

Pengaruh variasi metode pengeringan terhadap karakteristik tepung ubi jalar ungu annealing

The effect of variation drying methods on the characteristics of annealing purple sweet potato flour

Gina Firgianti*, Bambang Nurhadi dan Marleen Sunyoto

Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang KM.21, Kabupaten Sumedang, 45363, Indonesia.

Korespondensi:
g.firgianti@unpad.ac.id

Submit:
9 Desember 2024

Direvisi:
14 Januari 2025

Diterima:
17 Januari 2025

Abstract. Annealing purple sweet potato flour is a type of purple sweet potato flour processed using the annealing starch modification technique. The production of purple sweet potato flour involves a drying process, where the drying method significantly influences the final quality of the annealing purple sweet potato flour. The objective of this study was to determine the optimal drying method for producing annealing purple sweet potato flour with an intense purple color and high anthocyanin content, thereby enhancing its physical appearance. The research employed a descriptive method followed by a difference test (t-test). The results indicated that the best drying method was sun drying, which produced purple sweet potato flour with the following characteristics: moisture content of 8.65%, anthocyanin content of 10,899.2 ppm, color intensity values of L 42.42, a* 27.88, and b* -9.02, initial gelatinization temperature of 75.56°C, peak viscosity of 417.75 cP, breakdown viscosity of 20 cP, and setback viscosity of 150.25 cP. Sun drying effectively preserved the deep purple color of the flour, resulting in an attractive appearance.

Keywords: Annealing, drying, purple sweet potato flour.

Abstrak. Tepung ubi jalar ungu annealing merupakan tepung ubi jalar ungu yang dalam prosesnya menggunakan modifikasi pati annealing. Pembuatan tepung ubi jalar ungu tidak lepas dari proses pengeringan dimana metode pengeringan sangat mempengaruhi hasil akhir dari kualitas tepung ubi jalar ungu annealing yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan metode pengeringan yang tepat dalam proses pembuatan tepung ubi jalar ungu annealing agar menghasilkan tepung ubi jalar ungu dengan warna ungu pekat yang memiliki jumlah antosianin tinggi, sehingga penampilan fisik tepung ubi jalar ungu akan lebih menarik. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif yang diikuti uji perbedaan yaitu uji t. Hasil penelitian menunjukkan metode pengeringan yang terbaik yaitu metode pengeringan sinar matahari dengan karakteristik tepung ubi jalar ungu mempunyai kadar air 8,65%, jumlah antosianin 10.899,2 ppm, intensitas warna L 42,42; a* 27,88; b* -9,02; suhu awal gelatinisasi 75,56°C, viskositas puncak 417,75 cP, viskositas breakdown 20 cP, dan viskositas setback 150,25 cP. Metode pengeringan sinar matahari mampu mempertahankan warna ungu pada tepung ubi jalar ungu dengan warna ungu pekat.

Kata-kata kunci: Annealing, pengeringan, tepung ubi jalar ungu.

PENDAHULUAN

Tepung ubi jalar ungu merupakan produk intermediate yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan utama atau bahan tambahan dalam pembuatan berbagai produk olahan seperti *cookies*, kue, roti, dan aneka produk *bakery* lainnya. Pewarna alami bisa didapatkan dari tepung ubi jalar ungu yang dapat digunakan untuk pewarna produk yang dihasilkan. Selain itu, penggunaan tepung ubi jalar ungu dapat meningkatkan kearifan local. Agar menghasilkan tepung ubi jalar ungu yang memiliki warna dan kualitas yang baik, maka perlu proses pembuatan yang sesuai. Pada proses pembuatan tepung ubi jalar ungu *annealing* ada beberapa tahapan proses utama yang dilakukan yaitu, modifikasi pati *annealing* dengan pengukusan, dan pengeringan (Firgianti *et al.*, 2019).

Pengeringan diartikan sebagai proses menghilangkan sebagian besar kandungan air dalam bahan pangan dengan cara menguapkannya (Wannapakhe *et al.*, 2012). Prinsip pengeringan melibatkan dua aspek utama, yaitu pemberian panas pada bahan dan penghilangan air dari bahan tersebut (Wigyanto dan Endah, 2015). Metode pengeringan memiliki pengaruh besar terhadap kualitas akhir tepung ubi jalar ungu yang dihasilkan. Saat ini, terdapat dua metode pengeringan yang umum dikenal di Masyarakat dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu, yaitu pengeringan alami menggunakan sinar matahari dan pengeringan buatan yang menggunakan bantuan *oven*.

Pengeringan ubi jalar dalam proses pembuatan tepung dapat memberikan pengaruh terhadap warna tepung yang dihasilkan, sehingga dalam proses pengeringannya perlu memperhatikan metode pengeringan yang digunakan. Oleh karena itu, harus diketahui metode pengeringan yang lebih efektif untuk pembuatan tepung ubi jalar ungu yang dapat mempertahankan kualitas warna tepung ubi jalar ungu berdasarkan laju pengeringan serta hasil karakteristik fisikokimia terutama warna dari tepung ubi jalar ungu yang dihasilkan. Pengeringan merupakan tahap yang paling krusial dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu. Penggunaan metode pengeringan yang menggunakan *oven cabinet dryer* menghasilkan tepung dengan warna yang paling disukai (Wahidah, 2013). Selain itu, berdasarkan sifat kimia, sifat fisik, dan sensori tepung ubi jalar ungu diketahui bahwa proses pengeringan yang optimal pada pembuatan tepung ubi jalar ungu adalah dengan metode pengeringan menggunakan *oven cabinet dryer* dengan suhu 50°C (Sigit *et al.*, 2017). Namun, pengeringan dengan sinar matahari langsung dapat mempertahankan jumlah antosianin pada kelopak bunga Rosella (Rahayu *et al.*, 2009).

Berdasarkan penjabaran diatas, pengeringan ubi jalar dalam proses pembuatan tepung dapat dilakukan dengan cara pengeringan dengan sinar matahari langsung dan juga dapat menggunakan alat pengering (*cabinet dryer*). Oleh karena itu, penelitian yang akan dilakukan dalam pembuatan tepung ubi jalar ungu ini yaitu variasi metode pengeringan. Metode pengeringan yang akan digunakan yaitu pengeringan sinar matahari terkontrol dan pengeringan dengan menggunakan alat pengering (*cabinet dryer*) dengan suhu 60°C. Pada penelitian ini pengeringan dengan sinar matahari menggunakan rumah pengering yang telah dirancang dengan menggunakan besi *hollow*, kawat, dan plastik *UV*.

BAHAN DAN METODE

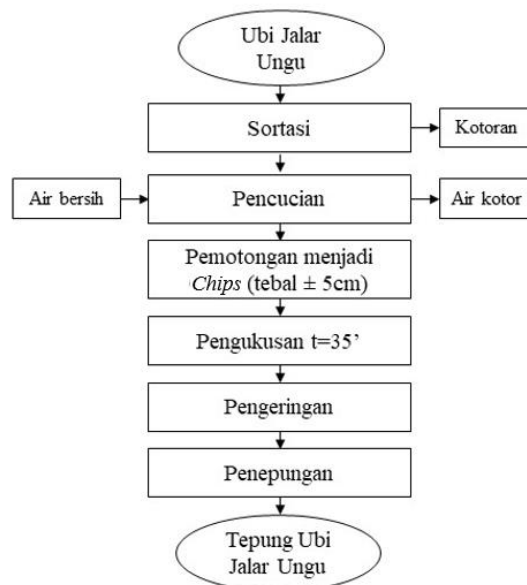
Bahan

Penentuan metode pengeringan, bahan yang digunakan yaitu ubi jalar ungu. Perlakuan penelitian menggunakan dua metode pengeringan yaitu pengeringan dengan sinar matahari (penjemuran terkontrol) pada rumah pengering yang dirancang menggunakan besi hollow, kawat, dan plastik *UV*, serta pengeringan dengan menggunakan alat pengering (*cabinet dryer*) dengan suhu 60°C.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan 2 perlakuan dan 2 ulangan yang dilanjutkan dengan uji perbedaan (uji t). Pembuatan tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada diagram alir proses Gambar 1. Tepung ubi jalar ungu dari hasil 2 perlakuan dilakukan analisis dengan parameter pengujian sebagai berikut: 1) Kadar Air *Thermogravimetri* (AOAC, 2006); 2) Kadar

Antosianin dengan hukum *Lambert beer* (AOAC, 2005); 3) Intensitas Warna (AOAC, 2005); 4) Laju Pengeringan (AOAC, 2000); 5) Sifat Amilografi (RVA) (Collado et al., 2001).

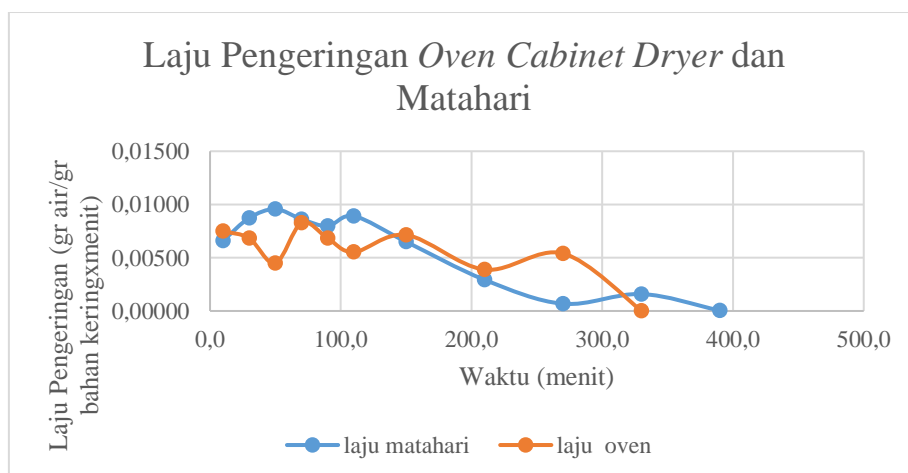


Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tepung ubi jalar ungu

HASIL DAN PEMBAHASAN

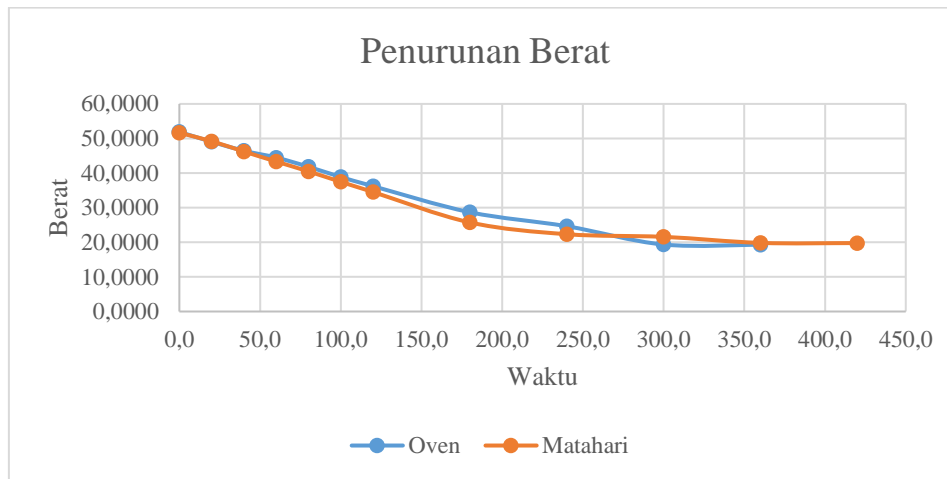
Laju Pengeringan

Laju pengeringan pada pengeringan *oven cabinet dryer* memiliki laju pengeringan yang lebih tinggi dibandingkan laju pengeringan pada pengeringan sinar matahari. Dapat kita lihat pada Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan laju pengeringan pada masing-masing metode pengeringan terhadap waktu. Menit pertama terlihat bahwa pengeringan *oven* memiliki laju pengeringan lebih tinggi dibandingkan pengeringan *oven*. Namun pada menit ke-50 laju pengeringan menggunakan sinar matahari lebih tinggi dibandingkan laju pengeringan dengan *oven cabinet dryer* sampai menit ke-100. Pada menit ke-150 laju pengeringan *oven* meningkat kembali sampai pada menit ke-275. Pada menit ke-325 laju pengeringan *oven cabinet dryer* menurun hingga mencapai 0,000 gram air/gram bahan x menit, hal ini disebabkan karena bahan yang dikeringkan sudah mencapai berat konstan sehingga tidak ada lagi air yang teruapkan.



Gambar 2. Laju pengeringan *oven cabinet dryer* dan pengeringan sinar matahari

Waktu yang menunjukkan berat konstan pada pengeringan *oven* lebih cepat dibandingkan pengeringan matahari. Waktu konstan pengeringan *oven* terjadi pada menit ke-325, sedangkan waktu konstan pada pengeringan matahari terjadi pada menit ke-400. Hal ini disebabkan karena suhu pengeringan pada kedua metode pengeringan tersebut berbeda. Suhu pada pengeringan *oven* kabinet *dryer* adalah 60°C, sedangkan suhu pada pengeringan sinar matahari tidak menentu yaitu ±35°C. Selain itu, kecepatan aliran udara dan kelembaban udara pada pengeringan *oven* kabinet *dryer* lebih konstan dibandingkan pada pengeringan sinar matahari yang tidak konstan karena tergantung pada kondisi lingkungan. Maka dari itu, laju pengeringan pada *oven* kabinet *dryer* lebih tinggi dari pada laju pengeringan sinar matahari.



Gambar 3. Grafik penurunan berat uji jalar ungu yang dikeringkan pada pengeringan *oven* kabinet *dryer* dan pengeringan matahari

Gambar 3 menunjukkan bahwa, terdapat grafik penurunan berat terhadap waktu pengeringan. dapat dilihat bahwa waktu pengeringan pada pengeringan *oven cabinet dryer* lebih cepat dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari yang ditandai oleh berat konstan bahan. Waktu yang digunakan pada pengeringan *oven cabinet dryer* untuk mendapatkan berat konstan yaitu 360 menit, sedangkan waktu yang digunakan pada pengeringan sinar matahari untuk mendapatkan berat konstan yaitu 420 menit. Dapat disimpulkan bahwa suhu pengeringan berpengaruh terhadap laju proses pengeringan. Semakin tinggi suhu yang digunakan, semakin cepat laju pengeringan yang terjadi. Laju pengeringan maksimum yang tercatat adalah 0,77 gram/menit pada suhu 120°C, 0,07 gram/menit pada suhu 90°C, dan 0,033 gram/menit pada suhu 70°C (Yando dan Paramita, 2017). Selain itu, laju pengeringan terendah terjadi pada suhu pengeringan 60°C dan laju pengeringan tertinggi dicapai pada suhu pengeringan 70°C (Amanto *et al.*, 2015). Dapat diketahui bahwa suhu pengeringan pada *cabinet dryer* yaitu 60°C, sedangkan suhu pengeringan pada pengeringan sinar matahari yaitu ±35°C. Maka dari itu laju pengeringan pada sinar matahari terlihat lebih lambat dibandingkan dengan pengeringan menggunakan *oven cabinet dryer*.

Laju pengeringan dapat memengaruhi kadar air bahan yang dikeringkan, semakin cepat laju pengeringan maka semakin banyak air dalam bahan berkurang, sehingga kadar air dalam bahan lebih cepat hilang. Sesuai dengan hasil penelitian, pengeringan *oven cabinet dryer* memiliki laju pengeringan yang tinggi dan kadar air tepung yang dihasilkan lebih rendah daripada pengeringan sinar matahari yaitu tepung ubi jalar yang dihasilkan pada pengeringan *oven* sebesar 5,35%, sedangkan tepung yang dihasilkan pada pengeringan sinar matahari sebesar 8,65% walaupun waktu pengeringan sinar matahari lebih lama dibandingkan pengeringan *oven cabinet dryer*. Oleh karena itu, berdasarkan nilai laju pengeringan dan kadar air bahan, maka pengeringan *oven cabinet dryer* merupakan pengeringan yang efektif untuk menghasilkan kadar air bahan sampai batas minimum.

Kadar Air

Berdasarkan hasil statistik uji T, menunjukkan bahwa kadar air tepung ubi jalar ungu (wb) metode pengeringan *oven cabinet dryer* berbeda nyata dengan pengeringan sinar matahari. Hasil penelitian pada kedua metode pengeringan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kadar air tepung ubi jalar ungu pada pengeringan *oven cabinet dryer* lebih rendah dibandingkan pengeringan penjemuran sinar matahari terkontrol, dimana tepung ubi jalar ungu dengan metode pengeringan *oven cabinet dryer* memiliki nilai kadar air 5,35%, sedangkan tepung ubi jalar ungu dengan metode pengeringan sinar matahari memiliki nilai kadar air 8,65%. Hal ini karena suhu pada pengeringan *oven cabinet dryer* lebih tinggi dan stabil yaitu 60°C, sedangkan suhu pada pengeringan sinar matahari lebih rendah dan tidak stabil yaitu berkisar ±35°C karena dipengaruhi oleh iklim lingkungan. Semakin tinggi suhu yang digunakan dalam proses pengeringan, semakin cepat terjadi penguapan yang mengakibatkan penurunan kadar air dalam bahan (Winarno, 2002). Meningkatnya suhu pengeringan menyebabkan lebih banyak molekul air menguap dari bahan yang dikeringkan. Air bebas yang terdapat di permukaan bahan lebih mudah menguap selama proses pengeringan, sehingga kadar air akhir bahan menjadi lebih rendah (Shabrina dan Susanto, 2017).

Tabel 1. Hasil pengaruh metode pengeringan terhadap kadar air tepung ubi jalar ungu *annealing*

	Perlakuan Penelitian	Rata-rata Kadar Air Wet Basis (% wb)
A	Pengeringan <i>Oven Cabinet Dryer</i>	5,35 ± 0,04 ^a
B	Pengeringan Sinar Matahari	8,65 ± 0,13 ^b

Keterangan: Data yang disajikan terdiri dari 2 ulangan, dan simbol ± mempresentasikan standar deviasi. Nilai yang diikuti oleh huruf kecil berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji t

Pola suhu pengeringan pada kedua metode sangat berbeda, hal ini menyebabkan adanya perbedaan hasil kadar air pada tepung ubi jalar ungu di kedua metode pengeringan. Distribusi suhu kurang merata pada pengeringan sinar matahari, sedangkan pada pengeringan *oven cabinet dryer* distribusi suhu menyebar dengan baik kecuali dibagian dsudut ruang pengering (Wardana, 2016).

Dapat dilihat pada Gambar 2, pada pengeringan matahari (a) terdapat titik-titik yang tidak tersebar merata yang menunjukkan bahwa adanya daerah dingin yang disebabkan oleh hembusan angin di bagian hamparan bahan, sehingga perlu pemerataan panas matahari pada bahan dengan cara membolak-balikkan bahan pada saat pengeringan. Sedangkan pada pengeringan *oven cabinet dryer* (b) menunjukkan bahwa distribusi suhu menyebar dengan rata ke dalam bahan karena sumber pemanas bergerak dari bawah ke atas melewati rak-rak pengering.

Menurut Standar Nasional Indonesia, produk serbuk dapat dikatakan tepung apabila memiliki kadar air maksimal 14,5% (SNI, 2018). Ubi jalar ungu yang dihasilkan dari kedua metode pengeringan baik pada metode pengeringan *oven cabinet dryer* maupun pada metode pengeringan sinar matahari dapat dikategorikan sebagai tepung karena memiliki nilai kadar air yang tidak lebih dari 14,5%. Hanya saja metode pengeringan *oven cabinet dryer* mampu menarik air lebih dari pada metode pengeringan sinar matahari sehingga menghasilkan tepung yang memiliki nilai kadar air yang lebih kecil. Nilai kadar air yang lebih kecil tentu saja mempunyai masa simpan yang lebih lama. Maka dari itu metode *oven cabinet dryer* yang mampu mengeringkan bahan sampai kadar air minimal.

Jumlah Antosianin dan Intensitas Warna

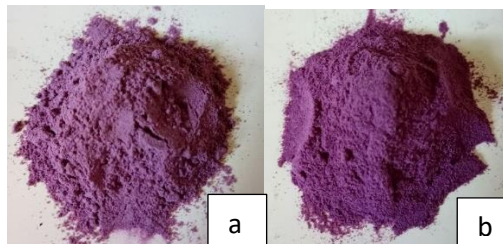
Berdasarkan hasil statistik uji T pada pengeringan *oven cabinet dryer* memberikan pengaruh yang tidak berbeda nyata dengan pengeringan sinar matahari terhadap jumlah antosianin tepung ubi jalar ungu. Namun, pengeringan *oven cabinet dryer* memberikan pengaruh yang berbeda nyata dengan pengeringan sinar matahari terhadap nilai intensitas warna kecerahan (L), warna merah (a*), dan warna kuning (b*). Hasil penelitian pada masing-masing metode pengeringan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengaruh metode pengeringan terhadap jumlah antosianin dan intensitas warna tepung ubi jalar ungu *annealing*

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Antosianin (ppm)	Rata-rata nilai L	Rata-rata nilai a*	Rata-rata nilai b*
Pengeringan <i>Oven Cabinet Dryer</i>	8.950,7 ± 0,15 ^a	52,77 ± 1,20 ^a	22,84 ± 0,70 ^a	-7,13 ± 0,33 ^a
Pengeringan Sinar Matahari	10.899,2 ± 0,09 ^a	42,42 ± 1,39 ^b	27,88 ± 0,62 ^b	-9,02 ± 0,00 ^b

Keterangan: Data yang disajikan terdiri dari 2 ulangan, dan simbol ± mempresentasikan standar deviasi. Nilai yang diikuti oleh huruf kecil berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji t.

Tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah antosianin pada tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan menggunakan *oven cabinet dryer* adalah 8.950,7 ppm (mg/kg), sedangkan jumlah antosianin pada tepung yang dikeringkan menggunakan sinar matahari yaitu 10.899,2 ppm (mg/kg). Meskipun perbedaan ini tidak signifikan secara statistik, jumlah antosianin tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan sinar matahari cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan *oven cabinet dryer*. Perbedaan ini juga terlihat pada nilai intensitas warna tepung. Tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memiliki nilai intensitas warna L, a*, dan b* masing-masing sebesar 52,77; 22,84; dan -7,13; sedangkan pengeringan menggunakan sinar matahari menghasilkan nilai intensitas warna L, a*, b* berturut-turut yaitu 42,42; 27,88; dan -9,02. Hal ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar ungu yang dihasilkan pada pengeringan sinar matahari memiliki warna kemerahan yang lebih gelap. Kenampakan warna tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. a) Tepung ubi jalar dengan pengeringan *oven cabinet dryer*, b) Tepung ubi jalar dengan pengeringan sinar matahari (Sumber: Dokumentasi pribadi, 2019).

Gambar diatas menunjukkan bahwa tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki karakteristik yang lebih baik, ditandai dengan warna ungu yang lebih pekat dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer*. Hal ini sejalan dengan perbedaan nilai intensitas warna dan kandungan jumlah antosianin pada masing-masing tepung. Tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memiliki nilai L (*lightness*) lebih tinggi, menunjukkan warna ungu yang lebih pucat. Selain itu, nilai a* (*redness*) pada tepung yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan menggunakan sinar matahari, menandakan tingkat warna merah yang lebih rendah. Nilai a* positif pada tepung ubi jalar ungu mengindikasikan keberadaan warna merah, di mana semakin tinggi nilainya, semakin kuat intensitas warna merah (Jiang *et al.*, 2019). Sementara itu, nilai b* (*yellowness*) tepung yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memiliki angka negatif yang lebih rendah dibandingkan dengan pengeringan sinar matahari, menunjukkan warna biru yang lebih lemah dan menghasilkan tepung dengan warna yang lebih pucat.

Tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki nilai L (*lightness*) yang lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan dengan pengeringan *oven cabinet dryer*. Hal ini menunjukkan tingkat kecerahan tepung rendah yang berarti tepung yang dikeringkan oleh sinar matahari menghasilkan warna ungu pekat. Nilai a* (*redness*) yang menunjukkan tingkat kemerahan pada tepung yang dihasilkan dengan sinar matahari lebih tinggi dibandingkan tepung yang dikeringkan dengan *oven*

cabinet dryer. Hal ini menunjukkan bahwa tepung tersebut memiliki warna merah yang lebih banyak. Selain itu, nilai b^* (*yellowness*) pada tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki angka negatif lebih tinggi di mana hal tersebut menandakan bahwa warna kebiruan pada tepung sehingga tepung yang dihasilkan berwarna ungu pekat.

Pemanasan menggunakan *oven cabinet dryer* berlangsung pada suhu yang konstan sepanjang proses. Kerusakan antosianin menunjukkan hubungan logaritmik dengan suhu, demikian pula dengan durasi pemanasan pada suhu tetap. Suhu menjadi faktor utama yang mempengaruhi kerusakan antosianin. Pemanasan mengakibatkan degradasi antosianin monomerik dan pembentukan polimer yang menghasilkan warna coklat, yang berkontribusi pada penurunan intensitas warna (Sinela *et al.*, 2017). Oleh karena itu, jumlah antosianin tepung yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* cenderung lebih rendah, karna sebagian besar antosianin mengalami terdegradasi, sehingga tepung yang dihasilkan memiliki warna yang lebih pucat.

Pengeringan dengan menggunakan sinar matahari dapat mengurangi degradasi antosianin yang dapat menurunkan mutu warna bahan. Suhu pada pengeringan matahari tidak terlalu panas hanya berkisar pada suhu $\pm 35^\circ\text{C}$, maka dari itu jumlah antosianin pada tepung yang dihasilkan cenderung lebih tinggi (Santosa dan Sulistiawati, 2017). Hal tersebut memberikan warna tepung tetap ungu pekat dan tidak berubah menjadi pucat ataupun mengalami pencoklatan.

Nilai intensitas warna L, a^* , dan b^* tepung ubi jalar sebanding dengan jumlah antosianin pada tepung tersebut. Tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memiliki jumlah antosianin lebih rendah yaitu 8.950,7 ppm sehingga menghasilkan tepung yang lebih pucat yang ditandai oleh nilai L tinggi, nilai a^* rendah dan b^* (negatif) tinggi. Sedangkan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki jumlah antosianin yang lebih tinggi yaitu 10.899,2 ppm sehingga menghasilkan tepung dengan warna ungu yang pekat dengan nilai L rendah, serta nilai a^* dan b^* (negatif) yang tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut maka pengeringan sinar matahari merupakan pengeringan yang lebih efektif untuk dapat mempertahankan warna ungu pada tepung ubi jalar ungu.

Sifat Amilografi

Berdasarkan hasil statistik uji t, tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memberikan hasil yang signifikan dengan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari terhadap nilai sifat amilografi yang terdiri dari suhu awal gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas *breakdown*, dan viskositas *setback*. Hasil penelitian pada nilai sifat amilografi dapat dilihat pada Tabel 3, serta kurva amilografi dapat dilihat pada Gambar 5.

Tabel 3. Hasil kajian metode pengeringan terhadap sifat amilografi tepung ubi jalar ungu *annealing*

Perlakuan	Rata-rata Suhu	Rata-rata	Rata-rata	Rata-rata
	Awal Gelatinisasi ($^\circ\text{C}$)	Viskositas Puncak (cP)	Viskositas <i>Breakdown</i> (cP)	Viskositas <i>Setback</i> (cP)
Pengeringan <i>Oven</i>	95,03 \pm 0,01 ^a	174,00 \pm 4,24 ^a	1,75 \pm 0,35 ^a	111,50 \pm 1,41 ^a
Pengeringan Matahari	70,56 \pm 7,40 ^b	417,75 \pm 50,56 ^b	20,00 \pm 16,97 ^b	150,25 \pm 16,62 ^b

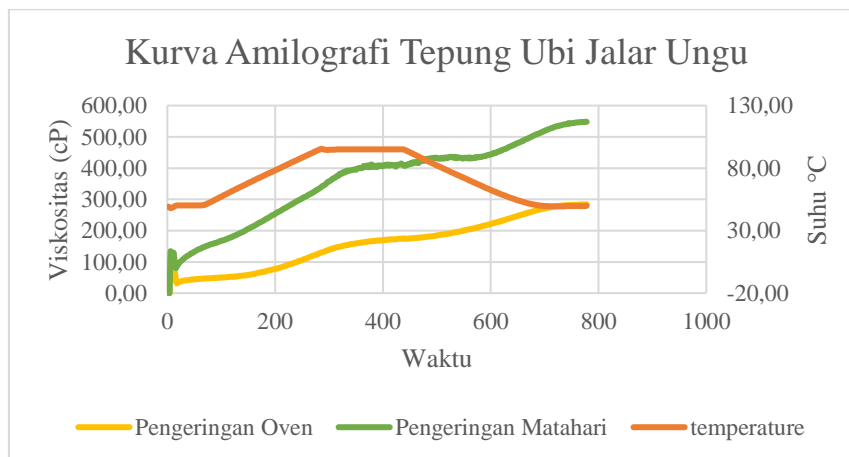
Keterangan: Data yang disajikan terdiri dari 2 ulangan, dan simbol \pm mempresentasikan standar deviasi. Nilai yang diikuti oleh huruf kecil berbeda pada baris yang sama menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan uji t.

Tabel 3 menunjukkan bahwa, suhu awal gelatinisasi tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari, yaitu bernilai $95,03^\circ\text{C}$, sedangkan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki nilai suhu awal gelatinisasi $70,56^\circ\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa pengeringan menggunakan *oven cabinet dryer* terbukti mampu meningkatkan suhu awal gelatinisasi pati dalam tepung ubi jalar ungu. Kenaikan suhu awal gelatinisasi ini menunjukkan bahwa pati menjadi lebih tahan terhadap panas dan memerlukan suhu yang lebih tinggi untuk memulai proses gelatinisasi. Tepung ubi

jalar ungu dengan karakteristik ini diharapkan cocok sebagai bahan baku produk karena memiliki stabilitas lebih baik terhadap pemanasan. Suhu awal gelatinisasi yang tinggi menunjukkan bahwa pati lebih stabil selama pemanasan sehingga memerlukan suhu yang lebih tinggi untuk memutuskan ikatan-ikatan dalam struktur pati tersebut (Yando dan Paramita, 2017). Oleh karena itu, tepung ubi jalar dengan pengeringan *oven* mampu menghasilkan tepung yang stabil terhadap panas sehingga dapat digunakan sebagai bahan baku atau bahan tambahan pembuatan produk.

Sifat amilografi tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada kurva amilografi yang terdiri dari suhu awal gelatinisasi, viskositas puncak, viskositas *breakdown*, dan viskositas *setback*. Kurva tersebut pada kedua metode pengeringan dapat dilihat pada Gambar 5.

Kurva amilografi menunjukkan perubahan viskositas ketika tepung atau pati mengalami pemanasan dalam jangka waktu tertentu kemudian dilakukan pendinginan. Dapat dilihat pada saat terjadi penurunan suhu, viskositas tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan sinar matahari memiliki nilai viskositas yang lebih tinggi dibandingkan dengan tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer*. Hal ini menunjukkan bahwa tepung yang dihasilkan pada pengeringan sinar matahari mengalami retrogradasi yang ditandai dengan semakin meningkatnya nilai viskositas. Kurva amilografi tepung ubi jalar ungu pada Gambar 5, menunjukkan kurva yang tumpul karena telah mengalami pemasakan awal. Pemasakan awal yang dilakukan yaitu pengukusan. Kurva amilografi pure kering ubi jalar dengan perlakuan *annealing* menghasilkan kurva amilografi yang tumpul karena mengalami proses pengukusan. Dalam hal ini, proses pembuatan tepung ubi jalar ungu pada penelitian mengalami proses yang sama yaitu modifikasi *annealing* dan pengukusan (Sunyoto *et al.*, 2017). Pada proses modifikasi pati, jika gelatinisasi belum tercukupi maka terjadi peningkatan rigiditas granula pati (Adebowale *et al.*, 2005).



Gambar 5. Kurva amilografi tepung ubi jalar ungu *annealing* pada kedua metode pengeringan

Viskositas puncak merupakan viskositas tertinggi yang dicapai pasta selama pemanasan, selain itu, viskositas puncak menunjukkan kapasitas pati dalam menyerap air dan kemudahan granula pati untuk berintegrasi (Pranoto *et al.*, 2013). Nilai viskositas puncak tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari, yaitu 174 cP, sedangkan tepung pada pengeringan sinar matahari memiliki nilai viskositas puncak sebesar 417,75 cP. Hal ini menunjukkan bahwa tepung dengan menggunakan pengeringan *oven cabinet dryer* telah tergelatinisasi.

Viskositas puncak yang rendah menunjukkan bahwa tepung telah tergelatinisasi, sedangkan tepung yang belum tergelatinisasi memiliki nilai viskositas puncak yang lebih tinggi (Sunyoto *et al.*, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa suhu pada pengeringan *oven cabinet dryer* dapat menyebabkan tepung tergelatinisasi. Tepung ubi jalar pregelatinisasi memiliki nilai viskositas puncak berkisar 162,3-248,43 cP, sedangkan tepung yang belum tergelatinisasi memiliki viskositas puncak berkisar 948,36-1.491 cP (Syamsir dan Honestin, 2009). Hal ini disebabkan oleh granula pati yang belum tergelatinisasi, di mana ikatan antar granula masih kuat sehingga memungkinkan granula untuk terus membengkak hingga

mencapai pembengkakan maksimum pada tepung tanpa pemasakan awal. Sebaliknya, pada tepung yang telah tergelatinisasi, sebagian granula pati telah mengalami kerusakan sehingga hanya sedikit ikatan yang mampu menahan pembengkakan lebih lanjut. Bahan baku dengan viskositas puncak dibawah 1050 cP cocok digunakan untuk produk basah. Sebagai contoh, tepung singkong dengan nilai viskositas puncak 924 cP sesuai untuk diaplikasikan pada produk semi basah seperti kue, bolu, dan mie (Djuwardi, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa tepung ubi jalar yang dihasilkan, baik melalui pengeringan *oven cabinet dryer* maupun pengeringan sinar matahari, dapat digunakan untuk produk pangan semi basah atau basah karena keduanya memiliki nilai viskositas puncak di bawah 1.050 cP.

Selama proses pemanasan dan pengadukan berlangsung, viskositas *breakdown* berkaitan dengan stabilitas pasta pati. Pasta yang stabil terhadap pemanasan dan pengadukan menunjukkan bahwa semakin rendah nilai viskositas *breakdown* (Zavareze dan Dias, 2011). Nilai viskositas *breakdown* tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* lebih rendah dibandingkan viskositas *breakdown* pada tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari, yaitu 1,75 cP, sedangkan nilai viskositas *breakdown* tepung ubi jalar ungu pada pengeringan sinar matahari sebesar 20,00 cP. Viskositas *breakdown pure* kering ubi jalar memiliki nilai yang rendah yaitu 2,17 -3,50 cP sesuai untuk aplikasi pada *emergency food product* dalam bentuk sup instan yang membutuhkan pemasakan lanjutan (Sunyoto *et al.*, 2017). Dalam hal ini, tepung ubi jalar ungu yang dikeringkan dengan pengeringan *oven cabinet dryer* maupun yang dikeringkan dengan sinar matahari dapat digunakan untuk produk pangan kering, semi basah, dan basah karena nilai viskositas *breakdown* di bawah 3,50 cP.

Viskositas *setback* menunjukkan kecenderungan pati untuk mengalami retrogradasi dan kemampuan pati membentuk gel kembali setelah gelatinisasi (Pranoto *et al.*, 2014). Nilai viskositas *setback* tepung ubi jalar yang dikeringkan dengan *oven cabinet dryer* lebih rendah dibandingkan dengan tepung yang dikeringkan dengan sinar matahari, yaitu 111,50 cP, sedangkan viskositas *setback* tepung ubi jalar pada pengeringan sinar matahari, yaitu 150,25 cP. Kecepatan suspensi pati untuk retrogradasi ditunjukkan dengan semakin tingginya viskositas *setback*, sehingga terjadi peningkatan kekerasan gel (Klein *et al.*, 2013). Viskositas *setback* yang tinggi cocok untuk produk siap konsumsi dengan cara rehidrasi ataupun produk olahan lanjutan berupa sup instan. Nilai viskositas *setback* yang tinggi dapat meningkatkan konsistensi produk siap konsumsi seperti pada *mashed potato* instan. Viskositas *setback* yang tinggi tidak cocok digunakan pada produk semi basah (Karim *et al.*, 2000). Maka dari itu, tepung yang dikeringkan dengan pengeringan *oven cabinet dryer* terpilih karena mempunyai viskositas *setback* yang rendah. Berdasarkan hasil sifat amilografi, metode pengeringan berpengaruh terhadap sifat amilografi tepung yang dihasilkan.

SIMPULAN

Metode pengeringan menggunakan sinar matahari terbukti mampu mempertahankan warna ungu yang pekat pada tepung ubi jalar ungu, dengan nilai intensitas warna L (*lightness*) 42,42; a* (*redness*) 27,88; dan b* (*yellowness*) 9,02, serta jumlah antosianin yang tinggi mencapai 10.899,2 ppm. Selain itu, tepung ini memiliki karakteristik kimia berupa kadar air 8,65%, dan sifat milografi yang meliputi suhu awal gelatinisasi 70,65°C, viskositas puncak 417,75 cP, viskositas *breakdown* 20,00 cP, dan viskositas *setback* 150,25 cP.

DAFTAR PUSTAKA

- Adebowale, K. O., B. I. Olu-Owolabi, O. O. Olayinka, and O. S. Lawal. (2005). Effect of heat moisture treatment and annealing on physicochemical properties of red sorghum starch. *African Journal of Biotechnology*. 4(9), 928-933.
- Amanto, B.S, Godras J.M, dan Ratri R.P. (2015). Kinetika pengeringan chips sukun (*Artocarpus communis*) dalam pembuatan tepung sukun termodifikasi dengan asam laktat menggunakan cabinet dryer. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 8(1), 46-55.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2000). *Official Methods of Analysis of Analytical Chemists*. Arlington: AOAC Inc.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2005). *Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists*. Virginia USA: AOAC Inc.

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). (2006). *Official Methods of AOAC International*. Revisi ke-2. Vol ke-1. Maryland (US): AOAC Inc.
- Collado, L.S., Mabesa, L.B., Oates, C., dan Corke, H. (2001). Bihon-type noodles from heat-moisture-treated sweetpotato starch. *Journal of Food Science*. 66(4), 604-609.
- Djuwardi, A. (2009). *Cassava: Solusi Pemberagaman Kemandirian Pangan*. Jakarta: Grasindo.
- Firgianti G, Sunyoto M., dan Nurhadi B. (2019). The effect of size reduction and steaming duration on the characteristics of purple sweet potato as the initial process of annealing flour making. *International Journal of Food Science and Nutrition*. 4(4), 26-31.
- Jiang T, Mao Ying, Sui Lushan, Yang Ning, Li Shuyi, Zhu Zhenzhou, Wang Chengtao, Yin Sheng, He Jingren, He Yi. (2019). Degradation of anthocyanins and polymeric color formation during heat treatment of purple sweet potato extract at different pH. *Food Chemistry*. 274, 460-470.
- Karim, A. A., Norziah, M.H., Seow, C.C. (2000). Review: Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chemistry*. 71(1), 9-36.
- Klein, B., Pinto, V.Z., Vanier, N.L., Zavareze, E.R., Colussi, R., Evangelho, J.A., Gutkoski, L.C, and Dias, A.R.G. (2013). Effect of single and dual heat-moisture treatments on properties of rice, cassava, and pinhao starches. *Carbohydrate Polymers*. 98(2), 1578-1584
- Pranoto, Y., Rahmayuni, Haryadi and Rakshit, S. K. (2014). Physicochemical properties of heat moisture treated sweet potato starches of selected Indonesian varieties. *International Food Research Journal*. 21(5), 2031-2038.
- Rahayu, S.W, Hartanti, D.dan Hidayat N. (2009). Pengaruh metode pengeringan terhadap kadar antosianin pada kelopak bunga rosela (*Hibiscus sabdariffa* L). *Jurnal Pharmacy*. 6(2), 20-25.
- Santosa, I., dan Sulistiawati, E. (2017). Optimasi proses pengeringan cara sangrai pada pembuatan tepung ubi jalar dengan suhu terkendali. *Chemica: Jurnal Teknik Kimia*. 4(2), 53-57.
- Shabrina, Z.U. dan Susanto, W.H. (2017). Pengaruh suhu dan lama pengeringan dengan metode *cabinet dryer* terhadap karakteristik manisan kering apel varietas anna (*Malus domestica* BORKH). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(3), 60-71.
- Sigit A. B., Atmaka, W. dan Apriliyanti, T. (2017). Kajian sifat dan sensori tepung ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas blackie*) dengan variasi proses pengeringan. Prosiding Seminar Nasional Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sinela, A., Rawat, N., Mertz, C., Achir, N., Fulcrand, H., & Dornier, M. (2017). Anthocyanins degradation during storage of *Hibiscus sabdariffa* extract and evolution of its degradation products. *Food Chemistry*. 214, 234-241.
- SNI 3751. (2018). Syarat Mutu Tepung terigu sebagai Bahan Makanan.
- Sunyoto, M., Andoyo, R., Radiani, H. dan Rista, N. (2017). Kajian Karakteristik Pure Kering Ubi Jalar dengan Perlakuan Suhu dan Lama Annealing sebagai Sediaan Pangan Darurat. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 6(1), 1-10.
- Syamsir, E dan Honestin, T. (2009). Karakteristik fisiko-kimia tepung ubi jalar (*Ipomoea batatas*) varietas sukuh dengan variasi proses penepungan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 20(2), 90-95.
- Wahidah, S. (2013). Analisis tepung ubi jalar ungu melalui proses pengeringan alamiah dan buatan. Prosiding Seminar Nasional: Food, Fashion, Beauty and Hospitality Universitas Negeri Jakarta. Jakarta. ISBN 978-602-14362-0-2. 457-464.
- Wannapakhe, S., Chaiwong T., Dandee, M. and Prompakdee, S. (2012). Hot Air Dryer with Closed Loop Oscillating Heat Pipe with Check Valves for Reducing Energy in Drying Process. *Procedia Engineering*. 32, 77-82.
- Wardana, H.K. (2016). Analisis distribusi suhu, aliran udara, kadar air pada pengeringan daun tembakau rajangan Madura. Seminar Nasional Universitas Negeri Malang. ISBN 978-602-71279-1-9, FEL23-FEL28.
- Wigyanto dan Endah L. (2015). Penerapan mesin pengering mekanis untuk penguatan kapabilitas produksi pada industri kerupuk kentang sebagai upaya pemenuhan permintaan pasar. *Journal Of Innovation And Applied Technology*. 1(1), 75-81.
- Winarno, F.G. (2002). *Pengantar Teknologi Pangan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Yando, A.M., dan Paramita, V. (2017). Studi pengaruh suhu dan ketebalan irisan terhadap kadar air, laju pengeringan dan karakteristik fisik ubi kayu dan ubi jalar. *Metana*. 13(1), 23-29.
- Zavareze, E. R., dan Dias, A. R. G. (2011). Impact of heat-moisture treatment and annealing in starches: A review. *Carbohydrate Polymers*. 83(2), 317-328.