

DOI: 10.29303/jrpb.v10i2.320
ISSN 2301-8119, e-ISSN 2443-1354
Tersedia online di <http://jrpb.unram.ac.id/>

PENGARUH UKURAN PARTIKEL MOCAF PADA KARAKTERISTIK FISIK TEPUNG

Effect of MOCAF Particle Size on Flour Physical Properties

Slamet Sulistiadi^{*)}, Hanis Adilla Lestari

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto
Jl. Sultan Agung 42 Purwokerto, Jawa Tengah, Indonesia

Email^{*)}: sulistiadislamet22@gmail.com

Diterima: Desember 2021

Disetujui: September 2022

ABSTRACT

Particle size of Modified Cassava Flour (MOCAF) is a requirement for food product development and solving problems in the production process. This study examines the effect of particle size on the physical characteristics of MOCAF, such as loose density, bulk density, swelling index, and dispersibility of flour. The research objectives were to determine the effect of particle size variations of MOCAF mesh 60, mesh 80, and mesh 100 on the physical properties of loose density, bulk density, swelling index, and dispersibility. The stages of the research were making MOCAF starter, making MOCAF, sieving MOCAF, physical characteristics analysis, and statistical analysis. The results showed that the MOCAF particle size significantly affected the loose density, bulk density, swelling index, and dispersibility. The loose density value ranges from 0.30-0.44 kg/L, the bulk density value ranges from 0.38-0.58 kg/L, the swelling index ranges from 1-1.25, and the dispersibility value ranges from 0.4-0.73.

Keywords: *density; dispersibility; MOCAF; particle size; swelling index*

ABSTRAK

Ukuran partikel pada tepung MOCAF sangat dibutuhkan untuk pengembangan produk dan menyelesaikan permasalahan dalam proses produksi. Penelitian ini mengkaji pengaruh ukuran partikel terhadap karakteristik fisik tepung MOCAF seperti densitas gembur, densitas padat, swelling index dan dispersibility tepung. Tujuan penelitian adalah mengetahui pengaruh variasi ukuran partikel MOCAF mesh 60, mesh 80, dan mesh 100 terhadap sifat fisik densitas gembur, densitas padat, *swelling index*, dan *dispersibility*. Tahapan penelitian yang dilakukan, yaitu pembuatan starter MOCAF, pembuatan MOCAF, pengayakan MOCAF, analisis karakteristik fisik, dan analisis statistik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel MOCAF berpengaruh nyata terhadap densitas gembur, densitas padat, *swelling index*, dan *dispersibility*. Nilai densitas gembur berkisar 0,30-0,44 kg/L, nilai densitas padat berkisar 0,38-0,58 kg/L, swelling index berkisar 1-1,25, dan nilai dispersibility berkisar 0,4-0,73.

Kata kunci: *densitas; dispersibility; MOCAF; swelling index; ukuran partikel*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Modified Cassava Flour (MOCAF) merupakan tepung hasil fermentasi singkong menggunakan bakteri asam laktat yang memiliki kualitas seperti terigu. Kemampuan MOCAF dalam mensubstitusi terigu merupakan sebuah harapan untuk menyelesaikan permasalahan gandum impor yang mencapai 100%. Perkembangan MOCAF menuju industrialisasi mengalami banyak kendala baik secara internal ataupun eksternal (Martianti, *et al.*, 2015).

Secara internal karakteristik produk MOCAF masih belum diterima masyarakat. Penerimaan konsumen terkait penggunaan MOCAF sebagai bahan substitusi terigu masih rendah (Yulianti, *et al.*, 2019; Afifah & Ratnawati, 2017) karena produk turunan MOCAF seperti roti basah masih belum mengembang seperti produk dengan bahan terigu. Penelitian tentang MOCAF selama ini hanya terbatas mengkaji formula perbandingan penggunaan MOCAF sebagai bahan substitusi terigu (Fajriana & Ratnaningsih, 2021; Sirait, *et al.*, 2021; Kristanti, *et al.*, 2020), sedangkan bahan utama produk tetap terigu. Penelitian tentang MOCAF belum banyak mengkaji tentang perbaikan karakteristik fisik tepung, padahal karakteristik fisik sangat mempengaruhi kualitas produk turunannya.

Karakteristik fisik MOCAF dengan material berbentuk *powder* sangat tergantung pada ukuran partikel (Chisenga, *et al.*, 2019). Ukuran partikel pada tepung-tepungan sangat berpengaruh pada sifat fungsional tepung dan pengolahan produk turunan (Amidon, *et al.*, 2009; Imbachí, *et al.*, 2019). Penggunaan MOCAF dalam berbagai aplikasi industri makanan akan mensyaratkan ukuran partikel yang perlu ditentukan untuk memastikan ukuran pengayakan, pola aliran dan identifikasi sifat fungsional produk. Begitu juga dalam proses pengadukan adonan

atau pengulenan (Priyati, *et al.*, 2016) dipengaruhi oleh ukuran partikel.

Keseragaman ukuran partikel tepung mempengaruhi pemodelan dalam proses perancangan mesin (Rafianto, *et al.*, 2021). Setiap proses perancangan sangat membutuhkan informasi terkait karakteristik fisik MOCAF karena dengan mengkaji karakteristik fisik, berbagai permasalahan dalam proses produksi MOCAF dan pengolahan bahan turunannya dapat terselesaikan. Salah satu sifat fisik MOCAF yang selalu diperbandingkan dengan tepung terigu dan tepung tapioka adalah tingkat kehalusan. Tingkat kehalusan lebih lanjut dapat diketahui dengan menentukan ukuran partikel melalui proses pengayakan (Shafi, *et al.*, 2017). Variasi ukuran partikel selanjutnya dikaji pengaruhnya terhadap karakteristik fisik seperti densitas gembur, densitas padat, *swelling index* dan *dispersibility*.

Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh ukuran partikel MOCAF 60 mesh, 80 mesh dan 100 mesh terhadap sifat fisik densitas gembur, densitas padat, *swelling index* dan *dispersibility* tepung.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

MOCAF dibuat menggunakan singkong segar varietas klanting dengan usia panen 9 bulan yang diperoleh dari petani Singkong Desa Tamansari Kecamatan Karanglewas. Proses pembuatan MOCAF dilakukan dengan mengupas singkong segar kemudian memotongnya dalam bentuk *chip* singkong menggunakan *slicer*. Setelah itu, *chip* direndam menggunakan starter bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat yang digunakan diperoleh dari laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada kemudian dikembangkan dalam bentuk starter praktis.

Bakteri asam laktat berfungsi menguraikan granula karbohidrat

dalam singkong menjadi lebih sederhana sehingga tepung lebih putih dan tidak berbau singkong. Setelah proses perendaman, dilakukan proses penirisan *chip* sebelum dikeringkan di bawah sinar matahari. Proses pengeringan dilakukan dengan panas matahari sampai kadar air di bawah 12%, *chip* selanjutnya digiling menggunakan mesin penepung (Widayat, *et al.*, 2019).

Proses pengambilan sampel

Melalui proses pengayakan penelitian ini melakukan variasi ukuran partikel tepung dengan ukuran 60 mesh, 80 mesh, dan 100 mesh. MOCAF diayak menggunakan mesin pengayak dengan 3 tingkat mesh berbeda yang digerakkan oleh motor penggerak (Shafi, *et al.*, 2017). Sampel diperoleh dengan melakukan pengayakan dengan tiga lapis mesh yang berbeda-beda; ukuran mesh sampel yang ingin diperoleh diletakkan di tengah diantara mesh yang lebih tinggi dan lebih rendah.

Penentuan ukuran partikel tepung 60 mesh berdasarkan pada ukuran mesh yang digunakan oleh pengrajin kecil MOCAF. Ukuran 80 mesh ditentukan berdasarkan ketentuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7622:2011 Tepung MOCAF yang mengharuskan MOCAF lolos ayakan 80 mesh (Badan Standarisasi Nasional, 2011). Adapun ukuran 100 mesh ditentukan berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati & Desnilasari (2020), dimana MOCAF dengan ukuran 100 mesh memiliki pengaruh yang nyata terhadap sifat fisik (Ratnawati & Desnilasari, 2020). Variasi ukuran partikel selanjutnya dikaji pengaruhnya terhadap karakteristik fisik seperti densitas gembur, densitas padat, *swelling index* dan *dispersibility*.

Uji karakteristik fisik MOCAF hasil pengayakan

Sifat fisik yang diukur adalah densitas gembur dan densitas padat. Nilai densitas diukur dengan cara menimbang massa wadah yang berbentuk silinder dengan volume 1 liter. Selanjutnya, memasukkan tepung kasava ke dalam kaleng sampai

penuh kemudian diratakan permukaannya tanpa dipadatkan dan kemudian ditimbang. Adapun untuk pengukuran densitas padat, tepung dalam wadah dimampatkan dengan 100 kali ketukan (Gilang, *et al.*, 2013). Pengujian karakteristik *Swelling power* dan *dispersibility* ditentukan menggunakan metode Senanayake (Parwiyanti, *et al.*, 2015).

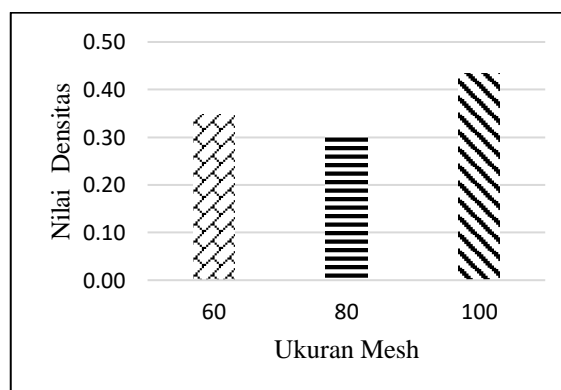
Analisis data

Data yang didapatkan dari penelitian selanjutnya dianalisis dengan *Analysis of Varians* (ANOVA) menggunakan *software* SPSS Statistic 2019 v26.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Densitas gembur (*Loose Bulk Dencity*)

Nilai rata-rata densitas gembur paling tinggi ditemukan pada MOCAF dengan variasi perlakuan pengayakan mesh 100 dengan nilai rata-rata 0,43 kg/L. Adapun nilai terendah ditemukan pada MOCAF mesh 80 dengan densitas padat 0,30 kg/L. Tingginya nilai densitas gembur menunjukkan tepung memiliki kemampuan tinggi (Gilang *et al.*, 2013). Perbedaan ukuran partikel sangat mempengaruhi nilai densitas gembur (Chisenga, *et al.*, 2019). Gambar 1 memperlihatkan hasil pengukuran densitas gembur tepung.



Gambar 1. Hasil Pengukuran Densitas Gembur

Uji statistik pada hasil pengukuran densitas MOCAF memberikan hasil bahwa variasi tingkat kehalusan pada mesh 60, 80, dan 100

berpengaruh nyata terhadap nilai densitas gembur. Berdasarkan hasil uji ANOVA data dapat dianalisis lebih lanjut menggunakan uji Duncan seperti yang diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Densitas Gembur

Ukuran Mesh	Densitas Gembur
60	0,433 ^a
80	0,304 ^b
100	0,348 ^c

Hasil Uji Duncan MOCAF mesh 60, 80, dan 100 menunjukkan bahwa setiap perlakuan variasi mesh memberikan data yang berbeda nyata. Kalman & Portnikov (2021) menyebutkan bahwa perbedaan nilai densitas yang bervariasi sangat tergantung dengan kadar air bahan dan kadar air bahan sangat dipengaruhi dimensi partikel. Selain itu, adanya proses hidrolisis pati pada tahap fermentasi dan proses pengeringan juga sangat mempengaruhi densitas gembur dari MOCAF.

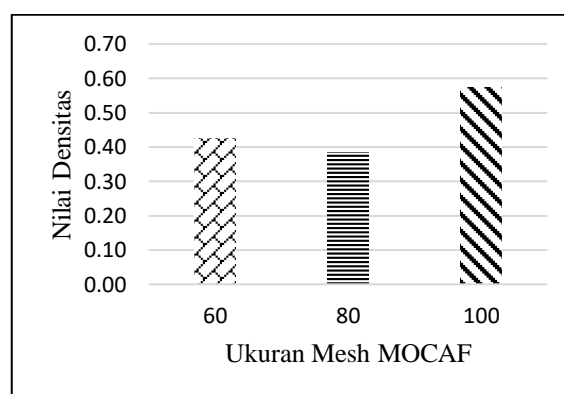
Densitas terendah terdapat pada tepung MOCAF mesh 80 dengan ukuran partikel lebih kecil. Namun, kemampuan partikel tepung menyeimbangkan kondisi uap air di udara lebih lambat, sehingga kadar air di MOCAF mesh 60 lebih tinggi dan menyebabkan densitas gemburnya tinggi. Dimensi partikel pada tepung mesh 80 memiliki rongga sehingga bahan menjadi porous. Adanya porous tepung yang dihasilkan juga memiliki massa yang lebih ringan. Hidrolisis pati saat fermentasi juga menyebabkan liberasi granula pati sehingga tepung yang dihasilkan memiliki bentuk butiran partikel yang tidak teratur. Bentuk partikel mempengaruhi densitas gembur dimana partikel-partikel dengan bentuk *irregular* cenderung memiliki porositas besar diakibatkan rongga-rongga antar partikel yang terisi oleh udara, sehingga densitasnya lebih kecil (He, *et al.*, 2021).

Densitas padat

Selain densitas gembur, densitas padat juga merupakan salah satu parameter penting bahan pangan berbentuk tepung-

tepungan. Densitas padat adalah perbandingan antara berat bahan terhadap volume yang ditempati setelah melalui proses pemadatan seperti penggoyangan. Besarnya nilai densitas padat dapat dipengaruhi oleh bentuk maupun ukuran partikel suatu bahan.

Berdasarkan analisis statistik dengan tingkat kepercayaan 95%, perlakuan dengan variasi tingkat kehalusan MOCAF mesh 60, 80 dan 100 memberikan pengaruh nyata terhadap nilai densitas padat. Berdasarkan grafik nilai densitas padat MOCAF (Gambar 2), dapat dilihat bahwa hampir semua perlakuan memiliki pola nilai densitas yang sama. Besarnya nilai densitas padat pada tepung yang diuji sejalan dengan nilai densitas gemburnya.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Densitas Padat

Secara umum, tepung yang memiliki nilai densitas gembur yang besar akan memiliki nilai densitas padat yang besar pula. Nilai densitas padat yang lebih besar dibanding densitas gembur terjadi karena densitas padat diukur dengan memadatkan sejumlah tepung yang dimasukkan ke dalam wadah sampai volume tertentu. Hal ini menyebabkan terisinya ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel tepung yang ada pada saat pengukuran densitas gembur, sehingga tepung yang dapat tertampung dalam volume ruang yang sama akan lebih banyak.

Tepung dengan mesh 100 memiliki ukuran partikel lebih kecil dengan dimensi ukuran partikel yang lebih rendah, sehingga ketika proses pemadatan dengan cara

pengetukkan wadah sebanyak 100 kali, ruang udara antar partikel tepung semakin berkurang. Tepung dengan mesh 80 dan 60 memiliki dimensi partikel tinggi, proses pemadatan saat pengujian masih menyisakan ruang antar partikel, sehingga nilai densitas padat lebih kecil.

Hasil ANOVA pada pengukuran densitas padat menunjukkan bahwa variasi perlakuan ukuran mesh yang berbeda pada MOCAF memberikan pengaruh yang nyata dengan nilai signifikansi 0,00. Selanjutnya dilakukan uji Duncan untuk setiap perlakuan pada densitas padat dengan variasi mesh 60, 80, dan 100. Hasil menunjukkan setiap perlakuan yang dilakukan berbeda nyata sesuai yang tercantum pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Duncan Pengukuran Densitas Padat

Ukuran Mesh	Densitas Padat
60	0,57 ^a
80	0,38 ^b
100	0,42 ^c

Semakin besar selisih antara densitas padat dengan densitas gembur menunjukkan bahwa tepung akan semakin sulit untuk menempati ruang karena memiliki bentuk partikel yang keras dan berbentuk kristal. Hal tersebut terjadi karena tepung kasava akan menggumpal (He, *et al.*, 2021). Selisih densitas padat dan densitas gembur tepung kasava hasil penelitian tidak menghasilkan nilai yang cukup besar, nilai selisihnya berkisar antara 0,10-0,14. Nilai selisih yang tidak terlalu besar menunjukkan bahwa kecenderungan MOCAF untuk menggumpal sangat kecil (Sahin & Sumnu, 2006).

Nilai selisih densitas memberikan pengaruh secara umum; semakin kecil ukuran partikel, semakin banyak partikel yang dapat dikeluarkan dari celah bahan. Hal ini menyebabkan penurunan yang signifikan dari panjang bebas rata-rata yang dapat dilalui partikel sebelum bertabrakan dengan partikel lain. Partikel dengan permukaan kecil, memiliki kepadatan rata-rata yang lebih tinggi dan keseragaman yang

lebih baik daripada partikel besar (He, *et al.*, 2021).

Tabel 3. Selisih Nilai Densitas Padat dan Densitas Gembur

Perlakuan	Perbandingan Nilai Densitas		Selisih
	Densitas Padat	Densitas Gembur	
Mesh 60	0,572	0,433	0,139
Mesh 80	0,384	0,304	0,080
Mesh 100	0,425	0,348	0,077

Tabel 3 menunjukkan bahwa perlakuan variasi mesh 100 memiliki nilai densitas padat tertinggi, sedangkan perlakuan mesh 80 memiliki nilai densitas padat terendah. Hal ini diduga karena perlakuan dengan mesh 100 menghasilkan ukuran partikel yang kecil. Ukuran partikel kecil akan membentuk massa dengan kerapatan lebih kecil akibat pemadatan pada rongga-rongga antar partikel. Semakin kecil kerapatan antar partikel akan membuat semakin kecil pula ruang kosong yang tidak ditempati, maka semakin besar nilai densitas padatnya.

Kadar air yang tinggi menyebabkan partikel pada tepung menjadi lebih berat sehingga volume pada rongga partikel menjadi lebih besar karena partikel yang terbentuk semakin besar. Hal tersebut yang menyebabkan jumlah densitas padat yang dimiliki semakin besar (Eleazu, *et al.*, 2014). Sejumlah air yang menguap dari tepung membuat massa tepung semakin berkurang, sehingga nilai densitas padat menjadi menurun.

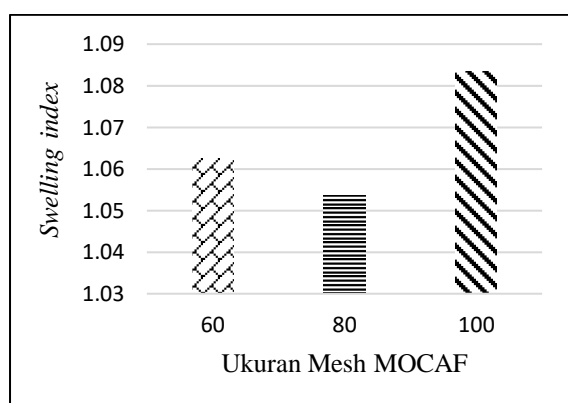
Kerapatan tepung MOCAF hasil penelitian, selain dipengaruhi oleh ukuran partikel, juga dipengaruhi oleh proses mekanis yang terjadi saat pengujian densitas padat, dimana partikel tepung yang kecil akan mengalami gaya pemampatan partikel yang lebih besar saat pengujian (Ying, *et al.*, 2017). Kerapatan dari partikel tepung MOCAF juga sangat mempengaruhi kondisi saat pengemasan atau distribusi produk saat produk disimpan (Araújo & Pena, 2020)

dalam gudang penyimpanan ataupun saat diangkut ketika pendistribusian.

Swelling Index

Swelling index merupakan kenaikan volume dan berat maksimum pati selama mengalami pengembangan di dalam air. *Swelling index* yang tinggi berarti semakin tinggi pula kemampuan pati mengembang dalam air. Nilai *swelling index* perlu diketahui untuk memperkirakan ukuran atau volume wadah yang digunakan dalam proses produksi, sehingga jika pati mengalami *swelling*, wadah yang digunakan masih bisa menampung pati tersebut.

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa *swelling index* tertinggi ditemukan pada perlakuan mesh 100 dengan nilai 1,25; sedangkan *swelling index* terkecil terletak pada perlakuan mesh 80. Hasil *swelling index* terbaik adalah perlakuan dengan nilai tertinggi. Pada grafik dapat dilihat beberapa perlakuan memiliki pola peningkatan nilai *swelling index* yang hampir sama, yaitu pada perlakuan mesh 80 dan 60. Berdasarkan gambar, semakin bertambahnya ukuran mesh, *swelling index*-nya semakin bertambah.



Gambar 3. Hasil Pengukuran *Swelling Index*

Swelling index juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap karakteristik *baking* pada produk turunan (Wessels, *et al.*, 2020). Semakin besar *swelling index* berarti semakin banyak air yang diserap selama pemasakan. Hal ini tentu saja berkaitan dengan kandungan amilosa dan amilopektin yang terkandung dalam tepung. Semakin

tinggi kadar amilosa, nilai pengembangan volume akan semakin tinggi. Hal itu karena bahan dengan kadar amilosa yang tinggi akan menyerap air lebih banyak, sehingga pengembangan volume juga semakin besar (Godswill, *et al.*, 2019).

Swelling index sangat dipengaruhi oleh ikatan antarmolekul penyusun pati. Dengan masuknya air ke dalam molekul pati karena terurainya H₂O₂ saat fermentasi, ikatan antar molekul pati akan melemah, sehingga nilai *swelling index* bertambah. Perlakuan mesh 100 dengan partikel semakin kecil menghasilkan *swelling index* yang tinggi juga. Hasil penelitian sebelumnya mengatakan bahwa semakin kecil perbandingan pati dan air, semakin besar nilai *swelling index* nilai kelarutan, akibatnya *swelling index* dan kelarutan cenderung meningkat (Laryea, *et al.*, 2017). *Swelling index* sangat dipengaruhi oleh keberadaan gugus amilosa sebagai salah satu komponen penyusun pati. Semakin lama waktu proses, semakin banyak amilosa yang tereduksi, sehingga penurunan jumlah amilosa tersebut mengakibatkan kenaikan *swelling index* (Stępniewska, *et al.*, 2018).

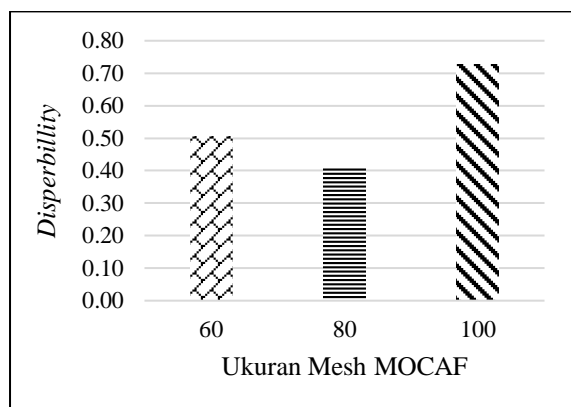
Analisa variansi memperlihatkan bahwa variabel perlakuan tingkat kehalusan MOCAF dengan mesh 60, 80, dan 100 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai *swelling index* tepung MOCAF. *Swelling index* dipengaruhi faktor-faktor, seperti rasio amilosa-amilopektin, ukuran granula pati, serta variasi struktural lainnya yang telah dikaji pengaruhnya terhadap *swelling index* bahan makanan bertepung (Stępniewska, *et al.*, 2018).

Meskipun hasil dalam penelitian ini berbeda dengan beberapa laporan sebelumnya, banyak literatur menyebutkan bahwa tepung terigu memiliki *swelling index* lebih tinggi daripada tepung singkong (Nwosu, *et al.*, 2014; Lagnika, *et al.*, 2019; Akintayo, *et al.*, 2020), karena tepung terigu mengandung gluten. Lebih lanjut, perbedaan indeks pembengkakan yang ditunjukkan oleh berbagai sampel tepung juga dapat disebabkan dari tingkat gaya

asosiatif yang berbeda dalam granula patinya (Akintayo, *et al.*, 2020).

Dispersibility

Tepung MOCAF merupakan produk pangan berbentuk bubuk. Salah satu parameter lainnya yang penting dalam bahan pangan berbentuk bubuk adalah dispersibilitas. *Dispersibility* dapat didefinisikan sebagai kemampuan bubuk untuk memisahkan diri menjadi partikel-partikel tunggal ketika terdispersi di dalam air, dengan bantuan pengadukan. Dispersibilitas menentukan kecenderungan tepung untuk bergerak terpisah dari molekul air dan menunjukkan aksi hidrofobiknya (Ejiofor, 2015). Gambar 4 menunjukkan hasil pengukuran *dispersibility*.



Gambar 4. Hasil pengukuran *dispersibility*

Berdasarkan Gambar 4, terlihat bahwa *dispersibility* tertinggi ditemukan pada perlakuan pada MOCAF dengan mesh 100, sedangkan *dispersibility* terkecil MOCAF mesh 60. Hasil *dispersibility* terbaik adalah perlakuan dengan nilai *dispersibility* tertinggi. Pada grafik dapat dilihat pola penurunan nilai *dispersibility* yang hampir sama pada perlakuan mesh 60.

Analisa variansi memperlihatkan bahwa pemberian variasi ukuran partikel memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai *dispersibility* tepung MOCAF. Hal yang sama juga terjadi pada uji Duncan bahwa setiap perlakuan dengan perbedaan ukuran mesh yang dihasilkan menunjukkan berbeda nyata. Hasil Uji Duncan tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Duncan *Dispersibility*

Ukuran Mesh	<i>Disperbilitiy</i>
60	0,51 ^a
80	0,41 ^b
100	0,73 ^c

Ukuran granula tepung memiliki kemampuan menyerap yang berbeda-beda, perbedaan ukuran granula selain dipengaruhi oleh proses fermentasi (Ejiofor, 2015) juga dipengaruhi oleh proses pengayakan dengan berbagai ukuran mesh. Hasil pengukuran *dispersibility* pada penelitian berbeda dengan peneliti sebelumnya (Han, *et al.*, 2010) yang menunjukkan bahwa semakin kecil partikel ukuran tepung, nilai *dispersibility* akan semakin rendah. Semakin halus permukaan partikel tepung, kadar air akan semakin rendah, sehingga tegangan permukaan partikel menjadi tinggi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Ukuran partikel MOCAF berpengaruh nyata terhadap densitas gembur, densitas padat, *swelling index*, dan *dispersibility*. Nilai densitas gembur berkisar 0,30-0,44 kg/L, nilai densitas padat berkisar 0,38-0,58 kg/L, *swelling index* berkisar 1-1,25, dan nilai *dispersibility* berkisar 0,4-0,73.

Saran

Kajian ukuran partikel tepung perlu dilakukan secara komprehensif terutama pengaruhnya terhadap karakteristik *rheology*, termal dan *baking properties*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Kementerian Pendidikan Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset dan Teknologi yang sudah memberikan hibah penelitian melalui skema Penelitian Dosen Pemula.

DAFTAR REFERENSI

- Afifah, N., & Ratnawati, L. (2017). Quality assessment of dry noodles made from blend of mocaf flour, rice flour and corn flour. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 101(1), 1–10. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/101/1/012021>.
- Akintayo, O. A., Oyeyinka, S. A., Aziz, A. O., Olawuyi, I. F., Kayode, R. M. O., & Karim, O. R. (2020). Quality attributes of breads from high-quality cassava flour improved with wet gluten. *Journal of Food Science*, 85(8), 2310–2316. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15347>.
- Amidon, G. E., Secreast, P. J., & Mudie, D. (2009). Particle, Powder, and Compact Characterization. *Developing Solid Oral Dosage Forms*, 163–186. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53242-8.00008-4>.
- Araújo, A. L. de, & Pena, R. da S. (2020). Effect of particle size and temperature on the hygroscopic behaviour of cassava flour from dry group and storage time estimation. *CYTA - Journal of Food*, 18(1), 178–186. <https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1717635>.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Tepung Mokaf SNI No.7622:2011*.
- Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Laing, M. (2019). Proximate composition, cyanide contents, and particle size distribution of cassava flour from cassava varieties in Zambia. *AIMS Agriculture and Food*, 4(4), 869–891. <https://doi.org/10.3934/agrfood.2019.4.869>
- Ejiofor, Eke J. (2015). Physico-chemical and pasting properties of starches from cassava, sweet potato and three leaf yam and their application in salad cream production. *International Journal of Biotechnology and Food Science*, 3(2), 23–30.
- Eleazu, O. C., Eleazu, K. C., & Kolawole, S. (2014). Use of Indigenous Technology for The Production of High Quality Cassava Flour with Similar Food Qualities as Wheat Flour. *ACTA Scientiarum Polonorum*, 13(3), 249–256. <https://doi.org/10.17306/J.AFS.2014.3.3>.
- Fajriana, O., & Ratnaningsih, N. (2021). Substitusi Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) dalam Pembuatan Tourte dengan Filling Bechamel Sauce dan Rendang Tuna. *Prosiding Pendidikan Teknik Boga* Retrieved from <https://journal.uny.ac.id/index.php/ptb/article/view/44533>.
- Gilang, R., Affandi, D. R., & Ishartani, D. (2013). Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(3).
- Godswill, C., Somtochukwu, V., & Kate, C. (2019). The Functional Properties of Foods and Flours. *International Journal of Advanced Academic Research Sciences*, 5(11), 2488–9849.
- Han, S. H., Park, S. J., Lee, S. W., & Rhee, C. (2010). Effects of particle size and gelatinization of job's tears powder on the instant properties. *Journal of Food Science and Nutrition*, 15(1), 67–73. <https://doi.org/10.3746/jfn.2010.15.1.067>.
- He, Y., Hassanpour, A., & Bayly, A. E.

- (2021). Combined effect of particle size and surface cohesiveness on powder spreadability for additive manufacturing. *Powder Technology*, 392, 191–203. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.06.046>.
- Kalman, H., & Portnikov, D. (2021). Analyzing bulk density and void fraction: B. Effect of moisture content and compression pressure. *Powder Technology*, 381, 285–297. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2020.12.019>.
- Kristanti, D., Setiaboma, W., & Herminiati, A. (2020). *BIOPROPAL Industri*. 11(1), 1–8.
- Lagnika, C., Houssou, P. A., Dansou, V., Hotegni, A. B., Amoussa, A. M., Kpotouhedo, F. Y., ... Lagnika, L. (2019). Physico-functional and Sensory Properties of Flour and Bread Made from Composite Wheat-Cassava. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(6), 538–547. <https://doi.org/10.3923/pjn.2019.538.547>.
- Laryea, D., Wireko-Manu, F. D., & Oduro, I. (2017). Effect of Drum Drying on the Colour, Functional and Pasting Properties of Sweetpotato-based Complementary Food. *American Journal of Food Science and Technology*, 5(5), 210–219. <https://doi.org/10.12691/ajfst-5-5-7>.
- Martianti, A. M. A., Muani, A., & Radian. (2015). Strategi Pengembangan Agroindustri Mocaf di Kota Singkawang. *Jurnal Social Economic of Agriculture*, IV(1), 14–25.
- Nwosu, Owuamanam, J. N., G. C., O., & C. C., E. (2014). Quality Parameters of Bread Produced From Substitution of Wheat Flour With Cassava Flour Using Soybean As an Improver. *American Journal of Research Communication*, 2(3), 99–118.
- Parwiyanti, F. P., Wijaya, A., & Malahayati, N. (2015). Swelling Dan Kelarutan Pati Ganyong (*Canna edulis* Kerr.) Termodifikasi Melalui Heat-Moisture Treatment Dan Penambahan Gum Xanthan Untuk Produk Roti. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Tanaman Aneka Kacang Dan Umbi*, 692–699.
- Priyati, A., Abdullah, S. H., & Putra, G. M. D. (2016). Pengaruh Kecepatan Putar Pengadukan Adonan Terhadap Sifat Fisik Roti. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 4(1), 217–221.
- Rafianto, V., Djoyowasito, G., Hermanto, M. B., & Wibisono, Y. (2021). Pendugaan Reduksi Ukuran Berbasis Model Algoritma Perhitungan Balik Pada Penepungan Cangkang Rajungan Menggunakan Ball-Mill. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 9(1), 66–75. <https://doi.org/10.29303/jrpb.v9i1.217>
- Ratnawati, L., & Desnilasari, D. (2020). Characterization of modified cassava flour (mocaf)-based biscuits substituted with soybean flour at varying concentrations and particle sizes. *Food Research*, 4(3), 645–651. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.4\(3\).282](https://doi.org/10.26656/fr.2017.4(3).282).
- Sahin, S., & Sumnu, S. G. (2006). *Physical Properties of Foods*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/0-387-30808-3>.
- Shafi, M., Baba, W. N., & Masoodi, F. A. (2017). Composite flour blends: Influence of particle size of water chestnut flour on nutraceutical potential and quality of Indian flat

- bread. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 11(3), 1094–1105. <https://doi.org/10.1007/s11694-017-9486-5>.
- Sirait, S. D., Listianti, E., & Ningsih, D. P. (2021). Karakterisasi dan Uji Keberterimaan Roti Tawar Mocaf (Modified Cassava Flour) Berflavor. *WARTA AKAB*, Vol. 45. <https://doi.org/10.55075/wa.v45i2.49>.
- Stępniewska, S., Słowik, E., Cacak-Pietrzak, G., Romankiewicz, D., Szafrńska, A., & Dziki, D. (2018). Prediction of rye flour baking quality based on parameters of swelling curve. *European Food Research and Technology*, Vol. 244, pp. 989–997. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-3014-z>.
- Wessels, R., Wentzel, B., & Labuschagne, M. T. (2020). Solvent retention capacity and swelling index of glutenin in hard red wheat flour as possible indicators of rheological and baking quality characteristics. *Journal of Cereal Science*, 93, 102983. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102983>.
- Widayat, Hadiyanto, Satriadi, H., Suzery, M., & Budianto, I. A. (2019). Peningkatan Produksi MOCAF dengan Rancang Bangun Alat Pemotong. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 17(3), 515–521. <https://doi.org/10.14710/jil.17.3.515-521>.
- Ying, D. Y., Hlaing, M. M., Lerisson, J., Pitts, K., Cheng, L., Sanguansri, L., & Augustin, M. A. (2017). Physical properties and FTIR analysis of rice-oat flour and maize-oat flour based extruded food products containing olive pomace. *Food Research International*, 100, 665–673. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.062>.
- Yulianti, L. E., Sholichah, E., & Indrianti, N. (2019). Addition of Tempeh Flour as a Protein Source in Mixed Flour (Mocaf, Rice, and Corn) for Pasta Product. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 251(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/251/1/012037>.