

KARAKTERISASI SERA MOCAF (MODIFIED CASSAVA FLOUR) DARI UBIKAYU VARIETAS MANIS DAN PAHIT

Nurud Diniyah, Nugraha Yuwana, Maryanto, Bambang Herry Purnomo, Achmad Subagio

*Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Jember
Jl. Kalimantan 37 Kampus Tegalboto, Jember, Jawa Timur, Indonesia, 68121
Email : nurud.ftp@unej.ac.id*

(Diterima 12-04-2018, Disetujui 30-11-2018)

ABSTRAK

Mocaf (tepung kasava termodifikasi/*Modified Cassava Flour*) dapat dibuat dari berbagai varietas ubikayu dengan lama fermentasi yang bervariasi. Hasil samping dari produksi Mocaf berupa komponen tidak lolos ayakan 100 mesh yang disebut "Sera". Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbedaan varietas (Cimanggu dan Kaspro) dan lama fermentasi (0, 12, dan 24 jam) terhadap sifat fisikokimia sera Mocaf. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu varietas ubikayu dan lama fermentasi. Parameter yang dianalisis meliputi sifat fisik dan kimia seperti derajat putih, densitas kamba, proksimat, kadar serat kasar, dan kadar hemiselulosa-selulosa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro memiliki karakteristik berupa derajat putih berkisar 84,61-86,05%, densitas kamba 0,58-0,75 g/mL, kadar air 11,79-13,73%, kadar abu 0,61-2,68 %, kadar protein 1,31-2,34 %, kadar lemak 1,50-2,14 %, kadar serat kasar 18,11-22,76 %, kadar hemiselulosa 29,20-34,21 %, dan kadar selulosa 18,47-21,89 %. Sera sebagai limbah Mocaf masih berpotensi digunakan sebagai bahan baku produk tinggi serat seperti *cone* es krim, roti tawar, dan *cookies*.

Kata kunci : lama fermentasi, sera Mocaf, serat, ubikayu

ABSTRACT

Mocaf (Modified Cassava Flour) can be made from various varieties of cassava with various duration of fermentation. The by-product of Mocaf, a component that does not pass 100-mesh sieve, is called "Sera". The aim of this study was to determine the effect of different cassava varieties (Cimanggu and Kaspro) and duration of fermentation (0, 12, and 24 h) on the physicochemical properties of Mocaf sera. The experimental design used in this study was Randomized Block Design with 2 factors, namely cassava varieties and fermentation duration. Parameters observed included physical and chemical properties, i.e. whiteness, bulk density, proximate crude fiber and hemicellulose-cellulose content. The results showed that the characteristics of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro varieties were as follows: 84.61-86.05% whiteness, bulk density of 0.58-0.75 g /mL, moisture content of 11.79-13.73%, ash content of 0.61-2.68%, protein content of 1.31-2.34%, fat content of 1.50-2.14%, crude fiber content of 18.11-22.76%, hemicellulose content of 29.20-34.21%, and cellulose content of 18.47-21.89%. Sera as the waste of Mocaf processing had potential to be utilized as raw material for high fiber products such as ice cream cone, bread, and cookies.

Keywords: cassava, fermentation duration, fiber, Mocaf sera

PENDAHULUAN

Mocaf (*Modified Cassava Flour*) adalah produk olahan dari ubikayu yang dibuat dengan cara fermentasi menggunakan bakteri asam laktat (BAL) sehingga memiliki karakteristik khas yang berbeda dari tepung ubikayu/singkong¹. Mocaf dapat dibuat menggunakan beberapa jenis mikroba yaitu *Lactobacillus plantarum*, *Saccharomyces cerevisiae*, dan *Rhizopus oryzae*². Selain dari berbagai jenis starter, Mocaf juga bisa dibuat dari berbagai jenis varietas ubikayu, manis maupun pahit. Dua jenis varietas ubikayu yang digunakan dalam penelitian ini ialah ubikayu Cimanggu yang mewakili varietas manis dan ubikayu Kaspro yang mewakili varietas pahit. Karakteristik dari ubikayu Cimanggu berupa kadar pati sebesar 20 – 30%, kadar HCN < 40 ppm, kadar gula 8,80% (bk) sedangkan ubikayu Kaspro memiliki kadar pati sekitar 25 – 32%, kadar HCN > 100 ppm dan total gula 41,29% (bk)³.

Total produksi Mocaf di Indonesia mencapai sekitar 5000 ton per tahunnya dengan produk samping yang disebut “Sera”. Produk ini diperoleh dari komponen tidak lolos ayakan 100 mesh dengan total sekitar 33 – 37% dalam satu kali produksi¹. Jumlah sebanyak ini dapat diasumsikan sebagai sisa bagian dari total serat sebesar 2,5% pada ubikayu segar. Pendugaan tersebut dikarenakan enzim yang berperan dalam proses fermentasi merupakan enzim selulase yang memecah dinding sel sehingga granula pati keluar dan dirombak oleh enzim amilase yang mendegradasi amilosa dari ubikayu menjadi maltose dan maltotriosa⁴. Serat yang menjadi produk samping dari pengolahan Mocaf masih dapat dimanfaatkan menjadi produk lain dikarenakan manfaatnya antara lain dapat meningkatkan kesehatan jantung⁵, mengurangi resiko timbulnya kanker⁶, mengurangi transit makanan di usus sehingga mencegah konstipasi⁷, dan menghambat absorpsi lemak maupun kolesterol dalam usus besar⁸. Beberapa penelitian terkait Mocaf sudah banyak dilakukan^{9,10,11,12,13}.

Adanya proses pengolahan secara fisik maupun enzimatis menyebabkan perubahan terhadap karakteristik bahan termasuk serat didalamnya. Lama waktu fermentasi mempengaruhi produksi enzim selulolitik dan amilolitik karena adanya peningkatan starter dengan semakin bertambahnya waktu yang digunakan². Penambahan enzim ini akan merombak dinding sel lebih banyak dan memodifikasi karakteristiknya dari serat tidak larut menjadi glukosa yang larut air¹⁴. Adanya perubahan karakteristik Mocaf dari penggunaan varietas ubikayu dan lama fermentasi yang berbeda memungkinkan adanya perubahan pula pada sera yang dihasilkan. Tujuan

dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sera yang dihasilkan dari varietas Cimanggu dan Kaspro pada lama fermentasi singkong yang berbeda (0, 12, dan 24 jam).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ubikayu varietas Kaspro dan Cimanggu yang diperoleh dari petani ubikayu di Gumukmas, Jember, asam sitrat, enzim Mocaf, dan garam. Sedangkan bahan untuk pengujian antara lain *selenium reagent mixture*, HCl 0.02 N, N-hexane, H₂SO₄ 0.255 N, NaOH 0.313 N, K₂SO₄ 10%, alkohol teknis 96%, H₂SO₄ 72%, NaOH 0.5 M (p.a) dan aquadest. Peralatan yang digunakan yaitu toples plastik, alat pemotong chip, pisau, ayakan 100 mesh, *blender* Philips 2115HR, *colour reader* Konica-Minolta CR-14, neraca analitik OHAUS CP-214, mortar, tanur Thermo Scientific Lindberg/Blue Moldatherm BF51866A-1, penangas listrik Electrothermal Multi EME3-0100-CEBX1, kjeldahl Buchi K-350, waterbath GFL 1083, oven Memmert UN-55, dan *glassware pyrex*.

Metode Penelitian

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu perbedaan varietas ubikayu (Cimanggu, Kaspro) dan lama fermentasi (0, 12, dan 24 jam). Hasil pengujian dianalisis menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA), jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) dengan taraf signifikansi 5%.

Proses pembuatan Mocaf

Proses pembuatan Mocaf diawali dengan sortasi bahan baku (ubikayu Cimanggu dan Kaspro) kemudian dikupas bersih dan dicuci dengan air mengalir. Ubikayu dirajang tipis (1 – 1,5 mm), ditimbang, direndam (asam sitrat selama 10 menit). Selanjutnya ubikayu direndam menggunakan enzim Mocaf dengan lama fermentasi sesuai perlakuan (0, 12, dan 24 jam). *Chip* hasil fermentasi kemudian direndam dengan larutan garam selama 10 menit. *Chip* basah dikeringkan di bawah sinar matahari (*sun drying*) selama 3 – 4 hari dan ditepungkan dengan *hammer mill* hingga mencapai ukuran partikel 100 mesh¹. Hasil yang tidak lolos ayakan (sera) dianalisis untuk menentukan sifat fisik dan kimia.

Parameter analisis

Sampel sera Mocaf dianalisis sifat fisik dan kimianya dengan parameter derajat putih¹⁵, densitas kamba¹⁶, kadar air¹⁷, kadar abu¹⁷, kadar protein¹⁸, kadar lemak¹⁷, kadar serat kasar¹⁸ dan kadar hemiselulosa-selulosa¹⁹.

Kadar hemiselulosa dan selulosa

Sebanyak 2 gram sampel dipanaskan dalam etanol 150 ml selama 4 x 15 menit lalu dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100-105°C. Residu sampel kering dibagi dua sama rata dengan bagian pertama dihitung sebagai fraksi (a) dan bagian kedua dihidrolisis dengan 0,5 M NaOH pada suhu 25°C selama 4 jam. Hasilnya dicuci dengan 200 ml aquades mendidih dan dikeringkan menggunakan oven hingga beratnya konstan (b). Selanjutnya dihidrolisis dengan 10 ml H₂SO₄ 72% selama 1 jam pada suhu ruang lalu diturunkan konsentrasinya menjadi 5% dan dipanaskan kembali pada suhu 90°C selama 1 jam. Hasilnya dicuci dengan 200 ml aquades mendidih lalu dimasukkan kembali ke oven dengan suhu 100-105°C sampai beratnya konstan (c)¹⁹. Perhitungan kadar hemiselulosa dan selulosa mengikuti rumus sebagai berikut:

$$\text{Hemiselulosa} = \frac{a - b}{\text{sampel awal}} \times 100\%$$

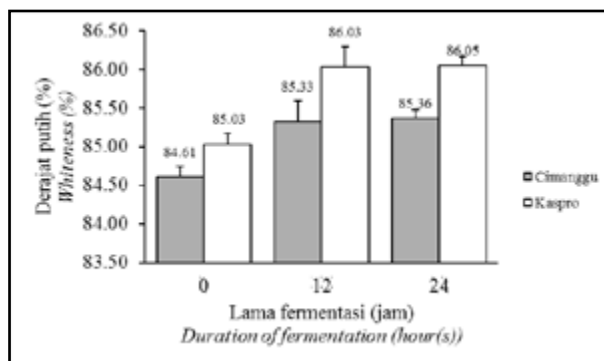
$$\text{Selulosa} = \frac{b - c}{\text{sampel awal}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Derajat Putih

Karakteristik warna yang semakin putih menunjukkan mutu tepung (Mocaf) yang semakin baik dan juga meningkatkan penerimaan konsumen terhadap produk²⁰. Semakin tinggi nilai derajat putih yang

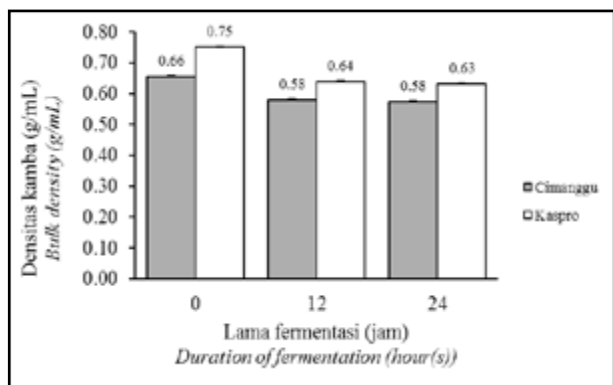
diperoleh, menunjukkan bahwa sera Mocaf memiliki warna yang semakin putih. Derajat putih dari sera Mocaf berkisar antara 84,61 – 86,05 (Gambar 1). Sampel sera yang tidak difermentasi hasilnya berbeda nyata dengan sera yang difermentasi. Namun, sera yang difermentasi selama 12 jam tidak berbeda nyata nilainya dengan sampel yang difermentasi selama 24 jam. Sedangkan interaksi antar kedua faktor tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Nilai derajat putih tertinggi ada pada sera Kaspro fermentasi 24 jam (86,05°), sedangkan yang terendah yaitu sera Cimanggu tanpa fermentasi (84,61°). Peningkatan derajat putih pada sera terjadi karena selama fermentasi, mikroba menghasilkan enzim proteolitik yang mendegradasi kandungan protein pada ubikayu dan juga mengubah karbohidrat menjadi asam laktat. Peningkatan derajat putih dengan semakin meningkatnya waktu fermentasi juga dibuktikan dalam tepung beras, tepung singkong dan tepung biji nangka^{21,22,23}. Selain itu, dengan adanya perendaman selama fermentasi, senyawa polifenol yang menyebabkan reaksi pencoklatan enzimatis, terlarut dalam air dan mencegah terbentuknya warna lebih gelap²⁰. Beberapa senyawa polifenol yang teridentifikasi saat singkong dipotong atau mengalami infeksi antara lain skopolin, skopoletin dan terpenoid. Namun masih ada senyawa polifenol lain yang teridentifikasi dari ubikayu antara lain pinosresinol, fikusol, dan balanoponin²⁴. Jika dibandingkan dengan standar warna Mocaf (88–91), derajat putih sera nilainya lebih kecil dikarenakan ukuran partikel sera lebih besar dibanding Mocaf¹. Tepung dengan butiran halus (*fine size*) memiliki warna yang lebih cerah dibanding tepung kasar (*coarse*)²⁵ karena dapat merefleksikan tingkat keputihan yang dihubungkan dengan hasil endosperm bagian dalam pericarp yang banyak terdapat pada tepung dengan butiran halus. Disamping itu, tepung sera Cimanggu derajat putihnya lebih rendah dibanding Kaspro dikarenakan kadar protein ubikayu manis (23,51±0.50%) lebih tinggi dibanding ubikayu pahit (22,74±0.16%)²⁶.



Gambar 1. Derajat putih sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama fermentasi
 Figure 1. Whiteness degree of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different durations of fermentation

Densitas Kamba

Nilai densitas kamba diperoleh dari perbandingan antara total berat wadah dan sampel dengan volume wadah yang digunakan²⁷. Nilai densitas kamba yang semakin rendah menunjukkan bahwa sampel yang diuji, porositasnya tinggi atau bentuknya semakin berongga. Secara umum, densitas kamba produk tepung ubikayu berkisar antara 0,55 – 0,63 g/ml²⁸. Densitas kamba sera Mocaf berkisar dari 0,58 – 0,75 g/ml. Perlakuan lama fermentasi dan varietas serta interaksi keduanya menunjukkan perbedaan nyata pada nilai densitas kamba. Namun, pada sera Cimanggu, sampel yang difermentasi 12 jam (0,58^a g/ml) dan 24 jam (0,58^a g/ml), densitas kambanya tidak berbeda nyata (Gambar 2). Sera Kaspro tanpa fermentasi densitas kambanya paling tinggi (0,75 g/ml) sedangkan sera Cimanggu fermentasi 24 jam densitas kambanya paling rendah (0,58 g/ml). Penurunan densitas kamba ini dipicu oleh kadar serat dan kadar air dalam sampel nenas²⁹. Bakteri asam laktat (BAL) yang digunakan untuk fermentasi, menghasilkan enzim pektinolitik dan selulolitik yang merombak dinding sel bahan sehingga serat tidak larutnya menurun. Saat proses pengeringan dilakukan, banyak kandungan air yang menguap dari granula pati yang menjadi porous akibat fermentasi². Penurunan densitas kamba pada produk tepung akibat fermentasi juga dibuktikan pada tepung sorgum, millet dan labu^{27,30}. Selain itu, nilai densitas kamba sera lebih besar dari Mocaf atau pati Mocaf yang lolos ayakan 100 mesh. Densitas kamba dipengaruhi oleh ukuran partikel bahan sehingga densitas kamba produk akan lebih rendah dengan ukuran partikel yang lebih kecil³¹. Disamping itu, ubikayu Kaspro memiliki kadar pati lebih tinggi (20–22,23%) dibanding Cimanggu (18–20%) sehingga dalam kondisi fermentasi yang sama,



Gambar 2. Densitas kamba sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi

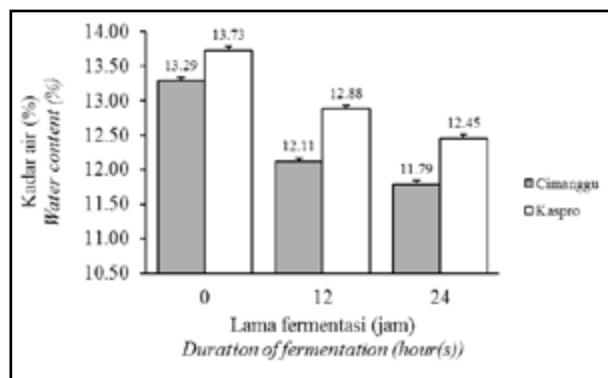
Figure 2. Bulk density of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different durations of fermentation

kemampuan mikroba dalam merombak pati akan lebih optimal pada ubikayu dengan kadar pati rendah³².

Kadar Air

Kadar air secara langsung mengestimasi total kandungan air dalam bahan dan secara tidak langsung mengestimasi total bahan kering. Bahan tepung dengan kadar air kurang dari 14% dapat bertahan lebih lama dari pengaruh mikrobial saat penyimpanan³³. Standar SNI 7622:2011 untuk kadar air Mocaf, maksimal 13% sedangkan kadar air sera berkisar dari 11,79–13,73% (bk). Jika dibandingkan dengan kadar air dari tepung tongkol jagung (5,1%)³⁴ dan tepung kulit pisang (6,7%)³⁵ lebih rendah dari sera sedangkan kadar air tepung tongkol jagung dengan perlakuan tertentu (14,1%) dan pati dari Mocaf (13,80%)³⁶ lebih tinggi dari sera³⁷.

Berdasarkan analisis sidik ragam (Gambar 3), perlakuan lama fermentasi dan varietas serta interaksi antar kedua faktor menunjukkan adanya perbedaan nyata pada nilai kadar air sera, dengan kadar air tertinggi (13,73^f %bk) pada sera Kaspro tanpa fermentasi dan kadar air terendah (11,79^e %bk) pada sera Cimanggu fermentasi 24 jam. Sejalan dengan hasil kadar air pati Mocaf yaitu tertinggi pada varietas Kaspro³⁶. Penurunan kadar air sera dipengaruhi oleh kandungan air dalam bahan segar dan kemampuan bahan dalam mengikat air. Ketika *chip* ubikayu difermentasi menggunakan BAL, terjadi pemecahan dinding sel dan perombakan granula pati sehingga daya ikat air semakin menurun dan menyebabkan air bebas menguap saat pengeringan tepung³⁰. Penurunan kadar air selama fermentasi juga dibuktikan pada sampel tepung garut, singkong, tepung kulit singkong dan pati Mocaf dengan perlakuan fermentasi^{38,39,40,36}. Disamping itu, kadar air sera Kaspro



Gambar 3. Kadar air sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi

Figure 3. Water content of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different time of fermentation

lebih tinggi dibanding Cimanggu dikarenakan kadar air ubikayu segar varietas pahit lebih tinggi (61,02%) dibanding varietas Cimanggu (57,94%)⁴¹.

Kadar Abu

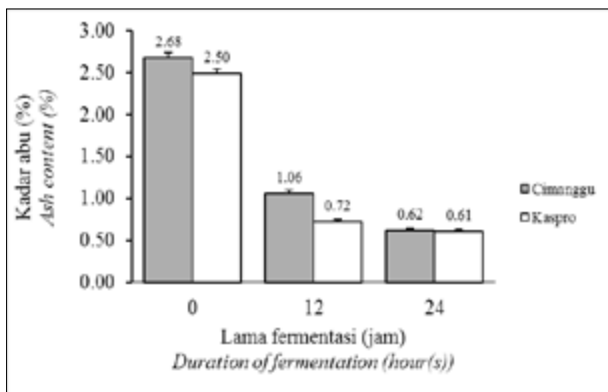
Abu merupakan residu anorganik hasil pembakaran pada suhu tinggi, komponen organik suatu bahan pangan. Analisis kadar abu menunjukkan total mineral yang ada dalam bahan tersebut⁴². Kadar abu sera berkisar antara 0,61 – 2,68% (bk) dan lebih tinggi dari kadar abu Mocaf (0,2%)¹. Jika dibandingkan dengan penelitian lain, kadar abu tepung tongkol jagung dengan perlakuan tertentu (1,5%) lebih tinggi dari sera fermentasi tetapi lebih rendah dari sera tanpa fermentasi³⁷. Namun, kadar abu tepung tongkol jagung jauh lebih tinggi (8,5%)³⁴ dibanding sera.

Berdasarkan analisis sidik ragam (Gambar 4), kadar abu sera fermentasi 24 jam tidak berbeda nyata dengan varietas Kaspro (0,61^a %) dan Cimanggu (0,62^a %) sedangkan pada perlakuan yang lain dan interaksi kedua faktor menunjukkan berbeda nyata. Kadar abu paling tinggi (2,68% bk) yaitu sera Cimanggu tanpa fermentasi sedangkan kadar abu paling rendah (0,61% bk) pada sera Kaspro fermentasi 24 jam. Menurunnya kadar abu dipengaruhi oleh perendaman selama fermentasi³⁰. Mineral yang semula terikat dalam matriks bahan, larut dalam cairan fermentasi saat terjadi perombakan granula³⁸. Hasil penelitian serupa dibuktikan dalam tepung jagung, limbah tepung ubikayu dan pati Mocaf dengan perlakuan fermentasi^{43,44,36}. Selain itu, peningkatan konsentrasi asam laktat dalam larutan, dapat mereduksi kandungan mineral pada bahan dalam jumlah yang lebih

besar karena mineral terutama kalsium, berikatan dengan asam laktat membentuk kalsium laktat, karbon dioksida dan air yang kemudian larut serta terbuang bersama limbah cair⁴⁵. Disamping itu, kadar abu sera Cimanggu lebih tinggi dibanding Kaspro karena pada umbi segarnya, kandungan mineral ubikayu manis (0,44±0,10^c) lebih tinggi dibanding ubikayu pahit (0,35±0,02^c)^{26,46}.

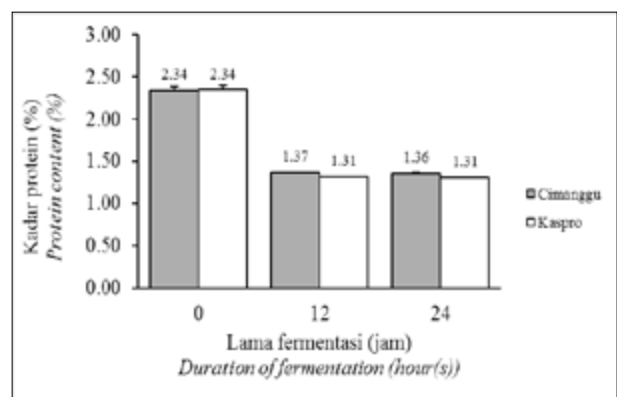
Kadar Protein

Protein merupakan molekul makro yang tersusun atas asam-asam amino yang terikat satu sama lain dalam ikatan peptida. Kadar protein pada ubikayu segar berkisar antara 0,3 – 3,5% dan kadar protein sera berkisar dari 1,31–2,34% (bk). Nilai tersebut masih lebih tinggi dari kadar protein Mocaf (maks 1%)¹. Sera tanpa fermentasi, kadar proteinnya berbeda nyata dengan yang difermentasi tetapi dari pengaruh perbedaan varietas dan lama waktu fermentasi, nilai kadar proteinnya tidak berbeda nyata (Gambar 5). Kadar protein tertinggi pada sera tanpa fermentasi (Kaspro 2,34% dan Cimanggu 2,34%) sedangkan paling rendah pada sera fermentasi 24 jam (Kaspro 1,31% dan Cimanggu 1,36%). Selama fermentasi, bakteri asam laktat mampu menghidrolisis protein melalui enzim proteolitik, seperti proteinase dan peptidase sehingga menghasilkan oligopeptida dan asam amino^{47,48,49}. Penurunan kadar protein selama fermentasi juga dibuktikan dalam fermentasi tepung ubikayu dan fermentasi sereal^{50,51}. Selain itu, ubikayu manis lebih tinggi kandungan proteinnya (23,51±0,50^b) dibanding ubikayu pahit (22,74±0,16^b) sehingga kadar protein sera Cimanggu lebih tinggi dibanding Kaspro²⁶.



Gambar 4. Kadar abu sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi

Figure 4. Ash content of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different time of fermentation



Gambar 5. Kadar protein sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi

Figure 5. Protein content of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different time of fermentation

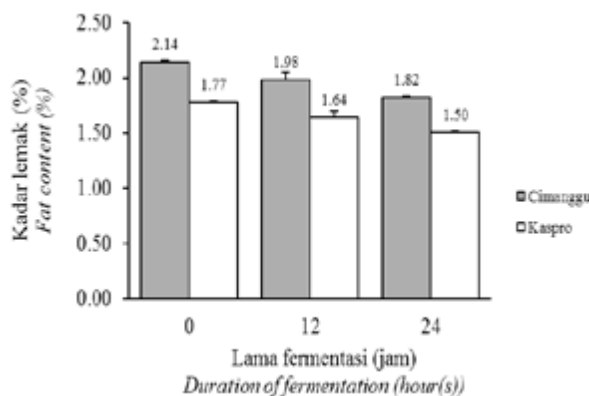
Kadar Lemak

Lemak merupakan senyawa makro yang sebagian besar terdiri atas trigliserida, ester dari gliserol, dan berbagai asam lemak. Kandungan lemak pada ubikayu ditentukan oleh umur panen tanaman, jenis varietas dan kondisi lingkungan⁵². Kadar lemak sera berkisar dari 1,50–2,14% (bk). Keseluruhan kadar lemak sera nilainya berbeda nyata satu sama lain (Gambar 6). Kadar lemak tertinggi pada sera Cimanggu tanpa fermentasi (2,14% bk) dan kadar terendah pada sera Kaspro fermentasi 24 jam (1,50% bk). Penurunan kadar lemak dimungkinkan karena selama proses fermentasi mikroba membutuhkan energi yang diperoleh dari lemak⁵³. Asam laktat merupakan produk utama dari metabolisme karbohidrat oleh bakteri asam laktat tetapi kontribusinya dalam lipolisis tetap ada walaupun dalam jumlah kecil⁵⁴. Hasil penurunan serupa juga dibuktikan dalam fermentasi *single culture* tepung ubikayu, gari (fermentasi ubikayu), dan tepung jagung terfermentasi dan tergerminasi^{20,55,56,57}. Disamping itu, sera Cimanggu lebih tinggi kadar

lemaknya dibanding Kaspro. Hal ini disebabkan karena kadar lemak ubikayu manis lebih tinggi (0,57±0,42 %) dibanding ubikayu pahit (0,49±0,42 %)⁵⁸.

Kadar Serat Kasar

Serat kasar merupakan komponen dalam bahan pangan yang tidak larut dalam larutan panas, asam sulfat encer dan natrium hidroksida. Kandungan serat kasar dalam bahan pangan bergantung pada komponen polisakarida non pati yang tidak larut air termasuk hemiselulosa, selulosa dan lignin. Hemiselulosa termasuk golongan polisakarida dengan ikatan β-1,4 glikosidik, tetapi ukurannya lebih kecil dari selulosa, dan ikatannya bercabang sedangkan selulosa memiliki rantai linier yang tidak bercabang dan terdiri dari beberapa ribu unit glukosa dengan ikatan β-1,4 glikosidik⁵⁹. Kandungan serat kasar, hemiselulosa dan selulosa dari sera Mocaf secara berturut-turut berkisar antara 18,11–22,76% (bk); 29,19–33,38% (bk); 18,47–21,89% (bk) (Tabel 1). Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, kadar



Gambar 6. Kadar lemak sera Mocaf dari ubikayu varietas Cimanggu dan Kaspro dengan variasi lama waktu fermentasi
Figure 6. Fat content of sera Mocaf from Cimanggu and Kaspro cassava with different time of fermentation

Tabel 1. Komposisi serat pada sera Mocaf
Table 1. Fiber composition of sera Mocaf

Perlakuan/Treatment	Serat kasar (%) / Crude Fiber (%)	Hemiselulosa (%) / Hemicellulose (%)	Selulosa (%) / Cellulose (%)
C0 (Cimanggu, Tanpa fermentasi/ Cimanggu, unfermented)	21,78 ^d ±0,55	33,38 ^e ±0,27	21,89 ^d ±0,28
C1 (Cimanggu, fermentasi 12 jam/ Cimanggu, 12h fermentation)	19,6181 ^b ±0,61	31,02 ^c ±0,19	19,97 ^{bc} ±0,51
C2 (Cimanggu, fermentasi 24 jam/ Cimanggu, 24h fermentation)	18,1137 ^a ±0,46	29,19 ^a ±0,32	18,47 ^a ±0,40
K0 (Kaspro, Tanpa fermentasi/ Kaspro, unfermented)	22,7553 ^e ±0,35	34,21 ^f ±0,06	21,49 ^d ±0,04
K1 (Kaspro, fermentasi 12 jam/ Kaspro, 12h fermentation)	20,4958 ^c ±0,46	32,04 ^d ±0,55	20,31 ^c ±0,06
K2 (Kaspro, fermentasi 24 jam/ Kaspro, 24h fermentation)	19,1920 ^b ±0,26	30,31 ^b ±0,11	19,63 ^b ±0,48

hemiselulosa dan selulosa tongkol jagung dengan proses tertentu berturut-turut 22,80% dan 69,20%³⁷ lebih tinggi dibanding sera Mocaf. Pada karakterisasi nanofiber bambu, kadar hemiselulosa ($13,97 \pm 1,67\% - 22,86 \pm 2,19\%$) lebih rendah dari sera Mocaf sedangkan kadar selulosanya ($41,72 \pm 2,37\% - 83,67 \pm 2,69\%$) lebih tinggi dari sera⁶⁰.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (Tabel 1), nilai kadar serat kasar, hemiselulosa dan selulosa sera berbeda nyata dengan adanya variasi waktu fermentasi dan varietas tetapi interaksi antar kedua faktor berbeda tetapi tidak nyata. BAL dalam proses fermentasinya menghasilkan enzim selulolitik yang dapat memecah dinding sel dan menggunakan komponen serat sebagai sumber karbon dalam metabolismenya sehingga serat kasar dalam Mocaf menjadi lebih rendah⁵⁶. Lebih rincinya, hemiselulosa dengan ikatan bercabang akan lebih mudah terdegradasi saat pemecahan dinding sel sehingga dengan semakin meningkatnya waktu fermentasi, kandungan hemiselulosa akan semakin berkurang⁶¹. Disamping itu, spesies BAL diketahui dapat mendegradasi selulosa dengan menghasilkan enzim selobiose sehingga dengan semakin banyak serat yang terhidrolisis, pati yang terbebas akan bertambah dan membuat kadar selulosanya menurun⁶². Hasil penelitian serupa mengenai penurunan kadar serat kasar juga dibuktikan dalam tongkol jagung⁶³. Adanya penurunan kadar hemiselulosa dan selulosa karena fermentasi juga dibuktikan dalam tongkol jagung⁶⁴. Jika ditinjau dari varietasnya, sera Kaspro memiliki serat kasar, hemiselulosa dan selulosa yang lebih tinggi dibanding sera Cimanggu. Hal ini disebabkan karena kadar serat kasar ubikayu varietas pahit pada umbi segarnya lebih tinggi (4,61%) dibanding ubikayu varietas manis (4,40%)⁶⁵.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan varietas ubikayu berpengaruh nyata terhadap derajat putih, densitas kamba, kadar air, kadar abu, kadar protein, kadar lemak, kadar serat kasar, hemiselulosa dan selulosa tetapi interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata pada derajat putih, kadar serat kasar, dan hemiselulosa sera Mocaf. Sera Mocaf mengalami peningkatan nilai derajat putih (warna putih), namun terjadi penurunan densitas kamba, kadar air, abu, protein, lemak, serat kasar, dan hemiselulosa-selulosa.

DAFTAR PUSTAKA

1. Subagio A, Windrati WS, Witono Y, Fahmi F. Prosedur operasi standar (POS) : produk mocal berbasis klaster. Jakarta: Kementerian Negara Riset dan Teknologi. 2008.
2. Gunawan S, Widjaja T, Zullaikah S, Ernawati L, Istianah N, Aparamarta HW, Prasetyoko D. *Effect of fermenting cassava with Lactobacillus plantarum, Saccharomyces cerevisiae, and Rhizopus oryzae on the chemical composition of their flour*. Int. Food Research J. 2015. 22(3): 1280-1287.
3. Nazhrah, Julianti E, Linda ML. Pengaruh proses fisik terhadap karakteristik pati dan produksi pati resiten dari empat varietas ubi kayu (*Manihot esculenta*). J. Rekayasa Pangan dan Pert. 2014. 2(2): 1-9.
4. Gous PW, Fox GP. Amylopectin synthesis and hydrolysis - Understanding isoamylase and limit dextrinase and their impact on starch structure on barley (*Hordeum vulgare*) quality. Trends in Food Sci. & Tech. 2017. 62:23-32.
5. Khan K, Jovanovski E, Ho HVT, Marques ACR, Zurbau A, Mejia SB, Sievenpiper JL, Vuksan V. The effect of viscous soluble fiber on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis. 2018. 28(1): 3-13.
6. Narita EAR. Bay leaf in dyslipidemia therapy. J. Majority. 2015. 4(4): 64-69.
7. Navarro SL, Neuhouser MN, Cheng TYD, Tinker LF, Shikany JM, Snetselaar L, Martinez JA, Kato I, Beresford SAA, Chapkin RS, Lampe JW. The interaction between dietary fiber and fat and risk of colorectal cancer in the women's health initiative. Nutrients. 2016. 8(12): 779.
8. Buddington RK, Kapadia CK, Neumer F, Theis S. Oligofructose provides laxation for irregularity associated with low fiber intake. Nutrients. 2017. 9(12): 1372.
9. Diniyah N, Giyarto, Subagio A, Akhriani RA. Penggunaan umur simpan "beras cerdas" berbasis mocaf, tepung jagung menggunakan metode accelerated shelf-life testing (ASLT) pendekatan Arrhenius. Warta IHP. 2015. 32(1): 1-8.
10. Diniyah N, Firdaus L, Windrati WS, Nafi' A, Prasetyo A, Subagio A. Indeks glikemik beras analog dari mocaf dengan substitusi jagung ubi jalar ungu dan wortel. Warta IHP. 2016a. 33(2): 66-73.
11. Diniyah N, Puspitasari A, Nafi' A, Subagio A. Characteristic of analog rice using hot extruder twin screw. J. Penelitian Pascapanen Pertanian. 20016b. 13(1): 36-42.
12. Diniyah N, Setiawati D, Windrati WS, Subagio A. Karakteristik mi mojang (mocaf-jagung) dengan perbedaan jenis dan konsentrasi bahan pengikat. J. Penelitian Pascapanen Pertanian. 2017. 12(2): 98-107.
13. Diniyah N, Subagio A, Sari ENL, Yuwana N. Sifat fisikokimia, dan fungsional pati dari mocaf (modified cassava flour) varietas kaspro dan cimanggu. J. Penelitian Pascapanen Pertanian. 2018. 15(2): 80-90.

14. Ozyurt VH, Otles S. Effect of food processing on the physicochemical properties of dietary fibre. *Acta Sci. Pol. Tech. Aliment.* 2016. 15(3): 233-245.
15. Hutchings JB. *Food Colour and Appearance* [second edition]. Gaithersburg Maryland: Aspen Publisher, Inc. 1999.
16. Okezie BO, Bello AB. Physicochemical and functional properties of winged bean flour and isolate compared with soy isolate. *J. Food Sci.* 1988. 53(2): 450 – 454.
17. Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. *Official methods of analysis of the association of official agriculture chemist* [18th edition]. Virginia: AOAC International. 2005.
18. Slamet S, Bambang H, Suhardi. *Prosedur analisis untuk bahan makanan dan pertanian*. Yogyakarta: Liberty. 1997.
19. Moubasher MH, Abdel-Hafez SH, Abdel-Fattah HM, Mohanram AM. Direct estimation of cellulose, hemicellulose and lignin. *J. Agri. Res.* 1982. 46(1) :1467–1476.
20. Jayus, Dani S, Giyarto. Physical and chemical characteristics of jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* lamk.) seeds flour produced under fermentation process by *Lactobacillus plantarum*. *Agriculture & Agricultural Sci Procedia.* 2016. 9(1): 342-347.
21. Yuliana N, Nurdjanah S, Sugiharto R, Amethy D. Effect of spontaneous lactic acid fermentation on physico-chemical properties of sweet potato flour. *Microbiology Indonesia.* 2014. 8(1): 1-8.
22. Divyashri G, Prapulla SG. Production and characterization of fermented rice flour containing gamma-aminobutyric acid (GABA). *Int. J. of Env. and Agri. Res.* 2016. 2(10): 98-106.
23. Frediansyah A, Kurniadi M. Comparative influence of salinity and temperature on cassava flour product by *Lactobacillus plantarum* and *Lactobacillus acidophilus* during single culture fermentation. *Nusantara Biosci.* 2016. 8(2): 207-214.
24. Yi B, Hu L, Mei W, Zhou K, Wang H, Luo Y, Wei X, Dai H. Antioxidant phenolic compounds of cassava (*Manihot esculenta*) from hainan. *Molecules.* 2010. 16(1): 10157-10167.
25. Onipe OO, Beswa D, Jideani AIO. Effect of size reduction on colour, hydration and rheological properties of wheat bran. *Food Sci. Tech.* 2017. 37(3): 389-396.
26. Obueh HO, Kolawole SE. Comparative study on the nutritional and anti-nutritional compositions of sweet and bitter cassava varieties for garri production. *J. of Nutri. & Health Sci.* 2016. 3(3): 1-6.
27. Simwaka JE, Chamba MVM, Huiming Z, Masamba KG, Luo Y. Effect of fermentation on physicochemical and antinutritional factors of complementary foods from millet, sorghum, pumpkin and amaranth seed flours. *Int. Food Res. J.* 2017. 24(5): 1869–1879.
28. Charrondiere RU, Haytowitz D, Stadlmayr B. *FAO/Infoods Database Density Database Version 2.0*. Rome Italy : FAO. 2012.
29. Oduntan OB, Bamgboye AI. Influence of moisture content on some physical properties of pineapple pomace based mash. *African J. of Food Sci.* 2017. 11(10): 330-336.
30. Igbabul BD, Amove J, Twadue L. Effect of fermentation on the proximate composition, antinutritional factors and functional properties of cocoyam (*Colocasia esculenta*) flour. *African J. of Food Sci. and Tech.* 2014. 5(3): 67-74.
31. Lohia N, Udipi SA. Use of fermentation and malting for development of ready-to-use complementary food mixes. *Int. J. Food & Nutri. Sci.* 2015. 4(1): 77-83.
32. Rahman N, Fitriani H, Hartati, Hartati NS. Seleksi Ubi Kayu Berdasarkan Perbedaan Waktu Panen Dan Inisiasi Kultur In Vitro. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.* 2015. 1(8): 1761–1765.
33. Ojo MO, Ariaahu CC, Chinma EC. Proximate, functional and pasting properties of cassava starch and mushroom (*Pleurotus pulmonarius*) flour blends. *American J. Food Sci. & Tech.* 2017. 5(1): 11-18.
34. Anukam AI, Goso BP, Okoh OO, Mamphweli SN. Studies on characterization of corn cob for application in a gasification process for energy production. *J. Chem.* 2017. 1(1): 1-9.
35. Khawas P, Deka SC. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from culinary banana peel using high-intensity ultrasonication combined with chemical treatment. *Carbohydrate Polymers.* 2016. 137(1): 608-616.
36. 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). *Indonesian J Pharmaceutical & Technology.* 2018. 5(2):71-75.
37. Lu JJ, Chen WH. Product yields and characteristics of corncob waste under various torrefaction atmospheres. *Energies.* 2014. 7(1): 13-27.
38. Yenrina R, Azima F, Saputra A. Chemical and microbiological properties of mogaf (Modify garut flour) from arrowroot tuber (*Maranta arundinaceae* l.) fermented spontaneously with different time. *American Intern. J. Contemporary Res.* 2015. 5(2): 104–109.
39. Sulisty J, Lee JS, Mamat H, Wahab NA. Nutritional value of fortified cassava flour prepared from modified cassava flour and fermented protein hydrolysates. *AIP Conference Proceedings.* 2016. 1744: 1-9.
40. Sudharmono, Ekawati AW, Setijawati D. Fermented cassava peel evaluation. *Int. J. Chem Tech Res.* 2016. 9(7): 421-426.
41. Khumaida N, Ardie SW, Dianasari M, Syukur M. Cassava (*Manihot esculenta* Crantz.) improvement through gamma irradiation. *Procedia Food Sci.* 2015. 3(1): 27-34.

42. Suryadi E, Ruswandi D, Marta H, Musfiroh I. Proximate crude fiber and starch content of maize hybrids developed in Indonesia in natural climatic condition. ICSAFS Conference Proceedings. 2017. 2(1): 421-429.
43. Assohoun MCN, Djeni TN, Camara MK, Brou K. Effect of fermentation process on nutritional composition and aflatoxins concentration of doklu, a fermented maize based food. Food & Nutri. Sci. 2013. 4(1): 1120-1127.
44. Ho Obueh, MJ Ikenebomeh. Bioethanol production and compositional changes during fermentation of cassava processing wastes from a local cassava mill. Int. J. Current Res. in Biosciences & Plant Biology. 2014. 1(4): 43-51.
45. Wang H, Sun J, Wang J. Study on utilization of lactic acid for the decalcifying of the shrimp head and shell. J. Chem. & Pharmaceutical Res. 2014. 6(8): 130-134.
46. Koko CA, Kouame BK, Anvoh BY, Amani GN, Assidjo EN. Comparative study on physicochemical characteristics of cassava roots from three local cultivars in Côte d'Ivoire. European Sci. J. 2014. 10(33): 418-432.
47. Hanif M, Khattak MK, Rahman MU, Sher SS, Hafizullah, Khan S, Saeed M, Khan A, Saqlain M. Impact of type and particle size on the protein contents in wheat flour. Sci. Tech. & Dev. 2014. 33(3): 107-109.
48. Winarti S, Saputro EA. Physicochemical and organoleptic properties of dried synbiotics yoghurt from lesser yam tubers (*Dioscorea esculenta* L.). MATEC Web of Conference. 2016. 58(1): 1-5.
49. Francisco F, Simora RM, Nunal S. Deproteinization and demineralization of shrimp waste using lactic acid bacteria for the production of crude chitin and chitosan. AACL Int. J. Bioflux Soc. 2015. 8(1): 107-115.
50. Marko A, Rakicka M, Mikusova L, Valik L, Sturdik E. Lactic acid fermentation of cereal substrates in nutritional perspective. Int. J. Res. Chem. Environ. 2014. 4(4): 80-92.
51. Ogunnaike AM, Adepoju PA, Longe OA, Elemo GN, Oke OV. Effect of submerged and anaerobic fermentations on cassava flour (Lafun). African J. Biotech. 2015. 14(11): 961-970.
52. Kenneth VAR. Quality characteristics, root yield and nutrient composition of six cassava (*Manihot esculenta* Crantz) varieties. Crops Research Report. 2013. 18(1): 1-13.
53. Ogodo AC, Ugbogu OC, Onyeagba RA, Okereke HC. Proximate composition and in-vitro starch/protein digestibility of bambara groundnut flour fermented with *Lactic acid bacteria* (LAB)-Consortium isolated from cereals. Fermentation Tech. 2018. 7(1): 1-9.
54. Bintsis T. Lactic acid bacteria: their application in foods. J. Bacteriology & Mycology. 2018. 6(2): 89-94.
55. Isaac GI, Udeh CC. Effect of fermentation periods on the physicochemical and sensory properties of gari. J. Environ. Sci. Toxicology & Food Tech. 2016. 10(1): 37-42.
56. Ogodo AC, Ugbogu OC, Onyeagba RA, Okereke HC. Effect of lactic acid bacteria consortium fermentation on the proximate composition and in-vitro starch/protein digestibility of maize (*Zea mays*) flour. American J. Microbiology & Biotech. 2017. 4(4): 35-43.
57. Ongol MP, Niyonzima E, Gisanura I, Vasanthakalam H. Effect of germination and fermentation on nutrients in maize flour. J. Food Sci. 2013. 23(4): 183-188.
58. Ifeabunike OB, Nwaedozie JM, Aghanwa CI. Proximate analysis, hydrogen cyanide and some essential mineral content of sweet cassava variety (*Manihot utilisima*) and bitter cassava variety (*Manihot palmata*) cultivated in Kachia local government area of Kaduna state, Nigeria. Int. J. Biochemistry Res & Rev. 2017. 19(1): 1-12.
59. Berglund J, d'Ortoli TA, Vilaplana F, Widmalm G, Wohlerl MB, Lawoko M, Henriksson G, Lindstrom M, Wohlerl J. A molecular dynamics study of the effect of glycosidic linkage type in the hemicellulose backbone on the molecular chain flexibility. The Plant J. 2016. 88(1): 56-70.
60. Xie J, Hse CY, Hoop CFD, Hu T, Qi J, Shupe TF. Isolation and characterization of cellulose nanofibers from bamboo using microwave liquefaction combined with chemical treatment and ultrasonication. Carbohydrate Polymers. 2016. 151(1): 725-734.
61. Ning T, Wang H, Zheng M, Niu D, Zuo S, Xu C. Effects of microbial enzymes on starch and hemicelluloses degradation in total mixed ration silages. Asian-Australasian J. Anim Sci. 2017. 30(1): 171-180.
62. Adetunji AI, Clou HD, Walford SN, Taylor JRN. Complementary effects of cell wall degrading enzymes together with lactic acid fermentation on cassava tuber cell wall breakdown. Industrial Crops & Products. 2016. 90(1): 110-117.
63. Olagunju A, Onyike E, Muhammad A, Aliyu S, Abdullahi AS. Effects of fungal (*Lachnocladium* spp.) pretreatment on nutrient and antinutrient composition of corncobs. African J. Biochem. Res. 2013. 7(11): 210-214.
64. Islamiyati R, Rasjid S, Natsir A, Ismartoyo. Crude protein and fiber fraction of corn stover inoculated by fungi *Trichoderma sp.* and *Phanerochaete chrysosporium*. Int. J. Sci. Tech. Res. 2013. 2(8): 149-152.
65. Manano J, Ogwok P, Bazirake GWB. Chemical composition of major cassava varieties in Uganda, targeted for industrialisation. J. Food Res. 2018. 7(1): 1-9.