DOI: https://doi.org/10.17969/jtipi.v17i2.44184

http://jurnal.usk.ac.id/TIPI

Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia
Open Access Journal

MODIFIKASI HASIL SAMPING PENEPUNGAN UBI JALAR CILEMBU DENGAN *SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE* DAN KARAKTERISASI TEPUNG YANG DIHASILKAN

MODIFICATION OF CILEMBU SWEET POTATO BY-PRODUCTS WITH SODIUM TRIPOLYPHOSPHATE AND CHARACTERIZATION OF THE RESULTING FLOUR

Theresia Endang Widoeri Widyastuti, Anna Ingani Widjajaseputra, Maria Matoetina Soeprijono

INFO ARTIKEL

Submit: 23-5-2025
Received: 2-7-2025
Accepted: 5-7-2025

Keywords:

Cilembu sweet potato, modification method, modified flour, yield, physicochemical characteristics

ABSTRACT

Cilembu sweet potato (UJC) is a local food source of calories that has the potential to support food security. UJC flour processing is carried out to provide added value and wider utilization, however the yield that passes the 80 mesh sieve is still low. The physicochemical properties of natural flour which determine the form of the processed product are still not suitable if it is to be used widely, so it needs modification. Modification of various flours or starches with sodium tripolyphosphate (STPP) can change the physicochemical properties of the flour produced, but has never been applied to UJC flour by-products (not passing an 80 mesh sieve). This research aimed to modify the by-products of UJC flour from two different methods with STPP, as well as determine the physicochemical characteristics of the modified flour. The research used a factorial randomized block design with three replications. The UJC flour type factor consists of by-products of the cabinet drying (H) and foam-mat drying (F) methods, while the STPP modification application was in the form of the wet method of 0.15% STPP (B1); the wet method of STPP 1% (B2); the dry method of STPP 0.15% (K1); and the dry method of STPP 1% (K2). The interaction of flour type and STPP modification method increased the yield. The water content increases if the type of flour, H or F is combined with the wet method of STPP modification (B). The highest water absorption capacity was produced by UJC flour from the FK2 interaction, while the highest oil absorption capacity was obtained if STPP modification was applied to type H flour. The highest solubility of modified UJC flour was produced by HK2 flour. The modification process with STPP shifts the color of UJC flour to greenish yellow (^{0}Hue value 157.5-167.6).

1. PENDAHULUAN

Produksi ubi jalar secara nasional pada 2023 mencapai 1,43 juta ton dan 59,12% dihasilkan di pulau Jawa (Dirjen Tanaman Pangan, 2024). Beberapa jenis ubi jalar yang diproduksi di Jawa Timur yaitu ubi jalar ungu, kuning, putih, dan ubi jalar madu atau ubi jalar Cilembu (Estiasih *et al*., 2017). Ubi jalar varietas Cilembu banyak dibudidayakan di Jawa Timur, khususnya di Kabupaten Mojokerto dan Lumajang (Ahmed, 2010). Ubi jalar Cilembu (UJC) dapat menjadi sumber kalori dari bahan pangan lokal yang penting untuk menunjang ketahanan pangan. Hal tersebut karena dalam 100 g UJC terdapat karbohidrat, terutama pati dan gula, lemak, serta protein, berturut-turut 20,1 g; 12,7 g; 4,2 g; 0,1 g; dan 1,6 g; sedangkan kadar serat pangan dan air, berturut-turut 3,0 g dan 68,5 g (Mayastuti, 2002).

Proses penepungan dapat meningkatkan daya guna tepung seperti kasus ubi jalar oranye yang dibuat tepung dapat mengurangi sifat ruah, lebih stabil sehingga mengurangi *loss*, dan mempermudah pengolahannya menjadi berbagai macam produk pangan, serta meningkatkan nilai ekonominya (Haruna *et al*., 2019). Penepungan UJC juga telah dilakukan untuk memberi nilai tambah dan pemanfaatan yang lebih luas (Suprijono *et al*., 2023).

Proses pembuatan dan karakterisasi tepung maupun pati UJC telah diteliti. Penepungan UJC dengan metode *cabinet drying* dan *foam-mat drying* pada suhu 55-60°C telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Suprijono *et al*., 2023; Handoko, 2023). Pengeringan dengan *cabinet drying* membutuhkan waktu hingga 12 jam, sedangkan metode *foam-mat drying* dapat mereduksi waktu pengeringan sehingga hanya dibutuhkan waktu 8 jam. Namun rendemen

Theresia Endang Widoeri Widyastuti, Anna Ingani Widjajaseputra, Maria Matoetina Soeprijono
Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Indonesia.
*E-mail: widoeri@ukwms.ac.id

tepung UJC (lolos ayakan 80 mesh) yang diperoleh relatif rendah, yaitu 5,3-5,8 % (Handoko, 2023).

Tepung UJC dengan karakteristik fisik yang lebih baik dihasilkan dari pengirisan sebelum pengeringan dengan *cabinet dryer* dibandingkan perlakuan pemarutan (Suprijono *et al*., 2023). Karakteristik fisik yang dimaksud adalah warna oranye, laju alir yang lebih stabil, dan ukuran granula pati lebih seragam. Daya serap air tepung UJC tersebut berkisar 1,63-2,87 mL/g, berbeda dengan daya serap air tepung UJC (1,1-1,8 mL/g) dari metode *foam-mat drying* (Handoko, 2023). Sifat fisikokimia yang dimiliki oleh tepung akan menentukan bentuk produk olahannya. Sifat fisik dan kimia tepung alami umumnya masih kurang sesuai apabila digunakan secara luas. Agar diperoleh tepung dengan sifat yang dikehendaki, perlu dilakukan modifikasi [Amalia *et al*., 2016].

Modifikasi tepung secara kimia dengan *sodium tripolyphosphate* (STPP) dapat dilakukan dengan cara yang berbeda. Menurut Egharevba (2020), prinsip dasar metode *cross-linking* yaitu menggantikan gugus -OH pada pati dengan gugus fungsi lain, seperti gugus fosfat dari STPP. Karateristik tepung ubi jalar putih yang dimodifikasi secara kimia, yaitu *crosslink* dengan pereaksi STPP, terbukti lebih baik daripada tepung alami (Yustiawan *et al*., 2019). Tepung hasil modifikasi tersebut memiliki daya serap air dan nilai *swelling power* yang meningkat, serta solubilitas yang menurun. Faisal *et al.* (2023) juga menggunakan STPP pada kisaran konsentrasi 0,1-0,9%, namun terhadap pati labu kuning dengan hasil ada pengaruh nyata terhadap kadar air dan kadar patinya. Yustiawan *et al*. (2019) dan Faisal *et al.* (2023) menerapkan modifikasi menggunakan STPP dengan metode yang berbeda, khususnya saat memberi kesempatan reaksi dalam media air. Modifikasi hasil samping penepungan UJC (tepung tidak lolos ayakan 80 mesh) diharapkan dapat meningkatkan rendemen tepung UJC yang dihasilkan, namun modifikasi dengan STPP belum pernah dilakukan dan belum diketahui pengaruhnya terhadap sifat fisikokimia tepung hasil modifikasi. Dengan mengacu pada hasil penelitian Yustiawan *et al*. (2019) dan Faisal et al. (2023), serta berdasarkan penelitian pendahuluan, maka yang dikaji dalam penelitan ini adalah modifikasi STPP metode basah dan kering dengan konsentrasi STPP 0,15% dan 1%.

Penelitian ini bertujuan untuk memodifikasi hasil samping penepungan UJC (tepung tidak lolos ayakan 80 mesh) dari dua metode yang berbeda dengan STPP, serta untuk mengetahui karakter fisikokimia tepung hasil modifikasi.

2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan baku pembuatan tepung, yaitu ubi jalar cilembu yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari salah satu pedagang di Jalan Banyu Urip, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. *Sodium tripolyphosphate*, minyak nabati "Ikan Dorang", dan telur ayam diperoleh dari toko bahan kimia dan pasar setempat di Surabaya.

Alat yang digunakan untuk proses pembuatan tepung adalah timbangan semi analitik "Ohaus Pioneer PX6201/E, *cabinet dryer*, *infra red moisture tester*, blender "Philips", *high speed multifunctional grinder* "Western Kitchen", dan *vibratory sieve shaker* "Retcsh AS200basic". Sedangkan alat analisa yang digunakan adalah timbangan analitik (Sartorius), oven (MMM Medcenter Venticell 55), *color reader* (Konica Minolta CR10), *centrifuge 'Hettics",* dan seperangkat alat-alat gelas.

Rancangan Percobaan dan Analisa Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial dengan tiga ulangan percobaan. Faktor I yang diteliti adalah jenis tepung hasil samping penepungan UJC (Gambar 1) terdiri dari dua level yaitu tepung dari pengeringan (suhu 60°C) dengan *cabinet drying* (H) dan metode *foam-mat drying* (F). Faktor II adalah aplikasi modifikasi dengan STPP terdiri dari empat level yaitu metode basah STPP 0,15% (B1); metode basah STPP 1% (B2); metode kering STPP 0,15% (K1); dan metode kering STPP 1% (K2).

Variabel terikat yang diukur adalah sifat fisikokimia tepung UJC berupa: rendemen, kadar air (metode thermogravimetri AOAC 2005), daya serap air (metode Witono *et al.*, 2014), daya serap minyak (metode Achy *et al.*, 2017), kelarutan (Amalia *et al*., 2016), dan warna dengan *color reader* "Konica Minolta CR10". Seluruh data diolah dengan ANOVA (α=5%) untuk mengetahui pengaruh jenis tepung hasil samping penepungan UJC, aplikasi modifikasi dengan STPP, dan interaksinya. Jika pengaruh nyata, dilanjutkan dengan uji pembedaan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada α=5% untuk mengetahui pengaruh level perlakuan yang signifikan.

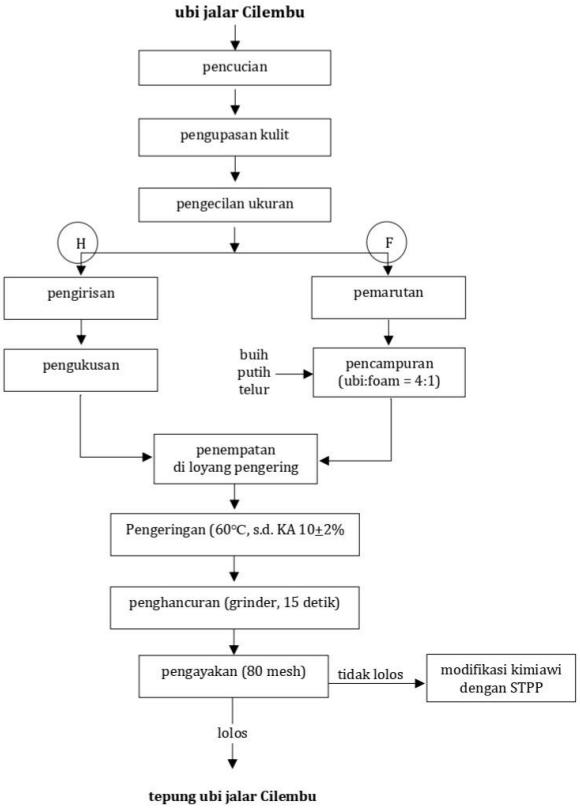
Penyiapan Hasil Samping Penepungan UJC

Hasil samping penepungan UJC dalam penelitian ini adalah tepung UJC yang tidak lolos ayakan 80 mesh. Hasil samping yang dimaksud berasal dari dua (2) proses pengeringan yang berbeda, yaitu *cabinet drying* (H) dan *foam-mat drying* (F), seperti tampak pada diagram alir

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

(Gambar 1). Secara umum, tahapan proses pembuatan tepung (Suprijono et al., 2023) meliputi: pencucian ubi jalar, pengupasan dengan *peeler*, pengecilan ukuran, pengirisan dan pengukusan pada suhu 60-70°C selama 5 menit (untuk H) atau pemarutan (untuk F), pengeringan hingga kadar air 10±2%, penghancuran dengan *grinder* (15 detik), dan pengayakan dengan *vibratory sieve shaker* (80 mesh). Bagian yang tidak lolos (hasil samping) kemudian dimodifikasi dengan STPP.

Pada proses pengeringan dengan *cabinet drying*, ubi jalar Cilembu hasil pengirisan dan pengukusan ditempatkan pada beberapa loyang dengan berat dan ketebalan yang sama, kemudian dikeringkan pada suhu pengeringan 60°C dalam *cabinet dryer*. Untuk metode *foam-mat drying,* ubi jalar Cilembu parut dicampurkan dengan buih putih telur (20% ubi jalar parut), kemudian ditempatkan di loyang dan dikeringkan seperti cara *cabinet dryer* (Handoko, 2023).



Gambar 1. Diagram alir penyiapan hasil samping tepung ubi jalar Cilembu

Modifikasi Hasil Samping Penepungan UJC dengan STPP

Modifikasi dengan metode basah (B) mengacu pada penelitian Retnaningtyas dan Putri (2014). Tepung ubi jalar : akuades (1 : 3), ditambah STPP (pereaksi *crosslink*) dengan konsentrasi 0,15% atau 1%. Kemudian dicampur (*stirrer*) selama 30 menit. Endapan tepung yang dihasilkan selanjutnya disaring dan dicuci bersih dengan akuades sebanyak 3 kali, kemudian dikeringkan pada suhu 50°C - 60°C selama 6 jam. Selanjutnya digiling dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh.

Modifikasi dengan metode kering (K) mengacu pada penelitian Fasial *et al*. (2023). Secara umum metode yang dilakukan sama dengan metode basah di atas, tetapi berbeda rasio tepung : air (1,36 : 1) dan saat pencampuran dengan STPP yang dibantu *stirrer* dilakukan pada suhu 35°C selama 60 menit. Selanjutnya penyaringan dan pembilasan sama dengan metode kering. Pada bilasan terakhir, padatan dibiarkan pada suhu kamar selama 12 jam. Selanjutnya pengeringan, penggilingan dan pengayakan dilakukan sama seperti metode basah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Modifikasi tepung hasil samping penepungan UJC (tepung tidak lolos ayakan 80 mesh) dapat menghasilkan rendemen sekitar 12,45%-39,87%. Hasil penelitian ini menunjukkan ada pengaruh interaksi jenis tepung dan aplikasi modifikasi STPP yang nyata terhadap rendemen. Secara umum, interaksi jenis tepung hasil pengeringan dengan *foam-mat drying* (F) dan aplikasi modifikasi STPP lebih meningkatkan rendemen tepung yang dihasilkan (Tabel 1). Hal tersebut disebabkan *foam-mat drying* membutuhkan waktu pengeringan yang lebih pendek, sehingga komponen gula dalam UJC tidak mengkristal dan dapat menghasilkan partikel yang mudah dihancurkan hingga lolos ayakan 80 mesh.

Tabel 1. Rendemen tepung UJC akibat pengaruh interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perlakuan	Rendemen (%)
HB1	12,45 ± 0,01 [a]
HB2	12,60 ± 0,01 [b]
HK1	21,00 ± 0,02 [c]
HK2	23,33 ± 0,03 [d]
FB1	25,47 ± 0,01 [e]
FB2	27,51 ± 0,01 [f]
FK1	39,87 ± 0,06 [h]
FK2	39,72 ± 0,04 [g]

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Cabinet drying (H) menghasilkan partikel

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

besar yang keras akibat bahan baku UJC berkadar gula cukup tinggi yang mengalami pengeringan dalam waktu relatif lama. Ukuran dan kekerasan partikel hasil pengeringan tersebut juga mengakibatkan aplikasi STPP kurang efektif dalam memodifikasi tepung UJC jenis H.

Interaksi kedua jenis tepung UJC (H dan F) dengan aplikasi STPP metode kering (K1 dan K2) nyata lebih efektif dalam meningkatkan rendemen dibandingkan interaksinya dengan aplikasi STPP metode basah (B1 dan B2), sebab pada cara basah jumlah air yang digunakan lebih banyak sehingga menghilangkan partikel yang bersifat larut dalam air dan berdampak pada penurunan rendemen.

Kadar Air

Interaksi jenis tepung dan aplikasi modifikasi STPP berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung UJC yang dihasilkan. Pada Tabel 2 tampak bahwa setiap kombinasi perlakuan memberikan hasil kadar air yang berbeda nyata dengan kisaran 9,79%-16,25%. Pengeringan dalam penelitian ini dilakukan pada suhu 60°C dan dihentikan saat hasil pengeringan mencapai kadar air 10±2%, namun tahapan proses selanjutnya memungkinkan terjadi interaksi antar faktor yang mempengaruhi kadar air tepung yang dihasilkan.

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa interaksi jenis tepung hasil *foam-mat drying* (F) dan aplikasi modifikasi STPP menghasilkan kadar air yang lebih tinggi dibandingkan jenis tepung hasil pengeringan *cabinet drying* (H). Hal tersebut disebabkan penggunaan putih telur sebagai *foaming agent* pada jenis tepung F membantu memerangkap air dalam sistem sehingga kadar air tepung UJC meningkat.

Tabel 2. Kadar air tepung UJC akibat pengaruh interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perlakuan	Kadar Air (%)
HB1	11,77 ± 0,01 ^{d}
HB2	11,59 ± 0,02 ^{c}
HK1	11,05 ± 0,03 ^{b}
HK2	9,79 ± 0,07 ^{a}
FB1	16,04 ± 0,02 ^{g}
FB2	16,25 ± 0,03 ^{h}
FK1	15,55 ± 0,02 ^{e}
FK2	15,83 ± 0,02 ^{f}

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Kadar air meningkat jika jenis tepung H maupun F dikombinasikan dengan modifikasi STPP metode basah (B) dibandingkan dengan modifikasi STPP metode kering (K). Hal tersebut disebabkan selama modifikasi dengan STPP metode basah terjadi kontak hasil samping tepung UJC dengan air yang intensif. Dalam jumlah terbatas, gugus fosfat dari STPP yang bersifat hidrofilik membantu penetrasi dan penyerapan air ke dalam granula pati tepung UJC sehingga dapat meningkatkan kadar air tepung hasil modifikasi.

Kadar air hasil interaksi jenis tepung UJC (H) dengan metode modifikasi yang sama namun konsentrasi STPP berbeda (HB1 dengan HB2 atau HK1 dengan HK2) mengalami penurunan jika konsentrasi STPP yang digunakan lebih tinggi. Kadar air HB2 lebih rendah dari HB1, demikian juga HK2 lebih rendah dari HK1 (Tabel 2). Hal tersebut disebabkan gugus fosfat dapat berikatan dengan gugus hidroksil pada pati sehingga kesempatan air untuk berikatan dengan pati akan terbatas (Maharani *et al.*, 2017). Konsentrasi STPP yang tinggi lebih memungkinkan gugus hidroksil dari pati dalam tepung UJC bereaksi dengan fosfat (tersubstitusi) dan membentuk ikatan silang. Ikatan kimia tersebut bertindak sebagai jembatan antar molekul pati, menghambat gelatinisasi dan disintegrasi partikel pati sekaligus meningkatkan *shear strength* dan stabilitas struktural gel pati. Ikatan silang secara khusus memperkuat interaksi intermolekul dan intramolekul dalam molekul pati (Bodjrenou *et al*., 2023). Retnaningtyas dan Putri (2014) juga melaporkan bahwa pati ubi jalar oranye yang dimodifikasi dengan STPP 1,0% memiliki kadar air yang lebih kecil dibandingkan konsentrasi 0,5%.

Kebalikan dari hal tersebut di atas, kombinasi perlakuan yang menggunakan jenis tepung *foam-mat drying* (F) memberikan hasil sebagai berikut: kadar air FB2 lebih tinggi dari FB1, demikian juga kadar air FK2 lebih tinggi dari FK1. Keberadaan protein putih telur pada tepung jenis F menjadikan kemampuan menahan air meningkat, sehingga pada penggunaan STPP dengan konsentrasi lebih tinggi, meskipun ada gugus fosfat yang berikatan dengan gugus hidroksil pati, kadar airnya masih meningkat.

Daya Serap Air

Daya serap air menunjukkan kemampuan bahan dalam absorbsi air. Energi pengikatan (*energy of binding*) diantara molekul-molekul air dan permukaan penyerap menentukan besarnya daya serap air. Besarnya energi pengikatan tergantung pada struktur fisik permukaan dan komposisi bahan. Sebagai contoh, serat memiliki daya serap air yang tinggi karena struktur fisik permukaannya menyerupai spons. Komponen

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

kimia utama yang dapat meningkatkan kemampuan menyerap air adalah komponen hidrofilik seperti rantai samping polar atau bermuatan, protein, dan karbohidrat (Ngoma *et al.*, 2019). Tepung dengan daya serap air tinggi digunakan dalam sistem pangan untuk memperbaiki *yield* dan konsistensi, serta memberikan *body* (Olatunde *et al*., 2016).

Pada Tabel 3 tampak bahwa kisaran daya serap air yang dihasilkan adalah 12,58%-15,06%; serta interaksi jenis tepung UJC dan metode modifikasi dengan STPP berpengaruh nyata. Secara umum, modifikasi tepung berpati dengan reagen *crosslinking* seperti STPP mengakibatkan penggantian gugus OH pada struktur pati dengan gugus fosfat. Rahim *et al.* (2019) juga menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi reagen yang mengandung fosfat dan semakin lama waktu reaksi pada pati termodifikasi secara ikatan silang akan terjadi interaksi pati dengan senyawa polifungsional. Pati termodifikasi secara *crosslinking* tersebut memiliki karakteristik yang lebih baik daripada alaminya, seperti peningkatan kelarutan, ketahanan terhadap tekanan, dan stabilitas pasta pati (Bensaad *et al*., 2022).

Tabel 3. Daya serap air tepung UJC akibat pengaruh interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perlakuan	Daya Serap Air (%)
HB1	12,58 ± 0,08 [a]
HB2	12,87 ± 0,30 [a]
HK1	14,29 ± 0,40 [b]
HK2	12,58 ± 0,81 [a]
FB1	13,03 ± 0,42 [a]
FB2	13,80 ± 0,34 [b]
FK1	14,29 ± 0,39 [b]
FK2	15,06 ± 0,24 [c]

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi berbeda pada kolom yang sama berarti berbeda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Kombinasi berbagai metode modifikasi STPP dengan jenis tepung H (hasil *cabinet drying*) memberikan sifat daya serap air yang lebih rendah dibandingkan F (hasil *foam-mat drying*). Daya serap air tertinggi dihasilkan oleh kombinasi jenis tepung *foam-mat drying* (F) dengan metode kering STPP 1% (FK2). Dalam sampel FK2, terdapat protein putih telur yang digunakan sebagai agensia pembuih saat pembuatan tepung dengan metode *foam-mat drying*. Protein dengan grup amino polarnya seperti karbonil, hidroksil, amino, karboksil dan sulfihidril sangat berpengaruh terhadap absorbsi air. Selain itu, gugus fosfat dari STPP yang bersifat hidrofilik juga semakin banyak jika konsentrasi STPP yang digunakan semakin tinggi. Namun demikian, peningkatan daya serap air ini masih lebih rendah daripada yang ditemukan oleh Yustiawan *et al.* (2019) dengan metode yang sama, yaitu 20%.

Daya Serap Minyak

Daya serap minyak adalah kemampuan bahan pangan dalam menyerap minyak, terutama akibat pemerangkapan minyak secara fisik (Olubunmi *et al*., 2017). Tepung dengan daya serap minyak yang tinggi bermanfaat untuk diaplikasikan pada produk-produk *bakery* seperti *cake* dan *cookies*, serta pada formulasi produk pangan yang membutuhkan penyerapan minyak seperti sosis.

Interaksi jenis tepung dan metode modifikasi berpengaruh nyata terhadap daya serap minyak (Tabel 4). Jika dibandingkan dengan daya serap air (Tabel 3), maka tampak bahwa kombinasi perlakuan yang memiliki daya serap air semakin tinggi, menghasilkan daya serap minyak yang semakin rendah (Tabel 4).

Tabel 4. Daya serap minyak tepung ujc akibat pengaruh interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perlakuan	Daya Serap Minyak (%)
HB1	15,34 ± 0,10 [d]
HB2	15,53 ± 0,14 [d]
HK1	15,47 ± 0,09 [d]
HK2	15,36 ± 0,07 [d]
FB1	14,64 ± 0,09 [b]
FB2	14,87 ± 0,17 [c]
FK1	14,46 ± 0,04 [ab]
FK2	14,44 ± 0,09 [a]

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Daya serap minyak tertinggi terjadi pada semua metode modifikasi STPP yang dikombinasikan dengan jenis tepung H (hasil *cabinet drying*). Hal tersebut diduga akibat komponen serat yang memiliki struktur permukaan yang dapat memerangkap minyak secara fisik. Dalam penelitian ini, aplikasi berbagai modifikasi STPP pada tepung UJC jenis H tidak mempengaruhi komponen serat dalam memerangkap minyak.

Daya serap minyak pada perlakuan jenis tepung F (hasil *foam-mat drying*) yang dikombinasikan dengan modifikasi STPP metode

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

kering (FK1 dan FK2) tidak berbeda nyata, dan daya serap minyaknya lebih rendah dibandingkan jika dikombinasikan dengan modifikasi STPP metode basah, khususnya FB2. Protein putih telur pada tepung jenis F rupanya menghalangi serat dalam menyerap minyak. Lain hal, seperti yang terjadi pada FB2, yaitu jika protein putih telur tersebut telah cukup terhidrasi maka penyerapan minyak oleh komponen serat masih dapat berlangsung. Hal tersebut menunjukkan bahwa jika grup amino polar dari protein putih telur yang bersifat hidrofilik menarik air, maka komponen serat dengan struktur permukaan berpori berkesempatan menyerap minyak.

Kelarutan

Kelarutan tepung UJC yang diperoleh sekitar 0,15-1,24%. Hasil pengujian kelarutan juga menunjukkan bahwa interaksi jenis tepung UJC dan aplikasi modifikasi dengan STPP berpengaruh nyata. Secara umum, kombinasi berbagai aplikasi modifikasi STPP dengan jenis tepung H menghasilkan kelarutan tepung UJC yang signifikan lebih besar dibandingkan jika dikombinasikan dengan jenis tepung F (Tabel 5). Hal tersebut menunjukkan efek *crosslink* pati-STPP lebih nyata daripada efek fosforilasi protein oleh STPP. Proses pengeringan yang lebih lama dalam menyiapkan tepung UJC jenis H diduga juga mengakibatkan lebih banyak komponen terlarut yang dihasilkan. Dereje *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa kelarutan tepung ubi jalar dipengaruhi oleh proses pengolahan dan korelasinya dengan suhu. Oleh karena itu dinyatakan bahwa untuk meningkatkan atau menurunkan kelarutan tepung ubi jalar tersebut harus diperhatikan kombinasi *pretreatment* dan metode pengeringan sesuai yang dibutuhkan.

Data pada Tabel 5 juga menunjukkan bahwa peningkatan kelarutan nyata seiring dengan peningkatan konsentrasi STPP, khususnya pada perlakuan dengan metode kering untuk jenis tepung H (HK1 dibanding HK2) dan dengan metode basah untuk tepung UJC jenis F (FB1 dibanding FB2). Pada jenis tepung H, komponen tepung UJC yang bersifat larut lebih banyak yang terlarut selama aplikasi STPP dengan metode basah (waktu kontak dengan air saat pencampuran dan perendaman), sehingga aplikasi STPP dengan metode kering lebih dapat mempertahankan komponen terlarut dalam tepung yang berakibat hasil uji kelarutannya berbeda nyata. Namun hal tersebut tidak terjadi pada tepung UJC jenis F. Protein putih telur yang digunakan pada proses pembuatan tepung jenis F berpengaruh terhadap kelarutan tepung yang dimodifikasi dengan STPP. Gugus fosfat dapat berikatan dengan protein, sehingga meningkatkan muatan negatif dari protein yang berakibat meningkatkan hidrasi dan kelarutan protein (Hu *et al*., 2022). Hal tersebut yang menyebabkan aplikasi STPP metode basah pada tepung UJC jenis F lebih berpengaruh nyata terhadap kelarutan tepung hasil modifikasi.

Tabel 5. Kelarutan tepung UJC akibat pengaruh interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perlakuan	Kelarutan (%)
HB1	0,34 ± 0,10 ^{cd}
HB2	0,39 ± 0,07 ^{d}
HK1	0,52 ± 0,09 ^{e}
HK2	1,24 ± 0,14 ^{f}
FB1	0,08 ± 0,01 ^{a}
FB2	0,22 ± 0,17 ^{bc}
FK1	0,18 ± 0,09 ^{ab}
FK2	0,15 ± 0,04 ^{ab}

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Warna

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan tepung (L) jenis tepung H maupun F, yang dimodifikasi secara kimiawi dengan STPP baik menggunakan metode basah (HB atau FB) maupun metode kering (HK atau FK) berbeda nyata (Tabel 6). Data ini mendekati hasil penelitian Retnaningtyas dan Putri (2014) yaitu 69,70-71,00, sebagai hasil perlakuan tepung ubi jalar oranye dengan STPP 1% tetapi waktu perendaman 1 jam. Sedangkan penelitian Aulia dan Putri (2015), pada tepung ubi jalar oranye dengan perlakuan STPP 1% dan waktu perendaman 30 menit menghasilkan nilai kecerahan yang lebih tinggi (81,16 sampai 81,40). Penggunaan putih telur dalam proses pembuatan tepung UJC dengan metode *foam-mat drying* (F) berkontribusi memberikan kecerahan tepung yang nyata lebih tinggi daripada jenis tepung H.

Modifikasi dengan metode kering (HK, FK) nyata meningkatkan nilai *redness* (a*) daripada metode basah (HB, FB) seperti ditunjukkan pada Tabel 6, sedangkan pada Tabel 7 dan 8 tampak tidak ada pengaruh interaksi terhadap nilai *yellowness* (b*), hanya masing-masing perlakuan, yaitu jenis tepung UJC dan metode modifikasi yang berpengaruh nyata terhadap nilai *yellowness*. Peningkatan nilai *redness* disebabkan adanya pengaruh pemanasan suspensi tepung dengan STPP

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

khususnya metode kering, dan pengeringan kembali di dalam oven. Pemanasan ini dapat mendorong terjadinya reaksi pencoklatan akibat reaksi *maillard* atau perubahan pigmen karotenoid dalam tepung UJC. Jenis tepung UJC yang berpengaruh nyata terhadap nilai *yellowness* (Tabel 7), khususnya nilai b* yang lebih rendah pada jenis tepung F, disebabkan adanya buih putih telur yang digunakan saat pembuatan tepung UJC jenis F (metode *foam-mat drying*).

Tabel 6. Nilai a*, L, dan hue tepung UJC akibat interaksi jenis tepung dan modifikasi STPP

Perla-kuan	a*	L	^{0}*Hue*
HB1	3,90 ± 0,10 ^{b}	69,73 ± 0,76 ^{b}	164,43 ± 0,32 ^{e}
HB2	3,90 ± 0,17 ^{b}	71,40 ± 0,80 ^{c}	164,47 ± 0,40 ^{e}
HK1	5,77 ± 0,35 ^{c}	66,43 ± 0,67 ^{a}	161,77 ± 0,64 ^{c}
HK2	5,67 ± 0,42 ^{c}	69,57 ± 1,07 ^{b}	161,87 ± 0,40 ^{c}
FB1	3,43 ± 0,06 ^{a}	79,63 ± 0,21 ^{f}	163,93 ± 0,23 ^{e}
FB2	3,70 ± 0,10 ^{ab}	80,83 ± 0,06 ^{g}	163,17 ± 0,38 ^{d}
FK1	6,17 ± 0,21 ^{d}	74,47 ± 0,70 ^{d}	158,40 ± 0,53 ^{a}
FK2	5,47 ± 0,12 ^{c}	76,07 ± 0,25 ^{e}	159,60 ± 0,30 ^{b}

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; B1= metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Tabel 7. Nilai b* dan *chroma* tepung UJC akibat pengaruh jenis tepung

Perlakuan	b*	*Chroma*
H	30,33 ± 3,27 ^{b}	30,80 ± 3,37 ^{b}
F	27,78 ± 3,53 ^{a}	28,16 ± 3,67 ^{a}

Keterangan:
H = Jenis tepung hasil metode *cabinet drying;* F = jenis tepung hasil metode *foam-mat drying*; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

Proses modifikasi menggeser warna (^{0}*Hue*) tepung UJC tanpa modifikasi yang awalnya pada kisaran 64,6-71.8 (tepung H) atau 85,9-86,7 (tepung F) (Suprijono *et al*., 2023; Handoko, 2023) yang berada di area mendekati kuning menjadi 158,4-164,47 (mendekati kuning kehijauan), baik untuk jenis tepung UJC modifikasi H dan F. Saturasi warna tepung (*Chroma*) pada kisaran 26,18-33,28 (Tabel 8.) sebenarnya cukup rendah, sehingga tepung tampak kusam (*duller*). Meskipun demikian, untuk mengetahui daya penerimaan konsumen perlu dilakukan kajian lebih lanjut, khususnya uji sensorik terhadap warna tepung UJC termodifikasi tersebut, ataupun produk-produk olahannya.

Tabel 8. Nilai b* dan *chroma* tepung UJC akibat pengaruh metode modifikasi STPP

Perlakuan	b*	*Chroma*
B1	25,88 ± 1,78 ^{a}	26,18 ± 1,81 ^{a}
B2	25,85 ± 1,42 ^{a}	26,20 ± 1,49 ^{a}
K1	32,67 ± 1,12 ^{c}	33,28 ± 1,07 ^{c}
K2	31,82 ± 1,77 ^{b}	32,25 ± 1,95 ^{b}

Keterangan:
B1= Metode basah STPP 0,15%; B2= metode basah STPP 1%; K1= metode kering STPP 0,15%; K2= metode kering STPP 1%; notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan beda nyata (Uji DMRT, α = 5%).

4. KESIMPULAN

Interaksi jenis tepung F (hasil *foam-mat drying*) dan metode modifikasi STPP lebih meningkatkan rendemen tepung yang dihasilkan. Kadar air meningkat jika jenis tepung, H (hasil *cabinet drying*) dan F (hasil *foam-mat drying*), dikombinasikan dengan modifikasi STPP metode basah (B). Daya serap air tertinggi dihasilkan oleh tepung UJC dari interaksi FK2 (jenis tepung hasil *foam-mat drying* dan aplikasi STPP 1% dengan metode kering), sedangkan daya serap minyak tertinggi diperoleh jika modifikasi STPP diaplikasikan pada jenis tepung H. Kelarutan tepung UJC termodifikasi tertinggi dihasilkan oleh tepung HK2. Proses modifikasi dengan STPP menggeser warna tepung UJC menjadi kuning kehijauan (Nilai ^{0}*Hue* 157,5-167,6).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih atas dana penelitian yang diperoleh dari dana internal Fakultas Teknologi Pertanian (FTP) Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (UKWMS) anggaran tahun 2024. Terima kasih pula atas dukungan dalam teknis pelaksanaan penelitian bagi Saudara Azriel Eucharysna Sunarto, Ibu Lalita Danette Kartika Edi, ST, Bapak Agung Suryono, Bapak Ch. Bagio Sukarno, Saudari Brigita Rambu Skalastika, dan Saudari Keiko Zefanya Juanda.

DAFTAR PUSTAKA

Achy, J. Y., Serge, G., Ekissi, E., Kouadio, P., Koffi, B., Martial, F., Koné, T., Kouamé, L. P., Ekissi, E. 2017. Effect of boiling and baking times on the functional properties of aerial yam (*Dioscorea bulbifera*) flours cv Dugu-won har vested in Côte d'Ivoire. International Journal of Agronomy and Agricultural Research 10(2): 1–12.

Ahmed, M., Akter, M. S., Jong, B. E. 2010. Effect of pretreatments and drying temperatures on sweet potato flour. International Journal of Food Science and Technology 45: 726–732.

Amalia., Rizka., Kumoro, A.C. 2016. Analisa sifat fisikokimia dan uji korelasi regresi antara nilai derajat substitusi dengan swelling power dan solubility pada tepung gadung (*Dioscorea hispida* Dennst) Terasetilasi. Jurnal Inovasi Teknik Kimia 1(1): 17-26.

AOAC. 2005. Official Method of Analysis of The Association of

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala

Official Analytical of Chemist. Arlington: The Association of Official Analytical Chemist, Inc.

Aulia, R. E., Putri, W. D. R. 2015. Karakterisasi Sifat Fisikokimia Tepung Ubi Jalar Oranye Hasil Modifikasi Kimia dengan STPP. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3(2): 476-482.

Bensaad, D. E., Saleh, M., Ismail, K., Lee, Y., Ondier, G. 2022. Chemical modifications of starch; a prospective for sweet potato starch. Jordan Journal of Agricultural Sciences 18(4): 293-307.

Bodjrenou, D. M., Huang, Z., Liu, T., Zheng, B., Zeng, H. 2023. Effects of crosslinking with sodium trimetaphosphate on structural, physicochemical, rheological and in vitro digestibility properties of purple sweet potato starch. Food Research International 173 (2): 113427. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113427

Dereje, B., Girma, A., Mamo, D., Chalchisa, T. 2020. Functional properties of sweet potato flour and its role in product development: a review. International Journal of Food Properties 23(1): 1639-1662. https://doi.org/10.1080/10942912.2020.1818776

Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2024. Laporan Tahun 2023.

Egharevba, H. O. 2020. Chemical properties of starch and its application in the food industry. In Chemical Properties of Starch. IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.8 7777

Estiasih, T., Putri, W. D. R., Waziiroh, E. 2017. Umbi-umbian dan pengolahannya. Indonesia: UB Press.

Faisal, M., Harianto, A., Hutasoit, J. P., Amrullah, S., Ardiansyah. 2023. Pengaruh konsentrasi sodium tripolifosfat (STPP) terhadap sifat fisik dan kimia pati labu kuning termodifikasi (*Modified cucurbita moschata starch*). Jurnal Agrotek Ummat 10(3): 206-221.

Handoko, F. F. 2023. Pengaruh suhu pengeringan dan konsentrasi buih putih telur terhadap sifat fisik dan fungsional tepung ubi jalar Cilembu hasil *foam-mat drying*. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Surabaya.

Haruna, S. A., Akanya, H. O., Adejumo, B. A., Chinma, C. E., Okolo, C. A. 2019. The effect of drying temperature on functional/baking properties of flour produced from fresh orange-fleshed sweet potato tubers (OFSPT). American Journal of Engineering Research 8(3): 215-220.

Hu, F., Zou, P. R., Zhang, F., Thakur, K., Khan, M. R., Busquets, R., Zhang, J. G., Wei, Z. J. 2022. Wheat Gluten Proteins Phosphorylated with Sodium Tripolyphosphate: Changes in Structure to Improve Functional Properties for Expanding Applications. Current Research in Food Science 5: 1342–1351.

Maharani, Y., Hamzah, F., Rahmayuni. 2017. Pengaruh Perlakuan Sodium Tripolyphosphate (STPP) Pada Pati Sagu Termodifikasi terhadap Ketebalan, Transparansi dan Laju Perpindahan Uap Air Edible Film. Journal Online Mahasiswa Faperta 4 (2): 1-11.

Mayastuti, A. 2002. Pengaruh penyimpanan dan pemanggangan terhadap kandungan zat gizi dan daya terima ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L). Lam) Cilembu, Skripsi. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Ngoma, K., Mashau, M.E., Silungwe, H. 2019. Physicochemical and functional properties of chemically pretreated ndou sweet potato flour. International Journal of Food Science 1: 1–9. https://doi.org/10.1155/2019/4158213

Olatunde, G. O., Henshaw, F. O., Idowu, M. A., Tomlins, K. 2016. Quality attributes of sweet potato flour as influenced by variety, pretreatment and drying method. Food Science and Nutrition 4(4): 623–635. https://doi.org/10.1002/fsn3.325

Olubunmi, A. A., Abraham, I. O., Mojirade, L. A., Afolake, B., Kehinde, O. E. 2017. Development, evaluation and sensory quality of orange fleshed sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam) extruded pasta products. Croatia Journal Food Technology and Biotechnology Nutrition 12(1–2): 83–89.

Rahim, A., Sukmawati, S.K., Jusman, If'all, R. 2019. Karakteristik fisikokimia pati aren fosfat asetat fosfat pada berbagai konsentrasi natrium trimetafosfat dan tripolifosfat. Buletin Palma 20(2): 119-125. https://doi.org/10.21082/bp.v20n2.20 19.119-125

Retnaningtyas, D. A., Putri, W. D. R. 2014. Karakterisasi sifat fisikokimia pati ubi jalar oranye hasil modifikasi perlakuan stpp (lama perendaman dan konsentrasi). Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(4): 68-77.

Suprijono, M. M., Widyastuti, T. E. W., Widjajaseputra, A. I. 2023. Karakteristik fisikokimia tepung ubi jalar varietas cilembu dari proses penepungan yang berbeda. Metamorfosa: Journal of Biological Sciences 10(1):75-83. doi: https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2023.v10.i01.p08

Witono, J. R., Noordergraaf, I. W., Heeres, H. J., Janssen, L. P. B. M. 2014. Water absorption, retention and the swelling characteristics of cassava starch grafted with polyacrylic acid. Carbohydrate Polymers 103(1): 325–332. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.12.056

Yustiawan, Hastuti, H. P., Yanti, S. 2019. Pengaruh modifikasi *crosslink* terhadap karakteristik tepung ubi jalar saat dipanaskan. Pro food (Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan) 5(1): 420-429. https://doi.org/10.29303/profood.v5i1.91

©Departemen Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Syiah Kuala