

KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA TEPUNG SORGUM COKLAT UTUH (WHOLE GRAIN BROWN SORGHUM FLOUR) TERFERMENTASI RAGI TAPE

Physicochemical Characteristics of Whole Grain Brown Sorghum Flour Fermented with a Traditional Mixed Culture called 'Ragi Tape'

Yoga Armanda^{1*}, Widya Dwi Rukmi Putri¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: yogarmanda@gmail.com

ABSTRAK

Sorgum coklat berpotensi untuk dikembangkan menjadi tepung namun sifat alami tepung sorgum yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, kekentalan yang rendah serta kekuatan pembengkakan (*swelling power*) dan kelarutan terbatas menyebabkan tepung sorgum terbatas penggunaannya dalam industri pangan. Untuk mengatasi beberapa kelemahan sifat alami pati tepung sorgum coklat maka perlu dilakukan metode modifikasi pati secara fermentasi dengan memanfaatkan seluruh bagian biji sorgum (*whole grain*) menggunakan kultur ragi tape. Penggunaan mikroba dalam ragi tape diharapkan dapat memperbaiki sifat pati alami sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam produk olahan sorgum. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ragi tape dan lama waktu fermentasi terhadap karakteristik sifat fisik dan kimia tepung sorgum coklat utuh terfermentasi. Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor yaitu konsentrasi ragi tape yang terdiri dari 2%, 4%, 6% b/b serta lama fermentasi yang terdiri dari 6 jam, 12 jam dan 18 jam. Kombinasi perlakuan terbaik pada konsentrasi ragi tape 6% dan lama fermentasi 18 jam dengan karakteristik kadar air 6.10%, kadar pati 67.36%, kadar serat kasar 3.03%, kadar tanin 1.94%, kadar amilosa 21.62%, rendemen 56.54%, pH 5.74, *swelling power* 8.86 g/g, kelarutan 42.28%, kecerahan 74.13, °*hue* 65.70 dan viskositas 1840.67 cP.

Kata Kunci: Tepung Sorgum Coklat, Fermentasi, Ragi Tape, Lama Waktu

ABSTRACT

Brown sorghum has the potential to be developed into flour however, the nature of sorghum flour properties that is not resistant to high temperatures, low viscosity and strength of swelling and the limited solubility cause sorghum flour is limited in the use in food industry. To overcome some of the weaknesses of brown sorghum starch properties, it is needed to create modification method of the starch in fermentation one by utilizing all parts of grain sorghum (whole grain) using 'ragi tape'. The function of microbes in 'ragi tape' is expected to improve the natural characteristic of starches so that it can be used for various products of sorghum. This research aimed at determining the effect of 'ragi tape' concentration and the duration of fermentation towards the characteristics of physical and chemical properties of intact fermented brown sorghum flour. This research was compiled using a randomized block design with 2 (two) factors, 'ragi tape' concentrations (2%, 4%, 6% w/w) and duration of fermentation (6 h, 12 h, 18 h). Combination of the best fermentation modification treatment is on 'ragi tape' concentrations of 6% and a fermentation duration of 18 hours with the value of 6.10% water content, 67.36% starch content, 3.03% crude fiber content, 1.94% tannins content, 21.62% amylose content, 56.54% yield, 5.74 pH, 8.86 g/g swelling power, 42.28% solubility, 74.13% brightness, 65.70 °hue and 1840.67 cP viscosity.

Keywords: Brown Sorghum Flour, Fermentation, 'Ragi Tape', Duration of Fermentation

PENDAHULUAN

Sorgum coklat merupakan salah satu tanaman yang berpotensi besar dikembangkan di Indonesia. Potensi tersebut didukung dengan produktivitas sorgum coklat mencapai 2.13 t/ha [1]. Sorgum coklat yang memiliki ukuran biji relatif kecil, menjadikannya lebih optimal apabila di proses menjadi tepung namun sifat alami tepung sorgum coklat menyebabkan tepung sorgum terbatas penggunaannya dalam industri pangan [2]. Keterbatasan tersebut disebabkan sifat alami pati sorgum yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, kekentalan rendah serta derajat pembengkakan dan kelarutan terbatas [3].

Untuk mengatasi beberapa kelemahan sifat pati tepung sorgum coklat maka perlu dilakukan metode modifikasi pati secara fermentasi. Modifikasi pati secara fermentasi merupakan upaya untuk memperbaiki sifat fungsional tepung berpati dengan memanfaatkan kultur campuran sederhana, salah satunya ragi tape. Fermentasi menggunakan ragi tape dapat memperbaiki profil karbohidrat tepung jagung modifikasi seperti *swelling power* dan kelarutan [4]. Peran dari berbagai jenis mikroorganisme pada ragi tape akan menghasilkan enzim-enzim dan metabolit yang bersinergi sehingga dapat memperbaiki sifat alami pati sorgum coklat [5].

Penelitian ini dilakukan untuk menghasilkan karakteristik fisikokimia tepung sorgum coklat utuh terfermentasi yang lebih baik. Modifikasi pati secara fermentasi menggunakan ragi tape dengan melibatkan seluruh bagian biji sorgum (*whole grain*) diharapkan dapat meningkatkan *swelling power*, kelarutan, viskositas serta sifat fungsionalnya. Sehingga karakteristik fisik dan kimia tepung sorgum terfermentasi menjadi lebih optimal dan dapat digunakan sebagai bahan baku untuk bermacam – macam produk olahan pangan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji sorgum coklat (*Sorghum bicolor* L. Moench) yang diperoleh dari desa Alastlogo, Kecamatan Lekok, Kabupaten Pasuruan. Bahan yang digunakan untuk analisis antara lain: aquades, larutan garam, HCl 0.1%, kertas saring, ether, HCl, NaOH 45%, iodine, PP, Na₂CO₃, H₂SO₄, reagen *Folin-cioceltau* 10% dan semua bahan kimia yang didapatkan dari Toko CV. Makmur Sejahtera.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik tertutup, gelas ukur, baskom, pengering kabinet otomatis, loyang, timbangan, sendok, blender “Kirin”, ayakan 40 mesh, spatula, *glassware*, *beaker glass*, pipet tetes, pipet ukur, tabung reaksi, desikator, timbangan analitik “Denver Instrument M-310”, oven “Binder”, spektrofotometer “Spectro 20 D Plus”, *color reader* “Konica Minolta CR-100”, viskometer “Elcometer 2300”, sentrifuse “Universal Model : PLC-012E”, vortex “LW ScintificInc”, dan pH meter “Hanna Instrument”

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang disusun secara faktorial dengan 2 faktor. Faktor I adalah konsentrasi ragi tape terdiri dari 3 level dan faktor II adalah lama fermentasi terdiri dari 3 level, sehingga diperoleh 9 kombinasi perlakuan dengan 3 kali ulangan.

Faktor I : konsentrasi ragi tape (K), yaitu:
K1= konsentrasi ragi tape 2%
K2= konsentrasi ragi tape 4%
K3= konsentrasi ragi tape 6%

Faktor II : lama waktu fermentasi (L), yaitu:
L1= lama fermentasi 6 jam
L2= lama fermentasi 12 jam
L3= lama fermentasi 18 jam

Pelaksanaan Penelitian

1. Pembuatan Tepung Sorgum Coklat Utuh Terfermentasi

Sorgum coklat utuh ditimbang sebanyak 100 gram. Sorgum dicuci hingga bersih dengan air mengalir untuk membersihkan sisa kotoran (tanah atau debu yang tertinggal di biji sorgum. Setelah itu sorgum direbus dalam air selama 5 menit agar melunakan biji sorgum agar mengoptimalkan proses fermentasi. Sorgum ditiriskan dan didinginkan sampai suhu $30 \pm 5^{\circ}\text{C}$. Kemudian, penambahan kultur kering ragi tape (2%, 4%, 6% b/b) dan direndam dalam 200 ml aquades. Setelah itu, sorgum difermentasi sesuai dengan perlakuan yaitu 12 jam, 24 jam, dan 36 jam. Kemudian sorgum dicuci dan ditiriskan selama 5 menit. Lalu sorgum dikeringkan dalam pengering kabinet, suhu $50-55^{\circ}\text{C}$ selama 12 jam. Kemudian sorgum digiling menggunakan *blender* kecepatan 1 selama 3 menit dan diayak dengan menggunakan ayakan 40 mesh.

2. Analisis Sifat Fisik Kimia Tepung Sorgum Coklat Utuh Terfermentasi

Analisis yang akan dilakukan dalam penelitian ini, antara lain pada bahan baku berupa sorgum coklat dan juga tepung sorgum coklat setelah mengalami fermentasi. Pengamatan sifat kimia yang diamati yaitu: analisis kadar air [6], kadar total pati [7], analisis kadar amilosa metode iodometri [8], analisis kadar tanin [9], analisis kadar serat kasar [7], pH [10]. Pengamatan sifat fisik yang diamati yaitu: analisis viskositas metode Brookfield [11], rendemen [12], pengujian warna [13], *swelling power* dan kelarutan [14].

3. Analisis Statistik

Data yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan analisis varian (ANOVA) dengan program Microsoft Excel. Apabila dari hasil uji terdapat pengaruh perlakuan maka dilanjutkan dengan BNT dengan taraf 5% atau 1% untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Sedangkan untuk pemilihan perlakuan terbaik dengan metode Zeleny [15].

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Bahan Baku

Analisis bahan baku bertujuan untuk mengetahui kondisi awal bahan baku yang akan digunakan dalam pembuatan tepung sorgum coklat utuh terfermentasi. Analisis yang dilakukan pada bahan baku sorgum coklat utuh ini meliputi uji kadar air, kadar pati, kadar tanin, serat kasar, amilosa, *swelling power*, viskositas, kecerahan dan kelarutan.

Tabel 1. Data Hasil Analisis Bahan Baku Dibanding dengan Literatur

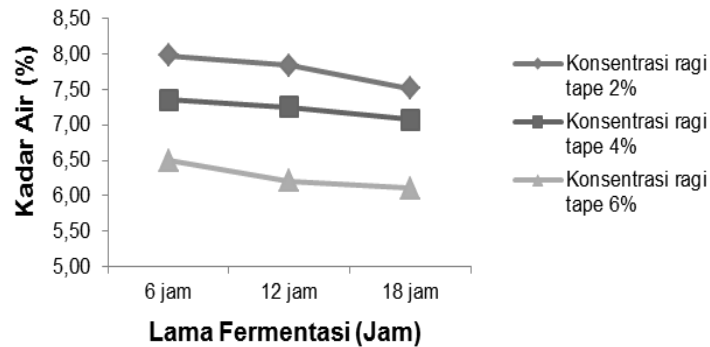
Analisis	Sorgum Coklat Utuh (Whole Grain Brown Sorghum)	Literatur
Kadar air (%)	9.79	10.26
Kadar pati (%)	74.18	68
Kadar tanin (%)	4.08	4*
Serat kasar (%)	4.47	6.6
Amilosa (%)	27.76	25.79*
<i>Swelling power</i> (g/g)	7.69	7.52**
Viskositas (cP)	844.33	600***
Kecerahan (%)	70.07	79.91*
Kelarutan (%)	33.45	22***

Keterangan : [16] ; * [17] ; ** [18] ; *** [19]

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil analisis kadar air, serat kasar, dan kecerahan memiliki nilai yang lebih kecil dibanding literatur, serta kadar pati, kadar tanin, amilosa, *swelling power*, kelarutan, dan viskositas memiliki nilai yang lebih besar dari literatur. Perbedaan ini bisa disebabkan karena perbedaan komposisi kimia bahan baku. Menurut [20], perbedaan kandungan komponen makronutrien dan mikronutrien pada sorgum bisa dipengaruhi oleh varietas sorgum, umur panen, teknik budi daya dan kondisi lingkungan tumbuh.

2. Kadar Air

Rerata kadar air dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 6.10% - 7.98%.

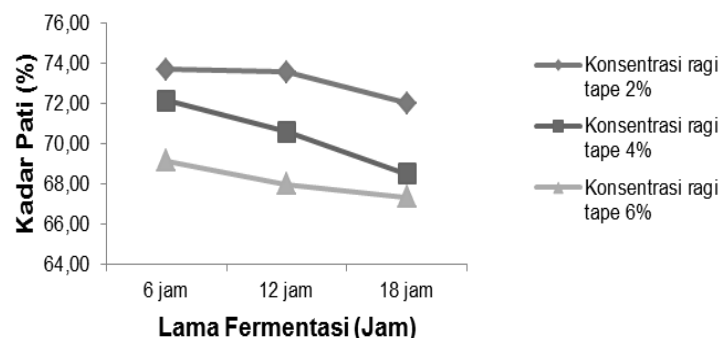


Gambar 1. Grafik Rerata Kadar Air

Nilai kadar air tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah mikroba ragi tape semakin besar komponen bahan yang terpecah, mengakibatkan banyaknya jumlah air terikat yang terbebaskan sehingga tekstur bahan semakin lunak dan berpori. Keadaan ini menyebabkan penguapan air selama proses pengeringan semakin mudah sehingga menurunkan kadar air tepung. Hal tersebut didukung oleh pernyataan [21], menyatakan bahwa penurunan kadar air disebabkan karena penguapan air terikat. Selama proses fermentasi berlangsung, enzim – enzim mikroba memecah karbohidrat dan senyawa – senyawa makromolekul lainnya, sehingga air yang terikat berubah menjadi air bebas.

3. Kadar Pati

Rerata kadar pati dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 67.36% - 73.73%.



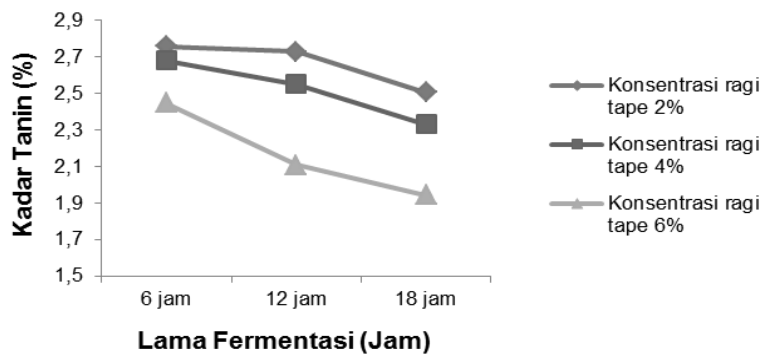
Gambar 2. Grafik Rerata Kadar Pati

Nilai kadar pati tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan terjadi

proses degradasi pati oleh mikroorganisme dalam ragi tape menyebabkan kadar pati mengalami penurunan. Menurut [22], melaporkan bahwa mikroorganisme dalam ragi tape yang dapat mendegradasi pati meliputi kapang amilolitik seperti *Amylomyces rouxii*, *Mucor* sp., dan *Rhizopus* sp. Hal tersebut didukung oleh [23], yang menyebutkan bahwa kadar pati mengalami penurunan sejalan dengan meningkatnya waktu fermentasi, karena kemampuan mikroba amilolitik dalam memecah pati semakin besar.

4. Kadar Tanin

Rerata kadar tanin dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 1.94% - 2.76%.



Gambar 3. Grafik Rerata Kadar Tanin

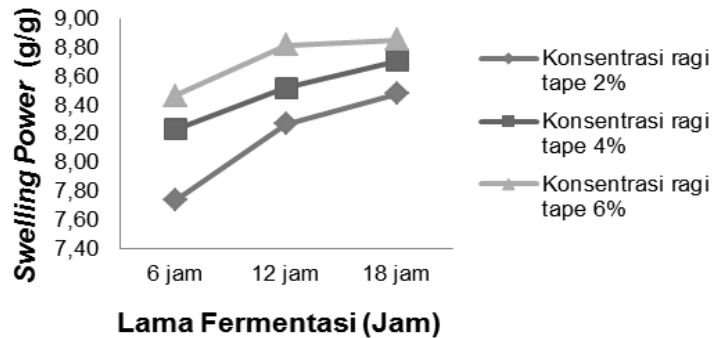
Nilai kadar tanin tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan semakin lama fermentasi maka jumlah mikroorganisme ragi tape yang tumbuh semakin meningkat sehingga semakin banyak jumlah tanin yang terdegradasi. Diduga, mikroorganisme yang berperan adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat dapat memecah tanin dengan menghasilkan enzim ekstraseluler berupa enzim tanase. Enzim tanase memiliki kemampuan untuk memecah tanin menjadi senyawa yang lebih sederhana. Hal ini didukung oleh [24], mikroorganisme dapat mengembangkan kemampuannya untuk menggunakan tanin sebagai sumber karbon, salah satunya bakteri asam laktat. Selain itu, [25] juga melaporkan bahwa bakteri asam laktat menghasilkan enzim ekstraseluler yaitu enzim tanase. Enzim tanase dapat mengkatalis hidrolisis ikatan ester pada senyawa tanin menjadi glukosa dan asam galat. Sehingga dengan adanya pertumbuhan bakteri asam laktat tersebut, kandungan tanin pada makanan akan turun.

Selain dari aktivitas mikroba, penurunan kandungan tanin disebabkan karena tanin mudah larut dalam air. Semakin lama fermentasi, semakin lama biji mengalami kontak dengan air mengakibatkan kandungan tanin menurun. Larutnya komponen tanin dalam air terlihat pada warna air rendaman yang kecoklatan. Hal tersebut didukung oleh [26] yang melaporkan bahwa pada lapisan kulit ari sorgum mengandung komponen tanin yang bersifat larut dalam air.

5. Kekuatan Pembengkakan (*Swelling Power*)

Rerata nilai *swelling power* dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 7.74 g/g – 8.86 g/g. Nilai *swelling power* tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan enzim yang dihasilkan mikroba ragi tape dapat mendegradasi granula pati. Sehingga granula pati menjadi porous membuat penyerapan air semakin banyak. Hal ini menyebabkan granula pati semakin membengkak dan mengembang sehingga nilai *swelling power* akan naik. Menurut [27], melaporkan bahwa kenaikan nilai *swelling power* dan kelarutan ditentukan oleh aktivitas mikroba yang mendegradasi pati mengakibatkan rantai pati tereduksi dan cenderung lebih pendek sehingga mudah menyerap air. Air yang terserap

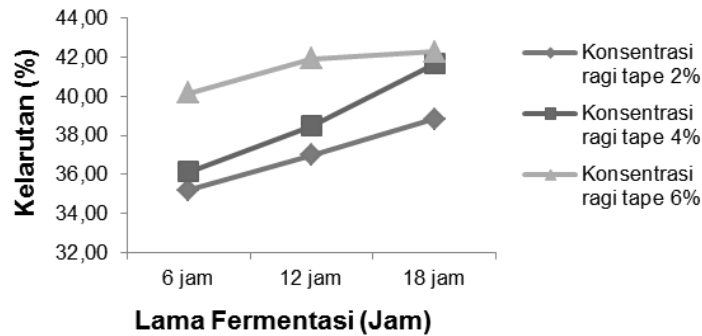
pada setiap granula menyebabkan nilai *swelling power* meningkat, dikarenakan granula-granula yang terus membengkak dan saling berhimpitan.



Gambar 4. Grafik Rerata Nilai *Swelling Power*

6. Kelarutan (*Solubility*)

Rerata nilai kelarutan dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 35.20% - 42.28%.



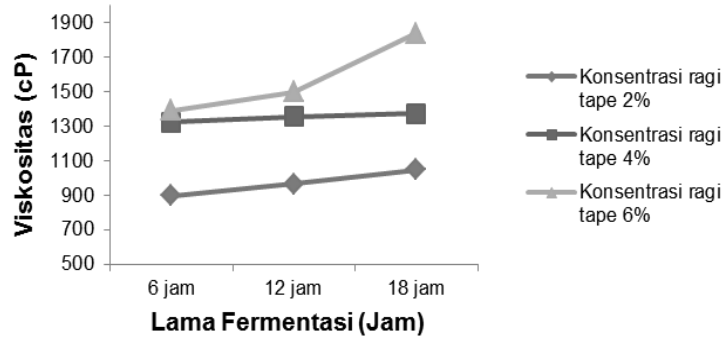
Gambar 5. Grafik Rerata Nilai Kelarutan

Nilai kelarutan tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami kenaikan. Hal ini dikarenakan aktivitas mikroba ragi tape menghasilkan enzim yang dapat menghancurkan dinding sel sorgum serta mendegradasi pati, sehingga terjadi liberasi granula pati yang menyebabkan granula pati berlubang dan menjadi molekul – molekul yang lebih kecil. Menurut [28], melaporkan bahwa selain adanya bahan-bahan lain, kelarutan (*solubility*) bahan dipengaruhi oleh suhu, keseimbangan larutan (ekuilibrisasi) dan ukuran molekul granula pati. Selain itu, menurut [29] menyatakan bahwa pati dengan granula yang telah rusak (tererosi) mempunyai sifat kelarutan yang tinggi.

7. Viskositas

Rerata nilai viskositas dari tepung sorgum coklat utuh terfermentasi berkisar antara 897.67 cP – 1840.67 cP. Nilai viskositas tepung sorgum coklat utuh terfermentasi pada tiap kenaikan konsentrasi ragi tape dan lama fermentasi mengalami kenaikan. Hal tersebut dikarenakan semakin tinggi konsentrasi mikroba dan waktu fermentasi yang lama akan mendukung pertumbuhan mikroba lebih optimal. Pertumbuhan mikroba yang optimal akan mempercepat pati sorgum terdegradasi oleh aktivitas mikroba sehingga sebagian fraksi pati yaitu amilosa terpisah dan larut ke dalam air media fermentasi. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, maka pati cenderung menyerap air lebih banyak, sehingga viskositasnya akan semakin besar. Menurut [30] melaporkan bahwa selama fermentasi spontan biji sorgum, mikroba yang tumbuh selama fermentasi akan

menghasilkan enzim amilase dan mendegradasi pati sehingga mengakibatkan lubang – lubang pada granula pati. Granula pati yang berlubang dan tidak rata ini menyebabkan air akan lebih mudah masuk, berpenetrasi kedalam granula pati dan menyebabkan granula pati membengkak (*swollen*) yang ditunjukkan dengan semakin meningkatnya nilai viskositas.



Gambar 6. Grafik Rerata Nilai Viskositas

8. Perlakuan Terbaik

Penentuan perhitungan terbaik menunjukkan perlakuan kombinasi konsentrasi ragi tape 6% dengan lama fermentasi 18 jam menghasilkan tepung sorgum coklat utuh terfermentasi terbaik. Perbandingan karakteristik tepung sorgum coklat utuh terfermentasi perlakuan terbaik dengan persyaratan mutu tepung sorgum menurut [31] dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Perbandingan Perlakuan Terbaik dengan Persyaratan Mutu Tepung Sorgum

Parameter	Perlakuan Terbaik (Konsentrasi Ragi 6%, Fermentasi 18 jam)	Tepung Sorgum*
Kadar Air (%)	6.10	Maksimal 15
Kadar Pati (%)	67.36	-
Serat Kasar (%)	3.03	Maksimal 1.80
Kadar Tanin (%)	1.94	Maksimal 0.3
Kadar Amilosa (%)	21.62	-
Rendemen (%)	56.54	-
pH	5.74	-
Swelling Power (g/g)	8.86	-
Kelarutan (%)	42.28	-
Kecerahan (%)	74.13	-
Derajat Hue (°)	65.70	-
Viskositas (cP)	1840.67	-

Keterangan : * [31]

Hasil analisis menunjukkan nilai kadar air tepung perlakuan terbaik lebih rendah dari nilai [31], sehingga dapat dikatakan tepung perlakuan terbaik sudah sesuai persyaratan mutu yang sudah ada. Nilai kadar pati perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 67.36%. Kadar pati merupakan parameter penting dalam produk tepung – tepung karena mempunyai pengaruh dalam penentu struktur, tekstur, konsistensi, dan penampakan produk pangan. Menurut [23], kadar pati yang terlalu rendah tidak diharapkan pada produk tepung. Nilai kadar serat kasar perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 3.03%. Nilai ini belum sesuai bila dibandingkan dengan persyaratan mutu [31] yang mempunyai standar nilai serat kasar maksimal 1.80%. Kadar tanin perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 1.94%. Nilai

ini belum sesuai bila dibandingkan dengan persyaratan mutu [31] yang mempunyai standar nilai tanin maksimal 0.3%. Dalam kadar rendah, tanin sorgum berfungsi sebagai antioksidan, tetapi dalam konsentrasi tinggi sebagai antinutrisi. [32] melaporkan kadar tanin pada sorgum dalam jumlah sampai 10% belum memberikan efek negatif bagi kesehatan. Kadar amilosa perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 21.62%. Kadar amilosa merupakan parameter penting dalam produk tepung - tepungan. Menurut [33], amilosa berperan dalam mempengaruhi tekstur produk akhir, menentukan kekerasan gel, dan lebih menentukan karakteristik pasta pati. Nilai *swelling power* perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 8.86 g/g. Menurut [34], *swelling power* merupakan parameter dapat diterimanya pati sebagai bahan pangan karena dapat mempengaruhi tekstur. Tepung dengan nilai *swelling power* tinggi dapat diaplikasikan pada pembuatan produk seperti, mie, sohun, dan beras analog. Nilai kelarutan dan nilai viskositas perlakuan terbaik menunjukkan nilai sebesar 42.28% dan 1840.67 cP. Menurut [34], tepung yang memiliki sifat kelarutan dalam air dan viskositas yang tinggi, mudah menyerap air dan membentuk gel sehingga dapat berfungsi sebagai *gelling agent* atau bahan pengental.

SIMPULAN

Kombinasi perlakuan yang menghasilkan tepung sorgum coklat utuh terfermentasi terbaik adalah perlakuan konsentrasi ragi tape 6% dan lama fermentasi 18 jam. Perlakuan ini memiliki nilai parameter yaitu kadar air 6.10%, kadar pati 67.36%, kadar serat kasar 3.03%, kadar tanin 1.94%, kadar amilosa 21.62%, rendemen 56.54%, nilai pH 5.74, nilai *swelling power* 8.86 g/g, nilai kelarutan 42.28%, nilai kecerahan 74.13, derajat *hue* 65.70° dan viskositas 1840.67 cP.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Direktorat Budidaya Serealia. 2013. Kebijakan direktorat jenderal tanaman pangan dalam pengembangan komoditas jagung, sorgum dan gandum. Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. Kementrian Pertanian RI. Jakarta
- 2) Fathurrohman, F. 2012. Kajian Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Sorghum (*Sorghum Bicolor* L.) Termodifikasi Varietas Upca dengan Variasi Lama Fermentasi dan Konsentrasi Starter Bakteri Asam Laktat *Lactobacillus Acidophilus*. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Pertanian. Univeristas Sebelas Maret. Surakarta.
- 3) Adebawale, K.O., Olu-Owolabi, B., Olayinka, O., and Lawal, O.S. 2005. Effect of Heat Moisture Treatment and Annealing on Physicochemical Properties of Red Sorghum Starch. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 No 9 p.928-933
- 4) Akbar, R.M dan Yunianta. 2014. Pengaruh Lama Perendaman Na₂S₂O₅ dan Fermentasi Ragi Tape terhadap Sifat Fisik Kimia Tepung Jagung. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol.2 No 2 p.91-102
- 5) Suryawan, Adi. 2013. Modifikasi Pati dengan Metode Fermentatif Menggunakan Ragi Tape dalam Memperbaiki Sifat Fisik dan Kimia Tepung Jagung Berondong (*Zea mays*) (Kajian Konsentrasi Ragi dan Lama Fermentasi). Skripsi. Teknologi Hasil Pertanian. FTP. Universitas Brawijaya. Malang
- 6) AOAC. 1996. Official Methods of Analisis. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA
- 7) Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Penerbit Liberty
- 8) Allidawati dan Bambang, K. 1989. Metode Uji Mutu Beras dalam Program Pemuliaan Padi. Padi Buku 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Bogor
- 9) AOAC. 1995. Official Methods of Analisis. Association of Official Analytical Chemists. Washington DC. USA
- 10) AOAC. 1990. Official Methods of Analisis. Association of Official Analytical Analytical Chemists. Washington DC. USA

- 11) Fardiaz, D., Apriyantono, A., Budiyo, S., dan Puspitasari, N.L. 1992. Penuntun Praktikum Analisis Pangan. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- 12) Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 1984. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Yogyakarta: Penerbit Liberty
- 13) Yuwono, S.S dan Susanto, T. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Universitas Brawijaya. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian
- 14) Abera, S. and Rakshit, S. K. 2003. Comparison of physicochemical and functional properties of cassava starch extracted from fresh root and dry chip. *Starch/ Starke* 55: 287-296
- 15) Zeleny, M. 1982. Multiple Criteria Decision Making. McGraw-Hill. New York
- 16) USDA (United States Department of Agriculture). 2015. USDA Agricultural Research Service National Nutrient Database for Standard Reference Release 27 Basic Report March 23, 2015. Nutrient Data Laboratory Home Page. Diakses 23 Maret 2015. <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/search>
- 17) Suarni dan Firmansyah, I.U. 2005. Potensi Sorgum Varietas Unggul sebagai Bahan Pangan untuk Menunjang Agroindustri. Prosiding Lokakarya Nasional BPTP Lampung, Universitas Lampung. Bandar Lampung. p.541-546
- 18) Osungbaro, T. O., Jimoh, D., and Osundeyi, E. 2010. Functional and Pasting Properties of Composite Cassava-Sorghum Flour. *Meals. Agriculture And Biology Journal Of North America Vol 1. No 4 p.715-720*
- 19) Purwandari, U. Supriyanto, dan Burhan. 2011. Sifat Fisika, Kimia, dan Tekstural Beberapa Tepung Non-Konvensional dan Karakteristik Roti Tawar Yang Dihasilkan. Laporan Kemajuan Program Penelitian Fundamental Tahun 2011. Bangkalan: Universitas Trunojoyo Madura
- 20) Kelley, T.G., Rao, P.P., and Singh, R.P. 1992. Trend in Sorghum Production and Utilization. Progress Report 108. Resource Management Program Economic Group. ICRISAT, Patancheru
- 21) Meyer, L.H., 1996. Food Chemistry, 4th ed., Reinhold Publishing Corp. New York.
- 22) Hayati, Nur. 2010. Pengaruh Konsentrasi Substrat dan pH Substrat Terhadap Produksi Bioetanol melalui Fermentasi Umbi Garut Menggunakan Ragi Tape. Skripsi. FMIPA. Universitas Negeri Yogyakarta. Yogyakarta
- 23) Maria, M.P.S. 2002. Pembuatan Stater kering Kultur Campuran Bakteri Asam Laktat dan *Saccharomyces cereviceae* untuk Proses Fermentasi Produk Sereal Instan (Kajian Kombinasi Jenis Mikroba dan Bahan Pengisi). Skripsi.FTP. Universitas Brawijaya. Malang
- 24) Aguilar-Zárate, P., Cruz-Hernández, M.A., Montañez, J.C., Belmares-Cerda, R.E., and Aguilar, C.N. 2014. Bacterial Tannases: Production, Properties and Applications. *Revista Mexicana de Ingeniería Química Vol. 13 No 1 p.63-74*
- 25) Osawa, R., Kuroiso, K., Goto, S., dan Shimizu, A. 2000. Isolation of Tannin-Degrading Lactobacilli from Humans and Fermented Foods. *Applied and Environmental Microbiology* Vol. 66 No 7 p.3093 – 3097
- 26) Towo, E., Matuschek, E. dan Svanberg, U. 2006. Fermentation and Enzyme Treatment of Tannin Sorghum Gruels: Effects on Phenolic Compounds, Phytate and In Vitro Accessible Iron. *Food Chemistry* Vol. 94 p.369 – 376
- 27) Hakiim, A. dan Sistihapsari, F. 2011. Modifikasi Fisik-Kimia Tepung Sorgum berdasarkan Karakteristik Sifat Fisikokimia sebagai Substituen Tepung Gandum. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- 28) Thakker, K.D. and Grady, L.T. 1984. Solubility. Chap.2. Di dalam D.W Gruenwedel and J.R. Whitaker (Eds). *Food Analysis Volume 2*. Marcel Dekker, Inc., New York
- 29) Liu, H., Ramsden, dan Corke. 1999. Physical properties and enzymatic digestibility of phosphorylated and normal maize starch prepared at different pH levels. *Cereal Chemistry* Vol.76 No 6 p.938-943

- 30) 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. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor
- 31) Codex Alimentarius Commission. 1995. Codex Standard for Sorghum Flour 173-1989. Diakses 18 Februari 2015 http://codex_stan_173-1989.cac.co.us
- 32) Léder, I. 2004. Sorghum and millets, in cultivated plants, primarily as food sources, [Ed. György Füleky], in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford. UK
- 33) Sunarti, T.C., N. Richana., F. Kasim., Purwoko, A. Budiyanto., 2007. Karakterisasi Sifat Fisiko Kimia Tepung dan Pati Jagung Varietas Unggul Nasional dan Sifat Penerimaannya terhadap Enzim dan Asam. Departemen Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor
- 34) Retnowati, D.S, Kumoro, A.C, Budiwati, S. 2010. Modifikasi Pati Ketela Pohon Secara Kimia dengan Oleoresin dari Minyak Jahe. *Jurnal Rekayasa Proses, Vol. 4 No 1, 2010*. Universitas Diponegoro. Semarang