



ARTIKEL PENELITIAN

Pengeringan buah tomat menggunakan *tray dryer* dengan bantuan *foaming agent* tween 80

Irdatus Sholeha¹, Afrila Tutut Dwijati Lestari¹, Jihan Nafila Wibowo¹, Siska Nuri Fadilah¹, I Made Arimbawa¹, Maktum Muharja^{1,*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember

Disubmit 06 November 2022; direvisi 04 Februari 2023; diterima 11 Februari 2023



OBJECTIVES Tomato is a fruit that contains a high enough water content that can cause the process of decay. Making tomatoes into a powder form through the drying process is one way to preserve tomatoes. This study aims to determine the characteristics and effect of foaming agent tween 80 on drying tomatoes with variations in fan air rate, time, and temperature. **METHODS** The method used is the tray dryer drying method. This study uses a variable fan air rate of 3, 4, 5, 6 m/second, time of 30, 40, 50, 60 minutes and temperatures of 40, 50, 60, 70 °C. **RESULTS** The results of this study indicate that the optimum air flow rate for drying tomatoes that have become foam with a thickness of 3 mm is 3 m/s. The optimum drying time is 50 minutes, at which time a low drying rate has been achieved. The optimum drying temperature is 70 °C with a drying speed of 0.005 gram/second and a dry base moisture content of 0.06. **CONCLUSIONS** Thus, this method can be a solution to optimize the tomato drying process efficiently.

KEYWORDS drying; foaming agent; tomato; tray dryer

TUJUAN Tomat merupakan buah yang mengandung kadar air cukup tinggi yang dapat menyebabkan proses pembusukan. Menjadikan tomat ke bentuk bubuk melalui proses pengeringan adalah salah satu cara untuk mengawetkan buah tomat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik serta pengaruh foaming agent tween 80 pada pengeringan buah tomat dengan variasi laju udara fan, waktu dan temperatur. **METODE** Metode yang digunakan adalah metode pengeringan *tray dryer*. Penelitian ini menggunakan variabel

laju udara fan 3, 4, 5, 6 m/detik, waktu 30, 40, 50, 60 menit serta suhu 40, 50, 60, 70 °C. **HASIL** Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa laju alir udara optimum untuk mengeringkan tomat yang sudah menjadi busa dengan ketebalan 3 mm yaitu 3 m/s. Waktu pengeringan optimum yaitu 50 menit, dimana pada waktu 50 menit tersebut telah tercapai laju pengeringan yang rendah. Suhu pengeringan optimum yaitu 70 °C dengan kecepatan pengeringan 0,005 gram/detik dan moisture content basis kering sebesar 0,06. **KESIMPULAN** Dengan demikian, metode ini dapat menjadi solusi untuk mengoptimalkan proses pengeringan tomat secara efisien.

KATA KUNCI *foaming agent*; pengeringan; tomat; *tray dryer*

1. PENDAHULUAN

Tomat (*Lycopersium esculentum*) merupakan salah satu jenis sayuran buah musiman yang dapat ditanam di dataran rendah maupun dataran tinggi. Menurut Badan Pusat Statistik, pada tahun 2018 hasil produksi tomat di Indonesia sebesar 976.790 ton, hal ini menjadikan tomat sebagai salah satu komoditas unggulan hortikultura di Indonesia (Sari dkk. 2021). Namun, sebagai komoditas unggulan, tomat termasuk pangan yang sangat mudah rusak yang diakibatkan oleh kadar air yang tinggi sehingga pertumbuhan jamur dan bakterinya sangat cepat (Hariyadi 2019; Salingkat dkk. 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan pengawetan buah tomat agar memiliki daya simpan lama sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomisnya, salah satunya dengan cara pengeringan (Fadilah dkk. 2022; Yuliasdini dkk. 2020). Produk yang dihasilkan dalam pengeringan tomat berupa bubuk tomat (Hariyadi 2019).

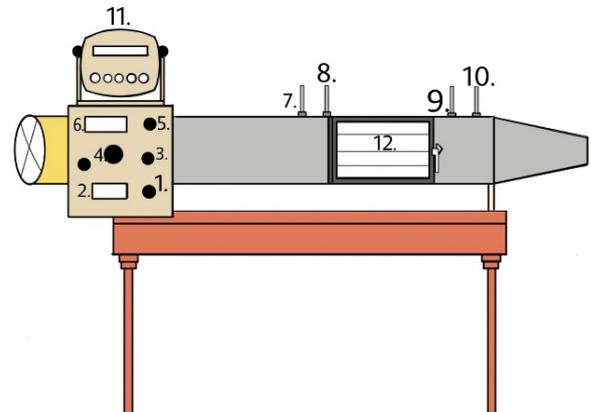
Metode pengeringan yang umum digunakan untuk pengeringan tomat salah satunya adalah pengering surya. Namun, paparan langsung dari radiasi matahari dapat merusak tomat (Wibowo 2020). Tomat juga dapat dikeringkan menggunakan pengering beku, yang dapat menghindari kerusakan kimiawi dan biologis, sensorik, daya rehidrasi baik sehingga cocok digunakan untuk produk yang rentan terhadap proses panas seperti tomat (Karim dkk. 2022; Saripudin dan Hariyadi 2018). Pengeringan beku memiliki kekurangan yaitu biaya yang mahal karena membutuhkan konsumsi energi yang tinggi, waktu dan prosesnya juga lama (Habibi dkk. 2019). Pengeringan dengan jenis *tunnel dryer* dinilai efektif

*Korespondensi: maktum@unej.ac.id

tetapi kelemahannya terletak pada waktu proses yang lama dan jumlah energi yang diperlukan tinggi (Yuliyantika dan Sudarti 2022). Teknologi yang lebih cocok digunakan untuk mengeringkan tomat yaitu *tray dryer* karena biaya operasinya murah, mudah untuk mengeringkan bahan yang berbentuk busa, dan rendahnya tenaga terampil yang diperlukan (Hariyadi 2018b).

Dalam penelitian yang dilakukan oleh Yuliasdini dkk. (2020) menyatakan bahwa laju pengeringan menggunakan *tray dryer* akan mengalami kenaikan apabila laju alir udara ditingkatkan. Aulia (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan pada saat pengeringan maka laju pengeringan akan semakin meningkat. Irfan dkk. (2021) menyatakan bahwa semakin lama waktu pengeringan, maka laju pengeringan akan semakin menurun. Laju pengeringan merupakan jumlah air yang teruapkan per waktu, sehingga berkaitan dengan kadar air dalam bahan. Laju pengeringan berkurang karena penguapan air dari dalam sampel ke permukaan lebih kecil daripada air yang ditransfer dari permukaan ke dalam bahan. Proses pengeringan lambat diakibatkan oleh difusi kadar air dari dalam bahan ke permukaan, serta perpindahan kadar air dari permukaan buah ke udara bebas. Hal ini dapat diartikan bahwa laju pengeringan akan mempengaruhi waktu karena semakin lamanya waktu pengeringan maka kadar air yang ada dalam buah semakin menurun karena terjadinya penguapan air dalam buah.

Pada penelitian sebelumnya, pengeringan tomat menggunakan *tray dryer* dilakukan dengan proses *foam mat drying* yakni penggunaan busa hasil pencampuran dengan bantuan *foaming agent*. *Foam mat drying* adalah cara yang baik untuk mengeringkan makanan cair dalam waktu yang singkat. Penambahan *foaming agent* dan *foam stabilizer* dilakukan agar konsentrat berubah menjadi busa yang stabil dalam bentuk lapisan yang dapat kontak dengan fluida panas sehingga terhidrasi dan konsentrat dapat berubah dalam bentuk serbuk. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hariyadi (2018a) meneliti pemberian *foaming agent* pada tomat yang dikeringkan menggunakan *tray dryer* dengan variabel tebal dan waktu, Hariyadi (2019) meneliti pengeringan tomat menggunakan *tray dryer* dengan proses *foam-mat drying*, dan Saripudin dan Hariyadi (2018) meneliti pembuatan serbuk tomat dengan menambahkan maltodextrin sebagai *carrier agent* dan bubuk putih telur sebagai *foaming agent*. Penambahan *foaming agent* berupa bubuk putih telur kurang optimal karena membutuhkan waktu lama. Penggunaan Tween 80 sebagai *foaming agent* dapat menjadi pengemulsi sintetik atau zat pembantu dalam mendorong pembentukan busa (Ariyanti dkk. 2022; Wahyuni dkk. 2021). Tween 80 merupakan senyawa surfaktan *nonionic* yang memiliki gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik yang berfungsi dalam pembentukan busa (Muharja dkk. 2019, 2022). Sifat dari Tween 80 yang tidak bau dan menimbulkan alergi menjadikannya dipilih dalam pengeringan makanan (Isabella dkk. 2022). Meskipun penelitian tentang pengeringan tomat menggunakan *tray dryer* telah dilakukan, namun penambahan Tween 80 sebagai *foaming agent* dalam proses pengeringan tomat belum pernah diteliti dan dibahas secara rinci. Oleh karena itu untuk mengisi celah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *foaming agent* Tween 80 terhadap proses pengeringan tomat menggunakan *tray dryer* melalui variasi laju udara *fan*, waktu dan suhu.



GAMBAR 1. Ilustrasi *tray dryer* (*Tray dryer* terdiri dari tombol *power heater* (1), kontrol dan pembacaan suhu (2), tombol *power fan* (3), pengatur kecepatan *fan* (4), kontrol pembacaan suhu T_1 - T_4 (5), layar pembacaan suhu T_1 - T_4 (6), T_1 (*Wet bulb temperature*) (7), T_2 (*Dry bulb temperature*) (8), T_3 (*Wet bulb temperature*) (9), T_4 (*Dry bulb temperature*) (10), timbangan (11), dan tempat *tray* (12)).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan adalah *tray dryer* yang dikonstruksi sendiri oleh Departemen Teknik Kimia ITS. Dimensi *tray dryer* meliputi panjang, lebar, dan tinggi yaitu $1,8 \text{ m} \times 40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$. *Tray dryer* yang digunakan berkapasitas $42 \text{ m}^3/\text{menit}$, dilengkapi *heater* berdaya 190 W, tegangan 220-240V, tipe SF-25H dengan frekuensi 50Hz, ukuran 250 mm. *Blower* yang digunakan memiliki kecepatan putaran maksimal 2800 putaran/menit. Selain itu, *tray dryer* dilengkapi dengan *thermocouple*, panel kontrol suhu, panel kontrol *blower*, panel monitoring suhu *tray dryer*, dan timbangan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Adapun peralatan pendukung yang digunakan adalah blender dengan merek Miyako, ayakan 80 mesh, timbangan digital merek GSF G-4405 dan anemometer dengan merek HoldPeak HP-866B yang digunakan untuk mengukur laju udara pengeringan.

Bahan utama yang digunakan dalam percobaan ini adalah tomat segar yang dibeli dari Pasar Tanjung, Jember, Jawa Timur, Indonesia. Tomat yang digunakan dalam penelitian berupa tomat yang matang dengan tampilan merah segar dan tidak mengalami kerusakan secara fisiologis atau mekanis. Bahan tambahan lain yang digunakan dalam percobaan ini adalah *foaming agent* tween 80 yang dibeli dari Toko Aneka Kimia, Jember, Jawa Timur, Indonesia, dimana bahan ini digunakan sebagai *foam stabilizer* sebanyak 5%.

2.2 Prosedur penelitian

Prosedur dalam percobaan ini, tomat dihancurkan menggunakan blender kemudian dipisahkan dari ampas dan sarinya menggunakan saringan. Sari tomat yang sudah dipisahkan dari ampasnya ditambahkan dengan *foaming agent* Tween 80 sebagai *foam stabilizer* sebanyak 5% berat. Campuran tersebut diblender selama 10 menit untuk memadatkan dan

memunculkan busa. Busa yang dihasilkan digunakan sebagai sampel dalam percobaan. Proses pembusaan dilakukan satu kali untuk semua sampel *running* agar massa sari buah tomat pada semua sampel memiliki kadar yang sama. Percobaan dilakukan sebanyak 3 kali dengan menggunakan variabel yang berbeda-beda yaitu laju pengeringan, waktu, dan suhu.

Cawan petri yang digunakan sebagai wadah busa tomat ditimbang terlebih dahulu sebelum digunakan. Busa tomat dituangkan ke dalam cawan petri dengan ketebalan 3 mm, kemudian ditimbang dan diletakkan pada rak yang terdapat di dalam *tray dryer*. *Tray dryer* dinyalakan kemudian diatur suhu dan laju alir udara. Pada percobaan ini, digunakan tiga variabel yang berbeda, yaitu laju pengeringan, waktu, dan suhu. Pada percobaan pertama, variasi laju alir udara yang digunakan yaitu 3, 4, 5, dan 6 m/detik dengan suhu 50 °C. Untuk mengetahui laju alir udara *tray dryer* pada setiap variabel, digunakan alat bantu berupa anemometer. Pada percobaan kedua, digunakan variasi waktu yaitu 30, 40, 50, 60 menit dengan suhu yang sama sebesar 50 °C dan laju pengeringan sebesar 6 m/detik. Pada percobaan terakhir, variasi yang digunakan yaitu variasi suhu sebesar 40, 50, 60, 70 °C dengan laju pengeringan sebesar 6 m/detik. Suhu T_1 , T_2 , T_3 , T_4 pada *tray dryer* dicatat setiap 10 menit saat percobaan dengan variabel laju pengeringan dan suhu, sedangkan saat percobaan dengan variabel waktu, suhu T_1 , T_2 , T_3 , T_4 dicatat sesuai dengan variasi waktu yang digunakan. Sampel dikeluarkan dari *tray dryer* dan ditimbang dengan menggunakan timbangan digital, serta dicatat massa yang diperoleh. Prosedur dilakukan ulang sesuai dengan variasi selanjutnya pada masing-masing variabel yang digunakan.

2.3 Metode analisa, perhitungan dan statistik

Metode analisa yang digunakan pada percobaan ini yaitu dihitung *humidity* (kelembapan) suhu *dry bulb* dan *wet bulb*. Selain itu, dilakukan juga metode perhitungan laju pengeringan dengan persamaan 1 sebagai berikut:

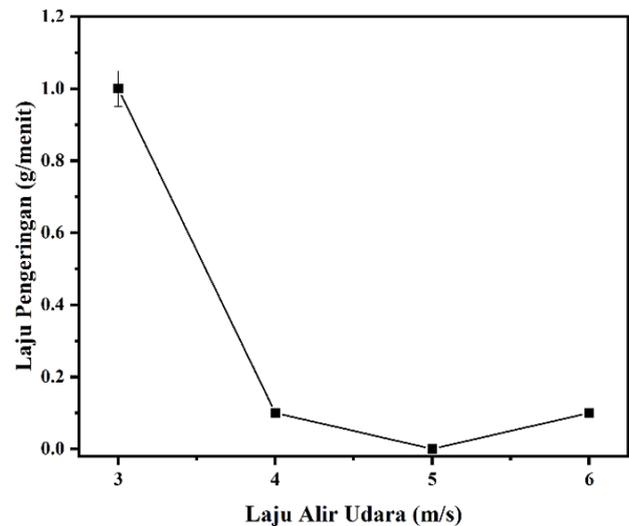
$$\text{Laju pengeringan} = \frac{\text{Berat awal} - \text{Berat akhir}}{\text{Waktu pengeringan}} \quad (1)$$

Pada percobaan ini, dilakukan juga metode statistik yaitu metode analisis ragam atau ANOVA (*Analysis of Variance*) dengan menggunakan *software* SPSS. ANOVA ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh secara signifikan dari variabel-variabel yang digunakan (Alimny dkk. 2019; Muharja dkk. 2018, 2020).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh laju alir udara terhadap laju pengeringan

Laju pengeringan merupakan jumlah menurunnya kadar air dari suatu bahan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti komposisi kadar air bahan yang akan dikeringkan, bentuk bahan, ukuran bahan, serta sifat fisik dan kimia dari bahan (Saputra dkk. 2020). Laju alir udara merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi waktu pengeringan. Aliran udara pada penelitian ini bersumber dari kipas atau *fan* yang terpasang pada alat *tray dryer*. Prinsip kerjanya yaitu udara panas yang berasal dari *heater* akan dialirkan menuju bahan dengan bantuan kipas. Udara panas ini akan me-

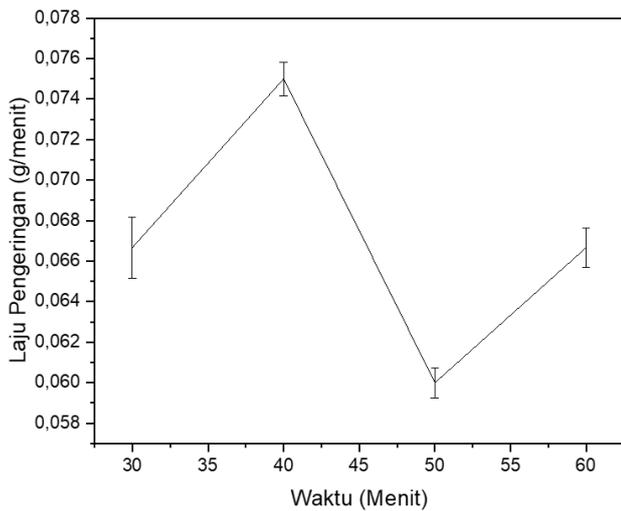


GAMBAR 2. Pengaruh laju alir udara terhadap laju pengeringan.

lewati bahan yang dikeringkan sehingga air yang berada di dalam bahan akan menguap secara perlahan. Gambar 2 menunjukkan bahwa laju alir udara yang paling optimum untuk mengeringkan tomat yang sudah menjadi busa dengan ketebalan 3 mm yaitu 3 m/s. Ketika laju alir diperbesar, didapatkan bahwa laju pengeringan semakin menurun. Hal tersebut dikarenakan jika laju alir udara terlalu besar pada suhu yang sama, kontak antara udara panas dan bahan basah akan semakin cepat sehingga jumlah air yang teruapkan tidak dapat maksimal. Hasilnya hanya pada bagian permukaan bahan yang akan kering namun kondisi didalamnya masih basah. Berdasarkan ANOVA *one-way* dapat dianalisis bahwa *significant factor* yang diperoleh yaitu 0.00 (P -value < 0,05). Hasil tersebut menunjukkan bahwa variasi kecepatan udara berpengaruh signifikan terhadap laju pengeringan. Uji homogenitas varian tidak dapat dilakukan untuk laju pengeringan karena hanya satu kelompok yang memiliki varian terkomputasi. Hal yang sama ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Prasetyaningsih dan Billah (2018) ketika mengeringkan jagung menggunakan *tray dryer*, laju alir udara pengeringan yang paling optimum yaitu pada 1,5 m/s. Namun hal tersebut membuat kadar air yang diperoleh tidak memenuhi SNI, karena laju alir yang memenuhi SNI yaitu pada kecepatan 3 m/s (Prasetyaningsih dan Billah 2018).

3.2 Pengaruh waktu pengeringan terhadap laju pengeringan

Gambar 3 menunjukkan bahwa waktu yang digunakan menunjukkan adanya pengaruh waktu pengeringan terhadap lajunya. Laju pengeringan mengalami kenaikan saat waktu yang diberikan semakin lama hingga 40 menit pengeringan, namun saat menit ke 50 terjadi penurunan laju pengeringan yang mengakibatkan massa yang didapatkan tetap dan waktu tersebut dapat dikatakan waktu kritis. Optimalnya waktu dalam laju pengeringan pada penelitian ini sekitar waktu 40 menit dan hingga terjadi pada waktu kritis. Kenaikan laju pengeringan yang terjadi pada waktu 60 menit dikarenakan massa yang didapat tetap, namun waktu pengeringan masih berjalan. Variasi waktu berpengaruh signifikan terhadap laju pengeringan (P -value < 0,05). Pada penelitian sebelumnya menjelaskan bahwa laju pengeringan akan menurun setiap

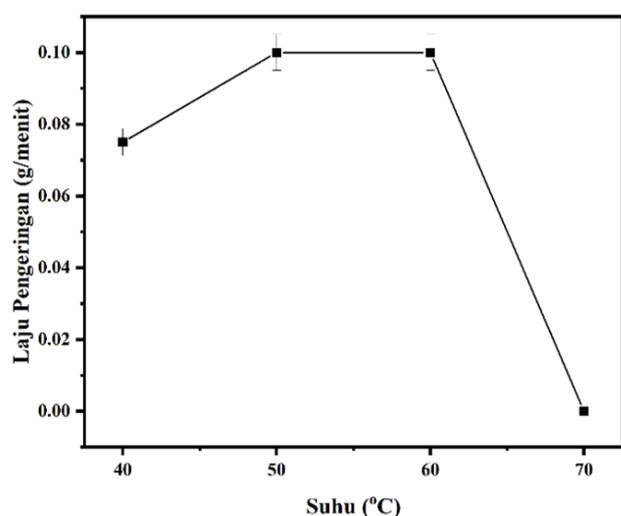


GAMBAR 3. Pengaruh waktu pengeringan terhadap laju pengeringan.

bertambahnya waktu (Hariyadi, 2018b). Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa waktu yang optimal dengan suhu 50°C waktu kritis pada 1,92 jam. Penelitian lain menjelaskan bahwa pengaruh waktu dalam laju pengeringan dilihat dari suhu dan laju udara yang digunakan (Saripudin dan Hariyadi 2018).

3.3 Pengaruh suhu pengeringan terhadap laju pengeringan

Gambar 4 menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap laju pengeringan. Kenaikan laju pengeringan terjadi mulai suhu 40 °C dan mulai terjadi kondisi stagnan pada suhu 50-60 °C. Kandungan uap air pada sampel masih tinggi sehingga laju pengeringan memiliki perbedaan yang tidak jauh atau hampir konstan dimana uap air ini merupakan uap air permukaan (*surface moisture content*). Pada suhu 70 °C terjadi penurunan secara drastis dimana pada suhu ini kandungan uap air termasuk uap air terikat sehingga terjadi penurunan laju pengeringan. Kondisi pada suhu ini disebut dengan kadar uap air kritis (*critical moisture content*). Penurunan terjadi karena air bebas yang terdapat dalam sampel tomat telah habis menguap karena jumlah air yang berpindah ke uap menjadi semakin besar sehingga proses pengering-



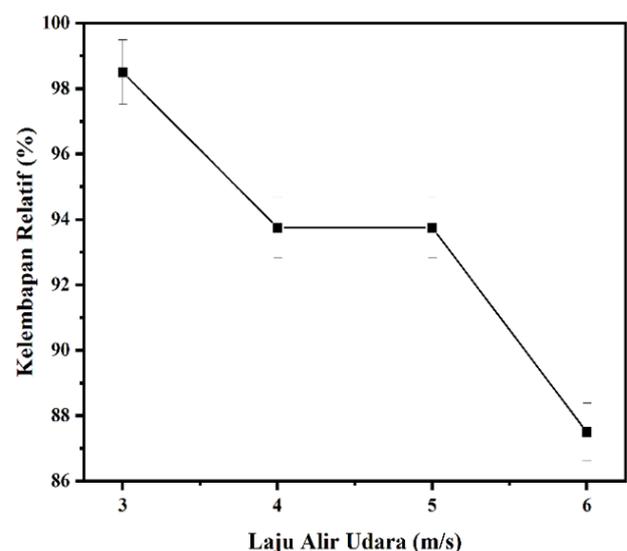
GAMBAR 4. Pengaruh suhu pengeringan terhadap laju pengeringan.

an yang terjadi tidak dipengaruhi oleh kandungan kebasahan/air (Purnamasari dkk. 2019). Parameter yang menentukan adalah perubahan temperatur pengeringan (mengalami kenaikan/penurunan). Apabila terjadi perubahan yang hampir konstan pada titik suhu tertentu berarti tidak memberikan efek yang cukup signifikan terhadap laju penguapan p-adatan (Saripudin dan Hariyadi 2018).

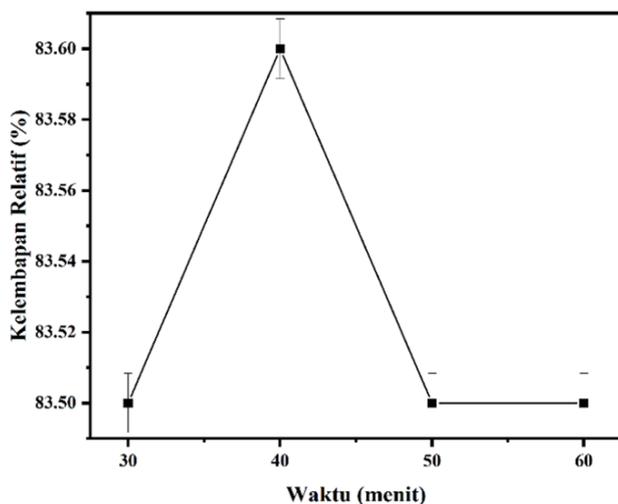
Laju pengeringan akan meningkat seiring dengan bertambahnya suhu hingga titik tertentu. Energi panas dalam tiap peningkatan suhu udara pengering dapat menguapkan molekul-molekul air yang terkandung dalam sampel, sehingga akan meningkatkan tekanan uap air bahan karena kelembaban udara menurun (Muharja dkk. 2021). Semakin tinggi suhu yang digunakan, maka semakin banyak panas yang masuk sehingga air yang menguap jumlahnya banyak dan waktu pengeringan sampel semakin cepat (Prasetyaningsih dan Mulyanti 2018). Berdasarkan ANOVA, diketahui bahwa variasi suhu berpengaruh signifikan terhadap laju pengeringan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Manfaati dkk. (2019) menunjukkan bahwa semakin besar suhu pengeringan maka semakin cepat laju pengeringan yang terjadi. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa suhu optimum pengeringan menggunakan *tray dryer* pada pengeringan bawang merah adalah 70 °C dengan waktu optimum selama 7 jam yang menghasilkan produk dengan kadar air 4%, kadar abu 3,95%, dan kadar protein 2,3%. Hasil penelitian ini dan penelitian yang dilakukan oleh (Manfaati dkk. 2019) memiliki kesamaan yaitu semakin besar suhu pengeringan yang digunakan maka laju pengeringan semakin cepat yang ditunjukkan pada suhu optimum sebesar 70 °C.

3.4 Pengaruh laju alir udara terhadap humidity

Sesuai pada Gambar 5, terlihat bahwa semakin tinggi laju alir udara pengeringan maka *relative humidity*-nya (kelembaban relatif) semakin rendah. Gambar 5 menunjukkan bahwa laju alir udara sebesar 6 m/s memiliki kelembaban relatif paling rendah. Suatu zat akan melepaskan sebagian dari *moisture*-nya dan mengering sampai seimbang dengan udara sekitar ketika zat tersebut dikontakkan langsung dengan udara yang memiliki kelembaban lebih rendah dibandingkan kandung-



GAMBAR 5. Pengaruh laju alir udara terhadap humidity.



GAMBAR 6. Pengaruh waktu pengeringan terhadap *humidity*.

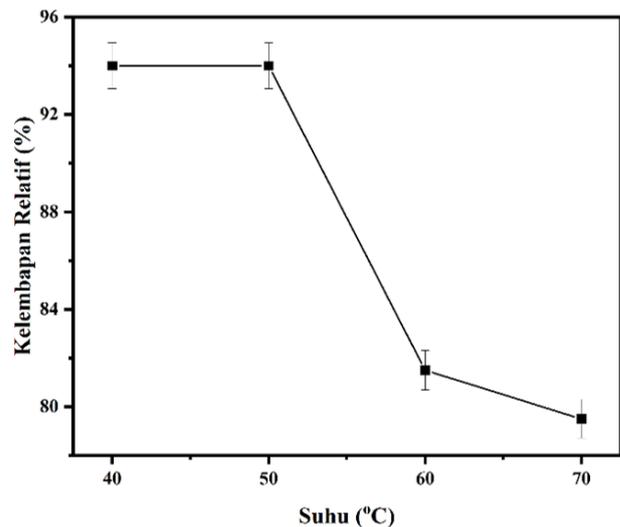
an dari *moisture* zat tersebut (Purnamasari dkk. 2019). Pada Gambar 5 korelasi karakteristik bahan baku dengan pengaruh laju alir udara terhadap *humidity* yaitu ketika tomat dihancurkan maka memiliki kandungan air yang lebih banyak sehingga ketika dikontakkan dengan laju alir udara, bahan tersebut akan melepaskan kelembabannya dan mengering sampai seimbang dengan *humidity* disekitar.

3.5 Pengaruh waktu pengeringan terhadap *humidity*

Kelembaban relatif mempengaruhi proses pengeringan yang terjadi. Gambar 6 menunjukkan bahwa pada lama pengeringan 40 menit, kelembapan relatif meningkat signifikan. Pada Gambar 6 menunjukkan pada menit ke-30 kelembapan relatif sebesar 83,5% mengalami kenaikan hingga 83,6% saat waktu menunjukkan 40 menit. Data penelitian juga menunjukkan terjadinya penurunan kelembapan relatif saat waktu 40 hingga 50 menit dengan rentang 83,6 menjadi 83,5% kelembapan. Menit ke 50 dan 60 terjadi kelembapan relatif konstan. Udara panas sebagai fluida pengeringan yang memiliki kandungan humiditas dan *moisture* tertentu. Terjadinya kenaikan dan penurunan kelembapan relatif juga dipengaruhi oleh kandungan air yang tersisa. Kandungan air dipengaruhi oleh suhu dan *relative humidity* (Putri dkk. 2021). Kelembapan relative menurun pada lama pengeringan 50 menit karena kandungan air pada bahan telah banyak teruapkan sebelum mencapai titik tersebut sehingga kandungan air dalam udara juga semakin rendah dan menurunkan kelembapan relatif.

3.6 Pengaruh suhu pengeringan terhadap *humidity*

Penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pengeringan maka kelembapan relatif (kelembaban udara) semakin rendah. Pada Gambar 7, dapat terlihat bahwa semakin tinggi suhu pengeringan, maka kelembapan relative semakin turun. Kelembapan terendah terjadi pada suhu 70 °C. Apabila kelembapan relatif semakin rendah maka *driving force* proses pengeringan semakin meningkat. Kelembapan relatif dipengaruhi oleh jumlah kadar air yang dihasilkan yaitu semakin rendah kadar air yang didapatkan pada bahan, semakin rendah kelembapan relatif udara pengering. Apabila suhu yang digunakan pada proses pengeringan semakin tinggi maka kandungan air pada bahan semakin mudah ter-



GAMBAR 7. Pengaruh suhu pengeringan terhadap *humidity*.

lepas di udara. Hal ini disebabkan oleh energi yang diberikan oleh udara pengering semakin besar sehingga air yang terikat pada bahan mudah terlepas seiring dengan kenaikan suhu (Mauludifia dan Astrinia 2020).

4. KESIMPULAN

Proses pengeringan dengan *tray dryer* dipengaruhi oleh laju udara *fan*, waktu dan suhu. Penambahan *foaming agent* tween 80 mempermudah serta mempercepat proses pengeringan. Berdasarkan analisis data percobaan yang telah dilakukan didapatkan kondisi yang optimum untuk pengeringan busa tomat dengan tebal 3 mm yaitu laju alir udara sebesar 3 m/s, waktu pengeringan 50 menit, suhu 7 °C dengan kecepatan pengeringan 0,005 gram/detik, dan *moisture content* basis kerin sebesar 0,06.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jember serta pihak-pihak terkait yang telah mendukung dan memfasilitasi penelitian yang dilakukan hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Alimny AN, Muharja M, Widjaja A. 2019. Kinetics of reducing sugar formation from coconut husk by subcritical water hydrolysis. *Journal of Physics: Conference Series*. 1373(1). doi:10.1088/1742-6596/1373/1/012006.
- Ariyanti, Masruriati E, Lindawati N, Setyowati D, Nurulita F. 2022. Uji spray lotion sunscreen buah tomat (*Lycopersicon esculentum* mill). *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional (SIKESNAS)*:91–102.
- Aulia MP. 2018. Kajian eksperimen pengeringan tepung tapioka di pengering fluidisasi. *Barometer*. 3(2):134–137.
- Fadilah SN, Khamil AI, Muharja M, Darmayanti RF, Aswie V. 2022. Enhancement of the quality of onion drying using tray dryer. *CHEESA: Chemical Engineering Research Articles*. 5(2):74–81. doi:10.25273/cheesa.v5i2.13968.74-81.
- Habibi NA, Fathia S, Utami CT. 2019. Perubahan karakteristik bahan pangan pada keripik buah dengan metode freeze drying (review). *JST (Jurnal Sains Terapan)*. 5(2). doi:10.32487/jst.v5i2.634.

- Hariyadi T. 2018a. Penentuan koefisien perpindahan massa dan panas pada pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer. *Jurnal Teknik Kimia*. 17:1–9.
- Hariyadi T. 2018b. Pengaruh suhu operasi terhadap penentuan karakteristik pengeringan busa sari buah tomat menggunakan tray dryer. *Jurnal Rekayasa Proses*. 12(2):46. doi:10.22146/jrekpros.39019.
- Hariyadi T. 2019. Aplikasi metoda foam-mat drying pada proses pengeringan tomat menggunakan tray dryer. *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. p. 250–257.
- Irfan AM, Lestari N, Arimansyah A, Rasyid AR. 2021. Kinetika pengeringan cabai dengan perlakuan blansing suhu rendah-waktu lama. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*. 10(1):24–35. doi:10.30598/jagritekno.2021.10.1.24.
- Isabella D, Puspawati GAK, Wiadnyani AaI. 2022. Pengaruh konsentrasi tween 80 terhadap karakteristik serbuk pewarna daun singkong (*Manihot utilissima* pohl.) Pada metode foam mat drying. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan (ITEPA)*. 11(1). doi:10.24843/itepa.2022.v11.i01.p12.
- Karim N, Arisanty, Pakadang S. 2022. Formulasi dan uji stabilitas sediaan lotion ekstrak air buah tomat (*Solanum lycopersicum* l.). *AKFARINDO*. 7(2):49–56.
- Manfaati R, Baskoro H, Rifai MM. 2019. Pengaruh waktu dan suhu terhadap proses pengeringan bawang merah menggunakan tray dryer. *Fluida*. 12(2):43–49. doi:10.35313/fluida.v12i2.1596.
- Mauludifia F, Astrinia SD. 2020. Produksi serbuk pewarna alami dari bunga telang (*Clitoria ternatea* l.) Dengan tray dryer yang didehumidifikasi zeolit. *Media Informasi Penelitian Kabupaten Semarang (SINOV)*. 3(2):221–231. doi:10.55606/sinov.v3i2.16.
- Muharja M, Darmayanti RF, Fachri BA, Palupi B, Rahmawati I, Putri DKY, Amini HW, Setiawan FA, Asrofi M, Widjaja A, Halim A. 2022. Biobutanol production from cocoa pod husk through a sequential green method: depectination, delignification, enzymatic hydrolysis, and extractive fermentation. *Bioresource Technology Reports*. 21(November 2023):101298. doi:10.1016/j.biteb.2022.101298.
- Muharja M, Darmayanti RF, Palupi B, Rahmawati I, Fachri BA, Setiawan FA, Amini HW, Rizkiana MF, Rahmawati A, Susanti A, Putri DKY. 2021. Optimization of microwave-assisted alkali pretreatment for enhancement of delignification process of cocoa pod husk. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 16(1):31–43. doi:10.9767/BCREC.16.1.8872.31-43.
- Muharja M, Fadhilah N, Darmayanti RF, Sangian HF, Nurtono T, Widjaja A. 2020. Effect of severity factor on the subcritical water and enzymatic hydrolysis of coconut husk for reducing sugar production. *Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis*. 15(3):786–797. doi:10.9767/BCREC.15.3.8870.786-797.
- Muharja M, Junianti F, Ranggina D, Nurtono T, Widjaja A. 2018. An integrated green process: Subcritical water, enzymatic hydrolysis, and fermentation, for biohydrogen production from coconut husk. *Bioresource Technology*. 249(July 2017):268–275. doi:10.1016/j.biortech.2017.10.024.
- Muharja M, Umam DK, Pertiwi D, Zuhdan J, Nurtono T, Widjaja A. 2019. Enhancement of sugar production from coconut husk based on the impact of the combination of surfactant-assisted subcritical water and enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*. 274(November 2018):89–96. doi:10.1016/j.biortech.2018.11.074.
- Prasetyaningsih Y, Billah A. 2018. Pengaruh suhu dan laju alir pengeringan pada pembuatan tepung jagung manis menggunakan tray dryer. *Jurnal TEDC*. 12(1):70–74.
- Prasetyaningsih Y, Mulyanti S. 2018. Pengaruh suhu dan laju alir pengeringan pada bawang putih menggunakan tray dryer. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembanagn Teknologi Kimia untuk Pengelolaan Sumber Daya Alam Indonesia*. (April):1–6.
- Purnamasari I, Meidinariasty A, Hadi RN. 2019. Prototype alat pengering tray dryer ditinjau dari pengaruh temperatur dan waktu terhadap proses. *Jurnal Kinetika*. 10(03):25–28.
- Putri AO, Mentari IA, Julyantiya RT, Yuliati S, Dewi E. 2021. Rancang bangun alat tipe spray dryer untuk proses pengeringan susu bubuk berbasis jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Kinetika*. 12(03):31–37.
- Salingkat CA, Noviyanty A, Syamsiar. 2020. Pengaruh jenis bahan pengemas, suhu dan lama penyimpanan terhadap karakteristik mutu buah tomat. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*. 27(3):274–286.
- Saputra TW, Waluyo S, Septiawan A, Ristiyan S. 2020. Pengembangan model prediksi laju pengeringan pada iris-an wortel (*Daucus carota*) berbasis regresi linier berganda (RLB) dan jaringan syaraf tiruan (JST). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*. 8(2):209–218. doi:10.29303/jrpb.v8i2.191.
- Sari RM, Sy EM, Sesanti RN, Ali F. 2021. Pengaruh tingkat pemasakan dan konsentrasi kitosan terhadap mutu dan kualitas buah tomat (*Solanum lycopersicum* l.). *Jurnal Plan-ta Simbiosis*. 3(April).
- Saripudin, Hariyadi T. 2018. The making of tomato powder with addition of maltodextrin as a carrier agent and egg white powder as a foaming agent. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. (April).
- Wahyuni R, Wignyanto W, Wijana S, Sucipto S. 2021. Optimization of foam mat drying process of moringa leaf powder (*Moringa oleifera*) as protein and amino acids sources. *Food Research*. 5(2):418–426. doi:10.26656/fr.2017.5(2).539.
- Wibowo HS. 2020. Perkembangan teknologi pengering surya. *Jurnal Perancangan, Manufaktur, Material, dan Energi*. 2(2):23–32.
- Yuliasdini NA, Putri SU, Makaminan TA, Yuliati S. 2020. Efisiensi termal alat pengering tipe tray dryer untuk pengeringan silika gel berbasis ampas tebu. *Prosiding Seminar Mahasiswa Teknik Kimia*. 1(1):29–33.
- Yuliyantika, Sudarti. 2022. Mekanisme beberapa mesin pengering pertanian. *Jurnal Penelitian Fisika dan Terapannya (Jupiter)*. 4(1).