifikasi dengan  $KIO_3$  mempunyai komposisi gizi yang tetap pada berbagai konsentrasi, jenis kemasan, dan mempunyai tingkat kecerahan serta indeks warna putih yang baik. **Saran.** Mocaf dapat digunakan sebagai pengganti tepung terigu dan pembawa fortifikasi alternatif dalam program iodisasi.

**Kata kunci :** fortifikasi, mocaf, komposisi gizi, indeks warna putih.

## PENDAHULUAN

Iodium adalah zat gizi mikro esensial yang dibutuhkan untuk sintesis hormon tiroid yang berperan untuk pertumbuhan dan metabolisme dalam tubuh.<sup>1</sup> Asupan iodium yang tidak mencukupi menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme atau gangguan akibat kekurangan iodium (GAKI).<sup>2</sup> Gangguan dan dampak tersebut terlihat dalam manifestasi diantaranya penyakit gondok, hipotiroid, hambatan pertumbuhan, hambatan perkembangan mental, dan kretin. Dampak GAKI dapat diatasi dengan peningkatan asupan iodium melalui program iodisasi /fortifikasi iodium pada makanan.<sup>3,4,5,6</sup>

Bentuk iodium yang biasa digunakan untuk fortifikasi garam adalah kalium iodat ( $KIO_3$ ) dan kalium iodida (KI), namun lebih direkomendasikan kalium iodat karena mempunyai stabilitas yang

lebih baik.<sup>7</sup>  $KIO_3$  yang dipakai berupa bubuk kristal berwarna putih yang tidak berbau, mempunyai sifat *melting point*  $560^\circ\text{C}$ , stabil dalam kondisi padat, serta tidak mengalami dekomposisi dibawah suhu tersebut. Penderita GAKI yang berdomisili di daerah lereng pegunungan, disekitarnya banyak dijumpai tanaman ubi kayu. Biasanya ubi kayu dikonsumsi sebagai campuran bahan makanan dan makanan pokok. Salah satu produk yang dapat dibuat dari bahan baku ubi kayu adalah *modified cassava flour* (mocaf).

*Modified Cassava Flour* (mocaf) merupakan tepung dari ubi kayu yang di proses menggunakan prinsip memodifikasi sel ubi kayu secara fermentasi dan merupakan diversifikasi produk berbasis potensi lokal untuk meningkatkan ketahanan pangan sebagai makanan alternatif yang mempunyai peluang produksi yang tinggi. Mocaf dapat

digunakan sebagai bahan utama produk pangan, substitusi terigu, substitusi beras/ketan, dan bahan *improver*.<sup>8,9</sup> Keunggulan mocaf adalah sebagai sumber karbohidrat yang tinggi, harganya lebih murah, warnanya lebih putih dibanding dengan terigu, bahan baku tersedia banyak dan mudah didapat. Produksi ubi kayu di Indonesia pada tahun 2014 sebanyak 23.44 juta/ton.<sup>10</sup>

Ubi kayu diketahui mengandung asam sianida, tetapi ubi kayu yang telah diolah menjadi mocaf melalui proses pencucian, fermentasi, dan pengeringan dapat menurunkan kadar HCN karena mempunyai sifat yang mudah larut dalam air dan adanya pemecahan sianogenik glikosida oleh mikroorganisme selama fermentasi berlangsung<sup>11</sup> sehingga penggunaan mocaf sebagai pembawa (*vehicle*) iodium menjadi aman untuk dikonsumsi.

Penelitian sebelumnya banyak dibahas tentang fortifikasi iodium dalam garam konsumsi yang merupakan cara efektif untuk memenuhi kebutuhan asupan iodium yang optimal. Di tingkat nasional konsumsi iodisasi garam dalam rumah tangga telah mencapai 91,9%,<sup>12</sup> konsumsi garam di Indonesia >5 g/hari,<sup>13</sup> dan masih ditemukan kendala seperti adanya Permenkes no 30/2013 tentang pembatasan konsumsi garam.

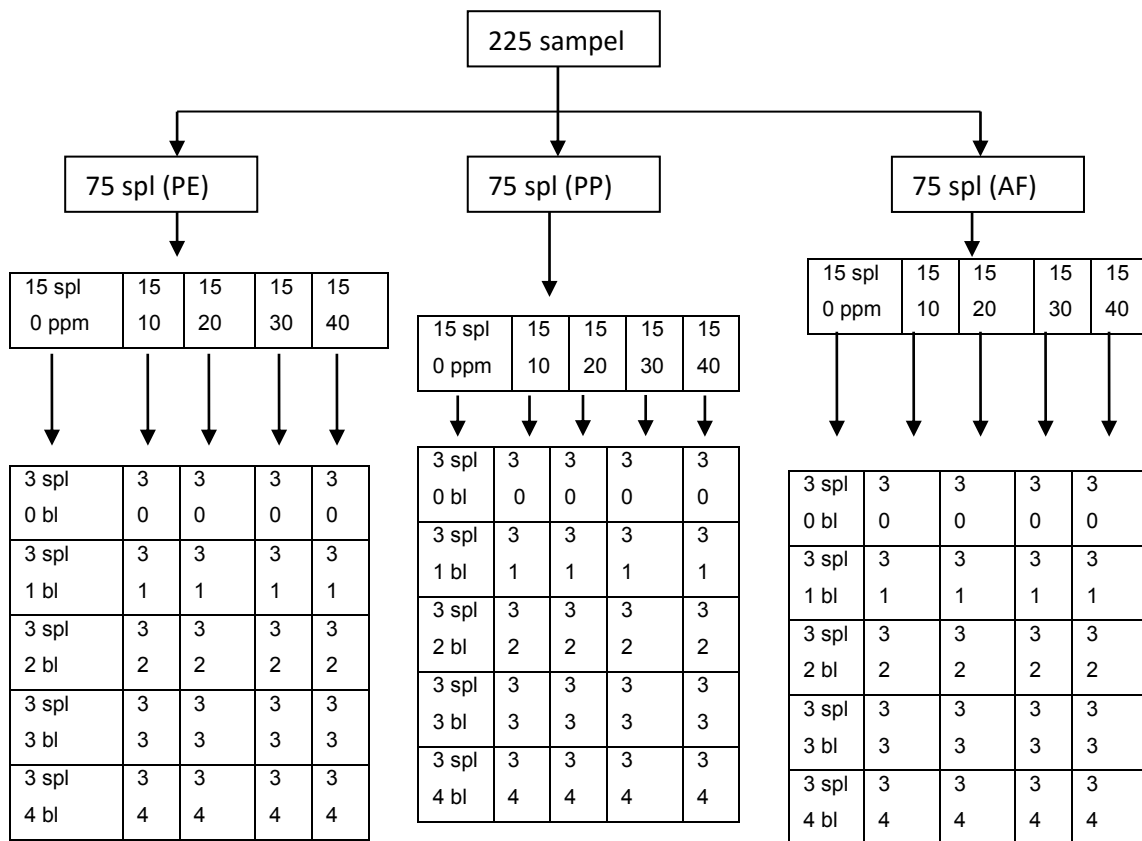
Berdasarkan uraian tersebut maka diperlukan adanya penelitian dengan mengalihkan pembawa (*vehicle*) iodium ke bahan pangan selain garam. Salah satu alternatif bahan pangan tersebut adalah mocaf yang bermanfaat sebagai sumber karbohidrat dan mengandung amilosa yang tinggi. Amilosa dapat memberikan kontribusi sebagai biofortifikasi untuk mencegah gangguan kekurangan iodium.<sup>14</sup>

Fortifikasi mocaf dengan  $KIO_3$  diharapkan tidak menurunkan komposisi gizi, dan mempunyai tingkat kecerahan ( $L^*$ ) serta indeks warna putih (*whiteness index/WI*) tetap baik setelah dilakukan penyimpanan.

Tujuan penelitian untuk mengetahui komposisi gizi produk mocaf yang telah difortifikasi dengan  $KIO_3$ , tingkat warna kecerahan ( $L^*$ ), dan indeks warna putih (*whiteness index/WI*) dari berbagai macam konsentrasi  $KIO_3$ , jenis kemasan setelah dilakukan penyimpanan, dan untuk menganalisis profil granula pati.

## METODE

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen dan rancangan acak lengkap (RAL). Fortifikasi  $KIO_3$  disiapkan dari berbagai konsentrasi: 0 ppm (non fortifikasi), 10 ppm, 20 ppm, 30 ppm, 40 ppm dan dikemas dalam jenis kemasan yang berbeda yaitu Polietilena (PE), Polipropilena (PP), dan Aluminium Foil (AF). Mocaf yang sudah difortifikasi dikemas dan dilakukan penyimpanan pada suhu ruang, di tempat yang kering dan terhindar dari matahari secara langsung. Sampel dianalisis pada tiap 0, 1, 2, 3, 4 bulan, dibuat sebanyak 225 bungkus kemasan berdasarkan jumlah konsentrasi  $KIO_3$  serta jenis kemasan yang berbeda. Pada 0 bulan sampel diambil sebanyak 45 bungkus untuk dievaluasi, dan seterusnya untuk setiap bulannya diambil dengan cara yang sama selanjutnya di analisis sebanyak tiga kali ulangan pada masing-masing sampel. Diagram alir pengambilan sampel per bulan disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan mulai bulan November 2015 sampai dengan April 2016 di Laboratorium Teknologi Pangan dan LPPT Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, Laboratorium Balai Litbang GAKI, Magelang.

**Bahan Sampel**

Mocaf diperoleh dari daerah Paliyan di Kabupaten Gunung Kidul yang tergabung dalam usaha kecil menengah (UKM) pengolahan tepung *cassava*/mocaf. Persiapan sampel meliputi; ubi kayu dikupas, dibuang kulitnya selanjutnya daging umbi dicuci dengan air mengalir. Dilakukan perajangan, fermentasi dan dicuci kembali. Kemudian ditiriskan, dikeringkan dan dihaluskan sampai 70 mesh. Iodium yang digunakan dari bentuk kalium iodat (KIO<sub>3</sub>) berupa bubuk kristal

putih dari *Merck (Germany)*. Kantong plastik PE, PP dengan ketebalan 0.8 mm ukuran 20 cm x 30 cm kapasitas 1 kg, AF dengan ketebalan 0.6 mikron ukuran 20 cm x 32 cm kapasitas 1 kg.

Analisa kadar iodium dilakukan di Laboratorium Biokimia BP2GAKI Magelang, dan analisa proksimat dilakukan di Laboratorium KBPHP (Kimia Biokimia Pangan dan Hasil Pertanian) Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.

**Peralatan**

Preparasi sampel dan uji iodium menggunakan *microwave digestion analytic gena top wave made Germany*, spektrofotometer *thermo scientific genesis 10 S UV-VIS*, Vessel gena pm 40, *dry bath thermoline*, neraca analitik *adventurer pro AV264C*. Uji kadar lemak memakai alat

*soxhlet*, uji kadar protein memakai alat labu *kjeldahl*, kadar amilosa memakai spektrofotometer *thermo scientific spectronic 200*, uji kadar air memakai oven *sanyo drying oven Mov-112*, uji kadar abu memakai tanur. Tingkat kecerahan warna ( $L^*$ ) dan index warna putih diukur menggunakan *chromameter merk Konica Minolta CR-400* (Konica Minolta Co, Ltd., Osaka, Japan). Suhu dan kelembaban diukur dengan *thermo hygro* dari Iso Lab.

### **Analisis Laboratorium**

#### **Analisis Kadar Air**

Analisis kadar air mengikuti prosedur dari AOAC, digunakan cara dengan metode oven. Prinsip sebagai berikut: sampel dikeringkan dalam oven  $105^{\circ}\text{C}$ - $110^{\circ}\text{C}$  sampai diperoleh berat yang tetap.<sup>15</sup>

#### **Analisis Kadar Abu**

Analisis kadar abu menurut prosedur dari AOAC, sampel dikeringkan dalam oven  $100^{\circ}\text{C}$ , kemudian dipijarkan dalam *furnace* pada suhu  $\pm 550^{\circ}\text{C}$  sampai diperoleh abu berwarna keputih-putihan, kemudian menimbang berat sampel sampai diperoleh bobot yang stabil.<sup>15</sup>

#### **Analisis Kadar Protein**

Prosedur dengan metode *Kjeldhal*, prinsip melalui tiga tahapan proses dari destruksi, destilasi dan titrasi. Pada tahapan destruksi, timbang sampel masukkan ke dalam labu *kjeldhal* selanjutnya dipanaskan pada alat destruksi dalam lemari asam. Pada tahapan destilasi, labu hasil destruksi kemudian dimasukkan ke dalam alat destilasi uap. Pada tahapan titrasi, destilat dari hasil destilasi selanjutnya dititrasi hingga titik akhir titrasi yang ditandai dengan perubahan warna dari kuning menjadi merah muda (pink).<sup>15</sup>

#### **Analisis Kadar Lemak**

Analisis kadar lemak berdasarkan prosedur dari AOAC, dengan metode *soxhlet*, labu lemak dikeringkan dalam oven sampai diperoleh berat stabil. labu lemak yang berisi lemak kemudian ditimbang.<sup>15</sup>

#### **Analisis Kadar Pati**

Analisis kadar pati menurut AOAC, berdasarkan metode hidrolisis asam. Penentuan glukosa seperti pada penentuan gula reduksi. Berat glukosa dikalikan 0,9 merupakan berat pati.<sup>16</sup>

#### **Analisis Kadar Amilosa**

Analisis kadar amilosa mempunyai prinsip amilosa akan berubah berwarna biru apabila direaksikan dengan senyawa iodium. Baca spektrofotometer pada panjang gelombang  $620\text{ nm}$ .<sup>17</sup>

#### **Uji Tingkat Kecerahan ( $L^*$ ) dan Indeks Warna Putih (*Whiteness Index*/WI)**

Warna mocaf diukur menggunakan alat *Minolta Chroma Meters* dengan mengacu metode Hunter. Prinsip bekerja berdasarkan pengukuran perbedaan warna yang dihasilkan oleh permukaan sampel. Nilai ( $L^*$ ) menunjukkan tingkat kecerahan yang dinyatakan bahwa nilai 100 cenderung warna putih atau cerah.<sup>18</sup>

Untuk menentukan tingkat warna putih dilakukan dengan menghitung indeks tingkat warna putih (WI) sebagai berikut :

$$WI = 100 - \sqrt{((100 - L)^2 + (a)^2 + (b)^2)}$$

Keterangan: WI (*whiteness index*);  $L^*$  (nilai kecerahan); a (nilai kemerahan); b (nilai kekuningan).<sup>19</sup>

#### **Profil Granula Mocaf**

Pengamatan bentuk dan ukuran dilihat menggunakan metode *Scanning*

*Electron Microscopy* (SEM). Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop dengan perbesaran 1000 kali dan akselerasi volt 20.00 kV yang dilakukan di Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu (LPPT) UGM di Yogyakarta.

### Fortifikasi Mocaf dengan Kalium Iodat (KIO<sub>3</sub>)

Fortifikasi dilakukan menggunakan metode *dry mixing*, yang diawali dengan pembuatan *premix* sebanyak tiga tahap. Kemudian dilakukan pencampuran menyeluruh sampai homogen dalam waktu antara lima sampai sepuluh menit. Fortifikasi mocaf dibuat dengan berbagai konsentrasi KIO<sub>3</sub> yaitu: 0 ppm (non fortifikasi), 10 ppm (10 mg KIO<sub>3</sub> /1.000 g mocaf), 20 ppm (20 mg KIO<sub>3</sub> /1.000 g mocaf), 30 ppm (30 mg KIO<sub>3</sub> /1.000 g

mocaf), 40 ppm (40 mg KIO<sub>3</sub> /1.000 g mocaf).

### Analisis Statistik

Analisis data menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) dengan derajat kepercayaan 0.05 dan dilanjutkan dengan *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Software program yang dipakai SPSS versi 18.0

### HASIL

#### Komposisi Gizi dan Kadar Asam Sianida (HCN)

Komposisi gizi dari mocaf murni (non fortifikasi) dan setelah difortifikasi dari berbagai konsentrasi KIO<sub>3</sub> yaitu: 10, 20, 30, dan 40 ppm yang di tampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Komposisi Gizi dan Asam Sianida (HCN) Mocaf yang Difortifikasi dengan KIO<sub>3</sub>

Komponen	Mean±SD berdasarkan Konsentrasi KIO <sub>3</sub> yang Berbeda				
	0	10	20	30	40
Kadar air (%wb)	11,57±0,05 <sup>a</sup>	11,60±0,04 <sup>a</sup>	11,64±0,17 <sup>a</sup>	11,66±0,18 <sup>a</sup>	11,73±0,09 <sup>a</sup>
Kadar abu (% db)	0,91±0,02 <sup>a</sup>	0,93±0,05 <sup>a</sup>	0,94±0,05 <sup>a</sup>	0,97±0,06 <sup>a</sup>	1,00±0,01 <sup>a</sup>
Lemak (%db)	0,35±0,006 <sup>a</sup>	0,35±0,005 <sup>a</sup>	0,35±0,005 <sup>a</sup>	0,35±0,005 <sup>a</sup>	0,35±0,005 <sup>a</sup>
Protein (% db)	1,13±0,01 <sup>a</sup>	1,16±0,06 <sup>a</sup>	1,16±0,02 <sup>a</sup>	1,15±0,02 <sup>a</sup>	1,13±0,008 <sup>a</sup>
Pati (% db)	88,61±0,05 <sup>c</sup>	89,81±0,10 <sup>b</sup>	91,10±0,34 <sup>a</sup>	91,27±0,60 <sup>a</sup>	91,50±0,18 <sup>a</sup>
Amilosa (% db)	31,91±0,25 <sup>c</sup>	32,82±0,41 <sup>b</sup>	33,36±0,21 <sup>ab</sup>	33,39±0,42 <sup>ab</sup>	33,76±0,15 <sup>a</sup>
Iodium (ppm)	3,26±0,03 <sup>e</sup>	8,90±0,09 <sup>d</sup>	18,04±0,25 <sup>c</sup>	23,87±0,93 <sup>b</sup>	33,67±0,39 <sup>a</sup>
HCN (ppm)	3,89	-	-	-	-

Keterangan: db; *dry basis*. Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ).

Komposisi gizi dari fortifikasi mocaf dengan konsentrasi KIO<sub>3</sub> yang berbeda-beda menunjukkan kemiripan hasil. Kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak mempunyai nilai yang tidak berubah dengan adanya penambahan KIO<sub>3</sub> dan menunjukkan tidak berbeda secara signifikan ( $p > 0,05$ ) sementara pada kadar pati dan amilosa terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Semakin bertambah

konsentrasi KIO<sub>3</sub> semakin meningkat kadar pati dan amilosanya. Kadar iodium mempunyai hasil yang berbeda pada setiap konsentrasi KIO<sub>3</sub> dan terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Semakin bertambah konsentrasinya maka kadar iodium juga semakin meningkat. Kadar air berkisar antara 11,57±0,05-11,73±0,09% wb, kadar abu 0,91±0,02-1,00±0,01% db, kadar protein 1,13±0,008 -1,16±0,02%

db, kadar lemak pada semua konsentrasi terletak di kisaran  $0,35 \pm 0,005\%$  db, kadar pati  $88,61 \pm 0,05 - 91,50 \pm 0,18\%$  db, kadar amilosa  $31,91 \pm 0,25 - 33,76 \pm 0,15\%$  db. Kadar asam sianida (HCN) pada mocaf sebesar 3,89 ppm.

**Tingkat Warna Kecerahan (L\*) dan Indeks Warna Putih (Whiteness Index/ WI)**

Analisis tingkat warna mocaf yang difortifikasi dengan  $KIO_3$  meliputi analisis tingkat kecerahan (L\*) dan analisis indeks warna putih (*whiteness index*/WI). Tingkat kecerahan warna (L\*) fortifikasi mocaf dengan  $KIO_3$  dari berbagai konsentrasi (0, 10, 20, 30, 40 ppm) dan dikemas dalam kemasan PE, PP, AF setelah disimpan selama 4 bulan ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Tingkat Kecerahan Warna (L\*) Mocaf yang Difortifikasi dengan  $KIO_3$  Selama Penyimpanan

Kemasan	Konsentrasi $KIO_3$ (ppm)	Mean±SD selama Penyimpanan (bulan)				
		0	1	2	3	4
PE	0	91,53±0,09 <sup>a</sup>	91,29±0,09 <sup>a</sup>	89,98±0,14 <sup>b</sup>	89,69±0,24 <sup>bc</sup>	89,45±0,21 <sup>c</sup>
	10	91,43±0,06 <sup>a</sup>	90,44±0,03 <sup>b</sup>	90,23±0,05 <sup>b</sup>	89,43±0,30 <sup>c</sup>	89,21±0,24 <sup>c</sup>
	20	90,44±0,07 <sup>a</sup>	90,23±0,03 <sup>a</sup>	90,22±0,20 <sup>a</sup>	89,42±0,41 <sup>b</sup>	89,17±0,33 <sup>b</sup>
	30	90,34±0,01 <sup>a</sup>	90,14±0,04 <sup>a</sup>	90,01±0,39 <sup>a</sup>	89,35±0,53 <sup>b</sup>	88,74±0,25 <sup>c</sup>
	40	90,17±0,01 <sup>a</sup>	89,97±0,67 <sup>a</sup>	89,82±0,16 <sup>a</sup>	88,95±0,19 <sup>b</sup>	88,59±0,22 <sup>b</sup>
PP	0	91,89±0,65 <sup>a</sup>	91,50±0,52 <sup>a</sup>	90,48±0,06 <sup>b</sup>	89,95±0,30 <sup>bc</sup>	89,62±0,10 <sup>c</sup>
	10	91,84±0,05 <sup>a</sup>	90,81±0,06 <sup>b</sup>	90,46±0,10 <sup>b</sup>	89,72±0,60 <sup>c</sup>	89,50±0,13 <sup>c</sup>
	20	90,83±0,81 <sup>a</sup>	90,59±0,03 <sup>a</sup>	90,44±0,20 <sup>ab</sup>	89,69±0,31 <sup>bc</sup>	89,19±0,37 <sup>c</sup>
	30	90,72±0,02 <sup>a</sup>	90,46±0,03 <sup>a</sup>	90,35±0,51 <sup>a</sup>	89,69±0,23 <sup>b</sup>	88,91±0,02 <sup>c</sup>
	40	90,22±0,05 <sup>a</sup>	90,16±0,20 <sup>a</sup>	90,11±0,27 <sup>a</sup>	88,98±0,35 <sup>b</sup>	88,83±0,13 <sup>b</sup>
AF	0	92,79±0,19 <sup>a</sup>	91,67±0,06 <sup>b</sup>	91,50±0,48 <sup>b</sup>	90,22±0,07 <sup>c</sup>	89,97±0,01 <sup>c</sup>
	10	92,01±0,02 <sup>a</sup>	90,96±0,64 <sup>b</sup>	90,72±0,68 <sup>bc</sup>	89,95±0,19 <sup>cd</sup>	89,80±0,14 <sup>d</sup>
	20	91,97±0,45 <sup>a</sup>	90,65±0,05 <sup>b</sup>	90,60±0,11 <sup>b</sup>	89,87±0,32 <sup>c</sup>	89,42±0,26 <sup>c</sup>
	30	91,47±0,08 <sup>a</sup>	90,50±0,02 <sup>ab</sup>	90,34±0,37 <sup>ab</sup>	89,84±1,25 <sup>b</sup>	89,40±0,32 <sup>b</sup>
	40	90,94±0,17 <sup>a</sup>	90,19±0,07 <sup>b</sup>	90,14±0,30 <sup>b</sup>	89,49±0,18 <sup>c</sup>	89,36±0,44 <sup>c</sup>

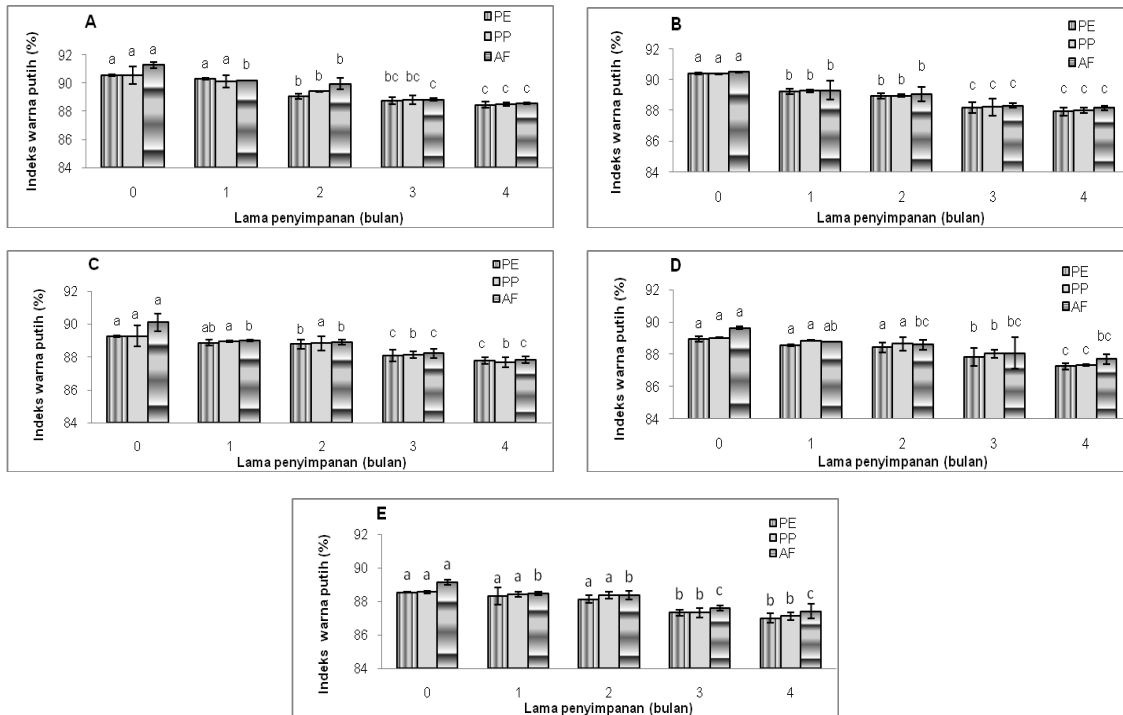
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p > 0,05$ ). Suhu ruang rata-rata  $28,29^\circ\text{C}$  dan kelembaban 77,42%.

Penyimpanan selama 4 bulan menyebabkan tingkat kecerahan warna (L\*) semakin menurun dan terdapat perbedaan yang signifikan ( $p < 0,05$ ). Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu penyimpanan maka akan semakin menurun tingkat kecerahan (L\*). Penurunan tersebut terlihat pada konsentrasi 0, 10, 20, 30, 40 ppm dan juga pada kemasan PE, PP, AF ( $p < 0,05$ ). Jenis kemasan AF menunjukkan hasil tingkat kecerahan

yang lebih baik meskipun dari ketiga jenis kemasan tersebut menunjukkan selisih nilai yang sedikit dan hampir sama. Tingkat kecerahan warna (L\*) setelah penyimpanan selama 4 bulan dari kemasan PE, PP, dan AF terletak pada kisaran  $88,59 \pm 0,22 - 89,45 \pm 0,21\%$ ,  $88,83 \pm 0,13 - 89,62 \pm 0,10\%$ , dan  $89,36 \pm 0,44 - 89,97 \pm 0,01\%$ . Nilai selisih penurunan tingkat kecerahan (L\*) dari konsentrasi 0-40 ppm, yang dikemas dalam kemasan PE berturut-turut adalah 2,08%,

2,22%, 1,27%, 1,60%, 1,58%. Kemasan PP berturut-turut 2,27%, 2,34%, 1,64%, 1,81%, 1,39%. Kemasan AF berturut-turut 2,82%, 2,21%, 2,55%, 2,07%, 1,57%.

Indeks warna putih (*whiteness index*/WI) mocaf yang difortifikasi dengan  $KIO_3$  dalam berbagai konsentrasi disajikan dalam Gambar 2 di bawah ini.



Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ( $p>0,05$ ). Suhu ruang rata-rata 28,29°C dan kelembaban 77,42%.

**Gambar 2.** Indeks Warna Putih (*Whiteness Index*) Mocaf yang Difortifikasi dengan  $KIO_3$  selama Penyimpanan. (A) 0 ppm. (B) 10 ppm. (C) 20 ppm. (D) 30 ppm. (E) 40 ppm.

Lamanya waktu penyimpanan pada mocaf yang difortifikasi dengan  $KIO_3$  menyebabkan penurunan indeks warna putih (*whiteness index*), semakin lama waktu penyimpanannya maka tingkat warna putih juga semakin menurun ( $p<0,05$ ). Penurunan tersebut terjadi pada semua konsentrasi  $KIO_3$  dari 0, 10, 20, 30, 40 ppm dan semua jenis kemasan dari PE, PP, AF ( $p<0,05$ ). Jenis kemasan AF mempunyai indeks warna putih yang lebih baik. Indeks warna putih setelah penyimpanan selama 4 bulan

dari kemasan PE, PP, dan AF terletak pada kisaran nilai antara  $87,02\pm0,29$ – $90,56\pm0,07\%$ ,  $87,12\pm0,21$ – $90,58\pm0,62\%$ , dan  $87,42\pm0,45$ – $91,27\pm0,19\%$ . Nilai selisih penurunan indeks warna putih pada konsentrasi 0–40 ppm yang dikemas dalam kemasan PE berturut-turut adalah 2,10%, 2,47%, 1,5%, 1,67%, 1,54%. Kemasan PP berturut-turut 2,07%, 2,39%, 1,60%, 1,71%, 1,44%. Kemasan AF berturut-turut 2,72%, 2,33%, 2,30%, 1,69%, 1,72%.

Fortifikasi mocaf dengan  $KIO_3$  menghasilkan warna yang tetap terlihat



putih seperti warna awal sebelum dilakukan fortifikasi. Warna tepung mocaf setelah difortifikasi dapat dilihat pada Gambar 3.

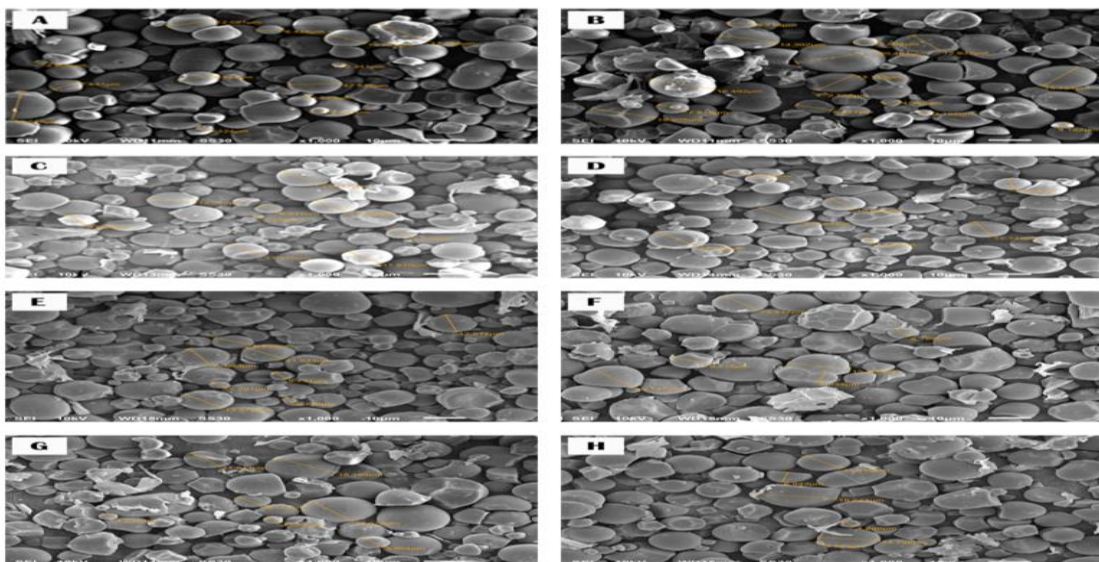


**Gambar 3.** Warna Mocaf yang di Fortifikasi dengan  $KIO_3$ : (A) 0 ppm. (B) 10 ppm.(C) 20 ppm. (D) 30 ppm.(E) 40 ppm.

#### **Granula Mocaf Scanning Electron Microscopy (SEM)**

Berdasarkan hasil foto *scanning electron microscopy* (SEM), granula mocaf

yang difortifikasi dengan  $KIO_3$  setelah disimpan selama 4 bulan dan dikemas dari jenis kemasan plastik PE, PP, dan AF ditampilkan pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Granula Pati Mocaf Dilihat Menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan Perbesaran 1000x dan Ukuran  $10\mu m$ . (A) Konsentrasi 0 ppm, penyimpanan 0 bulan. (B) 40 ppm, 0 bulan. (C) 0 ppm, empat bulan, kemasan PE. (D) 0 ppm, empat bulan, kemasan PP. (E) 0 ppm, empat bulan, kemasan AF. (F) 40 ppm, empat bulan, kemasan PE. (G) 40 ppm, empat bulan, kemasan PP. (H) 40 ppm, empat bulan, kemasan AF.

Pada penyimpanan 0 bulan dengan konsentrasi  $KIO_3$  0 ppm dan 40 ppm mempunyai ukuran granula antara  $1.523-19.326 \mu m$  dan  $2.506-20.464$

$\mu m$ . Pada penyimpanan empat bulan dengan konsentrasi  $KIO_3$  0 ppm yang dikemas dalam kemasan PE, PP, dan AF mempunyai ukuran granula antara  $3.256-$

13.777  $\mu\text{m}$ , 4.565-14.667  $\mu\text{m}$  dan 3.720-13.579  $\mu\text{m}$  sedangkan pada konsentrasi  $\text{KIO}_3$  40 ppm yang dikemas dalam kemasan PE, PP, dan AF mempunyai ukuran granula pati antara 6.768-16.121  $\mu\text{m}$ , 4.534-18.160  $\mu\text{m}$ , 4.280-18.643  $\mu\text{m}$ . Granula pati mempunyai bentuk bulat, oval dan sebagian terpotong.

## PEMBAHASAN

Pati secara umum mengandung amilosa 20-30% dan amilopektin 70-80%.<sup>20</sup> Amilosa merupakan polisakarida yang disusun oleh polimer berantai linier 1,4- $\alpha$ -D-*glucopyranosyl* yang terdiri atas molekul-molekul glukosa yang terikat satu sama lainnya melalui ikatan  $\alpha$ -1,4-glikosidik. Amilosa dari tepung ubi kayu mempunyai kapasitas kemampuan mengikat iodium.<sup>20, 21, 22</sup>

Hasil analisis komposisi gizi yang lebih tinggi ditunjukkan oleh kadar pati dan kadar amilosa. Sedangkan hasil analisis yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian lainnya adalah kadar air, kadar abu, kadar lemak dan kadar protein. Penelitian lainnya menunjukkan kadar pati 57,86% db, kadar amilosa 26,20% db, sedangkan kadar air 12,23% wb, kadar abu 1,46% db, kadar lemak 0,63% db, kadar protein 1,28% db.<sup>23</sup>

Analisis kadar pati dan kadar amilosa setelah fortifikasi dengan  $\text{KIO}_3$  ditemukan hasil yang berbeda yang diduga disebabkan oleh adanya interaksi antara iodium dengan pati. Amilum merupakan rantai yang panjang sehingga bentuknya menjadi heliks, iodium yang terikat pada heliks tersebut merupakan ikatan kompleks.<sup>24</sup>

Hasil penelitian menunjukkan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) yang lebih baik

dibandingkan dengan tepung ubi kayu yang terfermentasi yang dilaporkan dari penelitian lainnya yaitu antara 71,38-72,67%.<sup>25</sup> Nilai tingkat kecerahan ( $L^*$ ) awal sebelum dilakukan penyimpanan mempunyai kemiripan hasil dengan tepung ubi kayu dari penelitian lain yaitu antara 90,9 $\pm$ 0,9-92,9 $\pm$ 0,8.<sup>26</sup> Penelitian ini juga hampir sama dengan penelitian lain yang menunjukkan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) berkisar antara 88,01 $\pm$ 0,21-91,17 $\pm$ 0,10.<sup>27</sup>

Pada penelitian ini, iodium digunakan dalam jumlah yang kecil sehingga diduga indeks warna putih (*whiteness index*) tetap terlihat berwarna putih. Hasil ini juga mirip dengan indeks warna putih pada tepung pati ubi kayu yaitu 90%.<sup>24</sup> Tingkat kecerahan ( $L^*$ ) pada mocaf dipengaruhi oleh fermentasi melalui perendaman sehingga terjadi degradasi pigmen dalam tepung yang menghasilkan tepung menjadi semakin putih.<sup>28</sup>

Selama dilakukan penyimpanan terjadi penurunan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) serta indeks warna putih (*whiteness index*). Perubahan warna pada tepung berupa memudarnya warna putih dapat terjadi karena pencoklatan (*browning*). Komponen yang dapat menyebabkan pencoklatan enzimatis salah satunya dipengaruhi oleh oksigen yang akan bereaksi dengan polifenolase yang ada pada umbi.<sup>29</sup> Penambahan  $\text{KIO}_3$  dengan konsentrasi yang semakin banyak dapat menurunkan tingkat kecerahan dan indeks warna putih, hal ini disebabkan oleh kemampuan amilosa mengikat iodium sehingga terjadi warna kebiruan.<sup>20</sup>

Jenis kemasan dari Aluminium Foil (AF) mempunyai kemampuan yang lebih baik dalam mempertahankan tingkat kecerahan ( $L^*$ ) dan indeks warna

putih (*whiteness index*) hal ini karena AF mempunyai sifat sebagai penghalang yang baik terhadap migrasi dari kelembaban, oksigen, gas, dan cahaya.<sup>30</sup>

Granula pati berbentuk bulat, oval dan sebagian terpotong, bentuk dan ukuran granula ini mirip dengan yang dilaporkan oleh penelitian lain yaitu ukuran dan poros permukaannya menunjukkan sedikit tanda-tanda korosi meskipun bentuk granula tetap utuh.<sup>31</sup> Penelitian lainnya juga melaporkan terdapat perubahan struktur berupa perlubangan pada permukaan granula pati.<sup>32</sup> Pada penyimpanan empat bulan dari berbagai jenis kemasan terlihat granula pati mempunyai ukuran yang lebih besar pada konsentrasi  $\text{KIO}_3$  40 ppm dibandingkan dengan 0 ppm (non fortifikasi).

Kadar asam sianida (HCN) dalam mocaf menunjukkan nilai sebesar 3,89 ppm, batas ambang kadar sianida berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) adalah 40 ppm dengan demikian hasil ini tergolong aman untuk dikonsumsi karena sangat jauh berada dibawah 40 ppm. Hasil penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Kurniati *et al* (2012) yang melaporkan kadar HCN pada mocaf antara 1,8–2,85 ppm,<sup>11</sup> sedangkan hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil penelitian Rasulu *et al* (2012) yang menyatakan kadar HCN pada tepung ubi kayu terfermentasi berkisar antara 8,15–8,25 ppm.<sup>33</sup> Hasil ini juga lebih rendah dari penelitian Ogueke *et al* (2013) yang menunjukkan kadar HCN berkisar antara 4,31–7,87 ppm.<sup>34</sup> Proses pencucian, fermentasi, dan pengeringan dapat menurunkan kadar HCN karena mempunyai sifat yang mudah larut dalam air dan adanya pemecahan sianogenik

glikosida oleh mikroorganisme selama fermentasi berlangsung.<sup>11</sup>

Saat ini program garam beriodium menjadi andalan utama dalam menanggulangi masalah GAKI namun lodisasi garam akan menjadi berkurang dengan adanya pembatasan konsumsi garam, sehingga fortifikasi iodium harus dialihkan ke bahan pangan lain. Hal ini menjadikan mocaf sebagai salah satu bahan pangan yang dapat di gunakan sebagai pembawa fortifikan iodium. Mocaf telah di produksi dan dikemas secara pabrikan yang telah banyak digunakan oleh masyarakat untuk berbagai produk makanan dan telah dijual/tersedia di beberapa toko, usaha kecil menengah (UKM), industri rumah tangga.

Program iodisasi mocaf dapat digunakan sebagai substitusi tepung terigu dalam berbagai produk makanan, atau bahkan sebagai pengganti, mempunyai prospek yang tetap terbuka untuk pengembangan lebih lanjut, terutama pada jenis makanan, pengolahan, dan modifikasi.

## KESIMPULAN

Produk mocaf yang difortifikasi dengan  $\text{KIO}_3$  mempunyai komposisi gizi yang tetap dan mempunyai tingkat kecerahan ( $L^*$ ) serta indeks warna putih (*whiteness index*) yang baik dan tetap putih dari berbagai konsentrasi dan jenis kemasan. Lama waktu penyimpanan menyebabkan terjadinya penurunan pada tingkat kecerahan ( $L^*$ ) dan indeks warna putih (*whiteness index*).

Setelah dilakukan penyimpanan selama empat bulan ukuran granula pati tidak mengalami peningkatan, tetapi terlihat lebih besar pada konsentrasi 40

ppm dibandingkan dengan 0 ppm (non fortifikasi).

Fortifikasi mocaf dengan kadar HCN yang sangat rendah dan jauh dibawah Standar Nasional Indonesia (SNI) aman untuk dikonsumsi.

## SARAN

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang efikasi fortifikasi iodium dengan pembawa mocaf untuk menurunkan kasus defisiensi iodium di daerah endemik.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Kepala dan Staf Balai Penelitian dan Pengembangan Gangguan Akibat Kekurangan Iodium (BP2GAKI) Magelang yang telah membantu dan mendukung terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Lumen A, George NI. Estimation of Iodine Nutrition and Thyroid Function Status in Late Gestation Pregnant Women in The United States Development and Application of a Population Based Pregnancy Model. *Journal Toxicology and Applied Pharmacology*. 2017; 314, 24-38.
- Doggui R, Atia JE. Iodine Deficiency Physiological, Clinical and Epidemiological Features and Pre Analytical Considerations. *Annales d'Endocrinologie*. 2015; 76, 59-66.
- Zimmermann MB, Anderson M. Prevalence of Iodine Deficiency in Europe in 2010. *Annales d'Endocrinologie*. 2011; 72, 164-166.
- Reyes RM, Oyen HV, Vandevijvere S. Optimization of Iodine Intake in Belgium. *Annales d'Endocrinologie*. 2011; 72, 158-161.
- Gaengler S, Andrianou XD, Piciu A, Charisiadis P, Zira C, Aristidou K, Piciu D, Makris KC. Iodine Status and Thyroid Nodules in Females a Comparison of Cyprus and Romania. *Public Health*. 2017; 143, 37-43.
- Li R, Wang Li D, Ping Liu H, Lai Hong C, Yi Song M, Xi Dai Z, et al. Enhancing Iodine Content and Fruit Quality of Pepper (*Capsicum Annuum* L) through Biofortification. *Scientia Horticulturae*. 2017; 214, 165-173.
- World Health Organization. *Assessment of Iodine Deficiency Disorders and Monitoring Their Elimination a Guide for Programme Managers*. Geneva: World Health Organization; 2007.
- Subagio A. *Industrialisasi Pangan Pokok Berbasis Mocaf (Modified Cassava Flour) di Wilayah Jawa Bagian Selatan untuk Meningkatkan Kesejahteraan dan Ketahanan Pangan Nasional*. Asdep Relevansi Program Iptek; 2013
- Hanafie R, Suwanto, Alfiana. Variety and Characteristic of Processed Food Industry Based on Cassava. *Journal Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2016; 9, 258-263.
- Noorjenah, Subagyo EH, Iswadi, Amalia RR, Siagian SH, Poerwaningsih R, et al. *Produksi Tanaman Pangan*. Jakarta: Badan Pusat Statistik; 2014.
- Kurniati LI, Aida N, Gunawan S, Widjaja T. Pembuatan Mocaf (*Modified Cassava Flour*) dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Lactobacillus Plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *Jurnal Teknik Pomits*. 2012; 1(1), 1-6.

12. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. *Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas)*. Laporan Nasional. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI; 2013.
13. Atmarita, Jahari AB, Sudikno, Soekatri M. Asupan Gula, Garam, dan Lemak di Indonesia: Analisis Survei Konsumsi Makanan Individu (SKMI) 2014. *Jurnal Gizi Indonesia*. 2016; 39(1), 1-14.
14. Mottiar Y, Altosaar I. Iodine Sequestration by Amilosa to Combat Iodine Deficiency Disorder. *Food Science & Technology*. 2011; 22, 335-340.
15. AOAC. *Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemist*. Inc Arlington, Virginia; 2005.
16. AOAC. *Official Methods of Analysis Association of Official Analytical Chemist*. Washington DC; 1995.
17. Juliano BO. A simplified assay for milled rice amylose. *Cereal Science*. 1971; 16, 334-338.
18. Hutching JB. *Food Color and Appearance*. Chapman and Hall Food Science Book. Gaithersburg Maryland, Aspen Publishers Inc; 1999.
19. Popov-Raljic JV, JG Lalacic-Petronijevic. Sensory Properties and Color Measurements of Dietary Chocolates with Different Compositions during Storage for up to 360 Days. *Sensors*. 2009; 9, 1996-2016.
20. Jane. *Structural Features of Starch Granules II*. Starch Chemistry and Technology. In: Be Miller J, Whistler R, Editor. Food Science and Technology International Series. Third Edition. Kota: press. 2009.p. 193 - 236.
21. Shannon J C, Garwood DL, Boyer CD. *Genetics and Physiology of Starch Development*. Starch Chemistry and Technology. In: Be Miller J, Whistler R, Editor. Food Science and Technology International Series. Third Edition. Kota: press. 2009.p. 23 - 82.
22. Breuninger W, Piyachomkwan K, Sriroth K. *Tapioca/Cassava Starch Production and Use*. Starch Chemistry and Technology. In: Be Miller J, Whistler R, Editor. Food Science and Technology International Series. Third Edition. Kota: press. 2009.p.541 - 568.
23. Sunarti TC, Michael. Pemanfaatan Beras Pecah dan Penambahan Tepung-Tepungan Lokal untuk Meningkatkan Kualitas Kerupuk Beras. *Jurnal Agroindustri Indonesia*. 2013; 2, 154-161.
24. Saad Moulay. Molecular Iodine/ Polymer Complexes. *J Polym Engg*. 2013; 33(5), 389-443.
25. Rasulu H, Yuwono SS, Kusnadi J. Karakteristik Tepung Ubi Kayu Terfermentasi sebagai Bahan Pembuatan Sagu Kasbi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2012; 1, 1-7.
26. Doporto MC, Dini C, Mugridge A, Vifia SZ, Garcia MA. Physicochemical, Thermal and Sorption Properties of Nutritionally Differentiated Flours and Starches. *Journal of Food Engineering*. 2012; 113, 569-576.
27. Rosales-Soto MU, Gray PM, Fellman JK, Mattinson DS, Unlu G, Huber K, Powers JR. Microbiological and Physico-Chemical Analysis of Fermented Protein Fortified Cassava (*Manihot Esculenta* Crantz) Flour. *Journal LWT- Food Science and Technology*. 2016; 66, 355-360.
28. Amanu FN, Susanto WH. Pembuatan tepung mocaf di Madura (Kajian Varietas dan Lokasi Penanaman)

- Terhadap Mutu dan Rendemen. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2014; 2(3), 161-169.
29. Richana N, Sunarti TC. Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung Umbi dan Tepung Pati dari Umbi Ganyong, Suweg, Ubi Kelapa dan Gembili. *Jurnal Pascapanen*. 2004; 1(1), 29-37.
30. Lamberti M, Escher F. Aluminium Foil as a Food Packaging Material in Comparison with Other Materials. 2007; 407-433. Diunduh dari: <http://dx.doi.org/10.1080/87559120701593830>, tanggal 29 Desember 2016.
31. Zhu F. Composition, Structure, Physico-Chemical Properties, and Modifications of Cassava Starch. *Carbohydrate Polymers*. 2015; 122,456-480.
32. Suhery W, Halim A, Lucida H. Uji Sifat Fisikokimia Mocaf (Modified Cassava Flour) dan Pati Singkong Termodifikasi untuk Formula Tablet. *Jurnal Farmasi Indonesia*. 2013; 6(3), 129-137.
33. Rasulu H, S Sudarminto, Yuwono, Kusnadi J. Karakteristik Tepung Ubi Kayu Terfermentasi sebagai Bahan Pembuatan Sagu Kasbi. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2012; 13(1), 1-7.
34. Ogueke CC, Ehirim C, Owuamanam CI, Ahaotu I, Olawuni IA. Quality Characteristics and HCN in Gari as Affected by Fermentation Variables. *Journal of Life Sciences*. 2013; 2(1), 21-28.