

**Pengaruh *Heat Moisture Treatment* terhadap
Sifat Fisikokimia Tepung Beras Merah Termodifikasi**
*Effect of Heat Moisture Treatment on
Physicochemical Properties of Modified Red Rice Flour*

**Merynda Indriyani Syafutri, Filli Pratama, Friska Syaiful,
Rimala Ayu Sari, Okta Sriutami, dan Dela Pusvita**

Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM 32 Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Email : merynda@fp.unsri.ac.id

Diterima: 8 Desember 2020

Revisi: 6 November 2021

Disetujui: 22 November 2021

ABSTRAK

Karakteristik tepung beras merah dapat diperbaiki dengan melakukan modifikasi. *Heat moisture treatment* (HMT) merupakan metode modifikasi fisik. Faktor-faktor yang memengaruhi karakteristik tepung termodifikasi HMT adalah suhu, kadar air, dan lama proses. Penelitian bertujuan untuk mempelajari pengaruh suhu dan kadar air terhadap sifat fisikokimia tepung beras merah termodifikasi HMT. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor yaitu suhu HMT (100°C, 110°C, 120°C) dan kadar air HMT (20 persen, 25 persen, 30 persen). Parameter yang diamati yaitu sifat fisik (warna, *swelling power*, kelarutan, pola kristalinitas, dan morfologi granula), serta kimia (kadar air dan kadar amilosa). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu HMT berpengaruh nyata menurunkan kadar air, tetapi meningkatkan kelarutan dan kadar amilosa. Peningkatan kadar air HMT secara nyata menurunkan nilai *lightness*, tetapi meningkatkan nilai *redness*, kadar air, dan amilosa. Tepung beras merah termodifikasi memiliki nilai *lightness* 72,62–76,27 persen, *redness* 5,58–6,47, *yellowness* 9,75–10,61, *swelling power* 17,41–20,82 persen, dan kelarutan 5,64–10,54 persen. Kadar air tepung beras merah termodifikasi (4,77–10,70 persen) lebih rendah dari tepung beras merah alami (11,17 persen), sedangkan kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi (26,04–31,99 persen) lebih tinggi dari tepung beras merah alami (11,27 persen). HMT tidak mengubah kristalinitas (tipe A) dan bentuk granula pati, tetapi menyebabkan sedikit perubahan pada bagian permukaan granula pati.

kata kunci: *heat moisture treatment*, kadar air, suhu, tepung beras merah

ABSTRACT

The characteristics of red rice flour can be improved with modifications. Heat moisture treatment (HMT) is a physical modification method. Some factors that influence characteristics of HMT-modified flour are temperature, moisture content, and processing time. This study aimed to learn about the effect of temperature and moisture content on the physicochemical properties of red rice flour modified by HMT. This study used a Completely Randomized Factorial Design with two factors, namely temperature (100°C, 110°C, 120°C) and moisture content (20 percent, 25 percent, 30 percent). The observed parameters were physical properties (color, swelling power, solubility, crystallinity pattern, and granule morphology) and chemical properties (moisture and amylose content). The results showed that the increase of temperature significantly decreased moisture content and increased solubility and amylose content. The increase of moisture content significantly decreased lightness, but increased redness, moisture, and amylose content. Modified red rice flour had values of lightness 72.62–76.27 percent, redness 5.58–6.47, yellowness 9.75–10.61, swelling power 17.41–20.82 percent, and solubility 5.64–10.54 percent. The moisture content of modified red rice flour (4.77–10.70 percent) was lower than native (11.17 percent), while amylose content (26.04–31.99 percent) was higher than native (11.27 percent). Modification with HMT did not change crystallinity (type A) and shape of granules, but caused a slight change in the surface of starch granules.

keywords: *heat moisture treatment*, moisture content, red rice flour, temperature

I. PENDAHULUAN

Beras merupakan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia. Salah satu jenis

beras yang diproduksi di Indonesia adalah beras merah (*Oryza nivara*). Warna merah pada beras merah disebabkan oleh adanya senyawa

antosianin yang terdapat pada kulit luarnya. Antosianin merupakan pigmen merah yang terdapat pada *pericarp* dan lapisan kulit beras yang juga memiliki fungsi sebagai antioksidan, antimikroba, fotoreseptor, *visual attractors*, *feeding repellent*, antialergi, antiviral, dan antiinflamatori (Fibriyanti, 2012; Hermawan dan Melyani, 2016). Kandungan antosianin pada beras merah berkisar antara 2,36 µg/100 g hingga 12,79 µg/100 g (Abdullah, 2017).

Salah satu upaya pengembangan beras merah sebagai bahan pangan adalah dengan cara mengolahnya menjadi tepung. Menurut Indriyani, dkk. (2013), tepung merupakan salah satu bentuk alternatif produk setengah jadi yang dianjurkan karena akan lebih tahan disimpan, mudah dicampur (dibuat komposit), diperkaya zat gizi (fortifikasi), dibentuk, dan lebih cepat dimasak sesuai tuntutan kehidupan modern yang serba praktis. Syafutri, dkk. (2020) menyatakan bahwa tepung beras merah yang dihasilkan dengan variasi suhu dan lama pengeringan pada oven memiliki nilai daya kembang pati (*swelling power*) 6 persen hingga 9 persen, kelarutan 20 persen hingga 26 persen, dan kadar amilosa 11 persen hingga 20 persen.

Salah satu upaya untuk memperbaiki atau mengubah karakteristik tepung beras merah adalah melalui proses modifikasi. Proses modifikasi produk tepung atau pati dapat dilakukan secara fisik, kimia, biologis, ataupun kombinasi fisik-kimia, fisik-fisik, dan kimia-biologis. Menurut Kaur, dkk. (2012), modifikasi secara fisik lebih aman dilakukan karena tidak meninggalkan residu. Salah satu metode yang digunakan pada proses modifikasi secara fisik adalah *heat moisture treatment* (HMT).

HMT merupakan teknik modifikasi secara fisik yang dilakukan dengan cara memanaskan tepung atau pati pada kadar air terbatas (10–30 persen) pada suhu di atas suhu transisi gelas, tetapi masih di bawah suhu gelatinisasinya (100–120°C) selama 1 hingga 16 jam (Fitriani, dkk., 2011; Arnoon dan Uttapap, 2012; Chung, dkk., 2012; Sun, dkk., 2014; Lestari, dkk., 2015; Kim, dkk., 2017; Syafutri, dkk., 2018; Kaur dan Singh, 2019). Beberapa faktor yang dapat memengaruhi karakteristik tepung atau pati termodifikasi HMT adalah suhu, kadar air, dan lama proses (Syamsir, dkk., 2012).

Modifikasi dengan metode HMT telah dilakukan pada tepung dan pati beras. Suhu yang digunakan berkisar antara 100–120°C dengan kadar air 10–30 persen selama 1–16 jam (Arnoon dan Uttapap, 2012; Klein, dkk., 2013; Sun, dkk., 2014; Kim, dkk., 2017; Oliveira, dkk., 2018). Suhu HMT memengaruhi peningkatan kadar amilosa dan suhu awal gelatinisasi, serta memengaruhi penurunan *swelling power*, kelarutan, dan viskositas beras (Sun, dkk., 2013). Klein, dkk. (2013) menyatakan bahwa peningkatan suhu HMT (dengan kadar air tetap) akan menyebabkan penurunan nilai *swelling power*, kelarutan, dan kekuatan gel pati beras.

Modifikasi HMT pada tepung beras merah pernah dilakukan oleh Pratama dan Parwiyanti (2018), tetapi kadar air HMT yang digunakan adalah 10 dan 25 persen dengan lama proses HMT 8, 10, dan 12 jam. Penelitian tersebut juga belum melihat pengaruh HMT terhadap mikrostruktur tepung beras merah termodifikasi. Menurut Onyango, dkk. (2013) dan Sun, dkk. (2014), kadar air yang lebih tinggi pada proses HMT akan menghasilkan nilai *swelling power* dan kelarutan yang lebih rendah. Putra, dkk. (2016) menambahkan bahwa peningkatan kadar air HMT dapat meningkatkan kadar air dan kadar amilosa pati talas kimpul.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh metode HMT (perbedaan suhu HMT dan kadar air HMT) terhadap mikrostruktur, tipe pati, dan sifat fisikokimia tepung beras merah termodifikasi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh suhu pengeringan dan kadar air bahan pada proses modifikasi tepung dengan metode HMT terhadap sifat fisik dan kimia tepung beras merah termodifikasi.

II. METODOLOGI

2.1. Bahan

Beras merah yang digunakan pada penelitian adalah beras merah organik komersial (varietas Inpari 24) yang dijual di supermarket di Kota Palembang.

2.2. Pembuatan Tepung Beras Merah

Pembuatan tepung beras merah merujuk pada Syafutri, dkk. (2020). Beras merah (kadar air 12,30 persen) disortasi, lalu dicuci dan ditiriskan, kemudian dikeringkan dalam oven

dengan suhu 50°C selama 1 jam. Beras merah kering digiling menggunakan *dry blender*, lalu diayak menggunakan ayakan 80 mesh sehingga diperoleh tepung beras merah.

2.3. Modifikasi Tepung Beras Merah dengan Metode HMT

Modifikasi tepung beras merah dengan metode HMT merujuk pada Picauly, dkk. (2017) dan Syafutri, dkk. (2018). Tepung beras merah yang telah diketahui kadar airnya dimasukkan ke dalam baskom lalu ditambahkan akuades untuk mendapatkan kadar air HMT yang diinginkan (20 persen, 25 persen, dan 30 persen). Penentuan jumlah akuades yang ditambahkan adalah berdasarkan perhitungan sebagai berikut:

$$A = W_2 - W_1 \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan:

- A = Jumlah akuades (mL)
- W_2 = Bobot pati setelah perlakuan (gram)
- W_1 = Bobot pati kondisi awal (gram)

Sedangkan berat pati setelah perlakuan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$W_2 = \frac{[(100\% - KA_t) \times W_t]}{[100\% - KA_{HMT}]} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan:

- W_2 = Bobot pati setelah perlakuan (gram)
- KA_t = Kadar air tepung (%)
- W_t = Bobot tepung (gram)
- KA_{HMT} = KA HMT yang diinginkan (%)

Tepung beras merah dimasukkan ke dalam loyang yang telah dilapisi aluminium foil, lalu dikeringkan dalam oven (100°C, 110°C, dan 120°C) selama 5 jam. Tepung beras merah modifikasi dihaluskan dengan *dry blender*, lalu diayak (80 mesh). Tepung beras modifikasi dikemas dalam plastik *Polypropylene* (PP) dan disegel.

2.4. Pengujian Sifat Fisik dan Kimia Tepung Beras Merah Termodifikasi

2.4.1. Warna

Warna tepung beras merah termodifikasi HMT diukur menggunakan *colorimeter* CS-10 (CHN Spec, Cina). Sampel dimasukkan dalam plastik transparan, lalu ditempelkan di bawah

color reader sehingga sinar pada alat dapat menangkap warna pada sampel. Nilai warna dilihat pada alat secara digital, yaitu berupa *lightness* (persen), *redness*, dan *yellowness* (Syafutri, dkk., 2019).

2.4.2. Swelling Power dan Kelarutan

Tepung beras merah termodifikasi HMT (100 mg) dimasukkan dalam tabung reaksi bertutup (yang diketahui berat kosongnya), ditambahkan 10 ml akuades dan di-*vortex* selama 10 detik. Selanjutnya dilakukan inkubasi dalam *water bath* (85°C; 30 menit) sambil sesekali diaduk. Kemudian didinginkan di dalam air es sampai mencapai suhu ruang ($\pm 28^\circ\text{C}$). Larutan disentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm (30 menit). Cairan supernatan dipindahkan ke dalam cawan yang telah ditimbang beratnya kemudian dimasukkan ke dalam oven (105°C) sampai diperoleh berat konstan (W_T). Endapan sisa di dalam tabung reaksi ditimbang beratnya (W_s) (Senanayake, dkk., 2013 yang dimodifikasi).

$$\text{Swelling Power} = \frac{W_s}{[0,1 \times (100\% - WSI)]} \dots\dots\dots (3)$$

$$WSI = \frac{W_T}{0,1} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

- W_s = Berat endapan sisa di dalam tabung reaksi (gram)
- WSI = Indeks Kelarutan (%)
- W_T = Bobot tepung (gram)

2.4.3. Pola Kristalinitas

Pola kristalinitas tepung beras merah termodifikasi HMT dilihat menggunakan *X-ray Diffraction* (Klein, dkk., 2013). Sampel tepung dicampur dengan air murni, lalu dikocok dan didiamkan sehingga butir-butir kasar terpisah. Hasil suspensi diteteskan di atas preparat dan dibiarkan mengering selama semalam pada suhu ruang. Spesimen dianalisis dengan XRD pada area *scanning* yang dimulai dari sudut difraksi 5 hingga 80° (2 θ).

2.4.4. Granula Pati

Sampel tepung ditaburkan pada *double-sided adhesive tape* yang melekat pada *aluminium stub*. Kemudian dilapisi dengan 20 nm *gold under vaccum*. Sampel tepung diamati

dan difoto menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM-EDX) ZEISS EVO® MA 10 (Tan, dkk., 2017).

2.4.5. Sifat Kimia Tepung Beras Merah Termodifikasi HMT

Sifat kimia tepung beras merah yang dimodifikasi dengan metode HMT meliputi kadar air dan kadar amilosa (AOAC, 2019).

2.5. Analisis Data

Data sifat fisik dan sifat kimia dianalisis dengan analisis keragaman (Ansira). Perlakuan yang berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut menggunakan uji lanjut BNJ (Beda Nyata Jujur) pada taraf 5 persen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Warna

Pengujian warna tepung beras merah termodifikasi *heat moisture treatment* (HMT) memberikan nilai *lightness* (L^*) 72,62 persen hingga 76,27 persen, *redness* (a^*) 5,58 hingga 6,47, dan *yellowness* (b^*) 9,75 hingga 10,61 (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin tinggi suhu HMT dan kadar air HMT maka nilai L^* tepung beras merah termodifikasi cenderung menurun, sedangkan nilai a^* dan b^* cenderung meningkat. Nilai a^* berbanding lurus dengan nilai b^* , tetapi berbanding terbalik dengan nilai L^* . Peningkatan nilai a^* dan b^* mengakibatkan penurunan kecerahan (L^*) tepung beras merah termodifikasi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar air HMT secara nyata berpengaruh ($p < 0,05$) terhadap penurunan nilai L^* dan peningkatan nilai a^* tepung beras merah termodifikasi, tetapi berpengaruh tidak nyata terhadap nilai b^* . Suhu HMT dan interaksi kedua faktor berpengaruh tidak nyata terhadap nilai L^* , a^* , dan b^* .

Peningkatan kadar air HMT secara nyata menurunkan kecerahan tepung beras merah termodifikasi. Makin tinggi kadar air HMT yang digunakan pada proses modifikasi menyebabkan proses gelatinisasi lebih banyak terjadi, walaupun gelatinisasi yang terjadi tidak sempurna. Menurut Syafutri (2017), proses pemanasan menyebabkan pati mengalami gelatinisasi sehingga menyebabkan terbentuknya pasta pati yang berwarna lebih gelap dari warna pati sebelum tergelatinisasi.

Sunyoto, dkk. (2016) menyatakan bahwa modifikasi HMT menyebabkan kadar air berkurang sehingga warna permukaan pati menjadi kurang cerah. Menurut BeMiller (2011), penyerapan air oleh granula pati merupakan tahap awal terjadinya gelatinisasi.

Proses pemanasan dapat menurunkan kecerahan produk tepung. Sunyoto, dkk. (2016) menambahkan bahwa penggunaan suhu pemanasan yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama menyebabkan warna pati ubi jalar menjadi kurang cerah. Menurut Syafutri, dkk. (2019), nilai L^* tepung beras merah adalah 74 persen hingga 79 persen. Setelah mengalami modifikasi dengan metode HMT, nilai L^* tepung beras merah termodifikasi HMT turun menjadi 73 persen hingga 76 persen. Penurunan kecerahan ini tidak terlalu besar karena tepung beras merah termodifikasi tersebut hanya mengalami gelatinisasi parsial. Hal ini disebabkan oleh kadar air tepung pada saat proses modifikasi dengan HMT rendah (20 persen hingga 30 persen), sehingga pati tidak mengalami gelatinisasi secara sempurna.

Penurunan nilai L^* dan peningkatan nilai a^* dan b^* tepung beras merah termodifikasi disebabkan juga oleh reaksi pencokelatan non enzimatis yang terjadi selama proses pemanasan (reaksi Maillard). Peningkatan suhu HMT yang digunakan dapat meningkatkan risiko terjadinya reaksi Maillard dan menyebabkan warna tepung beras merah termodifikasi makin gelap (kecerahan menurun). Menurut Winarno (2008), reaksi Maillard terjadi antara gula sederhana dan protein selama pemanasan. Selama proses pemanasan, karbohidrat pada tepung beras merah akan terhidrolisis menjadi bentuk yang lebih sederhana dan akan bereaksi dengan protein yang terkandung dalam tepung beras merah, membentuk senyawa yang berwarna kecoklatan.

3.2. Swelling Power dan Kelarutan

Nilai daya kembang pati (*swelling power*) dan kelarutan tepung beras merah termodifikasi HMT masing-masing berkisar antara 17,41 persen hingga 20,82 persen dan 5,64 persen hingga 10,54 persen (Tabel 1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin tinggi suhu HMT dan kadar air HMT yang digunakan maka nilai *swelling power* tepung beras merah termodifikasi

Tabel 1. Warna, *Swelling Power*, dan Kelarutan Tepung Beras Merah Termodifikasi HMT

Perlakuan (Suhu HMT; Kadar Air HMT)	Warna			<i>Swelling Power</i> (%)	Kelarutan (%)
	<i>L</i> * (%)	<i>a</i> *	<i>b</i> *		
100 °C; 20 %	75,85	6,01	9,84	20,17	5,64
100 °C; 25 %	74,68	6,19	10,16	20,82	6,12
100 °C; 30 %	74,03	6,42	10,37	19,51	6,22
110 °C; 20 %	75,15	5,86	10,18	20,16	7,25
110 °C; 25 %	72,93	6,29	10,45	20,52	7,58
110 °C; 30 %	73,73	6,19	10,14	19,92	7,98
120 °C; 20 %	76,27	5,58	9,75	19,12	8,58
120 °C; 25 %	73,48	6,23	10,30	18,34	10,54
120 °C; 30 %	72,62	6,47	10,61	17,41	10,41

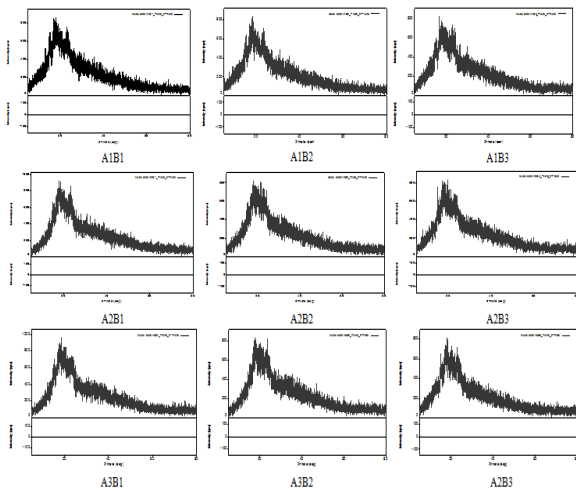
HMT cenderung menurun, tetapi kelarutan tepung beras termodifikasi HMT cenderung meningkat. Berdasarkan hasil analisa statistik, suhu HMT, kadar air HMT, serta interaksi antara suhu HMT dan kadar air HMT berpengaruh tidak nyata terhadap *swelling power* dan kelarutan tepung beras merah termodifikasi.

Menurut Klein, dkk. (2013) dan Sunyoto, dkk. (2016), makin tinggi suhu HMT maka *swelling power* akan makin menurun. Pada saat pemanasan dengan suhu tinggi, akan terjadi pengaturan kembali molekul pati. Syamsir, dkk. (2012) menyatakan bahwa energi yang diserap granula pati selama pemanasan akan membuka lipatan heliks ganda amilopektin dan memfasilitasi pengaturan atau pembentukan ikatan-ikatan baru antar molekul. Zavareze dan Dias (2011) menambahkan bahwa penurunan *swelling power* pati disebabkan oleh ikatan intramolekular yang menguat, terjadi perubahan susunan kristalin pati, peningkatan interaksi antara amilosa-amilopektin, serta terbantuknya formasi amilosa-lipid yang kompleks. Menurut Pranoto, dkk. (2014) dan Haryani, dkk. (2015), hilangnya formasi heliks ganda molekul pati dan terjadi peningkatan interaksi antara molekul pada pati, serta terbentuknya kompleks amilosa-lipid memengaruhi penurunan daya kembang pati.

Peningkatan kadar air HMT juga menyebabkan penurunan *swelling power* tepung beras merah termodifikasi HMT. Hal ini sejalan dengan pernyataan Onyango, dkk. (2013) bahwa kadar air yang lebih tinggi pada proses HMT akan menghasilkan nilai *swelling power* yang lebih rendah. Peningkatan kadar air HMT

akan menyebabkan proses gelatinisasi pada saat pemanasan lebih banyak terjadi sehingga mengakibatkan lipatan heliks ganda amilopektin akan makin banyak yang terbuka. Menurut Putra (2016), pada saat pemanasan akan terjadi perubahan pada molekul amilopektin yaitu terjadi pemutusan ikatan α 1-6 glukosida sehingga memutus percabangan rantai amilopektin dan menghasilkan polimer dengan rantai lurus (amilosa). Hal tersebut mengakibatkan terjadinya penurunan amilopektin dan peningkatan amilosa. Pernyataan tersebut didukung oleh hasil analisa kadar amilosa (Tabel 2), di mana makin tinggi kadar air HMT yang digunakan maka kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi cenderung meningkat. Peningkatan kadar amilosa akan memfasilitasi pembentukan ikatan-ikatan baru antar molekul. Pembentukan ikatan kompleks tersebut akan menyebabkan penurunan *swelling power*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelarutan tepung beras merah termodifikasi HMT secara nyata meningkat seiring dengan meningkatnya suhu HMT yang digunakan. Menurut Pranoto, dkk. (2014), peningkatan kelarutan selama HMT disebabkan lemahnya ikatan molekul antar molekul pati. Ketika pati dipanaskan pada suhu tinggi, ikatan molekul dari intermolekular pati akan melemah, struktur kristalin dapat rusak dan molekul air akan mengikat gugus hidroksil bebas dari amilosa dan amilopektin melalui ikatan hidrogen sehingga kelarutan akan meningkat. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa dengan meningkatnya kadar air HMT yang digunakan maka kelarutan tepung beras merah termodifikasi cenderung



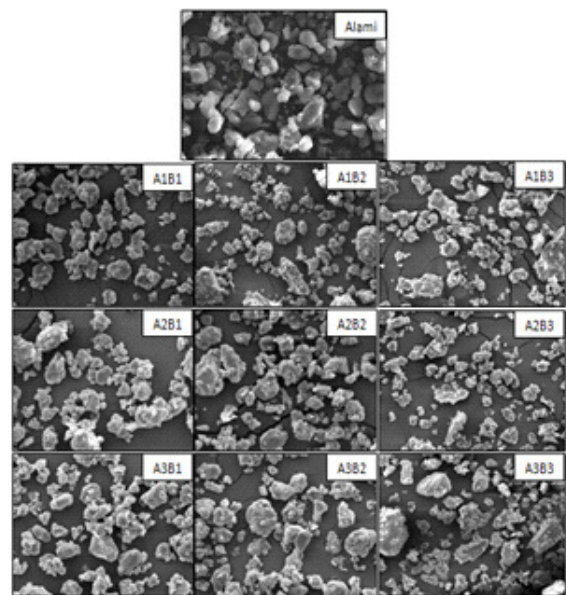
Gambar 1. Pola Kristalinitas Tepung Beras Merah Termodifikasi HMT

meningkat. Haryani, dkk. (2015) menyatakan bahwa penambahan kadar air menyebabkan reformasi struktur amilosa dan amilopektin, sehingga granula pati lebih mudah menyerap air dan meningkatkan sifat kelarutan pati.

3.3. Pola Kristalinitas

Hasil analisis menunjukkan bahwa tepung beras merah termodifikasi HMT dengan perbedaan suhu HMT dan kadar air HMT memiliki puncak difraksi terkuat pada 16°, 17°, 18°, dan 19° (Gambar 1). Menurut Nurhayati, dkk. (2014), puncak difraksi pada sudut 17° merupakan puncak difraksi untuk granula pati tipe A. Faridah, dkk. (2014) dan Klein, dkk. (2013) menambahkan bahwa kristalin tipe A ditandai dengan puncak pada 15°, 17°, 19°, 20° dan 23°. Oleh sebab itu, tepung beras merah termodifikasi HMT untuk semua perlakuan dapat digolongkan sebagai granula pati tipe A.

Syafutri, dkk. (2019) menyatakan bahwa granula pati tepung beras merah alami tergolong tipe A. Hal ini menunjukkan bahwa perbedaan suhu HMT dan kadar air HMT tidak memengaruhi granula pati tepung beras merah. Hasil penelitian ini sejalan dengan Kaur dan Singh (2019) yang menyatakan bahwa granula pati tepung *oat* alami dan tepung *oat* termodifikasi HMT tergolong tipe A. Granula pati tipe A memiliki amilosa dengan berat molekul lebih kecil, cabang amilopektin lebih pendek dan tingkat kristalinitas lebih tinggi (Syamsir, dkk.,



Keterangan :

Tepung beras merah alami (Syafutri *et al.*, 2019)
 A = suhu HMT = A1 (100 °C); A2 (110 °C); A3 (120 °C)
 B = kadar air HMT = B1 (20 %); B2 (25 %); B3 (30 %)

Gambar 2. Morfologi Granula Pati Tepung Beras Merah Termodifikasi HMT (Perbesaran 500x)

2012; Nurhayati, dkk., 2014).

3.4. Granula Pati

Granula pati tepung beras merah termodifikasi HMT dibandingkan dengan tepung beras merah alami disajikan pada Gambar 2. Hasil menunjukkan bahwa modifikasi tepung beras merah dengan metode HMT tidak mengubah bentuk granula pati tepung beras merah secara keseluruhan. Granula pati tepung beras merah hanya mengalami perubahan pada permukaan granulanya, di mana bagian permukaan granula pati tepung beras merah termodifikasi HMT terlihat tidak mulus lagi. Beberapa penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa modifikasi pati beras, pati jagung, pati kentang, tepung dan pati sorgum, serta pati sagu menggunakan metode HMT juga hanya menyebabkan perubahan pada permukaan granula pati (Jiranuntakul, dkk., 2011; Sun, dkk., 2014; Syafutri, dkk., 2017).

Perubahan pada bagian permukaan granula pati tepung beras merah disebabkan oleh kadar air yang digunakan pada proses modifikasi dengan metode HMT adalah rendah (kadar air

terbatas) yaitu 20 persen hingga 30 persen, sehingga proses gelatinisasi yang terjadi bersifat parsial. Menurut Andriansyah (2014), gelatinisasi parsial atau gelatinisasi sebagian ditandai dengan tidak rusaknya struktur granula pati di mana masih terdapat sifat *birefringence*. Syamsir, dkk. (2012) menambahkan bahwa perubahan bentuk granula tidak terjadi pada pati yang dipanaskan dengan kadar air yang rendah.

Gambar 2 juga menunjukkan bahwa peningkatan kadar air HMT yang digunakan menyebabkan bagian permukaan granula pati lebih tidak mulus dan terbentuk sedikit rongga. Fadimu, dkk. (2018) menyatakan bahwa kadar air HMT 20–30 persen menyebabkan permukaan granula pati ubi jalar termodifikasi mengalami perubahan menjadi lebih kasar. Tan, dkk. (2017) juga menambahkan bahwa makin tinggi kadar air HMT yang digunakan (15–35 persen) pada proses modifikasi menyebabkan makin banyak terbentuk lekukan pada permukaan pati buah sukun disebabkan struktur jaringan di dalam granula pati yang melemah. Hasil analisa SEM juga menunjukkan bahwa granula pati tepung beras merah dengan perlakuan suhu HMT 120°C dan kadar air HMT 30 persen lebih banyak mengalami perubahan pada bagian permukaannya (permukaan tidak mulus dan terbentuk rongga). Syamsir, dkk. (2012) menyatakan bahwa peningkatan intensitas panas (suhu dan waktu proses) menyebabkan peningkatan ukuran rongga pati. Penggunaan suhu HMT sebesar 120°C dapat menyebabkan perubahan bentuk granula pati.

3.5. Kadar Air

Berdasarkan hasil penelitian, kadar air tepung beras merah termodifikasi HMT berkisar antara 4,01 persen hingga 10,70 persen (Tabel 2). Hasil analisa statistik menunjukkan bahwa suhu HMT secara nyata menurunkan kadar air tepung beras merah termodifikasi HMT, sedangkan kadar air HMT secara nyata ($p < 0,05$) meningkatkan kadar air tepung beras merah termodifikasi HMT. Interaksi antara suhu HMT dan kadar air HMT berpengaruh tidak nyata.

Makin tinggi suhu HMT maka kadar air tepung beras merah termodifikasi HMT makin menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian Fajri, dkk. (2016) yang menyatakan bahwa

kadar air tepung sago mengalami penurunan seiring dengan tingginya modifikasi HMT. Putra, dkk. (2016) menyatakan bahwa makin tinggi suhu pemanasan maka kandungan air pati talas kimpul termodifikasi HMT cenderung menurun. Hal tersebut disebabkan oleh adanya kecenderungan peningkatan kadar amilosa dan penurunan kadar amilopektin. Peningkatan rasio amilosa dan amilopektin tersebut dapat menyebabkan peningkatan water binding *capacity*. Berdasarkan hasil penelitian ini, kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi mengalami peningkatan seiring makin tingginya suhu HMT yang digunakan (Tabel 2), sehingga memengaruhi penurunan kadar air tepung beras merah termodifikasi. Menurut Syafutri, dkk. (2020), amilosa bersifat *amorf* sehingga makin tinggi kandungan amilosa maka daya serap air akan makin tinggi, dan juga akan meningkatkan kadar air tepung beras merah. Amilosa memiliki kemampuan membentuk ikatan hidrogen lebih besar dibandingkan dengan amilopektin.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa makin tinggi kadar air HMT maka kadar air tepung beras merah termodifikasi HMT makin meningkat. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Putra, dkk., (2016) yang menyatakan bahwa peningkatan kadar air juga akan meningkatkan kandungan air tepung talas kimpul termodifikasi HMT. Menurut Haryani, dkk. (2015), penambahan kadar air akan

Tabel 2. Kadar Air dan Amilosa Tepung Beras Merah Termodifikasi HMT

Perlakuan (Suhu HMT; Kadar Air HMT)	Kadar Air (%)	Kadar Amilosa (%)
Tepung Beras Merah Tanpa Modifikasi (50 °C; 1 jam)	11,17	11,27*
100 °C; 20 %	7,43	26,04
100 °C; 25 %	9,31	28,34
100 °C; 30 %	10,70	28,87
110 °C; 20 %	4,01	29,40
110 °C; 25 %	8,05	30,87
110 °C; 30 %	10,08	31,00
120 °C; 20 %	4,77	31,06
120 °C; 25 %	6,41	30,53
120 °C; 30 %	9,14	31,99

Sumber : Syafutri, dkk. (2020)

menyebabkan reformasi struktur amilosa dan amilopektin, sehingga granula pati lebih mudah menyerap air. Hal tersebut akan meningkatkan kandungan air tepung beras merah termodifikasi.

3.6. Kadar Amilosa

Kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi HMT berkisar antara 26,04 persen hingga 31,99 persen. Kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung beras merah alami. Menurut Syafutri, dkk. (2020), kadar amilosa tepung beras merah yaitu 11 persen hingga 20 persen. Hal ini sejalan dengan pernyataan Sun (2013) bahwa modifikasi pati dengan metode HMT dapat meningkatkan kadar amilosa tepung beras *Indica* sebesar 20 persen. Widowati, dkk. (2014) juga menyatakan bahwa HMT meningkatkan kadar amilosa tepung beras sebesar 10 persen. Putra, dkk. (2016) menambahkan bahwa peningkatan kadar air HMT 25 persen sampai 30 persen cenderung meningkatkan kadar amilosa.

Berdasarkan hasil analisa statistik, suhu HMT dan kadar air HMT berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi HMT, tetapi interaksi antara suhu HMT dan kadar air HMT berpengaruh tidak nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa makin tinggi suhu HMT maka kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi cenderung meningkat. Syafutri, dkk. (2020) menyatakan bahwa kadar amilosa tepung beras merah makin meningkat seiring makin tingginya suhu pengeringan. Putra, dkk. (2016) menambahkan bahwa peningkatan suhu pemanasan akan menyebabkan terjadinya perubahan pada molekul amilopektin yaitu terjadi pemutusan ikatan α -1,6 glukosida sehingga memutus percabangan rantai amilopektin, dan menghasilkan polimer dengan rantai lurus berupa molekul amilosa.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa makin tinggi kadar air HMT maka kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi cenderung meningkat. Peningkatan kadar air HMT akan menyebabkan proses gelatinisasi lebih banyak terjadi yang mengakibatkan lipatan heliks ganda amilopektin makin banyak yang terbuka

sehingga terjadi penurunan amilopektin dan peningkatan amilosa.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu HMT berpengaruh nyata menurunkan kadar air, tetapi meningkatkan kelarutan dan kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi HMT. Peningkatan kadar air HMT secara nyata menurunkan nilai *lightness*, dan meningkatkan nilai *redness*, kadar air, serta kadar amilosa tepung beras merah termodifikasi HMT. Interaksi antara suhu HMT dan kadar air HMT berpengaruh tidak nyata pada semua parameter pengamatan.

Modifikasi dengan metode HMT tidak mengubah karakteristik kristalinitas granula pati (tipe A). Modifikasi tepung beras merah dengan HMT tidak menyebabkan perubahan bentuk granula pati, tetapi menyebabkan sedikit perubahan pada bagian permukaan granula pati.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Sriwijaya yang telah memberikan dana penelitian melalui skema Penelitian Unggulan Kompetitif UNSRI tahun anggaran 2020 SP DIPA-023.17.2.677515/2020 tanggal 16 Maret 2020, sesuai dengan SK Rektor Unsri No. 0687/UN9/SK.BUK.KP/2020 tanggal 15 Juli 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, B. 2017. Peningkatan Kadar Antosianin Beras Merah dan Beras Hitam Melalui Biofortifikasi. *Jurnal Litbang Pertanian*, Vol. 36, No. 2:91–98.
- Andriansyah, R.C.E. 2014. *Karakterisasi sifat fisikokimia dan sifat fungsional pati suweg (Amorphophallus campanulatus var. hortensis) dengan metode heat moisture treatment*. Tesis pada Institut Pertanian Bogor.
- AOAC. 2019. *Official Methods of an Analysis of Official Analytical Chemistry*. AOAC International. United States of America.
- Arnoon, S.P., dan D. Uttapap. 2012. Rice Starch vs Rice Flour: Differences in Their Properties When Modified by Heat-Moisture Treatment. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 91, No. 1:85–91.
- BeMiller, J.N. 2011. Review : Pasting, Paste, and Gel Properties of Starch-Hydrocolloid Combination. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 86:386–423.
- Chung, H.J., A. Cho, and S.T. Lim. 2012. Effect of Heat Moisture Treatment for Utilization of Germinated Brown Rice in Wheat Noodle. *Food*

- Science and Technology*, Vol. 47: 342–347.
- Fadimu, G.J., M.K. Adenekan, O. Akinluaz, F.A. Juhaimi, K. Ghafoor, and E.E. Babiker. 2018. Effect of Heat Moisture Treatment and Partial Acid Hydrolysis on the Morphological, Functional and Pasting Properties of Sweet Potato. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, Vol. 10, No. 4:423–430.
- Fajri, F., Tamrin, dan N. Asyik. 2016. Pengaruh Modifikasi HMT (*Heat Moisture Treatment*) terhadap Sifat Fisikokimia dan Nilai Organoleptik Tepung Sagu (*Metroxylon sp.*). *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, Vol. 1, No. 1:37–44.
- Faridah, D.N., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan T.C. Sunarti. 2014. Karakteristik Sifat Fisikokimia Pati Garut (*Maranta arundinaceae*). *Agritech*, Vol. 34, No. 1:14–21.
- Fibriyanti, Y.W. 2012. *Kajian kualitas kimia dan biologi beras merah (Oryza nivara) dalam beberapa pewedahan selama penyimpanan*. Skripsi pada Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Fitriani, S., Rahmayuni, dan I.E. Putra. 2011. Pembuatan Beras Tiruan dari Pati Sagu HMT (*Heat Moisture Treatment*) dengan Penambahan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata*). *Sagu : Agricultural Science and Technology Journal*, Vol. 10, No. 2:31–35.
- Haryani, K., Hadiyanto, Hargono, dan N.A. Handayani. 2015. Sifat Fisikokimia Pati Sorghum Varietas Merah dan Putih Termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT) untuk Produk Bihun Berkualitas. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, UPN Veteran, Yogyakarta.
- Hernawan, E., dan V. Melyani. 2016. Analisis Karakteristik Fisikokimia Beras Putih, Beras Merah, dan Beras Hitam (*Oryza sativa L.*, *Oryza nivara* dan *Oryza sativa L. Indica*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada*, Vol. 15, No. 1:79–91.
- Indriyani F, Nurhidajah, dan A. Suyanto. 2013. Karakteristik Fisik, Kimia dan Sifat Organoleptik Tepung Beras Merah Berdasarkan Variasi Lama Pengeringan. *Jurnal Pangan dan Gizi*, Vol. 4, No. 8:27–34.
- Jiranuntakul, W., C. Puttanlek, V. Rungsardthong, S. Pancha-arnon, and D. Uttapap. 2011. Microstructural and Physicochemical Properties of Heat-Moisture Treated Waxy and Normal Starches. *Journal of Food Engineering*, Vol. 104:246–258.
- Kaur, B., F. Arifin, R. Bhat, and A.A. Karim. 2012. Progress in Starch Modification in the Last Decade. *Food Hydrocolloids*, Vol. 26, No. 2 : 398–404.
- Kaur, M., and S. Singh. 2019. Influence of Heat-Moisture Treatment (HMT) on Physicochemical and Functional Properties of Starches from Different Indian Oat (*Avena sativa L.*) Cultivars. *International Journal of Biological Macromolecules*, Vol. 122:312–319.
- Kim, M.J., S.G. Oh, dan H.J. Chung. 2017. Impact of Heat-Moisture Treatment Applied to Brown Rice Flour on the Quality and Digestibility Characteristics of Korean Rice Cake. *Food Science and Biotechnology*, Vol. 26:1579–1586.
- Klein B., V.Z. Pinto, N.L. Vanier, E.R. Zavareze, R. Colussi, J.A. Evangelho, L.C. Gutkoski, and A.R.G. Dias. 2013. Effect of Single and Dual Heat-Moisture Treatments on Properties of Rice, Cassava, and Pinhao Starches. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 98:1578–1584.
- Lestari, O.A., F. Kusnandar, dan N.S. Palupi. 2015. Pengaruh *Heat Moisture Treated* (HMT) terhadap Profil Gelatinisasi Tepung Jagung. *Jurnal Teknologi Pertanian*, Vol. 16, No. 1:75–80.
- Nurhayati, B.S.L. Jenie, S. Widowati, dan H.D. Kusumaningrum. 2014. Komposisi Kimia dan Kristalinitas Tepung Pisang Termodifikasi secara Fermentasi Spontan dan Siklus Pemanasan Bertekanan-Pendinginan. *Agritech*, Vol. 34, No. 2:146–150.
- Oliveira, C.S.D., C.D. Bet, R.Z.B. Bisinella, L.H. Waiga, T.A.D. Colman, and E. Schnitzler. 2018. Heat-Moisture Treatment (HMT) on Blends from Potato Starch (PS) and Sweet Potato Starch (SPS). *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, Vol. 133:1491–1498.
- Onyango C., E.A. Mewa, A.W. Mutahi, and M.W. Okoth. 2013. Effect of Heat-Moisture-Treated Cassava Starch and Amaranth Malt on the Quality of Sorghum-Cassava-Amaranth Bread. *African Journal of Food Science*, Vol. 7, No. 5:80–86.
- Picauly, P., E. Damamain, dan F.J. Polnaya. 2017. Karakteristik Fisiko-Kimia dan Fungsional Pati Sagu Ihur Termodifikasi dengan *Heat Moisture Treatment*. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. 28, No. 1:70–77.
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi, and S.K. Rakshit. 2014. Physicochemical Properties of Heat Moisture Treated Sweet Potato Starches of Selected Indonesian Varieties. *International Food Research Journal*, Vol. 21, No. 5:2031–2038.
- Pratama, F. and Parwiyanti. 2018. Impact of Dry- and Hydro-Thermal Treatments on Swelling Power, Water Absorption and Water Solubility on Red-Rice Flours. *AgricEngInt: CIGR Journal*, Vol. 20, No. 3:227–232.
- Putra, I.N.K., N.W. Wisaniyasa, dan A.A.I.S. Wiadnyani. 2016. Optimasi Suhu Pemanasan

-
- dan Kadar Air pada Produksi Pati Talas Kimpul Termodifikasi *Heat Moisture Treatment* (HMT). *Agritech*, Vol. 36, No. 3:302–307.
- Senanayake, S., A. Gunaratne, K.K.D.S. Ranaweera, and A. Bamunuarachchi. 2013. Effect of Heat Moisture Treatment Conditions on Swelling Power and Water Soluble Index of Different Cultivars of Sweet Potato (*Ipomea batatas* L. *Lam*) Starch. *ISRN Agronomy*:1–4.
- Shin, S., J. Byun, K.H. Park, T.W. Moon. 2004. Effect to Partial and Hydrolisis and Heat Moisture Treatment on Formation of Resistant Tuber Starch. *Cereal Chemistry*, Vol. 81, No. 2:194–198.
- Sun, Q., T. Wang, L. Xiong, and Y. Zhao. 2013. The Effect of Heat Moisture Treatment on Physicochemical Properties of Early Indica Rice. *Food Chemistry*, Vol. 141, No. 2:853–857.
- Sun, Q., Z. Han, L. Wang, and L. Xiong. 2014. Physicochemical Differences between Sorghum Starch and Sorghum Flour Modified by Heat-Moisture Treatment. *Food Chemistry*, Vol. 145:756–764.
- Sunyoto, M., R. Amdoyo, H. Radiani, dan C.T. Michelle. 2016. Kajian Sifat Fungsional dan Amilografi Pati Ubi Jalar (*Ipomoea batatas* L.) dengan Perlakuan Suhu dan Lama Waktu *Heat Moisture Treatment* sebagai Bahan Sediaan Pangan Darurat. *Jurnal Sains dan Teknologi*, Vol. 5, No.2:808–816.
- Syafutri, M.I. 2017. *Modification of sago starch (Metroxylon sago) with combination of heat moisture treatment (HMT) and autoclaving-cooling methods*. Disertasi pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
- Syafutri, M.I., F. Pratama, N. Malahayati, and B. Hamzah. 2017. Profiles of Modified Sago Starch by Heat Moisture Treatment and Autoclaving-Cooling. *International Journal of Science and Research*, Vol. 6, No. 6:2111–2114.
- Syafutri, M.I., F. Pratama, N. Malahayati, dan B. Hamzah. 2018. Swelling Power and WSI of Modified Bangka Sago Starch. *Indian Journal of Natural Products and Resources*, Vol. 9, No. 1:66–69.
- Syafutri, M.I., E. Lidiasari, dan F. Syaiful. 2019. Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Merah dengan Variasi Suhu dan Lama Pengeringan serta Metode Pengeringan yang Berbeda. Laporan Penelitian Unggulan Kompetitif pada Universitas Sriwijaya Indralaya.
- Syafutri, M.I., E. Lidiasari, F. Syaiful, dan D. Pusvita. 2020. Pengaruh Lama dan Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Fisikokimia Tepung Beras Merah (*Oryza nivara*). *Agrosainstek*, Vol. 4, No. 2:103–111.
- Syamsir, E., P. Hariyadi, D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan F. Kusnandar. 2012. Pengaruh Proses *Heat Moisture Treatment* (HMT) terhadap Karakteristik Pati. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. 23, No. 1:100–106.
- Tan, X., X. Li, L. Chen, F. Xie., L. Li, and J. Huang. 2017. Effect of Heat-Moisture Treatment on Multi-Scale Structures and Physicochemical Properties of Breadfruit Starch. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 161, No. 286:286–294.
- Widowati, S., H. Herawati, E.S. Mulyani, F. Yuliwardi, dan T. Muhandri. 2014. Pengaruh Perlakuan *Heat Moisture Treatment* (HMT) Terhadap Sifat Fisiko Kimia dan Fungsional Tepung Beras dan Aplikasinya dalam Pembuatan Bihun Berindeks Glikemik Rendah. *Jurnal Pascapanen*, Vol. 11, No. 2, :59–66.
- Winarno, F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. M-BRIO Press. Bogor.
- Zavareze, E.R., and A.R.G. Dias. 2011. Impact of Heat-Moisture Treatment and Annealing in Starches: A Review. *Carbohydrate Polymers*, Vol. 83:317–328.
-

BIODATA PENULIS:

Merynda Indriyani Syafutri dilahirkan di Palembang, 1 Maret 1982. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2003, pendidikan S2 di Program Studi Gizi Masyarakat dan Sumberdaya Keluarga Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor pada tahun 2008, dan pendidikan S3 di Program Studi Ilmu Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2017.

Filli Pratama dilahirkan di Jambi, 30 Juni 1966. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 1989, pendidikan S2 di *Department of Food Science University of Western Sydney* pada tahun 1994, dan pendidikan S3 di Department of Food Science University of Western Sydney pada tahun 2000.

Friska Syaiful dilahirkan di Padang, 6 Februari 1975. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 1997, dan pendidikan S2 di Program Studi Ilmu Pangan Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor pada tahun 2010.

Rimala Ayu Sari dilahirkan di Lahat, 18 April 1999. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2020.

Okta Sriutami dilahirkan di Musi Banyuasin, 19 Oktober 1996. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2020.

Dela Pusvita dilahirkan di Lahat, 26 Juni 1998. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 di Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tahun 2020.

Halaman ini sengaja dikosongkan