



seperti mentega, dan rasanya manis (Awang Kanak & Bakar, 2018). Di Indonesia, buah campolay banyak ditemukan di Jawa Barat namun belum dimanfaatkan secara optimal dan dewasa ini dilakukan penelitian penelitian tentang buah campolay antara lain menjadi tepung dari buah masak penuh (Pertiwi et al., 2020a), menjadi serbuk dari buah lewat matang (Pertiwi et al., 2020b), dan aplikasi tepung campolay menjadi brownies (Pertiwi et al., 2018),

Penggunaan tepung campolay pada pengolahan brownies dan polvoron masih perlu dicampur dengan tepung lain karena after taste yang tidak disukai oleh panelis. Hal tersebut disebabkan oleh getah yang terdapat dalam buah campolay. Walaupun dalam pembuatan tepung telah dilakukan pre-treatment penghilangan getah, akan tetapi masih terdeteksi oleh panelis pada produk akhir. Pertiwi et al. (2020a) melaporkan bahwa perlakuan suhu dan waktu tidak berpengaruh terhadap flavor getir. Aminullah et al. (2020) menyatakan bahwa pada pembuatan mi campolay, meskipun sudah dicampur dengan tepung lain, akan tetapi cooking loss masih tinggi. Mi campolay ini memiliki cooking loss yang tinggi yaitu 16,41% (mocaf 70 : 30 tepung campolay), 17,35% (mocaf 60 : 40 tepung campolay), 19,56% (mocaf 50 : 50 tepung campolay), mi yang berkualitas baik adalah yang memiliki cooking loss yang tinggi yaitu 16,41% (mocaf 70 : 30 tepung campolay), 17,35% (mocaf 60 : 40 tepung campolay), 19,56% (mocaf 50 : 50 tepung campolay).

Modifikasi pati dapat dilakukan langsung pada pati (ekstraksi basah) atau pada tepung (ekstraksi kering). Modifikasi pada pati yang pernah dilakukan adalah modifikasi secara fisik dengan metode heat moisture treatment (HMT) (Pertiwi et al., 2022). Selain itu, modifikasi secara pre-gelatinisasi dan modifikasi secara cross-linking juga pernah dilakukan pada pati campolay (Rajani, 2020). Modifikasi pati dengan HMT memberikan hasil pati native tipe B berubah menjadi tipe C yang sesuai untuk pembuatan mi (Pertiwi et al., 2022).

Modifikasi pada tepung juga dapat dilakukan secara biologi dengan metode fermentasi. Modifikasi tepung secara fermentasi pada singkong sudah dilakukan oleh Suismono et al. (2007). Penelitian lain tentang tepung modifikasi yang sudah dilakukan oleh peneliti-peneliti lain antara lain tepung kasava modifikasi (biologically modified cassava flour) (Misgiyarta et al., 2009; Yulifianti et al., 2012), pati talas banten termodifikasi HMT (Fetriyuna et al., 2016), dan tepung beras termodifikasi HMT (Takahashi et al., 2005; Lorlowhakam & Naivikul, 2006), sedangkan penelitian tentang tepung campolay (melalui ekstraksi kering) termodifikasi belum ditemukan di publikasi jurnal-jurnal penelitian. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diteliti perubahan sifat fisik dan kimia tepung campolay (*Pouteria campechiana*) masak penuh dengan tepung campolay termodifikasi secara fisik dengan HMT dan secara biologi dengan fermentasi.

## B. METODE

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tray dryer (Maksindo, MKS DR6), oven (Weiss-WKL 10), scanning electron (Thermo microscope/SEM Scientific-Quattro Colorimeter (Precise S), Colorimeter-AMT501U), blender (Cosmos CB 721 G), refrigerator (kulkas Aqua - AQRD181), fogging tester (Thermo Scientific-HAAKE PC 200), peeler, disc mill tipe FFC-15, ayakan 100 mesh (Test Sieve Analisis-CBN KS 37), nampan plastik, baskom plastik, neraca analitik 2 kg, cawan porselen, rotary shaker, botol sampel, statif, alat gelas kimia seperti gelas piala, gelas ukur, tabung reaksi, erlenmeyer, dan buret. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah buah campolay (*Pouteria campechiana*) masak penuh (warna hijau, daging buah keras, mengandung banyak getah) yang diperoleh dari petani di Desa Leuwinutug, Kecamatan Citeureup, Bogor, Jawa Barat.

Bahan lain yang digunakan untuk penelitian yaitu starter BIMO-CF, akuades, garam, dan bahan-bahan kimia seperti HCl, NaOH,

larutan luff school, natrium tiosulfat, indikator kanji untuk analisis kadar pati, diamonium hidrogen fosfat, asam sulfat, etanol, asam asetat, I2/KI, dan standar amilosa.

### Tahapan Penelitian

#### *Pembuatan Tepung Campolay Native*

Pembuatan tepung campolay masak penuh dilakukan sesuai dengan Pertiwi et al. (2020a). Buah campolay dikupas kulitnya dan diiris tipis-tipis menggunakan peeler, kemudian direndam dalam larutan NaCl 7,5% selama 30 menit. Setelah proses perendaman, buah campolay dicuci, ditiriskan, kemudian dikeringkan dalam dehidrator (tray dryer) makanan elektrik tipe MKS-DR10 pada suhu 60°C selama 6 jam hingga mencapai kadar air akhir sekitar 10%. Dryer MKS-DR10 diproduksi oleh PT Toko Mesin Maksindo (Indonesia) memiliki spesifikasi 10 rak, 800 Watt 220 Volt dengan dimensi rak 372×297 mm, dan kapasitas pengeringan 100 gram bahan per rak. Setelah itu, irisan buah kering digiling menggunakan disc mill tipe FFC-15 dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Disk mill FFC-15 diproduksi oleh Shandong-Jimo Agricultural Machinery (China) dengan spesifikasi dimensi 49×23×65 cm, kapasitas sebanyak 55 kg per jam, 1100 watt, dan kecepatan 9000 rpm.

#### *Pembuatan Tepung Campolay Modifikasi Heat Moisture Treatment (HMT)*

Tepung campolay masak penuh yang dibuat sebelumnya menggunakan metode Pertiwi et al. (2020a) kemudian dilakukan modifikasi dengan metode heat moisture treatment (HMT) berdasarkan metode Setiyoko et al. (2018). Tepung campolay native ditimbang kemudian ditambahkan distilled water hingga kadar airnya mencapai kurang lebih 30%. Setelah itu, didinginkan pada suhu 4-5°C selama 24 jam, kemudian dipanaskan hingga suhu 80°C dan ditahan selama 3 jam. Tepung yang telah dipanaskan tersebut kemudian dikeluarkan dari pemanas dan didiamkan pada ruang terbuka hingga mencapai suhu 25°C dan didiamkan selama 30 menit. Setelah itu, dikeringkan pada suhu 50°C selama 5 jam. Setelah dikeringkan,

kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh.

#### *Pembuatan Tepung Campolay Modifikasi Fermentasi*

Pembuatan tepung campolay masak penuh metode fermentasi sesuai metode dari Tandrianto et al. (2014) dengan modifikasi. Daging buah campolay yang telah diiris tipis sebanyak 1 kg ditambahkan 1 liter akuades dan 1 g starter BIMO-CF, bahan kemudian dicampur ke dalam wadah fermentasi. Starter BIMO CF adalah bibit fermentasi berbentuk serbuk yang mengandung beragam bakteri asam laktat dan diproduksi oleh Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian dengan Sertifikat Halal No. 00220060031211. Bahan difermentasi di dalam waterbath pada suhu 30°C selama 12 jam. Bahan diperas untuk mengurangi kadar air, kemudian dikeringkan di dalam tray dryer pada suhu 55°C selama 2 jam. Pengeringan dilanjutkan pada suhu 40°C selama 6 jam hingga mencapai kekeringan yang diinginkan. Bahan dilakukan pengecilan ukuran dengan blender, kemudian dilanjutkan pengayakan dengan ukuran 100 mesh.

### Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL) satu faktor yaitu metode modifikasi tepung dengan 3 taraf perlakuan yaitu tanpa modifikasi (native), modifikasi secara fisik dengan heat moisture treatment (HMT), dan modifikasi secara biologi dengan fermentasi. Dilakukan dengan 2 kali ulangan pada perlakuan.

Data yang masing-masing diperoleh taraf diolah menggunakan program Statistical Product and Service Solution (SPSS). Uji statistik yang digunakan adalah uji sidik ragam ANOVA untuk mengetahui perlakuan yang digunakan dalam penelitian berpengaruh nyata atau tidak. Jika nilai  $p < 0,05$  maka perlakuan berpengaruh nyata dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan pada selang kepercayaan 95% (taraf  $\alpha = 0,05$ ). Data

uji warna yang diperoleh dikonversikan menggunakan aplikasi *Color Lab* versi 1.2 buatan *Vilka Studios* yang diunduh melalui aplikasi *Google Play Store*.

### Metode Analisis

Analisis tepung campolay native dan termodifikasi yang dilakukan yaitu kadar air (AOAC, 2005), gula (AOAC, 2005), kadar total pati (AOAC, 2005), kadar amilosa (Apriyantono et al., 1989), kadar amilopektin (Apriyantono et al., 1989), analisis morfologi dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) (Pukkahuta et al., 2008), dan warna (Hutchings, 1999) dengan bantuan aplikasi *Color Lab*.

#### a. Kadar Gula (AOAC, 2005)

Tepung campolay sebanyak 2,5 g ditimbang dan dimasukkan ke labu takar 100 mL dan ditambahkan 50 mL akuades. Kemudian disaring dan diambil 25 mL filtrat ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, ditambahkan 25 mL akuades dan 10 mL HCl 30%. Kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 67-70°C selama 10 menit, lalu didinginkan sampai suhu 20°C serta dinetralkan NaOH 45% dan diencerkan sampai volume tertentu. 25 mL larutan diambil dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL serta ditambahkan 25 mL larutan luff school. Selain itu, dibuat juga blanko dengan 25 mL larutan luff school dan 25 mL akuades. Larutan yang ada di dalam erlenmeyer, diberi batu didih lalu ditutup dengan corong berkapas kemudian dibiarkan mendidih sampai 10 menit. Setelah itu, dilakukan pendinginan secara cepat. Setelah larutan dingin, ditambah dengan 15 mL KI 20% dan 25 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 6 N. Kemudian ditambahkan indikator amilum sebanyak 2 mL dan dilakukan titrasi dengan larutan Na tiosulfat 0,1 N. Penentuan kadar gula total dapat dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ Gula total} = \% \text{ gula setelah inverse}$$

#### b. Kadar Total Pati (AOAC, 2005)

5 g sampel ditimbang dan ditambahkan 50 mL akuades lalu diaduk selama 1 jam. Suspensi disaring dengan kertas saring dan dicuci dengan akuades sampai volume filtrat 250 mL. Residu dipindahkan secara kuantitatif dari kertas saring ke dalam erlenmeyer dengan pencucian 200 mL akuades dan ditambahkan 20 mL HCl dipanaskan di atas penangas air mendidih selama 2,5 jam. Setelah dingin dinetralkan dengan larutan NaOH 45% dan diencerkan sampai volume 500 mL, kemudian disaring. Kadar gula dinyatakan sebagai glukosa dari filtrat yang diperoleh. Berat glukosa dikalikan 0,9 merupakan berat pati.

#### c. Kadar Amilosa dan Kadar Amilopektin (Apriyantono et al., 1989)

Penentuan kadar amilosa diawali dengan pembuatan kurva standar. Sampel 40 mg amilosa murni dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL etanol 95% dan 9 mL NaOH 1 N. Lalu dipanaskan dalam air mendidih selama 10 menit dan didinginkan. Larutan dipipet masing-masing sebanyak 1, 2, 3, 4, dan 5 mL ke dalam labu takar 100 mL. Ke dalam masing-masing labu takar ditambahkan asam asetat 1 N masing-masing 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1 mL lalu ditambahkan masing-masing 2 mL larutan iod. Campuran ditepatkan hingga merata dan didiamkan selama 20 menit. Intensitas warna biru yang terbentuk diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 625 nm. Kurva standar dibuat dengan memplotkan kadar amilosa pada sumbu X dan absorbansi pada sumbu Y. Kemudian dihitung persamaan linear yang menggambarkan hubungan keduanya. Persamaan diperoleh berupa: linear antar yang

$$Y = a + bX$$

Penetapan sampel dilakukan dengan menimbang 100 mg sampel dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi lalu ditambahkan 1 mL etanol 95% dan 9 mL NaOH 1 N. Campuran dipanaskan dalam

air mendidih selama 10 menit lalu dipindahkan ke dalam labu takar 100 mL, ditepatkan sampai tanda tera. Penetapan kadar amilopektin mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar amilopektin} = \text{total pati} - \text{kadar amilosa}$$

- d. Analisis Morfologi Dengan Menggunakan Scanning Electron (Pukkahuta et al., 2008) Microscope/SEM

Serbuk tepung diletakkan di atas tempat sampel dengan menggunakan isolasi double-side. Sampel kemudian dilapisi dengan emas, lalu dimasukkan ke dalam instrumen SEM (Thermo Scientific - Quattro S). Struktur pati diamati di layar monitor dengan menggunakan skala pembesaran 500, 1000, dan 1500 kali dengan tegangan percepatan 7 kV. Hasil pengamatan kemudian difoto dengan menggunakan kamera digital.

- e. Warna (Hutchings, 1999) Dengan Bantuan Aplikasi Color Lab.

Sampel (tepung campolay) ditempatkan pada wadah yang transparan. Chromameter disiapkan dan dikalibrasi. Sampel disiapkan sebanyak 5 g. Selanjutnya, menentukan panel standar yang akan disinari dengan alat, setelah standar tertera pada layar maka pengujian terhadap sampel dapat dilakukan. Mata cahaya chromameter ditempelkan sedekat mungkin pada sampel dan disinari dengan alat, kemudian nilai akan tertera pada layar. Pengukuran menghasilkan nilai L, a, b. L (lightness) menyatakan parameter kecerahan, (warna kromatis, 0: hitam sampai 100: putih). Warna kromatik campuran merah hijau ditunjukkan oleh nilai a ( $a+ = 0-100$ ) untuk warna merah,  $a- = 0-(-80)$  untuk warna hijau). Warna kromatik campuran biru kuning ditunjukkan oleh nilai b ( $b+ = 0-70$ ), untuk warna kuning,  $b- = 0-(-70)$  untuk warna biru).

## C. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik Tepung Campolay Warna Tepung Campolay

Warna permukaan makanan merupakan parameter kualitas pertama yang dievaluasi oleh konsumen dan sangat penting untuk penerimaan produk (León et al., 2006). Warna tepung campolay masak penuh tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik warna tepung campolay

Parameter	Tepung campolay		
	Native	HMT	Fermentasi
Nilai L	+80,43 <sup>a</sup>	+68,13 <sup>b</sup>	+69,87 <sup>b</sup>
Nilai a	+5,92 <sup>c</sup>	+9,25 <sup>a</sup>	+6,46 <sup>b</sup>
Nilai b	+16,38 <sup>a</sup>	+11,82 <sup>c</sup>	+13,66 <sup>b</sup>

Keterangan : Superscript yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan nyata ( $\alpha < 0,05$ )

Nilai L (lightness) positif menunjukkan sampel semakin cerah, sedangkan nilai L negatif menunjukkan sampel semakin gelap (Leggett, 2008). Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan tepung campolay termodifikasi HMT dan fermentasi lebih rendah dibandingkan tepung campolay native. Hal ini sesuai dengan penelitian Rajani (2020) yang melaporkan bahwa penurunan tingkat kecerahan pada pati campolay termodifikasi HMT. Selain itu, Fetriyuna et al. (2016) melaporkan bahwa derajat putih pati talas banten termodifikasi HMT (heat moisture treatment) lebih rendah yaitu 80,19% hingga 81,45%, dibandingkan pati talas banten alami yaitu 89,89%. Menurut Poedjadi & Supriyanti (2006), browning pada bahan yang mengandung karbohidrat dapat terjadi secara enzimatis dan non-enzimatis. Deka & Sit (2016) dan Winarno (2004) juga melaporkan bahwa modifikasi atau pemrosesan termal menyebabkan reaksi maillard antara gula pereduksi dari pati dan gugus amina dalam protein yang dapat mengubah warna dan aroma.

Nilai a negatif menunjukkan semakin mendekati warna hijau, sedangkan nilai a positif semakin mendekati warna merah. Nilai

a dari terendah hingga tertinggi secara berturut turut adalah pada tepung campolay native (5,92), termodifikasi fermentasi (6,46), termodifikasi HMT (9,25), semakin tinggi nilai a maka warna semakin merah. Nilai a tepung campolay termodifikasi lebih tinggi dibandingkan tepung campolay native, di mana tepung campolay modifikasi HMT memiliki nilai a yang paling tinggi dibandingkan tepung campolay native dan modifikasi fermentasi (Tabel 1). Rajani (2020) melaporkan bahwa pati campolay termodifikasi HMT memiliki nilai a yang lebih tinggi dibandingkan pati campolay native. Nilai b negatif semakin mendekati warna biru, sedangkan nilai b positif semakin mendekati warna kuning (Leggett, 2008). Nilai b dari terendah hingga tertinggi secara berturut-turut antara lain pada tepung campolay termodifikasi HMT yaitu 11,82; termodifikasi fermentasi yaitu 13,66; native yaitu 16,38; semakin tinggi nilai b maka warna semakin kuning. Data hasil uji warna dari alat colorimeter dikonversikan dengan aplikasi Color Lab (Gambar 1). Metode warna pada kolom color space yaitu Hunter-Lab dengan 3 notasi warna yaitu L, a, dan b. Data hasil konversi dengan aplikasi Color Lab menunjukkan kode dan kecenderungan warna antara lain native yaitu #f1cbb8 berwarna Incarnatino, termodifikasi HMT yaitu #d6aca3 berwarna Rose Pink, d termodifikasi fermentasi yaitu #d6b2a3 berwarna Fresh Plaster. Rajani (2020) melaporkan bahwa pati campolay termodifikasi HMT memiliki warna kuning kemerahan.

### Morfologi Tepung Campolay

Morfologi tepung campolay diamati dengan menggunakan scanning electron microscope/SEM (ThermoFisher Scientific - FE SEM Quattro S) dengan perbesaran 500x, 1000x, dan 1500x. Joshi et al. (2008) menjelaskan bahwa SEM memperbesar gambar dengan menggunakan elektron daripada cahaya yang digunakan oleh mikroskop konvensional. Morfologi tepung

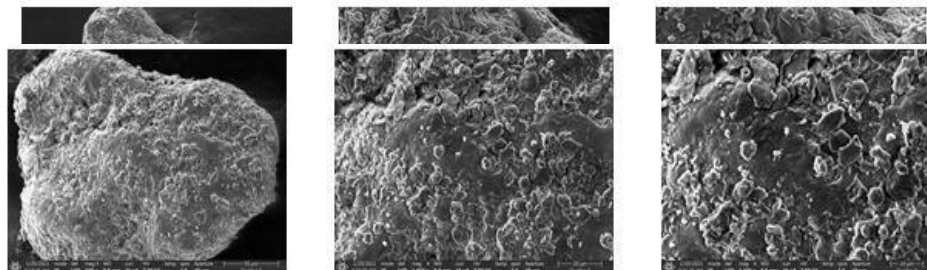
campolay native dan termodifikasi tersaji pada Gambar 2.

Morfologi granula tepung campolay termodifikasi baik HMT dan fermentasi cenderung tidak berbeda dengan tepung campolay native-nya. Walaupun dalam beberapa penelitian, proses modifikasi dapat sedikit mengubah kerapatan dari granula patinya. Hal ini sesuai dengan Rajani (2020) yang melaporkan bahwa perlakuan HMT pada pati campolay dapat lebih merenggangkan struktur pati. Pukkahuta et al. (2008) dan Watcharatewinkul et al. (2009) juga menjelaskan bahwa pati jagung dan pati canna yang dimodifikasi HMT menunjukkan penampilan struktur pati yang lebih renggang dibandingkan dengan pati native-nya.

### Sifat Kimia Tepung Campolay

Analisis kimia pada tepung campolay native dan termodifikasi meliputi kadar air, kadar gula total, kadar pati, kadar amilosa, dan kadar amilopektin. Nilai parameter-

(2020) melaporkan kadar air tepung campolay sebesar 9,05%. Setiyoko et al. (2018) melaporkan bahwa kadar air tepung benguang termodifikasi HMT memiliki kadar air 7,94%. Lestari (2017) melaporkan bahwa kadar air tepung mocaf varietas perelek sebesar 8,43 %.



Fermentasi 1 Perbesaran 500x Fermentasi 1 Perbesaran 1000x Fermentasi 1 Perbesaran 1500x

parameter tersebut tersaji pada Tabel 2.

### Kadar Gula Total Tepung Campolay

Penguraian pati menjadi gula pada proses

pematangan buah dikatalisis oleh enzim amilase yang menghidrolisis pati menjadi maltosa dan dihidrolisis lebih lanjut oleh enzim maltase menjadi glukosa (Hariyadi & Aini, 2015). Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar gula total pada setiap perlakuan berbeda nyata. Secara berturut-turut (dari yang besar

Parameter (%)	Tepung campolay		
	Native	HMT	Fermentasi
Kadar air	10,02 <sup>a</sup>	10,50 <sup>a</sup>	9,62 <sup>a</sup>
Kadar gula total	2,81 <sup>b</sup>	0,69 <sup>c</sup>	4,38 <sup>a</sup>
Kadar pati	53,31 <sup>a</sup>	41,87 <sup>c</sup>	48,82 <sup>b</sup>
Kadar amilosa	11,21 <sup>a</sup>	3,82 <sup>c</sup>	10,32 <sup>b</sup>
Kadar amilopektin	42,1 <sup>a</sup>	38,05 <sup>b</sup>	38,5 <sup>b</sup>

sampai kecil), kadar gula tepung campolay termodifikasi fermentasi, native, dan termodifikasi HMT yaitu sebesar 4,38%; 2,81%; dan 0,69%. Tepung campolay termodifikasi fermentasi memiliki kadar gula paling tinggi karena terjadinya penguraian pati menjadi gula sederhana oleh starter mocaf. Hal ini sejalan dengan pendapat Aini et al. (2016) bahwa *Saccharomyces cerevisiae* yaitu sumber ragi yang mampu menghidrolisis pati menjadi gula sederhana. Tepung campolay termodifikasi HMT memiliki kadar gula terendah jika dibandingkan dengan tepung terfermentasi dan tepung campolay native. Setiarto et al. (2019) melaporkan bahwa tepung campolay metode pemanasan bertekanan-pendingin 1 siklus memiliki kadar gula pereduksi sebesar 12,66% berbeda nyata dengan kontrol yaitu 18,83%. Menurut Pertiwi et al. (2020a), kandungan protein dari tepung campolay sekitar 4,42% sehingga penurunan kadar gula dapat terjadi

### Kadar Air Tepung Campolay

Tabel 2 menunjukkan bahwa tepung campolay tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air tepung campolay yang dihasilkan. Tepung campolay native, tepung HMT, dan tepung termodifikasi fermentasi memiliki kadar air sekitar 10,02%; 10,50%; dan 9,62%. Kadar air tepung sekitar 10% ini dikondisikan agar memenuhi syarat kadar air yang aman untuk tepung yaitu < 13% sehingga dapat mencegah pertumbuhan kapang (Simon, 2009). Hasil kadar air tepung campolay termodifikasi fermentasi telah sesuai dengan standar SNI tentang tepung mocaf dengan nomor SNI 38,5b 7622:2011 yaitu maksimal 13% (BSN, 2011). Kadar air native dan termodifikasi HMT telah sesuai dengan standar SNI tentang tepung terigu sebagai sumber makanan dengan nomor SNI 3751:2009 yaitu maksimal 14,5% (BSN, 2009). Pertiwi et al. (2020a) melaporkan bahwa tepung campolay masak penuh metode tray drying dengan suhu pemanasan 40oC selama 6 jam memiliki kadar air 9,1% dan Nacing et al.

karena reaksi maillard antara protein (asam amino) dan gula pereduksi.

#### **Kadar Pati Tepung Campolay**

Sifat kimia pati dipengaruhi oleh perbandingan komposisi amilosa dan amilopektin (Suarni, 2005). Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar pati pada tepung campolay native lebih tinggi dibandingkan dengan tepung campolay termodifikasi HMT dan fermentasi. Kadar pati tepung campolay termodifikasi HMT paling rendah diduga karena suhu pengeringan paling tinggi dan dilakukan dua kali yaitu 80oC selama 3 jam dan 50oC selama 5 jam. Agustina et al. (2016) melaporkan bahwa penggunaan HMT menyebabkan penurunan kadar pati pada pati daluga modifikasi melalui pemutusan ikatan glikosidik pada fraksi pati amilosa dan amilopektin. Daluga merupakan jenis umbi yaitu talas raksasa (*Cyrtosperma merkusii*) yang umum tumbuh di Kepulauan Riau dan Manado. Menurut Winarno (2004), pati terdiri atas dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas yaitu fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin.

Kadar pati tepung campolay termodifikasi fermentasi lebih rendah dibandingkan dengan kadar pati tepung campolay native, diduga karena pati telah dihidrolisis oleh bakteri asam laktat selama proses fermentasi berlangsung pada suhu 30oC selama 12 jam. Edam (2017) menjelaskan bahwa bakteri asam laktat dapat menghasilkan enzim ekstraseluler yaitu amilase dan pululanase untuk menghidrolisis sebagian pati alami menjadi dekstrin dan gula sederhana yang selanjutnya dimanfaatkan untuk menghasilkan asam laktat, CO<sub>2</sub>, dan etanol. Selain itu, Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar pati pada tepung campolay terfermentasi lebih tinggi dibandingkan dengan tepung campolay HMT. Amadou et al. (2013) juga melaporkan perbedaan kadar pati antara tepung foxtail millet (*Setaria italica*) termodifikasi HMT.

#### **Kadar Amilosa Tepung Campolay**

Kadar amilosa tepung campolay native lebih tinggi dibandingkan dengan tepung campolay termodifikasi (Tabel 2). Kadar

amilosa termodifikasi HMT sebesar 3,82%; sedangkan kadar amilosa termodifikasi fermentasi sebesar 10,32% dan native sebesar 11,21%. Kadar amilosa tepung campolay termodifikasi HMT lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa termodifikasi fermentasi dan native diduga karena amilosa pada termodifikasi HMT telah lepas dari granula pati selama proses pemanasan yaitu pada suhu 80oC selama 3 jam. Menurut Garnida et al. (2019), proses pemanasan yang tinggi dapat terjadi pengeluaran amilosa dari granula pati sehingga amilosa pada tepung modifikasi menjadi lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa tanpa modifikasi. Pengurangan ini sejalan dengan Chung et al. (2009), Herawati et al. (2010), dan Hoover & Vasanthan (1994). Hoover & Vasanthan (1994) dan Hoover & Manuel (1996) menjelaskan bahwa modifikasi HMT dapat membentuk kompleks amilosa-lipid ekstra yang menyebabkan kandungan amilosa lebih rendah daripada pati native.

Selain itu, kadar amilosa termodifikasi fermentasi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilosa native. Diduga karena rusaknya granula pati akibat aktivitas bakteri asam laktat selama proses fermentasi yaitu pada suhu 30oC selama 12 jam sehingga terjadi pengeluaran amilosa selama proses pengeringan tepung campolay. Menurut Armanto & Nurasih (2008), aktivitas enzim amilolitik yang dihasilkan bakteri asam laktat menyebabkan granula pati menjadi berlubang-lubang karena terlebih dahulu menyerang bagian amorf (amilopektin) kemudian fraksi amilosa pada ikatan glikosidiknya. Penelitian lain oleh Garnida et al. (2019) menyebutkan bahwa kadar amilosa tepung ganyong alami sebesar 27,87%; sedangkan modifikasi HMT pada suhu 80oC selama 3 jam sebesar 8,97%.

#### **Kadar Amilopektin Tepung Campolay**

Perhitungan kadar amilopektin diperoleh dari hasil pengurangan kadar pati dikurangi dengan kadar amilosa (Apriyantono et al., 1989). Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar

amilopektin pada tepung campolay masak penuh termodifikasi lebih rendah dibandingkan dengan kadar amilopektin tepung campolay native. Agustina et al. (2016) menjelaskan bahwa perlakuan HMT dapat memutus ikatan glikosidik baik di fraksi amilosa dan amilopektin. Menurut Takahashi et al. (2005), selama proses HMT memungkinkan terbentuknya ikatan baru yang lebih kompleks antara amilosa pada bagian kristalin dengan amilopektin pada bagian amorpous.

## PENUTUP

### Simpulan

Modifikasi pada tepung campolay dapat menurunkan kecerahan pada tepung campolay native serta memiliki nilai *a* yang lebih tinggi dan nilai *b* yang lebih rendah. Berdasarkan aplikasi Color Lab, tepung campolay native, termodifikasi HMT (heat moisture treatment), dan termodifikasi fermentasi memiliki warna, berturut-turut incarnatino, rose pink, dan fresh plaster. Selain itu, modifikasi fermentasi pada tepung campolay native cenderung mengakibatkan peningkatan pada kadar gula total tepung campolay, walaupun pada modifikasi HMT cenderung menurun. Modifikasi juga cenderung menurunkan kadar pati, amilosa, dan amilopektin tepung campolay dibandingkan dengan tepung campolay native. Secara morfologi, tepung campolay termodifikasi baik HMT dan fermentasi cenderung tidak berbeda dengan tepung campolay native-nya.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian, disarankan agar tepung campolay termodifikasi, baik melalui metode heat moisture treatment (HMT) maupun fermentasi, dapat dikaji lebih lanjut aplikasinya pada berbagai produk pangan olahan untuk mengetahui dampaknya terhadap mutu sensoris dan fungsional. Perlu juga dilakukan optimasi parameter modifikasi seperti suhu, waktu, kadar air, dan jenis mikroorganisme agar menghasilkan tepung dengan kualitas yang lebih stabil dan sesuai

kebutuhan industri. Selain itu, penelitian lanjutan sebaiknya mencakup analisis tambahan seperti daya cerna pati dan sifat fungsional lainnya. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam upaya diversifikasi pangan lokal serta pemanfaatan komoditas campolay secara optimal di Indonesia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto. Prosedur penelitian : suatu pendekatan praktik. (edisi revisi). Jakarta : Rineka Cipta;2010. Iswendi. (2010). Penentuan Kadar Siklamat pada Minuman Serbuk Sachet dengan Metode Spektrofotometri. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang.
- Aini, N., Wijonarko, G., & Sustriawan, B. (2016). Sifat fisik, kimia, dan fungsional tepung jagung yang diproses melalui fermentasi. *Jurnal Agritech*, 36(2), 160-169.
- Amadou, I., Gounga, M.E., Shi, Y.H., & Le, G.W. (2013). Fermentation and heat moisture treatment induced changes on the physicochemical properties of foxtail millet (*Setaria italica*) flour. *Food and Bioproducts Processing*, 92, 38-45.
- Aminullah, Purba, R., Rohmayanti, T., & Pertiwi, S.R.R. (2020). Sifat mutu fisik mi basah berbahan baku tepung campolay masak penuh. *Jurnal Agroindustri Halal*, 6(2), 172-180.
- AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists* (18th ed.). AOAC, Inc.
- Agustina, Faridah, D.N., & Jenie, B.S.L. (2016). Pengaruh retrogradasi dan perlakuan kelembaban panas terhadap kadar air pati resisten tipe III daluga. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, 27(1), 78-86.
- Apriyantono, A., Fardiaz, D., Puspitasari, N.L., Sedarnawati, & Budiyanto, S. (1989). *Analisis Pangan*. Jakarta: IPB Press.
- Armanto, R., & Nurasih, A. (2008). Kajian konsentrasi bakteri asam laktat dan

- lama fermentasi pada pembuatan tepung pati singkong asam. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*, 28(3), 97-101.
- Awang-Kanak, F., & Bakar, M.F.A. (2018). *Canistel-Pouteria campechiana* (Kunth) Baehni. In: Rodrigues, S., Oliviera Silva, E.; Brito, E.S (Eds.). *Exotic fruits reference guide*. London: Academic Press.
- BSN [Badan Standardisasi Nasional]. (2009). SNI 3751:2009 Tepung Terigu sebagai Bahan Makanan. In *Badan Standardisasi Nasional*. (pp. 1-48). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- BSN [Badan Standardisasi Nasional]. (2011). SNI 7622:2011 Tepung Mokaf. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Chung, H.J., Hoover, R., & Liu, Q. (2009). The impact of single and dual hydrothermal modifications on the molecular structure and physicochemical properties of normal corn starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 44(2), 203-210.
- Crane, J.H., & Balerdi, C.F. (2016). *Canistel Growing in the Florida Home Landscape*. In *UF/IFAS Extension* (No. HS1049; HS1049, Vol. HS1049, Issue 21).
- Deka, D., & Sit, N. (2016). Dual modification of taro starch by microwave and other heat moisture treatments. *International Journal of Biological Macromolecules*, 92, 416-422.
- Edam, M. (2017). Aplikasi bakteri asam laktat untuk memodifikasi tepung singkong secara fermentasi. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 9(1), 1-8.
- Fetriyuna, F., Marsetio, M., & Pratiwi, R.L. (2016). Pengaruh lama modifikasi heat moisture treatment (HMT) terhadap sifat fungsional dan sifat amilografi pati talas banten (*Xanthosoma undipes* K. Koch). *Jurnal Penelitian Pangan*, 1(1), 44-50.
- Garnida, Y., Hervelly, & Rahma, R.N. (2019). Modifikasi tepung ganyong (*Canna edulis* Kerr.) metode heat moisture treatment pada suhu dan waktu pemanasan berbeda dan aplikasi tepung pada pembuatan cookies. *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), 65-72.
- Hariyadi, P., & Aini, N. (2015). *Dasar-Dasar Penanganan Pasca Panen Buah dan Sayur*. Bandung: CV Alfabeta.
- Hoover, R., & Manuel, H. (1996). The effect of heat-moisture structure and treatment on the physicochemical properties of normal maize, waxy maize, dull waxy maize and amylo maize V starches. *Journal of Cereal Science*, 23(2), 153-162.
- Hoover, R., & Vasanthan, T. (1994). Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of cereal, legume, and tuber starches. *Carbohydrate Research*, 252(1), 33-53.