

## Analisis Pindah Panas Pada Pengeringan Tepung Singkong (*Manihot utilissima*) Menggunakan *Pneumatic Flash Dryer*

### *Heat Transfer Analysis in Cassava Flour Drying (Manihot utilissima) Using Pneumatic Flash Dryer*

Rizza Wijaya<sup>1\*</sup>, Mokhamad Fatoni K<sup>2</sup>, Anna Mardiana H<sup>3</sup>, Budi Hariono<sup>4</sup>, Aulia Brilliantina<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Keteknik Pertanian, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jl Mastrip PoBox164, Jember, 68101, Indonesia

<sup>2,3,5</sup>Teknologi Industri Pangan, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jl Mastrip PoBox164, Jember, 68101, Indonesia

<sup>4</sup>Teknologi Rekayasa Pangan, Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Jl Mastrip PoBox164, Jember, 68101, Indonesia

\*E-mail: rizza.wijaya@polije.ac.id

Diterima: 21 November 2021; Disetujui: 14 Desember 2021

#### ABSTRAK

Singkong merupakan tanaman yang dapat mudah kita jumpai di Indonesia, bahan pangan ini juga merupakan salah satu yang memiliki jumlah karbohidrat tinggi. Beberapa permasalahan pada pengolahan tepung singkong ini, antara lain: proses pengeringan parutan singkong, teknologi pembuatan tepung singkong, dan parameter kualitas tepung singkong. Metode pengeringan secara mekanis diharapkan dapat lebih baik dibandingkan dengan metode penjemuran. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui performa dari alat pengering *flash dryer* paa pengeringan tepung singkong. Pengeringan dengan menggunakan langkah tradisional membutuhkan 3-5 jam, sehingga dapat menghambat untuk proses selanjutnya. Pada penelitian ini dilakukan pengeringan dengan memanfaatkan pengering tipe *pneumatic (flash) dryer*. Pengeringan pada debit udara bukaan 50% (14,63 m<sup>3</sup>/s) mampu menghasilkan suhu pengeringan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengeringan pada debit udara bukaan 75% (20,57 m<sup>3</sup>/s). Kadar air akhir bahan setelah proses pengeringan sudah sesuai dengan SNI tepung singkong yaitu kurang dari 15 %. Efisiensi pengeringan berkisar antara 47 – 53 %.

**Kata kunci:** efisiensi; pengeringan; *pneumatic flash dryer*; singkong

#### ABSTRACT

*Cassava is a plant that we can easily find in Indonesia, this food is also one that has a high amount of carbohydrates. Some of the problems in the processing of cassava flour, among others: the drying process of grated cassava, the technology of making cassava flour, and the quality parameters of cassava flour. The mechanical drying method is expected to be better than the drying method. The potential for losses is smaller with a temperature that can be adjusted as needed. Drying using traditional steps takes 3-5 hours, so it can be a hindrance to the next process. In this study, drying was carried out using a pneumatic (flash) dryer. Drying at 50% opening air flow (14.63 m<sup>3</sup>/s) is able to produce a higher drying temperature when compared to drying at 75% opening air flow (20.57 m<sup>3</sup>/s). The final moisture content of the material after the drying process is in accordance with the SNI for cassava flour, which is less than 15%. Drying efficiency ranges from 47 – 53%.*

**Keywords:** efficiency; drying; *pneumatic flash dryer*; cassava

#### PENDAHULUAN

Ketahanan pangan di Indonesia sampai saat ini masih menjadi topik yang menarik untuk dikaji dan dicari langkah untuk mengatasinya (Wijayati et al., 2019). Seperti yang kita ketahui di Indonesia sebagian besar penduduk masih mengkonsumsi beras sebagai sumber bahan pangan utama. Pada beberapa daerah memang sudah menjadikan bahan pangan pokok selain beras untuk konsumsi sehari-harinya seperti sagu, jagung, singkong dan beberapa komoditi lainnya (Lazaridesa, 2011). Sebagian besar masyarakat masih banyak ditemui menggunakan bahan pangan seperti tepung terigu yang kita ketahui beberapa didapatkan dengan cara impor. Hal inilah yang menyebabkan ketahanan pangan di Indonesia masih dalam konteks yang perlu dikaji dan diatasi secara berkelanjutan (Budi Hariono et al., 2020).

Bentuk dari ketahanan pangan terutama difokuskan pada pemenuhan aspek dari segi kualitas maupun

kuantitas dari bahan pangan itu sendiri, terlebih pada bahan pangan yang mengandung kalori dan karbohidrat. Swasembada pangan yang merupakan kemampuan dari suatu daerah untuk memenuhi cangkupan pangan mandiri masih terbilang belum maksimal, sehingga berimbas keterikatan kita pada impor bahan pangan dari pihak luar semakin meningkat. Indonesia sendiri memiliki beberapa sumber bahan pangan lokal yang dapat dijadikan sebagai pemenuhan devisa tersebut, namun masyarakat sebagian besar belum memiliki pengetahuan atau kemampuan dalam mengolah bahan pangan tersebut (Amanta & Aprilianti, 2020).

Peningkatan konsumsi beras dari tahun ketahun membuat Indonesia perlu mengimpor beras. Ketergantungan dari beras ini seharusnya secara perlahan harus bisa dikurangi. Pada hari pangan tahun 2000, pemerintah telah mencanangkan program ketahanan pangan melalui penganeekaragaman pangan disamping beras. Potensi sumber daya pangan untuk mendorong

penganeekaragaman pangan dari sisi produksi dan kesediaan pangan masih cukup terbuka karena masih banyak lahan yang masih bisa untuk digunakan mengembangkan hasil produksi selain beras. Seiring dengan hal tersebut, perlu dilakukan upaya untuk mengubah perilaku masyarakat agar mengkomsumsi beraneka ragam makanan yang bermutu tinggi (Wijaya et al., 2020).

Salah satu sumber bahan pangan lokal yang sangat potensial dan mulai dimanfaatkan oleh masyarakat ialah singkong. Tanaman ini banyak ditanam oleh petani untuk mengoptimalkan penggunaan lahan dan menambah pendapatan keluarga. Kuantitas dari singkong belum teroptimalkan untuk dimanfaatkan. Banyak orang masih memandang singkong sebelah mata sehingga tidak mengembangkannya dalam skala yang dapat bernilai ekonomis tinggi. Padahal bila tepung singkong atau bisa juga disebut tepung tapioka ini diolah dengan baik, hasilnya tidak kalah dengan sumber bahan pangan lainnya (Pornpraipech et al., 2017).

Singkong merupakan tanaman yang dapat mudah kita jumpai di Indonesia. Bahan pangan ini juga merupakan salah satu yang memiliki jumlah karbohidrat tinggi. Pulau Jawa memiliki tanaman singkong yang paling tinggi dibandingkan dengan daerah lain (Argo et al., 2018). Jika dibandingkan dengan beras, tanaman singkong ini menempati urutan kedua setelah padi dari segi jumlahnya terutama di Pulau Jawa. Selain karbohidrat singkong itu sendiri memiliki kandungan gizi seperti protein, kalsium, vitamin C, zat besi lemak, Vitamin B1, dan kalori (Liu et al., 2020).

Salah satu cara pengawetan pasca panen dari komoditas singkong ini ialah dengan pengawetan teknik pengeringan. Hal ini dinilai tepat diterapkan pada singkong karena mengandung kadar air yang tinggi. Cara ini juga merupakan salah satu upaya dalam mengolah singkong menjadi bentuk bahan pangan setengah jadi (Veeramanipriya & Umayal Sundari, 2021).

Bentuk pengolahan singkong baik itu dilakukan dengan cara tradisional maupun modern sangat mudah kita temui akhir-akhir ini. Pengolahan secara modern singkong biasa digunakan sebagai bahan pembuat brownies, crocets, dan pudding, pada pengolahan secara tradisional singkong biasa diolah menjadi keripik dan kolak (Kosasih et al., 2020). Tekstur dari tepung singkong yang cenderung kasar menjadi bahan pertimbangan masyarakat untuk penggunaannya. Hal ini berdampak pada sebagian besar tepung dari singkong ini masih jarang digunakan untuk keperluan pembuatan aneka makanan. Kurangnya pengetahuan maupun teknologi yang mendukung diduga merupakan salah satu sumber dari permasalahan ini.

Beberapa permasalahan pada pengolahan tepung singkong ini, antara lain: proses pengeringan parutan singkong, teknologi pembuatan tepung singkong, dan parameter kualitas tepung singkong. Metode pengeringan secara mekanis diharapkan dapat lebih baik dibandingkan dengan metode penjemuran. Potensi terjadinya losses lebih kecil dengan suhu yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Pengeringan dengan menggunakan langkah tradisional membutuhkan 3-5 jam, sehingga dapat menghambat untuk proses selanjutnya. Waktu dari pengeringan akan berbanding lurus dengan jumlah produk yang dihasilkan per jamnya dengan jumlah energi yang digunakan (Charmongkolpradit & Luampon, 2017). Oleh sebab itu, untuk menekan penggunaan energi yang lebih besar dan mempersingkat waktu proses pembuatan tepung singkong, maka diperlukan suatu metode pengeringan cepat (*flash drying*) dengan menggunakan kecepatan udara dan suhu pengeringan yang tinggi. Pada penelitian ini dilakukan

pengeringan dengan memanfaatkan pengering tipe *pneumatic (flash) dryer* (Wijaya & Hariono, 2020).

*Pneumatic (flash) dryer* merupakan bentuk mesin pengering yang memanfaatkan udara dan panas berkecepatan tinggi dalam upaya mengurangi kadar air bahan. Ukuran bahan yang dapat dikeringkan menggunakan *pneumatic (flash) dryer* adalah bahan yang berukuran kecil sehingga singkong perlu dilakukan proses pematangan terlebih dahulu. Dengan kecepatan udara dan suhu pengeringan yang optimum menggunakan *pneumatic (flash) dryer*, proses pengeringan singkong dapat dilakukan lebih cepat dengan kualitas yang baik (Dudu et al., 2019).

## METODOLOGI

Sebelum memulai penelitian, dilakukan orientasi untuk mengetahui dan mempelajari cara kerja teknik pengeringan dengan hembusan udara cepat. Dengan orientasi, fenomena – fenomena yang terjadi pada parutan singkong saat pengeringan dapat diketahui. Orientasi juga dilakukan guna mempelajari cara – cara pengukuran, pengambilan data dan penggunaan alat penunjang lainnya. Kalibrasi dilakukan untuk mengetahui kecepatan udara pada bukaan inlet udara blower, pengaruh kecepatan udara terhadap suhu pengeringan dan pengaruh jumlah *heater* yang digunakan terhadap suhu pengeringan pada kecepatan udara tertentu. Dari kecepatan aliran udara dapat diketahui debit udara ( $m^3/s$ ) dalam *duct* pengering pada bukaan inlet udara tertentu. Data kalibrasi digunakan sebagai acuan selama penelitian (Díaz et al., 2018).

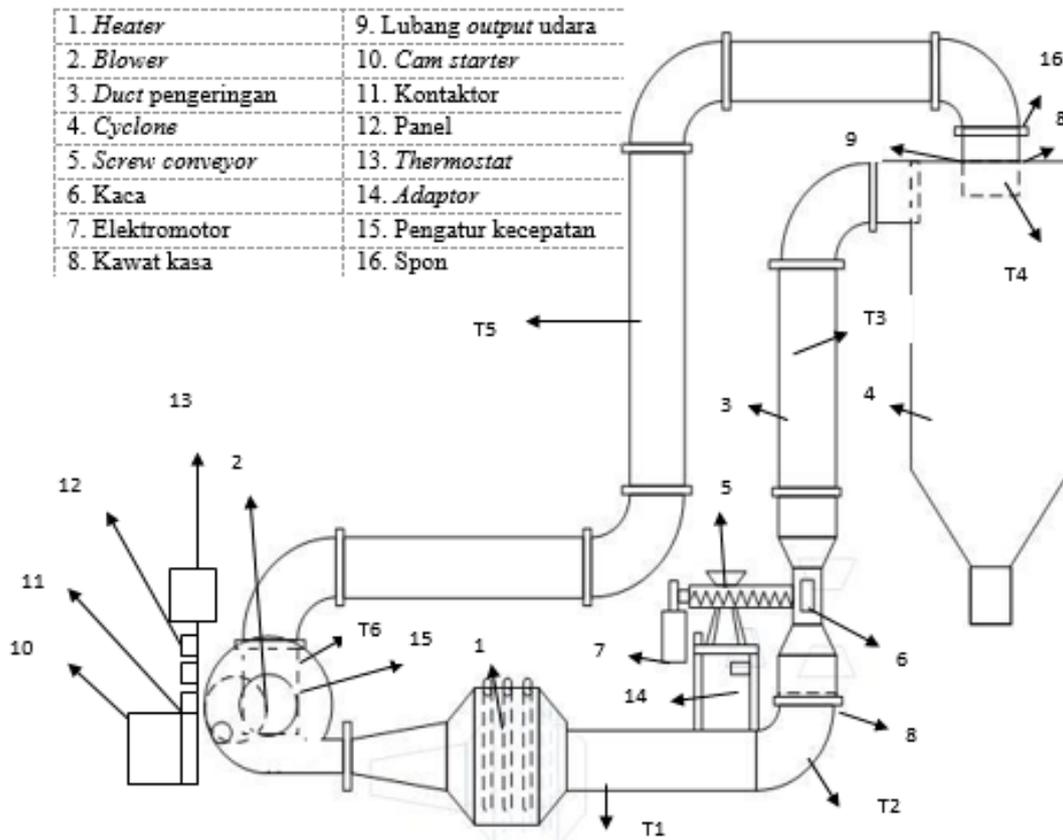
Kecepatan udara yang dihasilkan blower dipengaruhi oleh besarnya bukaan inlet udara. Semakin besar bukaan, semakin besar kecepatan udara yang dihembuskan. Kecepatan udara pada *duct* pengeringan yang berpenampang kecil atau bagian venturi ( $v_2$ ) lebih cepat dari kecepatan udara pada *duct* pengeringan yang berpenampang besar ( $v_1$ ). Pengukuran suhu dilakukan pada 8 titik seperti pada Gambar 1.

Parutan singkong masuk ke dalam pengering pada *duct* pengeringan yang berpenampang kecil. Dengan kecepatan aliran udara yang tinggi di dalamnya, parutan singkong akan terhembus ke atas hingga masuk ke cyclone lalu terpisah antara partikel parutan singkong dan udara. Berdasarkan hasil pengukuran, kecepatan minimal untuk menghembuskan parutan singkong yaitu 10-14 m/s atau dengan memasukan udara dari luar dengan bukaan 50%.

Untuk melakukan variasi kecepatan udara, tutup bukaan inlet udara pada blower diatur, bukaan inlet disesuaikan dengan tanda garis yang telah ditentukan. Terdapat dua variasi bukaan inlet kecepatan udara, yaitu bukaan 50% (kecepatan udara 14,63 m/s) dan bukaan 75% (kecepatan udara 20,57 m/s). Untuk variasi pertama, bukaan inlet udara blower diatur pada bukaan 50% (kecepatan udara 14,63 m/s) kemudian diukur kecepatan udara dalam *duct* pengeringan. Setelah diukur kecepatan udara pengeringan, lalu *heater* dihidupkan dan bahan mulai dimasukan sampai suhu pada *duct* pengeringan sebesar 70-80 °C. Pada variasi berikutnya, bukaan inlet udara blower diperbesar menjadi bukaan 75% (kecepatan udara 20,57 m/s). Kemudian *heater* dihidupkan.

Tabel 1. Variasi pengambilan data pada setiap kadar air bahan

Kecepatan Udara	Ulangan		
	1	2	3
50% (14,63 m/s)			
75% (20,57 m/s)			

Bagian – bagian *pneumatic (flash) dryer* :Gambar 1. Pengering *Pneumatic Flash Dryer* (Sumber : Dokumen Pribadi)

Efisiensi pengeringan dapat diartikan nilai dari kualitas kerja dari alat pengering yang digunakan. Parameter dari kualitas itu sendiri seperti pada aspek perpindahan massa dan aspek konversi energi. Efisiensi pengeringan dinyatakan sebagai perbandingan panas yang digunakan untuk menguapkan kandungan air dari bahan terhadap energi listrik heater. Pada pengeringan dalam upaya mengurangi kadar air bahan dengan memanfaatkan energi panas yang dapat dinyatakan dalam :

$$Q_e = (mb - mk) \times hfg \quad (1)$$

Dimana,  $mb$  = massa bahan sebelum dikeringkan (kg);  $mk$  = massa bahan setelah dikeringkan (kg);  $hfg$  = entalpi penguapan pada temperatur rata – rata (kJ/kg).

Sehingga persamaan efisiensi pengeringan dapat ditulis sebagai berikut :

$$\eta_p = \left( \frac{Q_e}{Q_h} \right) \times 100 \% \quad (2)$$

Dimana  $Q_e$  daya heater dalam watt.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengeringan merupakan proses penguapan kandungan air dari bahan (parutan singkong) dengan bantuan udara pada suhu tertentu. Udara dan suhu merupakan dua faktor penting dalam proses pengeringan. Aliran udara merupakan media yang paling baik untuk menghantarkan panas ke bahan secara konveksi dan membawa uap air hasil penguapan. Kecepatan aliran udara yang tinggi mengakibatkan semakin cepatnya massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer. Sedangkan suhu berperan dalam proses penguapan kadar air bahan.

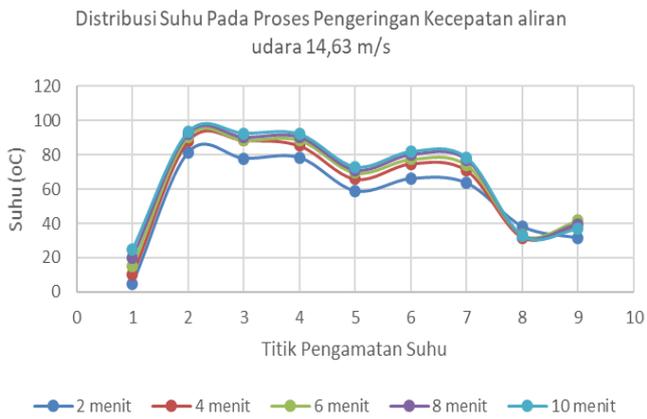
Semakin tinggi suhu pengeringan semakin besar energi panas yang dibawa udara, sehingga semakin banyak massa air yang diuapkan dari bahan yang dikeringkan (Brilliantina et al., 2021).

Dalam proses pengeringan menggunakan *pneumatic (flash) dryer* ini, kecepatan atau debit udara mempengaruhi suhu pengeringan selama proses pengeringannya. Pengaturan debit udara dan suhu pengeringan yang tepat akan memaksimalkan proses penguapan kadar air dan meminimalisir kerusakan kelapa parut seperti pencoklatan (*browning*) dan ketengikan. Distribusi suhu selama proses pengeringan dan 3 kali ulangan pada bukaan 50 % atau kecepatan aliran udara sebesar 14,63 m/s dapat dilihat pada Tabel 2. Data suhu diambil setiap 5 menit sekali selama proses pengeringan dilakukan.

Tabel 2. Rerata Distribusi Suhu Pada Proses Pengeringan Kecepatan aliran udara 14,63 m/s

T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	T7 (°C)	T8 (°C)
87,2	82,5	84,5	67	73,5	69,3	33,1	41,9
91	82,1	84,1	69,3	76,1	71,9	32,6	42,9
103,1	63,1	83,1	68,6	61,8	61,5	32,4	40,4
114,4	84,3	87	72,1	55,5	55,3	32,6	40,2
116,1	92,6	91,2	78,3	51,6	51,5	32,4	44

Pada Tabel 2 dapat dilihat proses pengeringan dengan menggunakan heater berdaya 1500 Watt sejumlah 3 buah data suhu yang tercatat sebesar 87,2 – 116,1 °C (T1). Data suhu pada duck pengeringan berkisar antara 51,6 – 76,1 °C. Hal ini merupakan suhu yang ideal untuk pengeringan singkong agar tidak terjadi *browning* atau berdampak perubahan warna menjadi cokelat pada bahan yang dikeringkan.



Gambar 2. Grafik Distribusi Suhu Pada Kecepatan Udara 14,63 m/s

Selama proses pengeringan, banyaknya air yang menguap dari permukaan maupun bagian dalam partikel parutan singkong ke lingkungan (penguapan) ditunjukkan dengan penurunan kadar air. Penurunan kadar air merupakan selisih antara kadar air awal parutan singkong dengan kadar air akhir yang dicapai setelah proses pengeringan.

Prinsip pengeringan dengan menggunakan pneumatic (flash) dryer yaitu memanfaatkan kecepatan atau debit udara untuk menghembuskan partikel parutan singkong secara vertikal pada kondisi udara panas. Parutan singkong yang akan dikeringkan dimasukkan melalui *screw conveyor*. Secara perlahan parutan singkong akan terdorong oleh putaran *screw* sehingga masuk ke dalam duct pengeringan. Ketika partikel parutan singkong masuk ke dalam duct pengeringan, kecepatan udara akan menghembuskan partikel parutan singkong dan keluar melalui cyclone.

Tabel 3. Kadar Air Akhir Pada Proses Pengeringan Kecepatan aliran udara 14,63 m/s

Cawan (gr)	Bahan (gr)	cawan+bahan (gr)	Oven (gr)	KA (%)
5,09	10,14	15,23	13,44	11,74
6,04	10,77	16,81	14,93	11,22
6,05	10,16	16,22	14,46	10,81

Dari Tabel 3 dapat dilihat kadar air akhir bahan setelah melalui proses pengeringan dengan menggunakan kecepatan aliran udara 14,63 m/s berkisar antara 10,81 – 11,74 %. Hal ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 01- 345-1996 yang menyatakan kadar air maksimal tepung singkong sebesar 15 %. Dalam penelitian dengan sekali proses pengeringan, hasil yang diperoleh sudah menjadi produk berupa parutan singkong kering karena kadar air parutan singkong yang keluar dari alat pengering sudah cukup rendah. Untuk menjadi produk parutan singkong kering, parutan singkong harus dikeringkan hingga kadar air maksimal 15 %. Satu kali proses pengeringan menggunakan *pneumatic (flash) dryer* dengan metode resirkulasi ini sudah mampu untuk menurunkan kadar air parutan singkong hingga kurang dari 15 %.

Tabel 4. Efisiensi Pengeringan Kecepatan aliran udara 14,63 m/s

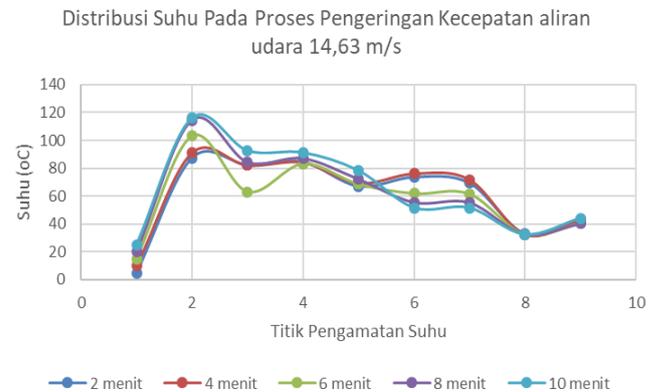
Ulangan	Kec. Udara (m/s)	M uap air (gr)	h penguapan (KJ/Kg)	Q (Kw)	η pengeringan (%)
1	14,63	251,51	2256,22	2,36	52,54
2	14,63	229,47	2256,22	2,15	47,94
3	14,63	206,86	2256,22	1,55	50,57

Dari Tabel 4 dapat dilihat efisiensi pengeringan pada ulangan 1 didapat sebesar 52,54 %, ulangan 2 sebesar 47,94 % dan ulangan 3 sebesar 50,57 %. Selama proses pengeringan, kinerja suatu mesin pengering diketahui dari seberapa besar nilai efisiensi pengeringannya. Efisiensi pengeringan merupakan perbandingan antara panas yang digunakan untuk pengeringan bahan dengan energi yang digunakan untuk mensuplai panas. Tiga buah fin heater yang digunakan sebagai pemanas memiliki daya total sebesar 4500 watt atau 1500 watt untuk satu buah heater-nya. Heater tersebut mampu memanaskan udara hingga suhu yang tinggi (dipengaruhi oleh kecepatan udara). Keberhasilan suatu pengeringan dapat ditentukan dari seberapa banyaknya kadar air bahan yang diuapkan selama pengeringan.

Tabel 5. Rerata Distribusi Suhu Pada Proses Pengeringan Kecepatan aliran udara 20,57 m/s

T1 (°C)	T2 (°C)	T3 (°C)	T4 (°C)	T5 (°C)	T6 (°C)	T7 (°C)	T8 (°C)
81,5	77,9	78,3	58,9	66,1	63,5	38,2	31,4
88,2	88,6	85,4	65,9	74,9	70,9	31,8	39,2
90,7	88,5	88,5	69,5	77,4	74	33,2	41,6
92,5	90,3	90,4	71,1	80,1	77,2	32,7	39,5
93,4	92,5	92	72,9	81,8	78,3	32,8	36,7

Pada Tabel 5 dapat dilihat proses pengeringan dengan menggunakan heater berdaya total 4500 watt data suhu yang tercatat sebesar 81,5 – 93,4 °C (T1). Data suhu pada duck pengeringan berkisar antara 66,1 – 81,8 °C. Jika dibandingkan dengan menggunakan kecepatan udara sebesar 14,63 m/s pada perlakuan ini tidak terdapat perbedaan yang jauh dari sisi distribusi suhu selama proses pengeringan dilakukan.



Gambar 3. Grafik Distribusi Suhu Pada Kecepatan Udara 20,57 m/s

Selain debit udara dan suhu pengeringan yang menjadi faktor eksternal dalam pengeringan parutan singkong, bentuk dan ukuran menjadi faktor internal yang mempengaruhi proses penguapan kadar air selama pengeringan. Partikel hasil parutan singkong memiliki bentuk yang menyerupai serabut halus yang sangat tipis dengan kadar air bervariasi antara 60 -70 % sebelum dilakukan pemerasan dengan alat sentrifuge. Dengan bentuknya yang tipis dan halus, proses penguapan air akan berlangsung lebih mudah karena proses difusi air dari bagian dalam partikel ke bagian luar (permukaan) lebih mudah dan cepat.

Dari Tabel 6 dapat dilihat kadar air akhir bahan setelah melalui proses pengeringan dengan menggunakan kecepatan aliran udara 20,57 m/s berkisar antara 7,83 – 8,29 %. Hal ini sudah memenuhi Standar Nasional Indonesia

(SNI) 01- 345-1996 yang menyatakan kadar air maksimal tepung singkong sebesar 15 %.

Tabel 6. Kadar Air Akhir Pada Proses Pengeringan Kecepatan aliran udara 20,57 m/s

Cawan (gr)	Bahan (gr)	cawan+bahan (gr)	Oven (gr)	KA (%)
7,66	10,51	18,18	16,75	7,83
6,08	10,40	16,49	15,12	8,29
5,99	10,01	16,00	14,68	8,22

Tabel 7. Efisiensi Pengeringan Kecepatan aliran udara 20,57 m/s

Ulangan	debit	M uap air (gr)	h penguapan (KJ/Kg)	Q (Kw)	Daya (Kw)	$\eta$ pengeringan (%)
1	20,57	229,23	2256,22	2,15	4,50	47,89
2	20,57	255,60	2256,22	2,40	4,50	53,40
3	20,57	206,30	2256,22	1,94	4,50	49,10

Dari Tabel 7 dapat dilihat efisiensi pengeringan pada ulangan 1 didapat sebesar 47,89 %, ulangan 2 sebesar 53,40 % dan ulangan 3 sebesar 49,10 %. Suhu pengeringan yang tinggi akan menurunkan efisiensi pengeringan. Selain itu, semakin rendah debit udara yang dihembuskan, semakin besar efisiensi pengeringannya. Hal tersebut disebabkan oleh semakin besarnya daya heater yang digunakan untuk menghasilkan suhu pengeringan yang tinggi dan pada debit udara yang rendah, dapat waktu kontak antara partikel parutan singkong dan udara menjadi lebih lama di dalam duct pengeringan sehingga proses penguapan kadar air lebih besar. Meskipun efisiensi pengeringan pada bukaan 50 % atau debit udara 14,63 m<sup>3</sup>/s paling tinggi, namun proses pengeringan pada debit udara 14,63 m<sup>3</sup>/s masih kurang baik untuk dilakukan dalam mengeringkan parutan singkong. Hal tersebut disebabkan oleh tingginya losses yang terjadi pada debit ini. Rendahnya debit udara membuat parutan singkong tidak dapat terhembus dan jatuh. Selain itu, reaksi pencoklatan (browning) banyak terjadi pada debit udara yang rendah, karena suhu pengeringannya yang sangat tinggi (B. Hariono et al., 2018). Pada penelitian ini juga hasil bahan setelah melalui proses pengeringan sudah sesuai dengan SNI 01-2997-1996.

## KESIMPULAN

Pengeringan pada debit udara bukaan 50% (14,63 m<sup>3</sup>/s) mampu menghasilkan suhu pengeringan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan pengeringan pada debit udara bukaan 75% (20,57 m<sup>3</sup>/s). Kadar air akhir bahan setelah proses pengeringan sudah sesuai dengan SNI tepung singkong yaitu kurang dari 15 %. Efisiensi pengeringan berkisar antara 47 – 53 %.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada Politeknik Negeri Jember atas dana hibah penelitian sumber PNBPN, sehingga kegiatan penelitian ini dapat dilakukan dengan baik.

## DAFTAR PUSTAKA

Amanta, F., & Aprilianti, I. (2020). Kebijakan Perdagangan Pangan Indonesia saat Covid-19. *CIPS: Center for Indonesian Policy Studies*, 2020(1), 1–7.

- Argo, B. D., Sandra, S., & Ubaidillah, U. (2018). Mathematical modeling on the thin layer drying kinetics of cassava chips in a multipurpose convective-type tray dryer heated by a gas burner. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 32(7), 3427–3435. <https://doi.org/10.1007/s12206-018-0646-2>
- Brilliantina, A., Wijaya, R., & Hariono, B. (2021). the Effect of Natrium Metabisulfite Immersion and Dryng Temperature for Tapai Flour Production. *Food ScienTech Journal*, 3(1), 41. <https://doi.org/10.33512/fsj.v3i1.12046>
- Charmongkolpradit, S., & Luampon, R. (2017). Study of Thin Layer Drying Model for Cassava Pulp. *Energy Procedia*, 138, 354–359. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.10.138>
- Díaz, A., Dini, C., Viña, S. Z., & García, M. A. (2018). Technological properties of sour cassava starches: Effect of fermentation and drying processes. *Lwt*, 93(December 2017), 116–123. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.029>
- Dudu, O. E., Li, L., Oyedeji, A. B., Oyeyinka, S. A., & Ma, Y. (2019). Structural and functional characteristics of optimised dry-heat-moisture treated cassava flour and starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 133, 1219–1227. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.04.202>
- Hariono, B., Kurnianto, M. F., Bakri, A., Ardiansyah, M., & Wijaya, R. (2018). Improvement of Sensory and Chemistry Quality of Fried Edamame by Freezing. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 207(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/207/1/012048>
- Hariono, Budi, Wijaya, R., Rukmi, D. L., Kurnianto, M. F., Anwar, S., & Wahyono, N. D. (2020). *The Study of Agribusiness Market Development in Jember Regency*. <https://doi.org/10.2991/icss-18.2018.254>
- Kosasih, E. A., Zikri, A., & Dzaky, M. I. (2020). Effects of drying temperature, airflow, and cut segment on drying rate and activation energy of elephant cassava. *Case Studies in Thermal Engineering*, 19(February), 100633. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2020.100633>
- Lazaridesa, H. N. (2011). Food Processing Technology in a Sustainable Food Supply Chain. *Procedia Food Science*, 1, 1918–1923. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2011.09.282>
- Liu, W., Zhang, M., Adhikari, B., & Chen, J. (2020). A novel strategy for improving drying efficiency and quality of cream mushroom soup based on microwave pre-gelatinization and infrared freeze-drying. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 66(June), 102516. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2020.102516>
- Pornpraipech, P., Khusakul, M., Singklin, R., Sarabhorn, P., & Areeprasert, C. (2017). Effect of temperature and shape on drying performance of cassava chips. *Agriculture and Natural Resources*, 51(5), 402–409. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2017.12.004>
- Veeramanipriya, E., & Umayal Sundari, A. R. (2021). Performance evaluation of hybrid photovoltaic thermal (PVT) solar dryer for drying of cassava. *Solar Energy*, 215(January), 240–251. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.12.027>
- Wijaya, R., & Hariono, B. (2020). The Mathematical Analysis of the Drying of Cassava Grater by Using Pneumatic (flash) Dryer with Heat Recirculation Method. *Journal of Physics: Conference Series*, 1569(4). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1569/4/042061>
- Wijaya, R., Yudiastuti, S. O. N., & Handayani, A. M. (2020).

Diversifikasi Produk Edamame Sebagai Makanan Sehat Pada Pandemi Covid-19 Dengan Teknologi Pengeringan Tipe Food Dehydrator Di Upt Pengolahan Dan Pengemasan Produk Pangan Polije. *Pengabdian Masyarakat: Polije Proceedings Series*, 2017(5), 196–201.

Wijayati, P. D., Harianto, N., & Suryana, A. (2019). Permintaan Pangan Sumber Karbohidrat di Indonesia. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 17(1), 13. <https://doi.org/10.21082/akp.v17n1.2019.13-26>