

Pengaruh Perlakuan *Autoclaving-Cooling* Terhadap Karakteristik Tepung Kecambah Milet (*Panicum miliaceum* L.) Terfermentasi

Effect of Autoclaving-Cooling on the Characteristics of Fermented Millet Sprouts Flour (*Panicum miliaceum* L.)

Aurell Divas, I Desak Putu Kartika Pratiwi*, Ni Nyoman Puspawati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas teknologi Pertanian, Universitas Udayana
Kampus Bukit Jimbaran, Badung-Bali

*Penulis korepondensi: I Desak Putu Kartika Pratiwi, Email: kartika.pratiwi@unud.ac.id

Abstract

Millet (*Panicum miliaceum* L.) is a cereal belonging to the *Poaceae* family whose utilization as a food ingredient remains limited. Processing millet grains into flour and applying physical modification techniques are required to improve its chemical and functional properties. This study aimed to determine the differences in characteristics of fermented millet sprouts flour before and after autoclaving-cooling treatment and to evaluate the effect of this modification. The experiment employed a paired *t*-test design with two treatments: fermented millet sprouts flour without autoclaving-cooling and with autoclaving-cooling at 121°C for 15 minutes, each performed in five replications. Parameters observed included yield, moisture content, starch content, amylose content, amylopectin content, water absorption capacity, oil absorption capacity, and swelling power. The results showed that autoclaving-cooling treatment significantly affected ($p<0.05$) all observed parameters. The treatment increased starch content, amylose content, water absorption capacity, oil absorption capacity, and swelling power, while decreasing amylopectin content and flour yield. In conclusion, autoclaving-cooling modification effectively improved the chemical and functional characteristics of fermented millet sprouts flour, indicating its potential application in various flour-based food products.

Keywords: millet flour, sprouts, fermentation, autoclaving-cooling

Abstrak

Milet (*Panicum miliaceum* L.) merupakan sereal dari famili *Poaceae* yang pemanfaatannya sebagai bahan pangan masih terbatas. Pengolahan biji millet menjadi tepung serta penerapan modifikasi fisik diperlukan untuk meningkatkan karakteristik kimia dan fungsionalnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan karakteristik tepung kecambah millet terfermentasi sebelum dan sesudah perlakuan autoclaving-cooling serta mengevaluasi pengaruh perlakuan tersebut. Penelitian menggunakan uji *t* berpasangan dengan dua perlakuan, yaitu tepung kecambah millet terfermentasi tanpa autoclaving-cooling dan dengan autoclaving-cooling pada suhu 121°C selama 15 menit, masing-masing diulang lima kali. Parameter yang diamati meliputi rendemen, kadar air, kadar pati, kadar amilosa, kadar amilopektin, kapasitas penyerapan air, kapasitas penyerapan minyak, dan *swelling power*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan autoclaving-cooling berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap seluruh parameter yang diamati. Perlakuan ini meningkatkan kadar pati, kadar amilosa, kapasitas penyerapan air, kapasitas penyerapan minyak, dan *swelling power*, serta menurunkan kadar amilopektin dan rendemen tepung. Dengan demikian, modifikasi autoclaving-cooling dapat memperbaiki karakteristik kimia dan fungsional tepung kecambah millet terfermentasi sehingga berpotensi diaplikasikan pada berbagai produk pangan berbasis tepung.

Kata kunci: tepung millet, kecambah, fermentasi, autoclaving-cooling

PENDAHULUAN

Milet adalah sereal yang termasuk ke dalam famili Poaceae. Proso milet (*Panicum miliaecum* L.) merupakan salah satu jenis milet sumber utama penyedia energi, protein, vitamin dan mineral. Dibandingkan dengan jenis milet lain, proso milet tinggi akan kandungan protein serta karbohidrat dan mudah untuk dibudidayakan. Kandungan protein little millet, kodo millet, foxtail millet, Japanese barnyard millet dan proso millet berturut-turut adalah 8,92%; 8,92%; 12,30%; 6,20% dan 12,50% sedangkan kandungan karbohidrat little millet, kodo millet, foxtail millet, Japanese barnyard millet dan proso millet berturut-turut adalah 65,55%; 66,19%; 60,09%; 65,55% dan 70,04% (Rao *et al.*, 2017).

Di Indonesia, pemanfaatan milet sebagai bahan pangan masih sangat terbatas sehingga penggunaannya belum berkembang di masyarakat. Salah satu cara untuk meningkatkan pemanfaatan biji milet adalah dengan mengolahnya menjadi tepung. Keuntungan pengolahan biji milet menjadi tepung yaitu lebih mudah dan praktis diaplikasikan serta memiliki daya simpan yang lebih lama (Mahendra *et al.*, 2019). Kendala pemanfaatan tepung milet adalah tingginya kandungan tanin yang merupakan zat anti gizi. Kandungan tanin yang terdapat pada biji milet mencapai 2,7%-10,2% (Schons *et al.*, 2012). Tanin mempunyai kemampuan mengendapkan protein dan menyebabkan rasa pahit

(Kusumaningsih *et al.*, 2015). Widyastuti, *et al.* (2019) dalam penelitiannya melaporkan bahwa pembuatan biskuit tersubstitusi tepung milet masih meninggalkan rasa (*after taste*) pahit karena pada tepung milet masih terdapat kulit ari yang mengandung tanin. Salah satu cara untuk menurunkan kadar tanin pada tepung milet dilakukan melalui metode kecambah fermentasi. Proses perkecambahan bertujuan untuk meningkatkan nilai gizi dan menurunkan senyawa anti gizi seperti tripsin inhibitor, asam pitat, pentosane dan tanin (Aminah dan Hersoelistyorini, 2012) sedangkan proses fermentasi bertujuan untuk menurunkan kadar tanin. Hasil penelitian oleh Mahendra *et al.* (2019) melaporkan bahwa tepung milet yang dibuat tanpa kecambah fermentasi memiliki kandungan tanin 2,69% sedangkan yang melalui kecambah fermentasi menurun menjadi 0,59%.

Tepung dan pati tanpa perlakuan modifikasi telah banyak digunakan dalam proses pengolahan pangan, tetapi terdapat keterbatasan dari sifat fisik dan kimia pati untuk diaplikasikan pada produk pangan tertentu. Pati milet alami memiliki keterbatasan seperti pati alami lainnya yaitu tidak tahan terhadap pemanasan suhu tinggi dan proses mekanis (Marta *et al.*, 2016). Sifat fungsional pati dapat ditingkatkan sesuai karakteristik produk pangan dengan teknik modifikasi (Rahman *et al.*, 2017). Tepung termodifikasi adalah tepung yang

diberi perlakuan tertentu yang bertujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk mengubah beberapa sifat lainnya. Terdapat tiga jenis modifikasi yang umum dilakukan yaitu modifikasi secara kimia, modifikasi enzimatik dan modifikasi secara fisik. Perlakuan modifikasi secara kimia menghasilkan pati dengan sifat lebih encer ketika dilarutkan, lebih mudah larut, serta memiliki berat molekul lebih rendah. Modifikasi secara enzimatik biasanya menggunakan beberapa jenis enzim dan memerlukan biaya yang besar.

Modifikasi fisik cenderung lebih aman dan sederhana daripada modifikasi lainnya karena tidak menggunakan reagen kimia sehingga tidak akan meninggalkan residu kimiawi serta tidak memerlukan biaya yang besar (Santosa *et al.*, 2018). Modifikasi fisik secara umum dilakukan dengan pemanasan. Salah satu metode modifikasi fisik yang banyak dilakukan yaitu *autoclaving-cooling*. Modifikasi secara fisik dengan *autoclaving-cooling* dapat memperbaiki karakteristik fisikokimia dari tepung yang dihasilkan sehingga tepung millet kecambah-fermentasi dapat digunakan dalam proses pengolahan pangan khususnya pangan berbahan dasar tepung seperti *brownies*, *cookies* atau mie. Suhu yang digunakan untuk *autoclaving* berkisar antara 121°C-145°C dengan lama waktu 5-30 menit dalam satu siklus. Sedangkan suhu *cooling* yang dapat digunakan untuk

meningkatkan jumlah pati yang teretrogradasi adalah 4°C-5°C. Informasi mengenai pengaruh perlakuan *autoclaving-cooling* terhadap karakteristik tepung millet kecambah fermentasi masih terbatas. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang untuk mengetahui karakteristik dari tepung millet kecambah fermentasi dengan perlakuan *autoclaving-cooling*.

METODE

Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dibagi menjadi dua yaitu bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang akan diteliti adalah jenis proso millet yang didapatkan dari pasar burung Sanglah, Denpasar. Bahan kimia yang akan digunakan antara lain aquades, HCl (Merck), NaOH (Merck), larutan reagen Nelson, larutan arsenomolibdat, amilosa, etanol 95% (Merck), asam asetat, iodine 0,2%, air, minyak.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: kertas saring, waskom, wadah, kain, toples kaca, oven (Labo DO225), blender (Miyako), ayakan 60 mesh, eksikator, cawan aluminium, timbangan analitik (sartorius), gelas beaker (Pyrex), gelas ukur (Pyrex), tabung reaksi (Pyrex), labu takar, pengaduk, erlenmeyer (Pyrex), penangas air, pipet tetes, pipet volume, *bulb*, buret, tabung sentrifus, vortex, dan *waterbath* (Thermology).

Rancangan Penelitian

Metode percobaan yang akan digunakan dalam penelitian ini menggunakan uji T berpasangan, dengan perlakuan metode pengolahan Tepung Milet yang terdiri dari 2 taraf yaitu:

M : Tepung Milet Metode Kecambah-Fermentasi Tanpa *autoclaving-cooling*

A : Tepung Milet Metode Kecambah-Fermentasi dengan Modifikasi *Autoclaving-cooling* selama 15 menit dengan suhu 121°C.

Masing-masing taraf perlakuan diulang sebanyak 5 kali sehingga diperoleh 10 unit percobaan. Sifat kimia dan sifat fungsional diuji dengan uji T berpasangan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Tepung Milet Kontrol

Sebanyak 500 g biji proso milet berwarna kuning dicuci dengan air mengalir hingga bersih, kemudian direndam selama 12 jam. Biji milet yang telah direndam selama 12 jam kemudian ditiriskan, diletakkan pada wadah yang ditutupi kain basah, dan dikecambahkan selama 48 jam. Selama proses perkecambahan, biji milet disiram dengan air 50 ml secara merata setiap 12 jam. Biji milet yang telah berkecambah kemudian dicuci dan diletakkan pada wadah steril (toples kaca) dan direndam aquadest steril dengan ratio 1:2 (w/v) dalam keadaan tertutup. Fermentasi spontan secara *sub merge* dilakukan selama 24 jam. Setelah difermentasi, milet dicuci dengan air mengalir, ditiriskan dan dikeringkan

menggunakan oven, suhu 50°C selama 3 jam, kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan diayak dengan menggunakan ayakan 60 mesh.

Tepung Milet Kecambah Fermentasi *Autoclaving Cooling*

Perlakuan tepung milet kecambah fermentasi dilakukan pada dua kondisi yaitu perlakuan tanpa menggunakan *autoclaving-cooling* dan perlakuan dengan menggunakan *autoclaving-cooling*. Tepung milet kecambah fermentasi tanpa perlakuan *autoclaving-cooling* langsung dilakukan analisa sesuai parameter perlakuan.

Tepung milet dikemas dengan plastik HDPE dan dimasukkan ke dalam refrigerator (suhu 5°C selama 12 jam) agar penyebaran air pada tepung merata. Selanjutnya tepung dipanaskan dengan menggunakan autoklaf (suhu 121°C) selama 15 menit dan didinginkan (suhu 5°C) selama 24 jam. Tepung kemudian dikeringkan menggunakan oven (suhu 60°C) selama 16 jam dan dihaluskan serta diayak dengan ayakan 60 mesh.

Variabel yang diamati

Parameter yang akan diamati yaitu rendemen, kadar air dengan menggunakan metode thermogravimetri (AOAC, 2005), kadar pati dengan menggunakan metode hidrolisis asam (AOAC, 1995) dilanjutkan dengan metode Nelson Somogyi (Sudarmadji *et al.*, 1997), kadar amilosa dengan menggunakan metode IRRI (AOAC, 1995), kadar amilopektin (Apriyantono *et*

al., 1989), kapasitas penyerapan air (Muchtadi dan Sugiono, 1992), kapasitas penyerapan minyak (Rhoma, 20120) dan *swelling power* (Tester dan Morrison, 1990).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Tepung Milet

Hasil analisis rendemen tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan rendemen yang signifikan ($p < 0,05$).

Total rendemen tepung kecambah millet terfermentasi berkisar 80,576% - 80,82% dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 80,242% - 80,574%. Perlakuan M (tepung kecambah millet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5 dihasilkan rendemen tepung proso millet tertinggi diduga karena singkatnya proses pengolahan tepung, sehingga tidak banyak komponen yang hilang. Perlakuan A (tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 terjadi penurunan rendemen tepung yang dihasilkan, ini diduga karena adanya proses pengeringan, penghalusan dan pengayakkan.

Kadar Air Tepung Milet

Hasil uji *t* berpasangan menunjukkan bahwa perlakuan *autoclaving-cooling* memberikan perbedaan kadar air yang signifikan antara tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* ($p < 0,05$). Berdasarkan Tabel 2 kadar air tepung kecambah millet terfermentasi berkisar 7,8306% - 9,3822% dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 7,3145% - 8,3629%.

Perlakuan A (tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki kadar air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah millet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5. Hal ini dikarenakan pada saat modifikasi *autoclaving-cooling* waktu pengeringan yang digunakan lebih lama yaitu selama 16 jam jika dibandingkan dengan waktu pengeringan pada saat tepung kecambah millet fermentasi yaitu selama 3 jam. Pengeringan berlangsung dengan memecahkan ikatan molekul- molekul air yang terdapat di dalam bahan. Apabila ikatan molekul-molekul air yang terdiri dari unsur-unsur dasar oksigen dan *hydrogen* dipecahkan, maka molekul tersebut akan keluar dari bahan. Akibatnya, bahan tersebut kehilangan air yang dikandungnya (Rosdaneli, 2005).

Tabel 1. Nilai Rata-Rata Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	80,622	80,316
U2	80,576	80,242
U3	80,744	80,41
U4	80,794	80,532
U5	80,82	80,574

Tabel 2. Nilai Rerata Kadar Air Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*.

Perlakuan	M	A
U1	8,3986	7,6152
U2	9,3822	7,5021
U3	7,8306	7,3145
U4	9,3219	8,3629
U5	9,3641	8,0907

Tabel 3. Nilai Rerata Kadar Pati Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	9,4067	27,6039
U2	9,6100	29,2794
U3	11,6649	27,5176
U4	12,6205	27,1991
U5	10,9964	29,4059

Pati Tepung Milet

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa metode pengolahan tepung kecambah millet terfermentasi dengan dan tanpa autoclaving cooling memberikan efek yang berbeda nyata (nilai sig. <0,05) terhadap pati tepung millet yang dihasilkan. Hasil analisis kadar pati tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 kadar pati tepung kecambah millet terfermentasi berkisar 9,4067% - 12,6205% dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-*

cooling berkisar 27,1991% - 29,4059%.

Perlakuan A (tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki kadar pati yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah millet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5. Pati pada tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* meningkat karena proses modifikasi yang dilakukan dapat mengubah struktur molekul pati, seperti pemutusan ikatan atau pembentukan ikatan baru yang membuat pati mudah diakses dan digunakan dalam proses pemasakan atau pembuatan produk. Modifikasi seperti

autoclaving-cooling juga dapat meningkatkan stabilitas pati terhadap panas, asam atau alkali. Hal ini memungkinkan pati untuk bertahan dalam kondisi pemrosesan yang lebih ekstrim tanpa terdegradasi, sehingga jumlah pati yang efektif tetap tinggi.

Kadar Amilosa Tepung Milet

Hasil analisis kadar amilosa tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan kadar amilosa yang signifikan ($p < 0,05$).

Kadar amilosa tepung kecambah milet terfermentasi berkisar 99,9% - 13,28% dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 28,63% - 30,95%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A (tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki kadar amilosa yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah milet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5. Lebih tingginya kandungan amilosa tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-*

cooling metode pragelatinisasi parsial diduga berkaitan dengan telah terjadinya proses pemutusan polimer pati selama proses pragelatinisasi parsial. Diduga selama proses pemutusan polimer pati, Sebagian polimer pati berantai lurus dan cabang (amilopektin mengalami pemutusan pada polimer cabang dan terbentuk polimer pati berantai lurus (amilosa) (Hidayat, 2009).

Kadar Amilopektin Tepung Milet

Hasil analisis kadar amilopektin tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan kadar amilopektin yang signifikan ($p < 0,05$).

Kadar amilopektin tepung kecambah milet terfermentasi berkisar 86,72% - 90,1% dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 69,05% - 71,37%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A (tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki kadar amilopektin yang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah milet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5.

Tabel 4. Nilai Rerata Kadar Amilosa Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	9,9	29,06
U2	10,12	30,82
U3	12,28	28,97
U4	13,28	28,63
U5	11,58	30,95

Tabel 5. Nilai Rerata Kadar Amilopektin Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	90,1	70,94
U2	89,88	69,18
U3	87,72	71,03
U4	86,72	71,37
U5	88,42	69,05

Kapasitas Penyerapan Air Tepung Milet

Hasil analisis kapasitas penyerapan air tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 6. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah millet terfermentasi dan tepung kecambah millet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan kapasitas penyerapan air yang signifikan ($p < 0,05$). Kapasitas penyerapan air tepung kecambah millet terfermentasi berkisar 71,636% - 86,6364% dan tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 114,3961% - 125,384%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A (tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2,

U3, U4 dan U5 memiliki kapasitas penyerapan air yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah millet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5. Lebih tingginya nilai kapasitas penyerapan air tepung kecambah millet terfermentasi *autoclaving-cooling* diduga berkaitan dengan terhidrolisisnya pati dan terbentuknya komponen yang lebih sederhana dalam bentuk dekstrin. Menurut Marschal et al (1999) dan Hidayat et al (2003), produk turunan pati memiliki daya serap air dan kelarutan dalam air yang lebih baik dibandingkan pati asal. Karakteristik kapasitas penyerapan air tepung merupakan salah satu factor yang menentukan kemampuan pengembangan tepung jika dibuat adonan (Beni Hidayat et al, 2009).

Tabel 6. Nilai Rerata Kapasitas Penyerapan Air Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	78,7164	124,058
U2	82,6717	123,5391
U3	71,636	125,384
U4	86,6364	123,4316
U5	81,2903	114,3961

Tabel 7. Nilai Rerata Kapasitas Penyerapan Minyak Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	68,123	86,905
U2	71,81	78,088
U3	70,887	85,402
U4	68,812	82,587
U5	70,308	82,738

Tabel 8. Nilai Rata-Rata Tepung Kecambah Milet Terfermentasi dan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi *Autoclaving-Cooling*

Perlakuan	M	A
U1	3,5667	8,5739
U2	3,5118	7,7365
U3	3,3699	8,5253
U4	3,6473	8,0757
U5	3,9415	8,5484

Kapasitas Penyerapan Minyak Tepung Milet

Hasil analisis kapasitas penyerapan minyak tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 7. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan kapasitas penyerapan minyak yang signifikan ($p < 0,05$).

Kapasitas penyerapan minyak tepung kecambah milet terfermentasi berkisar 68,123% - 71,81% dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 82,587% - 86,905%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A (tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki kapasitas penyerapan minyak yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah milet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5.

Swelling Power Tepung Milet

Hasil analisis *swelling power* tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* dapat dilihat pada Tabel 8. Berdasarkan hasil uji *t* berpasangan, perlakuan metode pengolahan pada tepung kecambah milet terfermentasi dan tepung kecambah milet terfermentasi dengan *autoclaving-cooling* menunjukkan perbedaan *swelling power* yang signifikan ($p < 0,05$).

Swelling power tepung kecambah milet terfermentasi berkisar 3,3699% - 3,9415% dan tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* berkisar 7,7365% - 8,5739%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan A (tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling*) U1, U2, U3, U4 dan U5 memiliki *swelling power* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan M (tepung kecambah milet terfermentasi) U1, U2, U3, U4 dan U5. Tabel 8 menunjukkan bahwa modifikasi *autoclaving-cooling* yang dilakukan pada suhu 121°C dengan waktu 15 menit merupakan perlakuan yang menunjukkan kenaikan nilai *swelling power* dibandingkan dengan Tepung Kecambah Milet Terfermentasi. Hal ini terjadi karena pemanasan pada tepung kecambah milet terfermentasi *autoclaving-cooling* akan mengakibatkan perubahan struktur molekul. Daya kembang pati atau *swelling power*

didefinisikan sebagai pertambahan volume dan berat maksimum yang dialami pati dalam air (Balagopalan, 1988 dalam Rahman 2007).

KESIMPULAN

Perlakuan *autoclaving-cooling* pada tepung kecambah milet terfermentasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap seluruh parameter yang diamati. Perlakuan ini menurunkan rendemen dari 80,576–80,820% menjadi 80,242–80,574% dan kadar air dari 7,8306–9,3822% menjadi 7,3145–8,3629%, serta meningkatkan kadar pati dari 9,4067–12,6205% menjadi 27,1991–29,4059% dan kadar amilosa dari 9,90–13,28% menjadi 28,63–30,95%, disertai penurunan kadar amilopektin dari 86,72–90,10% menjadi 69,05–71,37%. Sifat fungsional tepung juga meningkat, ditunjukkan oleh kenaikan kapasitas penyerapan air dari 71,636–86,6364% menjadi 114,3961–125,384%, kapasitas penyerapan minyak dari 68,123–71,810% menjadi 82,587–86,905%, serta *swelling power* dari 3,3699–3,9415 menjadi 7,7365–8,5739. Dengan demikian, modifikasi *autoclaving-cooling* efektif memperbaiki karakteristik kimia dan fungsional tepung kecambah milet terfermentasi untuk aplikasi pangan berbasis tepung.

DAFTAR PUSTAKA

Aminah, S. dan W. Hersoelistyorini. 2012. Karakteristik kimia tepung kecambah sereal dan kacang-kacangan dengan

- variasi blanching. Seminar Hasil-Hasil Penelitian. ISBN: 978-602-18809-0-6. Program Studi Teknologi Pangan Universitas Muhammadiyah Semarang. Semarang.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. Benjamin Franklin Station, Washington.
- AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists. 16th Edition, 5th Revision, Vol. 2. AOAC Inc, USA.
- Apriyantono, A., D. Fardiaz, N.L. Puspitasari, Sedarnawati dan S. Budiyo. 1989. Analisis Pangan. PAU Pangan dan Gizi. Bogor
- BeMiller, J.N. dan R.L. Whistler. 2009. Starch: Chemistry and Technology. Oxford: Academic Press.
- Dewi, I.G.A.A.S.P., I.G.A. Ekawati, dan I.D.P.K. Pratiwi. 2018. Pengaruh lama perkecambahan millet (*Panicum milliaceum*) terhadap karakteristik flakes. Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 7(4): 175-183.
- Kajuna, S.T.A.R. 2001. Millet: Post-harvest Operations. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Tanzania.
- Kindiki, M.M., A. Onyago dan F. Kyalo. 2015. Effect of processing on nutritional and sensory quality of pearl millet flour. Food Science and Quality Management 42: 13-19.
- Kusumaningsih, T., N.J. Asrilya, S. Wulandari, D.R.T. Wardani, K. Fatikhin. 2015. Pengurangan kadar tanin pada ekstrak stevia rebaudiana dengan menggunakan karbon aktif. ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia 11(1): 81-89.
- Mahendra, P.E.D., N.L.A. Yusasrini, dan I.D.P.K. Pratiwi. 2019. Pengaruh metode pengolahan terhadap kandungan tanin dan sifat fungsional tepung proso millet (*Panicum miliaceum*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan 8(4): 354-367.
- Marta, H., Marsetio, Y. Cahyana, dan A.G. Pertiwi. 2016. Sifat fungsional dan amilografi pati millet putih (*Pennisetum glaucum*) termodifikasi secara heat moisture treatment dan annealing. 2016. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan 5(3): 76-84.
- National Nutrient Database. 2019. Millet, raw. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169702/nutrients>. Diakses pada 14 Desember 2021.
- Nurani, S. dan S.S. Yuwono. 2014. Pemanfaatan tepung kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) sebagai bahan baku cookies. Jurnal Pangan dan Agroindustri 2(2): 50-58.
- 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 34(2): 146-150.
- Paiki, S.N.P. 2013. Pengaruh fermentasi spontan terhadap karakteristik fisik dan kimia tepung sorgum (*Sorghum bicolor* L. Moench) serta aplikasinya dalam pembuatan cookies [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Pasca, B.P, T. Muhandri, D. Hunaefi dan B. Nurtama. 2021. Karakteristik fisikokimia tepung singkong dengan beberapa metode modifikasi. Jurnal Mutu Pangan 8(2): 97-104.
- Prabowo, B. 2010. Kajian sifat fisikokimia tepung millet kuning dan tepung millet merah [Skripsi]. Surakarta: Fakultas Pertanian.
- Rahman, T., R.C. Erwan, A. Herminiati, E. Turmala, dan C. Maulana. 2017. Formulasi dan evaluasi sensori tepung bumbu ayam goreng berbasis tepung singkong termodifikasi. Artikel Ilmiah 1:1-15.
- Rao, B.D., K. Bhaskarachary, G.D.A. Christine, G.S. Devi, dan V.A. Tonapi. 2017. Nutritional and Health Benefits of Millets. ICAR – Indian Institute of Millets Research (IIMR), India.
- Sajilata, M.G., S.S. Rekha, dan R.K. Puspha. 2006. Resistant Starch-a Review. J Comprehensive reviews in Food Science and Food Safety.
- Santosa, H., N.A. Handayani, A.D. Fauzi dan A. Trisanto. 2018. Pembuatan beras analog berbahan dasar tepung sukun termodifikasi heat moisture treatment. Inovasi Teknik Kimia 3(1): 37-45.
- Schons P.F., E.F. Ries, V. Battestin dan G.A. Macedo. 2012. Effect of enzymatic treatment on tannins and phytate in millet (*Panicum miliaceum*) and its nutritional

- study in daramola S.T.211 rats. International Journal of Food Science & Technology 46:1253–1258.
- Setiarto, R. H. B., B.S.L. Jenie, D.N. Faridah dan I. Saskiawan. 2015. Study of development resistant starch contained in food ingredients as prebiotic source. Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia 20(3): 191–200.
- Steel, R.G.D. dan J.H. Torrie. 1995. Prinsip dan Prosedur Statistika. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sudarmadji S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Tester RF dan Morrison WR, 1990. Swelling gelatinization of cereal starches I. Effect of amylopectin, amylase and lipids. Cereal Chem 67: 551- 557.
- Widyaningsih dan A. Mutholib. 1999. Pakan burung. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Widyastuti, R., Afriyanti, N.W. Asmoro, dan A.N. Aini. 2019. Karakteristik biscuit tersubstitusi tepung millet (*Setaria italica* L.). Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian 3(2): 98-103.
- Yuliwardi, F., E. Syamsir, P. Hariyadi, dan S. Widowati. 2014. Pengaruh dua siklus autoclaving-cooling terhadap kadar pati resisten tepung beras dan bihun yang dihasilkannya. PANGAN 23(1): 43-52.
- Zavareze, E. D. R. dan A.R.G. Dias. 2011. Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: A review. Carbohydrate Polymers 83(2): 317–328.
- Setyaningsih, W., Saputro, I. E., Palma, M., & Barroso, C. G. (2016). Pressurized liquid extraction of phenolic compounds from rice (*Oryza sativa*) grains. *Food Chemistry*, 192. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.06.102>
- Setyaningsih, W., Saputro, I. E., Palma, M., & Carmelo, G. (2015). Profile of Individual Phenolic Compounds in Rice (*Oryza sativa*) Grains during Cooking Processes. In *International Conference on Science and Technology 2015*. Yogyakarta, Indonesia.