



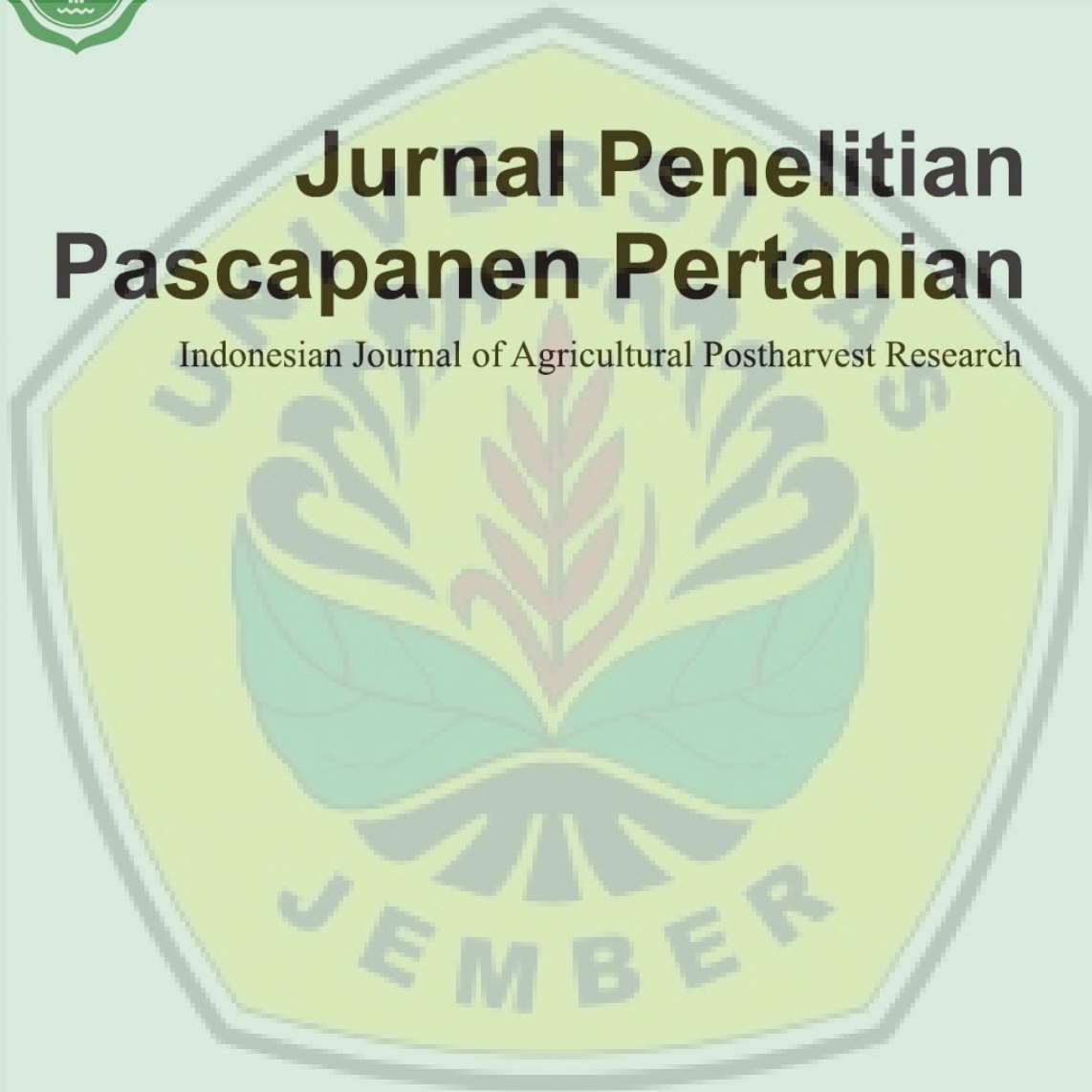
VOL. 15. NO. 1 Juni 2018

ISSN : 0216-1192



Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian

Indonesian Journal of Agricultural Postharvest Research



BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
BALAI BESAR PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PASCAPANEN PERTANIAN
BOGOR, INDONESIA

Terakreditasi (*Accredited*) Nomor : 593/AU3/P2MI-LIPI/03/2015

TABLE OF CONTENTS

Articles

ANALISIS MUTU BERAS DAN PENERAPAN SISTEM JAMINAN MUTU DALAM PROGRAM PENGEMBANGAN USAHA PANGAN MASYARAKAT (Analysis of Rice Quality and Assurance System Implementations in Society Agrifood Bussiness Development Program) Sarastuti Sarastuti, Usman Ahmad, Sutrisno Sutrisno	PDF PDF 63-72
KEBERADAAN Salmonella sp. PADA DAGING AYAM SUWIR BUBUR AYAM YANG DIJUAL DI LINGKAR KAMPUS INSTITUT PERTANIAN BOGOR DRAMAGA BOGOR Engki Zelpina, Trioso Purnawarman, Denny Widaya Lukman	PDF PDF 73-79
SIFAT FUNGSIONAL PATI MOCAF (Modified Cassava Flour) DARI SINGKONG VARIETAS KASPRO DAN CIMANGGU nurud diniyah	PDF PDF 80-90

P-ISSN : 0216-1192

E-ISSN : 2541-4054

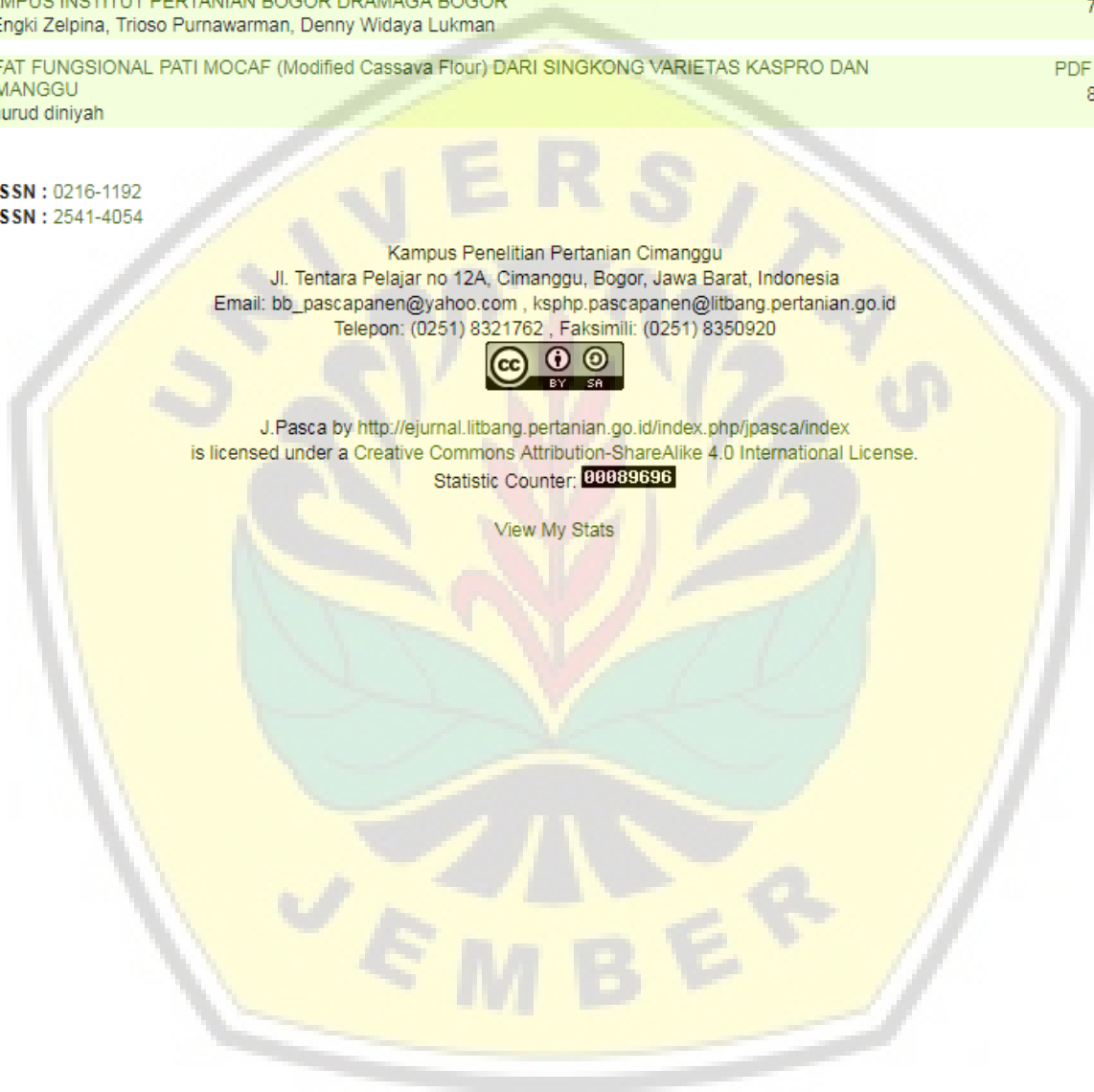
Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu
Jl. Tentara Pelajar no 12A, Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Email: bb_pascapanen@yahoo.com , ksphp.pascapanen@litbang.pertanian.go.id
Telepon: (0251) 8321762 , Faksimili: (0251) 8350920



J.Pasca by <http://ejurnal.litbang.pertanian.go.id/index.php/jpasca/index>
is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

Statistic Counter: **00089696**

[View My Stats](#)



SIFAT FISIKOKIMIA DAN FUNGSIONAL PATI DARI MOCAF (MODIFIED CASSAVA FLOUR) VARIETAS KASPRO DAN CIMANGGU

Nurud Diniyah, Achmad Subagio, Riri Nur Lutfian Sari, Nugraha Yuwana

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegal Boto, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121

Email: nurud.ftp@unej.ac.id

ABSTRAK

Singkong varietas manis (Cimanggu) dan pahit (Kaspro) dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan MOCAF. Ekstraksi pati MOCAF dapat dipengaruhi oleh lama fermentasi dan varietas singkong. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh perbedaan lama fermentasi terhadap sifat fungsional pati dari MOCAF dengan dua varietas singkong Kaspro dan Cimanggu. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan faktor tunggal yaitu lama fermentasi (0, 12, 24 jam) dan varietas sebagai kelompoknya (Cimanggu dan Kaspro) dengan 3 kali ulangan. Parameter yang dianalisis yaitu sifat fisik (densitas kamba dan warna), sifat kimia (kadar protein, lemak, abu dan karbohidrat) serta sifat fungsional pati MOCAF (*swelling power*, *solubilitas*, daya serap air dan daya serap minyak). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi 24 jam dari singkong varietas Kaspro memiliki nilai tertinggi yaitu *bulk density* $0,7505 \pm 0,0158$ (g/mL), *swelling power* $7,4516 \pm 0,1185$ (g/g), *solubility* $1,9294 \pm 0,2456$ (%), *water absorption capacity* (WAC) $12,0000 \pm 1,0000$ (mL/g) dan *oil absorption capacity* (OAC) $17,6667 \pm 0,5774$ (mL/g), *lightness* $89,9433 \pm 0,1079$ dan *whiteness index* $85,9113 \pm 0,0821$ serta kadar protein, lemak, abu dan karbohidrat berturut-turut ($0,6094 \pm 0,04$; $0,3666 \pm 0,12$; $0,1849 \pm 0,03$ dan $86,0125 \pm 0,42$ %). Penggunaan varietas yang berbeda sebagai bahan baku MOCAF, menunjukkan hasil bahwa singkong dengan kadar sianida tinggi juga memiliki pati lebih tinggi (Kaspro), memiliki sifat fungsional (*bulk density*, *swelling power*, *solubility*, WAC, OAC) yang lebih baik sehingga dapat digunakan untuk keperluan dunia industri yang lebih luas.

Kata kunci : waktu fermentasi, MOCAF, pati, sifat fungsional, singkong

ABSTRACT

Nurud Diniyah, Achmad Subagio, Riri Nur Lutfian, Nugraha Yuwana. Functional Properties of Starch MOCAF (Modified Cassava Flour) from Cassava Variety Kaspro and Cimanggu.

Cassava from sweet (Cimanggu) and bitter (Kaspro) varieties can be used as raw material to produced MOCAF. MOCAF's starch extraction can be influenced by time of fermentation and variety of cassava. The aim of this research is to determine the effect of time fermentation on the functional properties of MOCAF starch which made from two varieties of cassava (Kaspro and Cimanggu). Randomized Block Design (RAK) with the single factor, time of fermentation (0, 12, 24 hours) and varieties as its group (Cimanggu and Kaspro) with triplicate was used in this research. The physical properties (bulk density, colour), chemical properties (protein, fat, ash and carbohydrate) and functional properties of MOCAF starch (*swelling power*, *solubility*, *water absorption capacity* and *oil absorption capacity*) were evaluated. The result showed that Kaspro variety and time of fermentation 24 hour had the highest value of bulk density $0,7505 \pm 0,0158$ (g/mL), swelling power $7,4516 \pm 0,1185$ (g/g), solubility $1,9294 \pm 0,2456$ (%), WAC $12,0000 \pm 1,0000$ (mL/g) dan OAC $17,6667 \pm 0,5774$ (mL/g), lightness $89,9433 \pm 0,1079$, whiteness index $85,9113 \pm 0,0821$, protein, fat, ash and carbohydrate content respectively $0,6094 \pm 0,04$; $0,3666 \pm 0,12$; $0,1849 \pm 0,03$ and $86,0125 \pm 0,42$ %. The varieties of cassava with highest cyanide content (Kaspro) also highest in starch content shows that has better functional properties (bulk density, swelling power, solubility, WAC, OAC) so it can be used to widely application for industrial.

Keywords: cassava, time of fermentation, MOCAF, starch, functional properties, cassava

Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro dan Cimanggu (Nurudiniyah *et al*)

PENDAHULUAN

Akar dan batang adalah sumber karbohidrat yang penting digunakan sebagai sumber energi dan bahan makanan terutama untuk aplikasi dunia industri¹. Singkong (*Manihot esculenta Crantz*) merupakan tanaman akar dan makanan pokok yang penting di Indonesia dan berkontribusi terhadap ketahanan pangan. Kebanyakan orang di daerah tropis menggunakan umbi sebagai sumber karbohidrat². Penggunaan pati pada sumber bahan pangan umumnya sebagai perekat, pengisi, stabilisasi, pengeras, dan pengental yang diambil dari kandungan amilosa-amilopektinnya dengan rasio sekitar 15 – 25% amilosa dan 75 – 85% amilopektin³. Granula pati umumnya tidak larut dalam air dingin tetapi membengkak secara reversibel sampai batas tertentu melalui ikatan hidrogen⁴. Pati singkong dapat digunakan sebagai bahan baku untuk berbagai macam industri seperti untuk pangan dan non pangan. Fungsi tersebut dapat dimanfaatkan secara langsung oleh masyarakat melalui produk pati alami dan pati yang telah dimodifikasi.

Pati yang belum termodifikasi masih sangat terbatas kegunaannya dalam bidang pangan karena karakteristik fisik maupun kimia dari pati yang dimodifikasi jauh lebih baik⁵. Salah satu pati modifikasi yang saat ini sedang komersial di pasaran ialah MOCAF (*Modified Cassava Flour*). MOCAF merupakan tepung termodifikasi yang pembuatannya berasal dari singkong yang difermentasi menggunakan bakteri asam laktat untuk menghasilkan karakteristik fisik dan kimia yang lebih baik dari tepung alami⁶. Studi mengenai pati dan tepung dari berbagai sumber pangan telah dilakukan^{7, 8, 9, 10, 11, 12}.

Ada dua jenis singkong yang digunakan sebagai bahan baku MOCAF yaitu singkong pahit dan manis. Perbedaan kedua jenis singkong ini ada pada sianogenik glikosida yang terkandung di dalam umbi dengan kadar <50 mg kg⁻¹ untuk singkong manis dan >100 mg kg⁻¹ untuk singkong pahit¹³. Pemilihan singkong manis lebih baik untuk olahan pangan karena sianidanya rendah namun dari segi kandungan pati yang dimiliki, singkong pahit lebih unggul dibanding singkong manis¹⁴. Selain dari segi jenis singkong, perlakuan lama fermentasi juga dapat menjadi poin acuan dalam proses produksi MOCAF. Berdasarkan standar pembuatan MOCAF¹⁵, lama fermentasinya sekitar 12-72 jam sehingga masih belum diketahui lama waktu yang spesifik untuk menghasilkan MOCAF dengan karakteristik fungsional pati (*bulk density, swelling power, solubility, daya serap minyak dan air*) yang tepat untuk produk pangan tertentu.

Pada penelitian ini dilakukan fermentasi dengan variasi lama waktu fermentasi 0, 12 dan 24 jam.

Selain itu juga dilakukan pemilihan dua jenis singkong berdasarkan jenis pahit dan manisnya dengan singkong kaspro (varietas pahit) serta singkong cimanggu (varietas manis). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama perendaman dan varietas singkong terhadap sifat fisikokimia dan fungsional pati MOCAF.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan berupa singkong dengan varietas Cimanggu dan Kaspro (8 bulan) yang didapatkan dari petani Kec. Gumukmas, Kab. Jember. Bahan analisis berupa aquades dan minyak nabati. Peralatan yang digunakan meliputi neraca analitik (Precisa, ES 2200 C), *waterbath* (GFL 1083), *centrifuge* (HERMLE Z 206 A), *chromameter* (CR-400/410; Konica Minolta Sensing Inc., Osaka, Japan), pisau, *chip slicer*, bak plastik, loyang, ayakan 100 mesh dan 200 mesh, *blender*, alat gelas, tabung sentrifuse, dan cawan porselen.

Metode Penelitian

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan faktor tunggal, lama fermentasi (0, 12 dan 24 jam) dan varietas singkong sebagai kelompok yaitu Kaspo dan Cimanggu sehingga didapatkan enam perlakuan (Tabel 1). Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali dan dilakukan pengujian duplo pada setiap sampel. Hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan apabila hasilnya berbeda nyata akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) dengan taraf signifikansi 5%. Hasil data disajikan dalam bentuk tabel dan histogram kemudian diinterpretasikan sesuai pengamatan sampel.

Pembuatan Starter

Prosedur pembuatan starter MOCAF diawali dengan menimbang bahan berupa gula, dan starter MOCAF. Bahan tersebut kemudian dilarutkan dalam aquades dan dituang ke dalam botol gelap. Campuran starter kemudian didiamkan selama 24 jam dan setelah itu digunakan untuk fermentasi¹⁵.

Proses Pembuatan MOCAF

Tahap selanjutnya yaitu proses pembuatan MOCAF yang diawali dengan mensortasi bahan baku kemudian dikupas bersih dan dicuci dengan air mengalir. Singkong yang sudah bersih dari lendir maupun pengotor lainnya

Tabel 1. Lama Fermentasi dan Varietas Singkong Pati MOCAF

Table 1. Time of fermentation and variety of cassava starch from MOCAF

Kode/ Code	Keterangan/ Description
CF0	Pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu, lama fermentasi 0 jam/ starch MOCAF from Cimanggu variety, 0 hour time of fermentation
CF1	Pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu, lama fermentasi 12 jam/ starch MOCAF from Cimanggu variety, 12 hour time of fermentation
CF2	Pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu, lama fermentasi 24 jam/ starch MOCAF from Cimanggu variety, 24 hour time of fermentation
KF0	Pati MOCAF dari singkong varietas Kaspro, lama fermentasi 0 jam/ starch MOCAF from Kaspro variety, 0 hour time of fermentation
KF1	Pati MOCAF dari singkong varietas Kaspro, lama fermentasi 12 jam/ starch MOCAF from Kaspro variety, 12 hour time of fermentation
KF2	Pati MOCAF dari singkong varietas Kaspro, lama fermentasi 24 jam/ starch MOCAF from Kaspro variety, 24 hour time of fermentation

lalu dipotong menggunakan *chip slicer* dengan ukuran ketebalan sekitar 1-1,5 mm. Setelah itu singkong ditimbang dan dimasukkan dalam bak fermentasi yang sudah berisi larutan asam sitrat. Proses perendaman berlangsung selama 10 menit dan dilanjutkan dengan proses fermentasi menggunakan starter MOCAF (yang sudah dibuat sebelumnya) dengan lama fermentasi 0, 12 dan 24 jam. *Chip* yang sudah selesai difermentasi kemudian direndam dalam bak berisi garam untuk menghentikan proses fermentasi. Perendaman ini berlangsung selama 10 menit yang dilanjutkan dengan proses pengeringan menggunakan matahari (*sun drying*) selama 5 jam dalam rentang waktu 3-4 hari. Hasil *chip* kering kemudian digiling menggunakan blender selama 20 detik sebanyak 3 kali dengan kecepatan pada level 2 dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh¹⁵.

Ekstraksi Pati MOCAF

Proses ekstraksi pati diawali dengan menimbang MOCAF dan dihomogenisasi terlebih dahulu menggunakan blender selama 10 detik kemudian dicampurkan dalam aquades. Hasil campuran kemudian disaring menggunakan kain saring dan ayakan 200 mesh. Cairan yang diperoleh selanjutnya disentrifugasi selama 5 menit dan diambil endapannya. Endapan tersebut dikeringkan selama 24 jam pada oven dengan suhu sekitar 40-50°C. Pati yang diperoleh kemudian dikemas untuk selanjutnya dilakukan analisis.

Analisa

Sampel pati MOCAF dianalisis sifat fungsionalnya dengan parameter berupa kadar protein, minyak, abu dan karbohidrat²⁵, densitas kamba¹⁶, *swelling power*¹⁷, solubility¹⁸, daya serap air dan minyak¹⁹, warna²⁰.

Densitas Kamba

Penimbangan gelas ukur 10 ml, diisi dengan sampel pati MOCAF sampai pada batas garis 10 ml. Setelah itu bagian bawah dari gelas diketuk-ketuk sebanyak ± 30 kali atau sampai tidak ada ruang tersisa saat sampel dimasukkan dalam gelas ukur hingga batas 10 ml. Nilai bulk density dihitung berdasarkan berat sampel yang terkumpul per 10 ml volume gelas ukur (g/ml).

Swelling power

Sampel yang dibutuhkan sekitar 1 gram kemudian ditambahkan 10 ml aquades dan diaduk menggunakan stirrer selama 1 menit. Hasil larutan kemudian didiamkan selama 1 jam dan dilanjutkan dengan proses pemanasan pada suhu 65°C selama 30 menit. Hasil endapan yang diperoleh selanjutnya ditimbang sebagai kenaikan massa selama proses *swelling*. Nilai *swelling power* diambil dari hasil berat sampel setelah pemanasan per berat sampel kering (g/g).

Solubility (kelarutan)

Sampel sebanyak 1 gram dimasukkan dalam botol sentrifuse dan dicampur dengan 10 ml aquades. Campuran kemudian diaduk selama satu menit dan didiamkan selama 1 jam sebelum disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 15 menit. Hasil supernatan dipisahkan dari endapan. Endapan dimasukkan dalam cawan petri dan dipanaskan pada oven suhu 100-105°C selama 1 jam atau sampai tersisa serbuk padatan pati, ditimbang dan dikeringkan lagi. Nilai kelarutan dihitung berdasarkan berat pati kering dalam cawan per berat sampel awal dan disajikan dalam bentuk persentase (%).

Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro dan Cimanggu (Nurudiniyah *et al*)

Daya Serap Air/ *Water Absorption Capacity* (WAC)

Sebanyak 10 ml aquades ditambahkan dalam 1 gram (*dry basis*) pati MOCAF. Suspensi kemudian diaduk selama 5 min dan dipindahkan dalam tabung sentrifuse kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit pada suhu 25°C. Supernatan yang diperoleh diukur menggunakan gelas ukur 10 ml. Nilai daya serap air dihitung berdasarkan air yang diserap oleh bahan setelah sentrifugasi per volume air awal yang ditambahkan. Hasilnya dinyatakan sebagai persentase air diserap oleh pati dalam g/mL.

Daya Serap Minyak/*Oil Absorption Capacity* (OAC)

Minyak nabati dengan kerapatan 0,92 g/mL dicampurkan pada pati (1,0 g pati dalam 10 mL minyak) dan diaduk selama 5 menit. Suspensi kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3.500 rpm selama 30 menit. Minyak dipisahkan sebagai supernatan diukur dengan menggunakan gelas ukur 10 ml. Nilai daya serap minyak dihitung berdasarkan banyaknya minyak yang diserap oleh sampel per volume minyak awal yang digunakan. Persentase daya serap minyak dinyatakan sebagai g/mL minyak yang terserap dalam pati.

Warna

Pengukuran warna menggunakan alat *Chromameter* (CR-400/410, Konica Minolta Sensing Inc., Osaka Japan) berdasarkan²¹. Alat dikalibrasi menggunakan porselin putih. Pengukuran di lima titik tiap perlakuan dihitung. Indeks warna putih (WI) didefinisikan sebagai total *whiteness* dari produk makanan dan mengindikasikan derajat perubahan warna atau penurunan pada beberapa produk selama penyimpanan^{22, 23}. *Whiteness* merupakan salah satu atribut utama pengguna terakhir dari tepung/pati yang diinginkan baik untuk rumah tangga maupun industri dan sering digunakan untuk mengekspresikan mutu tepung/pati²⁴. *Whiteness* didasarkan pada skala 0-100 dengan nilai tertinggi diskripsikan sebagai kecerahan²². *Whiteness Index* (WI) pati MOCAF dapat dihitung menggunakan persamaan²⁰.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas Kamba

Densitas kamba didefinisikan sebagai perbandingan antara berat bahan pangan terhadap volume bahan tersebut dalam suatu ruang²⁵. Hasil analisis densitas kamba sampel pati MOCAF ditunjukkan pada Tabel 2. Nilai densitas kamba pati MOCAF yaitu berkisar antara 0,72-0,81 (g/mL). Lama fermentasi berpengaruh secara signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap densitas kamba pati

MOCAF dari kedua varietas singkong Cimanggu dan Kaspro. Nilai densitas kamba antara pati MOCAF yang difermentasi 12 dan 24 jam berbeda secara signifikan dengan pati MOCAF yang tidak difermentasi (0 jam). Pati MOCAF pada lama fermentasi 12 jam memiliki nilai densitas berbeda secara signifikan dengan pati MOCAF yang difermentasi selama 24 jam baik pada singkong Kaspro maupun Cimanggu (Tabel 2). Nilai densitas kamba menurun seiring dengan lama fermentasi. Hal ini dikarenakan selama proses fermentasi pada MOCAF, bakteri akan menghasilkan enzim selulolitik dan amilolitik yang memecah granula pati dan menyebabkan liberasi granula pati¹⁵ sehingga ukuran sel nya menjadi lebih kecil. Selain itu, densitas kamba juga dipengaruhi oleh kadar air yang ada pada bahan²⁵.

Proses fermentasi yang mengakibatkan pecahnya granula pati, membuat air yang ada di dalam granula keluar. Kemudian saat dilakukan proses pengeringan, air tersebut akan menguap dan membuat massa bahan menjadi lebih ringan. Nilai densitas yang lebih rendah pada sampel Cimanggu disebabkan karena kandungan pati yang ada di dalam bahan. Semakin tinggi kadar HCN yang ada pada singkong maka kadar pati yang ada didalamnya juga tinggi²⁵ sehingga kadar pati yang rendah akan membuat densitas pati lebih rendah akibat pecahnya granula saat fermentasi. Nilai densitas kamba pati singkong (berbagai varietas) berkisar 0,28-0,81 (g/mL)¹¹ dan pada produk gari berbagai varietas singkong yaitu berkisar 0,55±0,10-0,82±0,21 (g/cm³)²⁶ 0,51-0,627 (g/cm³)²⁷. Selain itu juga, nilai dari densitas kamba dipengaruhi oleh ukuran partikel dan densitas dari sampel¹². Densitas kamba yang tinggi dapat meningkatkan dispersi yang penting pada saat pembentukan tepung dalam air panas untuk menghasilkan adonan²⁶. Pada penelitian ini densitas kamba yang direkomendasikan adalah pada perlakuan jenis singkong Kaspro dengan lama fermentasi 12 jam.

Swelling Power

Swelling power merupakan kekuatan pati untuk mengembang saat dipanaskan. Hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti perbandingan amilosa-amilopektin, panjang rantai dan densitas kamba²⁸. Hasil analisis *swelling power* pati MOCAF berkisar antara 4,15-7,45. Tabel 2 menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p \leq 0,05$) antara sampel yang difermentasi selama 12 dan 24 jam dengan sampel yang tidak difermentasi (0 jam). Hal ini disebabkan karena liberasi sel yang terjadi saat fermentasi membuat amilosa dan amilopektin keluar sehingga bagian yang dapat mengikat air akan bertambah dan saling mengikat saat terjadi gelatinisasi¹⁵. Selain itu densitas kamba yang rendah

Tabel 2. Densitas kamba, *Swelling Power*, *Solubility*, Daya Serap Air dan Daya Serap Minyak Pati MOCAF dari Dua Varietas Singkong dengan Lama Fermentasi yang Berbeda

Table 2. Bulk density, swelling power, solubility, water absorption and oil absorption capacities of MOCAF starch on two varieties of cassava with different time fermentation

Sampel/ Sample	Densitas Kamba (g/mL)/ Bulk density (g/mL)	Daya Kembang (g/g)/ Swelling power (g/g)	Kelarutan/ Solubility (%)
CF0 (cimanggu, fermentasi 0 jam)/ CF0 (cimanggu, 0 hour time of fermentation)	0,79d±0,0232	4,15a±0,0947	1,32abcd±0,1986
CF1 (cimanggu, fermentasi 12 jam)/ CF1 (cimanggu, 12 hour time of fermentation)	0,75ab±0,0219	4,83b±0,3168	1,26ab±0,4258
CF2 (cimanggu, fermentasi 24 jam)/ CF2 (cimanggu, 24 hour time of fermentation)	0,72a±0,0236	4,91bc±0,1339	1,73e±0,0649
KF0 (kaspro, fermentasi 0 jam)/ KF0 (kaspro, 0 hour time of fermentation)	0,81d±0,0247	5,89d±0,0750	1,31abc±0,3905
KF1 (kaspro, fermentasi 12 jam)/ KF1 (kaspro, 12 hour time of fermentation)	0,75bcd±0,0190	7,36e±0,1763	1,15a±0,1843
KF2 (kaspro, fermentasi 24 jam)/ KF2 (kaspro, 24 hour time of fermentation)	0,75bc±0,0158	7,45e±0,1185	1,93e±0,2456

juga berkorelasi positif dengan tingginya nilai *swelling power* (Tabel 2). Struktur pati yang porous akibat fermentasi akan menurunkan nilai densitas kamba dan saat dipanaskan dengan air, bagian porous tersebut akan mengikat air lebih banyak dan patinya akan lebih mudah mengembang²⁹.

Tren data pada Tabel 2, varietas Kaspro memiliki *swelling power* yang lebih tinggi dibandingkan sampel Cimanggu. Hal ini dikarenakan kandungan pati yang berbeda pada kedua sampel tersebut²⁵. Sampel dengan kandungan pati lebih tinggi akan cenderung memiliki nilai *swelling power* yang tinggi karena bahan yang mengikat air saat pemanasan adalah amilosa dan amilopektin. Keutuhan amilopektin berperan penting pada *swelling power* dan didalam struktur granula³⁰. Didukung dari data sifat kimia bahwa kandungan pati MOCAF dari singkong varietas Kaspro lebih tinggi (88,78±0,70-94,22±0,80%), sedangkan kandungan pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu adalah 87,59±3,08-88,14±0,7%. Kapasitas pembengkakan merupakan atribut yang sangat penting karena menunjukkan tingkat gelatinisasi pati²⁷ dan merupakan sifat yang bervariasi sesuai dengan asal tumbuhan pati dan dianggap sebagai kriteria utama kualitas pati untuk membuat adonan²⁸. Nilai *swelling index* produk gari dari singkong berkisar 3,00-5,0031, 3,00-3,2027. Urgensi

tingginya nilai *swelling power* pati dari penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai alternatif sumber pati yang memiliki kemampuan untuk mengembang tinggi sehingga lebih mudah penggunaannya, waktu yang dibutuhkan untuk mengembang relatif cepat sehingga biaya proses pemasakan lebih murah.

Kelarutan

Hasil analisis kelarutan ditunjukkan pada Tabel 2. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kelarutan pati MOCAF pada air. Nilai kelarutan (*solubility*) pada pati MOCAF berkisar 1,15-1,93 (%), berbeda secara signifikan ($p \leq 0,05$). Adanya fermentasi berpengaruh terhadap daya larut air pati mocaf. Ditinjau berdasarkan tren data yang dihasilkan, nilai kelarutan pati MOCAF cenderung meningkat dengan semakin lama waktu fermentasi. Liberasi sel yang terjadi selama fermentasi akan memotong ikatan pada pati sehingga struktur nya menjadi lebih sederhana dan sebagian juga berubah menjadi struktur dasarnya yaitu glukosa sehingga sifatnya menjadi larut air¹⁸. Selain itu, modifikasi meningkatkan kelarutan pati¹¹. Adanya perbedaan kelarutan dan daya kembang menunjukkan perbedaan struktur dan kelarutan pati dan juga dapat dihubungkan dengan perbedaan panjang rantai/ distribusi pada pati³². Kelarutan tepung singkong berbagai varietas berkisar

Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro dan Cimanggu (Nurudiniyah *et al*)

10,98±3,26-20,77±0,58 (%)³³.

Daya Serap Air/ *Water Absorption Capacity (WAC)*

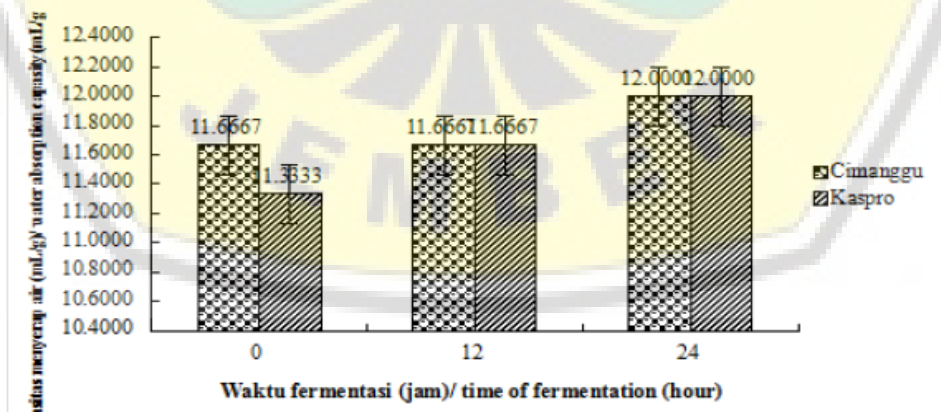
Daya serap air merupakan kemampuan bahan pangan dalam menyerap dan menahan air didalam molekul bahan tersebut. Rerata daya serap air pati MOCAF berkisar antara 11,33±0,5774 - 12,00±1,0000 (mL/g). Hasil uji sidik ragam pada kedua sampel pati MOCAF ditunjukkan pada Gambar 1. Keseluruhan sampel pada Gambar 1 tersebut menunjukkan nilai yang berbeda secara signifikan ($p \leq 0,05$) yang menandakan bahwa adanya fermentasi berpengaruh nyata terhadap kemampuan mengikat air dari pati MOCAF. Ditinjau dari tren data yang dihasilkan, daya serap air dari pati MOCAF cenderung meningkat dengan semakin lama waktu fermentasi.

Pemecahan granula pati yang terjadi selama fermentasi akan merubah struktur pati yang semula kristalin menjadi amorf dan porous sehingga dengan semakin lama fermentasi maka perubahan yang terjadi akan semakin banyak. Hal ini menyebabkan kemampuan pati dalam mengikat air semakin meningkat karena air yang masuk pada bahan akan terperangkap pada bagian porous³¹. Senada dengan^{34,35,36} semakin meningkatnya waktu fermentasi juga meningkatkan nilai WAC dari tepung biji kelor, tepung kedelai, tepung sukun afrika. Peningkatan WAC pada produk tepung tersebut terjadi karena modifikasi makromolekul selama fermentasi. Dimana, modifikasi ini memperlihatkan domain hidrofilik dari makromolekul yang memiliki afinitas tinggi untuk air. Produk confectionaries dan bahan makanan seperti pengental membutuhkan pati dengan WAC yang lebih

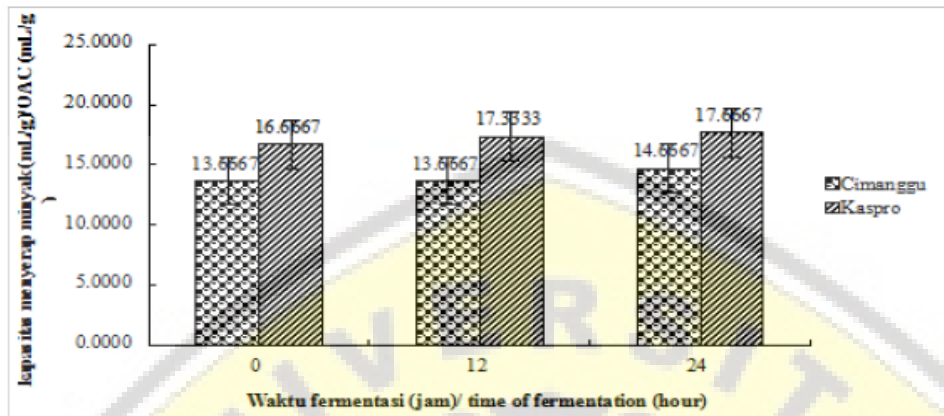
tinggi³⁷. WAC dari gari dengan berbagai perlakuan yaitu berkisar 5,10-6,5331. Selain itu, kemampuan ini (WAC) berhubungan juga dengan sifat fungsional protein yang ada di dalam bahan³⁰. Semakin tinggi kadar protein pati MOCAF (Tabel 3) menunjukkan nilai WAC yang semakin tinggi juga, artinya kemampuan dalam menyerap air dari pati MOCAF semakin tinggi dan ini dapat diaplikasikan sebagai bahan pengikat dalam pembuatan sosis.

Daya Serap Minyak/ *Oil Absorption Capacity (OAC)*

Daya serap minyak merupakan kemampuan pati secara fisik untuk menyerap dan mempertahankan minyak dengan daya tarik kapiler yang masuk ke dalam bahan tersebut dan ini sangat penting, sebagaimana minyak bertindak sebagai pemertahan flavor dan juga meningkatkan mouth feel dalam makanan³⁸. Nilai rerata OAC pati MOCAF dua varietas singkong berkisar antara 13,67±0,5774 - 17,67±0,5774 (mL/g). Hasil uji sidik ragam yang disajikan pada Gambar 2. menunjukkan bahwa keseluruhan sampel berbeda secara signifikan ($p \leq 0,05$). Hal ini menandakan bahwa adanya fermentasi pada MOCAF berpengaruh nyata terhadap daya serap minyak dari pati MOCAF. Tren data yang dihasilkan, daya serap minyak pati MOCAF cenderung meningkat dengan semakin lama waktu fermentasi. Penyebab dari hal ini sama dengan kemampuan menyerap air pada pati, yaitu karena liberasi granula yang mampu merubah struktur dari pati sehingga karakteristiknya juga berubah³⁹. Pecahnya granula pati akan membuat struktur yang bersifat hidrofobik pada granula, yang semula ada di bagian dalam menjadi terbuka keluar. Hal ini menyebabkan pati memiliki kemampuan



Gambar 1. WAC pati MOCAF dengan perlakuan lama fermentasi dari singkong varietas cimanggu dan kaspro
 Figure 1. WAC of starch MOCAF with time of fermentation treatment from cimanggu and kaspro cassava's varieties

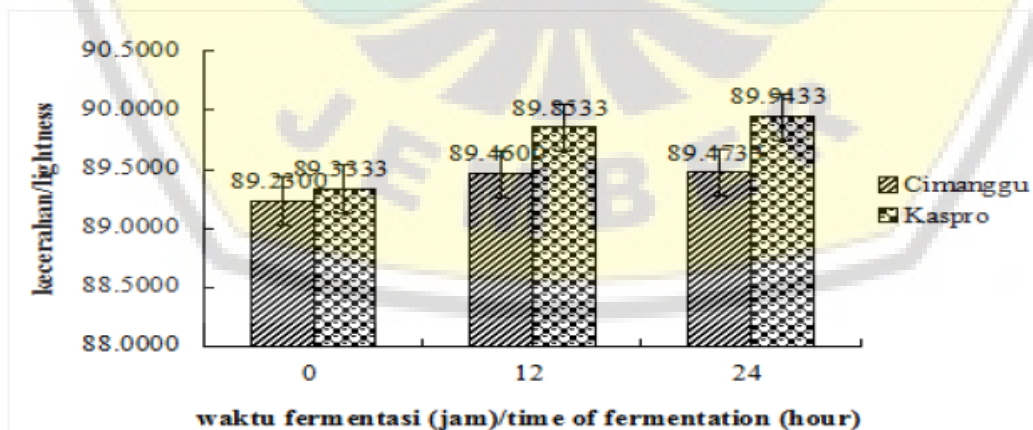


Gambar 2. OAC pati MOCAF dengan perlakuan lama fermentasi dari singkong varietas cimanggu dan kaspro
 Figure 2. OAC of starch MOCAF with time of fermentation treatment from cimanggu and kaspro cassava's varieties

mengikat minyak. Semakin lama waktu fermentasi maka perubahan yang terjadi pada granula akan semakin besar dan kemampuannya semakin meningkat. Selain itu, daya serap minyak juga dipengaruhi oleh adanya protein pada singkong. Peningkatan kadar protein pati MOCAF (Tabel 3) menyebabkan nilai OAC juga semakin tinggi. Kadar protein yang minim menyebabkan daya serap minyaknya tidak sebaik bahan pangan dengan kadar protein tinggi¹⁵. Produk seperti adonan/lapisan untuk gorengan dan mayones membutuhkan pati dengan OAC yang sesuai⁴⁰.

Warna

Warna merupakan atribut dari dua varietas singkong dengan perlakuan lama fermentasi sebagai nilai kecerahan/lightness (L^*). Sedangkan derajat putih/whiteness index (WI) dari pati merupakan atribut utama yang penting bagi pengguna baik rumah tangga maupun industri yang digunakan untuk mengekspresikan kualitas dari pati⁴¹. Gambar 3 dan 4 menunjukkan nilai kecerahan dan derajat putih dari pati MOCAF varietas Cimanggu dan Kaspro pada perlakuan lama fermentasi. Rerata nilai kecerahan pati MOCAF berkisar $89,23 \pm 0,0889$ - $89,94 \pm 0,1079$. Adanya perlakuan lama fermentasi menunjukkan



Gambar 3. Kecerahan (L^*) pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu dan Kaspro dengan perlakuan lama fermentasi
 Figure 3. Lightness (L^*) of MOCAF's starch with time of fermentation treatment from cimanggu and kaspro cassava's varieties

Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro dan Cimanggu (Nurudiniyah *et al*)

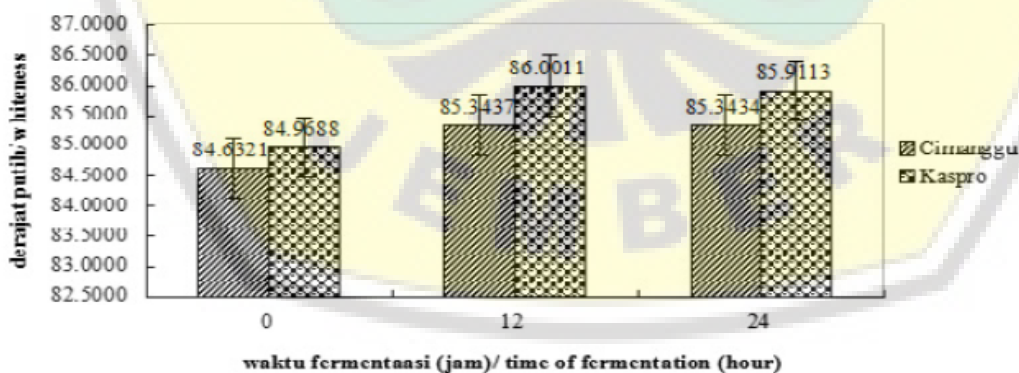
berbeda secara nyata ($p \leq 0,05$) terhadap nilai kecerahan pati MOCAF varietas Cimanggu dan Kaspro. Nilai kecerahan tepung singkong berbagai varietas yaitu $87,7 \pm 0,60 - 90,2 \pm 0,73$ berbeda secara signifikan juga⁴². Demikian juga dikuatkan oleh⁴³, bahwa parameter warna (L^*) dari dua proses tradisional pada tepung singkong Burundian berbeda dengan perlakuan lama fermentasi yaitu 97-74. Fermentasi seperti juga metode proses yang lain (pengeringan) dapat mempengaruhi atribut warna dari tepung singkong⁴⁴. Semakin lama waktu fermentasi menunjukkan nilai kecerahan pati MOCAF semakin besar yaitu pati MOCAF dengan fermentasi 24 jam lebih cerah dibandingkan tanpa fermentasi (0 jam).

Derajat putih/*whiteness index* (WI) dari dua varietas singkong pati MOCAF adalah berkisar $84,63 \pm 0,1227 - 86,00 \pm 0,2921$. Adanya perlakuan lama fermentasi menunjukkan berbeda secara nyata ($p \leq 0,05$) terhadap derajat putih pati MOCAF varietas Cimanggu dan Kaspro. Semakin lama waktu fermentasi menunjukkan nilai derajat putih yang semakin tinggi (semakin putih). Nilai derajat putih tertinggi adalah pada perlakuan lama fermentasi 12 jam baik pada varietas Cimanggu maupun Kaspro yaitu 85,34 dan 86,00 secara berturut-turut. Tetapi adanya perbedaan varietas singkong sebagai bahan baku pati MOCAF tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Adanya fermentasi memperbaiki derajat putih dari pati MOCAF yang ditandai dengan semakin meningkatnya nilai tersebut. Dilaporkan^{44,45} bahwa

fermentasi alami dapat meningkatkan derajat putih dari tepung beras. Warna *yeast* dan konsentrat protein dedak beras pada fermentasi alami secara signifikan lebih cerah daripada sampel tanpa fermentasi. Adanya proses fermentasi oleh *yeast* secara signifikan menurunkan tingkat kegelapan (*darkness*) dari tepung beras⁴⁶.

Proksimat

Hasil komposisi kimia pati dari MOCAF dengan perlakuan lama fermentasi pada varietas singkong Cimanggu dan Kaspro ditunjukkan pada Tabel 3. Komposisi kimia yang dilakukan meliputi kadar karbohidrat, lemak, protein dan abu. Sedangkan kadar air nya yaitu berkisar 13,3 - 13,8% dengan rendemen pati nya sebesar 38 - 59%⁴⁷. Rerata kadar abu dari $0,19 \pm 0,03$ hingga $0,34 \pm 0,03$ (%), kadar protein $0,52 \pm 0,00$ hingga $0,61 \pm 0,04$ (%), kadar lemak $0,00 \pm 0,09$ (%) hingga $0,37 \pm 0,12$ (%), dan kadar karbohidrat *by difference* $86,01 \pm 0,42$ hingga $87,23 \pm 0,64$ (%). Kadar air dari pati MOCAF ini masih dalam batasan umum produk kering untuk mendapatkan umur simpan yang diinginkan (aman). Perlakuan varietas dan lama fermentasi memberikan pengaruh nyata ($p \leq 0,05$) terhadap komposisi kimia pati MOCAF. Perbedaan atribut ini dimungkinkan karena faktor genetik. Komposisi kimia berbanding dengan pati beras dan jagung³⁸. Varietas dari singkong mempengaruhi sifat fisikokimia umbi singkong⁴⁸.



Gambar 4. Derajat putih (WI) pati MOCAF dari singkong varietas Cimanggu dan Kaspro dengan perlakuan lama fermentasi

Figure 4. Whiteness index (WI) of MOCAF's starch with time of fermentation treatment from cimanggu and kaspro cassava's varieties

Tabel 3. Komposisi Kimia Pati MOCAP dari Dua Varietas Singkong dengan Lama Fermentasi yang Berbeda
 Table 3. Chemical composition of MOCAP starch on two varieties of cassava with different time fermentation

Sampel/ Sample	Kadar karbohidrat (%)/ Carbohydrate content (%)	Kadar lemak (%)/ Fat content (%)	Kadar protein (%)/ Protein content (%)	Kadar abu (%)/ Ash content (%)
CF0 (cimanggu, fermentasi 0 jam)/ CF0 (cimanggu, 0 hour time of fermentation)	87,21b±0,222	0,00a±0,09	0,52ab±0,00	0,24cd±0,01
CF1 (cimanggu, fermentasi 12 jam)/ CF1 (cimanggu, 12 hour time of fermentation)	87,19b±0,03	0,15b±0,32	0,57cd±0,00	0,24c±0,03
CF2 (cimanggu, fermentasi 24 jam)/ CF2 (cimanggu, 24 hour time of fermentation)	87,23b±0,64	0,19c±0,13	0,60d±0,03	0,21b±0,01
KF0 (kaspro, fermentasi 0 jam)/ KF0 (kaspro, 0 hour time of fermentation)	87,06b±0,59	0,00a±0,08	0,52a±0,00	0,34e±0,03
KF1 (kaspro, fermentasi 12 jam)/ KF1 (kaspro, 12 hour time of fermentation)	86,90b±0,59	0,30d±0,12	0,57c±0,00	0,28d±0,01
KF2 (kaspro, fermentasi 24 jam)/ KF2 (kaspro, 24 hour time of fermentation)	86,01a±0,42	0,37d±0,12	0,61d±0,04	0,19a±0,03

KESIMPULAN

Adanya fermentasi pada MOCAP berpengaruh secara signifikan terhadap densitas kamba, *swelling power*, *solubility*, WAC dan OAC pati MOCAP. Pati MOCAP varietas kaspro dengan lama fermentasi 24 jam merupakan perlakuan yang memiliki karakteristik terbaik yaitu bulk density $0,75 \pm 0,0158$ (g/mL), *swelling power* $7,45 \pm 0,1185$ (g/g), *solubility* $1,93 \pm 0,2456$ (%), WAC $12,00 \pm 1,0000$ (mL/g) dan OAC $17,67 \pm 0,5774$ (mL/g), *lightness* $89,94 \pm 0,1079$ dan *whiteness index* $85,91 \pm 0,0821$ serta kadar protein, lemak, abu dan karbohidrat berturut-turut ($0,61 \pm 0,04$; $0,37 \pm 0,12$; $0,19 \pm 0,03$ dan $86,01 \pm 0,42$ %). Perbedaan hasil dari penggunaan dua jenis varietas singkong menunjukkan bahwa varietas kaspro memiliki nilai yang lebih tinggi pada keseluruhan analisis dibanding varietas cimanggu. Produk *confectionaries* dan bahan makanan seperti pengental membutuhkan pati dengan sifat fungsional yang sesuai serta produk non pangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada IDB 4 in 1 *project non degree training* tahun 2017, Direktorat Jenderal Sumber Daya IPTEK dan DIKTI, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akpa JG, Dagde KK. Modification of cassava starch for industrial uses. *IJET*. 2012;2(6):913-919.

2. Blagbrough IS, Bayoumi SAL, Rowan MG, Beeching JR. Cassava: an appraisal of its phytochemistry and its biotechnological prospects. *Phytochemistry*. 2010;71:1940-1951.
3. Masakuni T, Yukihito T, Takeshi T, Yasuhiro T. The principles of starch gelatinization and retrogradation. *Food and Nutr Sci*. 2014; 5:280-291.
4. Liu Q, Donner E, Yin Y, Huang RL, Fan MZ. The physicochemical properties and in vitro digestibility of selected cereals, tubers, and legumes grown in China. *Food Chem*. 2006;99:470-477
5. Heny H. Potensi pengembangan produk pati tahan cema sebagai pangan fungsional. *J. Litbang pertanian*. 2011;3(1):31-39.
6. Environment directorate : organisation for economic co-operation and development. Consensus document on compositional considerations for new varieties of cassava (*manihot esculenta crantz*): key food and feed nutrients, anti-nutrients, toxicants and allergens. Paris: OECD Environment Directorate, Environment, Health and Safety Division; 2009.
7. Jeffry T, Doniarta KM, Setiyo G. Pengaruh fermentasi pada pembuatan mocaf (modified cassava flour) dengan menggunakan *Lactobacillus plantarum* terhadap kandungan protein. *J. Tekn Pomits*. 2014;3(2):2337-3539.
8. Muchlis RD, Patrick A, Bakti J, Siswo S. Modifikasi ubi kayu dengan proses fermentasi menggunakan starter *Lactobacillus casei* untuk produk pangan. *J. Tekn Kimia dan Industri*. 2013; 2(4):137-145.
9. Muhammad IN, Budi S, Alfiah. Pembuatan tepung mocaf melalui penambahan starter dan lama fermentasi (modified cassava flour). *Agrium*. 2012;17(3):210-217.

Sifat Fisikokimia dan Fungsional Pati dari Mocaf (Modified Cassava Flour) Varietas Kaspro dan Cimanggung (Nurudiniyah *et al*)

10. Lina IK, Nur A, Setiyo G, Tri W. Pembuatan mocaf(modified cassava flour) dengan proses fermentasi menggunakan *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*. *J. Tekn Pomits*. 2012;1(1):1-6.
11. Agnes AC, Felix EC, Ugochukwu NT. Morphology, rheology and functional properties of starch from cassava, sweet potato and cocoyam. *Asian J. of Bio*. 2017; 3(3):1-13.
12. Oladunmoye OO, Aworh OC, Dixon BM, Erukainure OL, Elemo GN. Chemical and functional properties of cassava starch, durum wheat semolina flour, and their blends. *Food Sci & Nutr*. 2014;2(2):132-138.
13. Warren MW, Dufour DL. Why "bitter" cassava? productivity of "bitter" and "sweet" cassava in a tukanoan indian settlement in the northwest amazon. *Eco Botany*. 2002;56(1):49-57.
14. Nazhrah, Elisa J, Linda ML. Pengaruh proses modifikasi fisik terhadap karakteristik pati dan produksi pati resisten dari empat varietas ubi kayu (*manihot esculenta*). *J. Rek. Pang dan Pert*. 2014;2(2):1-9.
15. Achmad S, Wiwik SW, Yuli W, Fikri F. Prosedur operasi standar (POS) produksi mocaf berbasis klaster. Jakarta: Kementerian Negara Riset dan Teknologi; 2008.
16. Association of Official Chemists [AOAC]. Official method of analysis of the association of official agriculture chemist [18th edition]. Virginia: AOAC International; 2005.
17. Nwokocha LM, Williams PA. New starches: physicochemical properties of sweetsop (*Anana squamosa*) and soursop (*Anana muricata*) starches. *Carbo. Polym*. 2009;78:462-468.
18. Choi SG, Kerr WL. Swelling characteristics of native and chemically modified wheat starches as a functional of heating temperature and time. *Starch*. 2004; 56:181-189.
19. Sofi BA, Wani LA, Masoodi FA, Saba I, Muzaffar S. Effect of gamma irradiation on physicochemical properties of broad bean (*Vicia faba L.*) starch. *LWT Food Sci. Technol*. 2013;54:63-72
20. Rhim JW, & Hong SI. Effect of water activity and temperature on the color change of red pepper (*Capsicum annum L.*) powder. *Food Sci and Technol*. 2011;20:215-222.
21. Pathare PB, Opara UL & Al-Said FAJ. Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Biop Technol*. 2013;6:36-60.
22. Hsu CL, Chen W, Weng YM, and Tseng CY. Chemical composition, physical properties, and antioxidant activities of yam flours as affected by different drying methods. *Food Chem*. 2003;83:85-92.
23. Lin LY, Liu HM, Yu YW, Lin SD and Mau JL. Quality and antioxidant property of buckwheat enhanced wheat bread. *Food Chem*. 2009;112:987-991.
24. Rodriguez-Aguilera R, Oliveira JC, Montanez JC Mahajan PV. Effect of modified atmosphere packaging on quality factors and shelf-life of mould surface-ripened cheese: part II varying storage temperature. *LWT-Food Sci and Technol*. 2011;44:337-342.
25. Siti NJS, Zulkifli L, Ridwansyah. Karakteristik fisikokimia dan fungsional tepung gandum yang ditanam di Sumatera utara. *J. Rek. Pang. dan Pert*. 2015;3(3):330-337.
26. Komolafe EA. Evaluation of the quantity and quality of gari produced from three cultivars of cassava. *J. of Research in Nat Dev*. 2010;8(1):15-23.
27. Teye E, Amoah RS, Adu MO, Darko D. Evaluation and developing simple techniques for assessing gari adulteration. *J. of Food Sec*. 2017;5(5):162-168.
28. Eriksson E, Koch K, Tortoe C, Akonor PT, Yeboah CO. Evaluation of physico and sensory characteristic bread produced from three varieties of cassava and wheat composite flours. *Food and Pub Health*. 2014;4(5):214-222.
29. Aini N, Hariyadi P, Muchtadi TR, Andarwulan N. Hubungan antara waktu fermentasi grits jagung putih dengan sifat gelatinisasi tepung jagung yang dipengaruhi ukuran partikel. *J. TIP*. 2010;21(3):18-24.
30. Akbar MR, Yunianta. Pengaruh lama perendaman Na₂S₂O₅ dan fermentasi ragi tape terhadap sifat fisik kimia tepung jagung. *J. Pang dan Agro*. 2014;2(2):91-102.
31. Bankole YO, Tanimola OA, Odujukan RO, Samuel DO. An assessment of the functional properties, proximate composition, sensory evaluation and rheological value of gari fortified with bambara groundnut flour (*Voandzeia subterranean thouars*). *Int letters of Nat Sci*. 2013;1:(17-27).
32. Bello-Perez LA, Contreras-Romos SM, Jimenez-Aparicio, Parades-Lopez O. Acetylation and characterization of banana (*Musa paradisiaca*) starch. *Actacient Venezolana*. 2000;51:143-149.
33. Eriksson E, Koch K, Tortoe C, Akonor PT, Baikdoo E. Physicochemical, functional and pasting characteristics of three varieties of cassava in wheat composite flours. *British J. of App Sci & Techn*. 2014;4(11):1609-1621.
34. Oloyede OO, James S, Ocheme OB, Chinma CE, Akpa VE. Effects of fermentation time on the functional and pasting properties of defatted Moringa oleifera seed flour. *Food Sci. Nutr*. 2016;4(1):89-95.
35. Ogunsina BS, Indira TN, Bhatnagar AS, Radha C, Sukumar D, Gopalakrishna AG. Quality characteristics and stability of Moringa oleifera seed oil of indian origin. *J. Food Sci. Technol*. 2014;51:503-510.
36. James S and Nwabueze TU. Influence of extrusion condition and defatted soybean inclusion on the functional and pasting characteristics of extruded african breadfruit (*treculia africana*) flour blends. *Food Sci. Qual. Manage*. 2014;34:26-33.
37. Alimi BA, Workneh TS, Sibomana MS. Effect of hydrothermal modifications on functional, pasting and structural properties of false banana (*Ensete ventricosum*).

- Starch. *Food Biophysics*. 2016;11:248-256.
38. Ali A, Wani TA, Wani IA, Masoodi FA. Comparative study of the physico-chemical properties of rice and corn starches grown in Indian temperate climate. *J of the Saudi Soc of Agri Sci*. 2016;15:75-82.
39. Chelule PK, Mokoena MP, Ggaleni N. Advantages of traditional lactic acid bacteria fermentation of food in Africa. *Current Research, Tech and Edu Topics in Appl Micro and Microb Biotech*. 2010;2:1160-1167.
40. Wang S, Copeland L. New insights into loss of swelling power and pasting profiles of acid hydrolyzed starch granules. *Starch, Bios Nutr Biom*. 2012;64(7):538-544.
41. Uchechukwa-Agua AD, Caleb OJ, Manley M, Opara UL. Effects of storage conditions and duration on physicochemical and microbial quality of the flour of two cassava cultivars (TME 419 and UMUCASS 36). *Cyta J. of Food*. 2015; 13(4):635-645.
42. Aloys N, and Hui Ming Z. Traditional cassava foods in burundi-a review. *Food Reviews Intern*. 2006;22:1-27.
43. Chinma CE, Ilowefah M, Shammugasanny B, Ramakrishnan Y, Muhammad K. Chemical, antioxidant, functional and thermal properties of rice bran proteins after yeast and natural fermentations. *Int. J. Food Sci. Technol*. 2014;49:2204-2213.
44. Falade KO, Semon M, Fadaio OS, Oladunjoye AO, and Orou KK. Functional and physico-chemical properties of flours and starches of african rice cultivars. *Food Hydrocolloids*. 2014;39:41-50.
45. Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Rexrode KM, Hu FB, Rimm EB, et al. Whole grain consumption and risk of ischemic stroke in women: a prospective study. *JAMA*. 2000;284:1534-1540.
46. Ilowefah M, Bakar J, Ghazali HM, Mediani A, Kharidah M. Physicochemical and functional properties of yeast fermented brown rice flour. *J. Food Sci Technol*. 2015;52(9):5534-5545.
47. Ukwuru MU, Egbonu SE. Recent development in cassava-based products research. *Academia J. of Food Research*. 2013;1(1):001-013.
48. Diniyah N, Subagio A, Sari RNL, Vindy PG, Rofiah AA. Effect of fermentation time and cassava varieties on water content and the yield of starch from modified cassava flour (MOCAF). *Indo. J. of Phar. Sci and Technol*. 2018; 5 (2) (Article in press).
49. Koko CA, Kouame BK, Anvoh BY, Amani GN, Assidjo EN. Comparative study on physicochemical characteristics of cassava roots from three local cultivars in Cote Divoire. *Euro. Sci. J*. 2014; 10 (33): 418-432.