

Laju Perpindahan Panas Konduksi dan Konveksi Pada Pengerinan *Pulp* Campuran “TKKS” dan Pelepah Pisang dalam *Tray Dryer*

Rizky Ayu Nabila¹, Muhammad Yerizam², Indah Purnamasari³

^{1,2,3}Jurusan Teknik kimia, Program Studi Teknologi Kimia Industri
Politeknik Negeri Sriwidjaya, Jalan Srijaya Negara Bukit Besar Palembang

e-mail: rizkyayunabila99@gmail.com

Abstrak

Pengerinan adalah proses pengurangan kadar air suatu bahan dengan cara menguapkan sebagian besar air menggunakan energi panas. *Pulp* dalam penelitian ini adalah terbuat dari campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan pelepah pisang. Dalam proses pengerinan terjadi proses perpindahan panas yang terbagi menjadi konduksi (hantaran) dan konveksi. Peristiwa perpindahan panas secara radiasi akan lebih efektif apabila terjadi pada ruang hampa, berbeda dengan perpindahan panas konduksi dan konveksi yang mengharuskan adanya media perpindahan panas. Sehingga, perpindahan panas secara radiasi dapat diabaikan. Pada penelitian ini dilakukan proses pengerinan *pulp* menggunakan pengering tipe *tray dryer*. *Tray dryer* atau pengering tipe rak merupakan pengering berbentuk persegi dengan rak di dalamnya, yang digunakan sebagai tempat bahan yang akan dikeringkan. Berdasarkan hasil proses pengerinan tersebut, diperoleh nilai rata-rata laju perpindahan panas konduksi dan laju perpindahan panas konveksi, dimana untuk laju perpindahan panas konduksi sebesar 0,127 kJ; 0,095 kJ; 0,070 kJ ; 0,064 kJ ; 0,051 kJ. Untuk laju perpindahan panas konveksi sebesar 0,042 kJ; 0,035 kJ; 0,023 kJ; 0,014 kJ; 0,009 kJ. Sedangkan untuk kandungan kadar air *pulp* yang mendekati Standar Balai Besar *Pulp*, 1989 (SNI-7274:2008) adalah 7,5% pada temperatur pengerinan 70°C dengan waktu pengerinan 150 menit.

Kata kunci: *Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), Pelepah Pisang, Pulp, Pengerinan, Tray Dryer, Perpindahan Panas Konduksi dan Konveksi.*

Abstract

Drying is the process of reducing the moisture content of a material by evaporating most of the water using heat energy. The pulp in this study is made from a mixture of Empty Palm Oil Bunches (TKKS) and banana fronds. In the drying process there is a heat transfer process which is divided into conduction and convection. Radiation heat

transfer events will be more effective if they occur in a vacuum, in contrast to conduction and convection heat transfer which requires the presence of heat transfer media. Thus, radiation heat transfer can be ignored. In this study, the pulp drying process was carried out using a tray dryer. Tray dryer or rack-type dryer is a square-shaped dryer with shelves inside, which is used as a place for the material to be dried. Based on the results of the drying process, the average value of the conduction heat transfer rate and convection heat transfer rate was obtained, where the conduction heat transfer rate was 0.127 kJ; 0.095 kJ; 0.070 kJ; 0.064 kJ; 0.051 kJ. The convection heat transfer rate is 0.042 kJ; 0.035 kJ; 0.023 kJ; 0.014 kJ; 0.009 kJ. Meanwhile, the moisture content of pulp that is close to the Standard of the Pulp Center, 1989 (SNI-7274: 2008) is 7.5% at a drying temperature of 70 °C with a drying time of 150 minutes.

Keywords: *Empty Palm Oil Bunches (TKKS), Banana Fronds, Pulp, Drying, Tray Dryer, Conduction and Convection Heat Transfer.*

PENDAHULUAN

Kayu memberikan kontribusi sampai 90% sebagai bahan baku pulp dan kertas di dunia sehingga hal tersebut sangat berpengaruh terhadap kondisi hutan (Aremu, 2015). Hasil limbah pertanian merupakan alternatif penting untuk menggantikan kayu sebagai bahan baku pada industri pulp dan kertas. Salah satu hasil limbah pertanian yang cukup berlimpah adalah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) mengandung selulosa sebanyak 40%, hemiselulosa 24%, lignin 21% dan kadar abu 15%. Kandungan selulosa pada limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) inilah yang berpotensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas (Fauzi, 2012).

Pelepah pisang merupakan salah satu limbah yang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *pulp* karena mengandung selulosa. Menurut hasil penelitian Bahri (2015), pelepah pisang memiliki kandungan selulosa sebesar 83,3% dan lignin sebesar 2.97 %. Berdasarkan nilai kandungan selulosanya, maka pelepah pisang dapat digunakan sebagai alternatif campuran bahan baku kertas pengganti kayu dengan nilai selulosa diatas 80%. Dalam proses pembuatan *pulp*, terdapat proses pengeringan yang penting karena terdapat penurunan nilai kadar air bahan. Sehingga dengan kadar air yang relatif rendah dapat menyebabkan umur simpan produk lebih lama. Salah satu alat pengering yang dapat digunakan dalam proses pengeringan *pulp* adalah alat pengering tipe *tray dryer*. *Tray dryer* dapat menghasilkan proses pengeringan yang jauh lebih cepat pada padatan, kristal dan bahan yang berbentuk granular serta dapat dikeringkan secara langsung. Dengan melihat kondisi tersebut, maka *tray dryer* sangatlah memungkinkan untuk mengeringkan *pulp* setelah diproses di dalam digester.

Menurut Paisal, dkk, (2018), alat pengering tipe *tray dryer* yang dirancang masih menggunakan sistem manual dimana pengeringan menggunakan sistem ruang pembakaran. Hal itu dapat menyebabkan masuknya asap ke dalam ruang pengering sehingga dapat menurunkan kualitas dan harga dari bahan yang

dikeringkan. Alat tersebut juga belum bisa melakukan *setting* temperatur yang diinginkan sehingga mengakibatkan temperatur udara panas yang masuk ke ruang pengering menjadi tidak stabil.

Dalam proses pengeringan, parameter suhu dan proses perpindahan panas berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Proses perpindahan panas yang terjadi adalah perpindahan panas konduksi dan perpindahan panas konveksi. Perpindahan panas radiasi dapat diabaikan karena perpindahan panas radiasi lebih efektif apabila terjadi pada ruang hampa, berbeda dengan perpindahan panas konduksi dan konveksi yang mengharuskan adanya media perpindahan panas. Sehingga, perpindahan panas secara radiasi dapat diabaikan.

Berdasarkan kajian tersebut, akan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai proses laju perpindahan panas konduksi dan laju perpindahan panas konveksi yang terjadi saat pengeringan *pulp* campuran Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dan pelepah pisang menggunakan alat pengering tipe *tray dryer*.

METODE

Pelaksanaan penelitian dilakukan mulai pada bulan April 2021 dengan menyiapkan bahan baku berupa Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Pelepah Pisang. Sedangkan pelaksanaan percobaan pembuatan produk *pulp* dilakukan pada Juli 2021. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium Pilot Plant dan Mikrobiologi Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya. Adapun tahap-tahap penelitian meliputi (1) Persiapan bahan baku, (2) Pelaksanaan percobaan, (3) Analisis Produk. Alat yang digunakan *tray dryer*, labu ukur, neraca analitik, gelas kimia, spatula, cetakan, termometer, saringan, aluminium foil, stopwatch, sarung tangan, anemometer. Sedangkan bahan yang digunakan yaitu pelepah pisang, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), aquadest, larutan NaOH.

1. Variabel Bebas
 - a. Temperatur Pengeringan : 50°C, 55 °C, 60°C, 65 °C, dan 70 °C.
 - b. Waktu Pengeringan : 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit, 150 menit, 180 menit, dan 210 menit,.
2. Variabel Kontrol
 - a. Bahan Baku : *Pulp* berbasis campuran tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pelepah pisang
 - b. Massa *Pulp* : 100 gram
 - c. Rasio *Pulp* : Perbandingan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) : pelepah pisang yaitu 1:2
 - d. Temperatur Pemasakan : 120°C
 - e. Waktu Pemasakan : 60 menit
3. Variabel Terikat : Kadar air *pulp*

Perlakuan dan Rancangan Percobaan, yaitu:

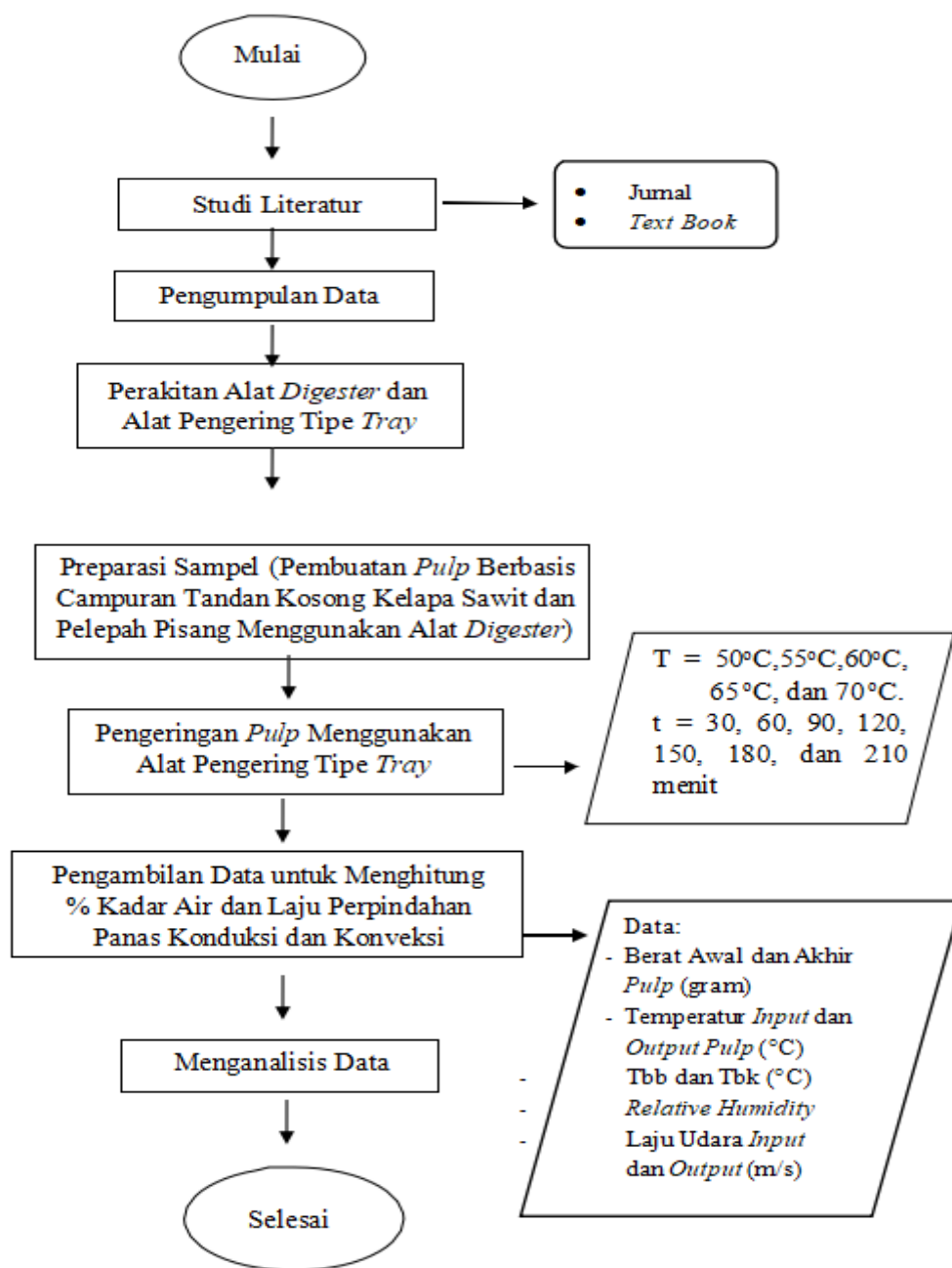


Diagram Alir Penelitian Menggunakan Alat Pengering Tipe *Tray*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 hingga tabel 6 ialah tabel hasil perhitungan yang didapatkan dari pengamatan selama proses pengeringan pulp menggunakan pengering tipe tray dryer.

Data Pengamatan Temperatur Bahan, Laju Udara, TBB, TBK, dan RH pada Temperatur 50°C

Temperatur Pengerangan (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Temperatur Bahan (°C)		Laju Udara (m/s)		TBB (°C)		TBK (°C)		RH (%)	
		<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (m/s)	<i>Out</i> (m/s)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (%)	<i>Out</i> (%)
50	0	30,8	34,8	7,9	1,4	28	30	36	42	53	42
	30		34,8	7,9	1,4	29	32	36	43	53	44
	60		34,8	7,9	1,4	29	32	37	45	53	41
	90		34,4	7,9	1,4	30	33	40	45	48	34
	120		34,6	7,9	1,4	29	31	37	42	39	35
	150		34,4	7,9	1,4	29	31	38	44	53	35
	180		34,5	7,9	1,4	30	31	41	46	43	27
	210		34,3	7,9	1,4	28	31	42	46	36	35

Data Pengamatan Temperatur Bahan, Laju Udara, TBB, TBK, dan RH pada Temperatur 55°C

Temperatur Pengerangan (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Temperatur Bahan (°C)		Laju Udara (m/s)		TBB (°C)		TBK (°C)		RH (%)	
		<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (m/s)	<i>Out</i> (m/s)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (%)	<i>Out</i> (%)
55	0	30,8	35,8	7,9	1,4	29	31	38	43	53	42
	30		35,8	7,9	1,4	30	32	39	45	53	44
	60		35,8	7,9	1,4	31	33	39	46	53	41
	90		35,0	7,9	1,4	31	33	38	43	48	34
	120		35,6	7,9	1,4	29	31	42	46	39	35
	150		35,4	7,9	1,4	29	32	37	45	53	35
	180		35,5	7,9	1,4	29	32	42	49	43	27
	210		35,3	7,9	1,4	29	32	42	47	36	35

Data Pengamatan Temperatur Bahan Laju Udara, TBB, TBK, dan RH pada Temperatur 60°C

Temperatur Pengerangan (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Temperatur Bahan (°C)		Laju Udara (m/s)		TBB (°C)		TBK (°C)		RH (%)	
		<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (m/s)	<i>Out</i> (m/s)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (%)	<i>Out</i> (%)
60	0	30,8	37,9	7,9	1,4	29	31	38	43	53	42
	30		37,5	7,9	1,4	30	33	38	45	53	44
	60		37,8	7,9	1,4	30	32	38	45	53	41
	90		37,5	7,9	1,4	28	30	38	45	48	34
	120		37,2	7,9	1,4	29	31	42	46	39	35
	150		37,1	7,9	1,4	29	31	38	46	53	35
	180		37,1	7,9	1,4	30	31	42	50	43	27
	210		37,8	7,9	1,4	28	31	42	46	36	35

Data Pengamatan Temperatur Bahan, Laju Udara, TBB, TBK, dan RH pada Temperatur 65°C

Temperatur Pengerangan (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Temperatur Bahan (°C)		Laju Udara (m/s)		TBB (°C)		TBK (°C)		RH (%)	
		<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (m/s)	<i>Out</i> (m/s)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (°C)	<i>Out</i> (°C)	<i>In</i> (%)	<i>Out</i> (%)
65	0	30,8	37,9	7,9	1,4	30	33	39	48	53	42
	30		37,5	7,9	1,4	30	34	45	52	53	44
	60		37,8	7,9	1,4	30	32	41	51	53	41
	90		37,5	7,9	1,4	30	32	39	44	48	34
	120		37,2	7,9	1,4	30	32	40	45	39	35
	150		37,1	7,9	1,4	30	29	39	46	53	35
	180		37,1	7,9	1,4	30	32	44	51	43	27
	210		37,8	7,9	1,4	30	32	44	51	36	35

Data Pengamatan Temperatur Bahan Laju Udara, TBB, TBK, dan RH pada Temperatur 70°C

Temperatur Pengerangan (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Temperatur Bahan (°C)		Laju Udara		TBB (°C)		TBK (°C)		RH (%)	
		In (°C)	Out (°C)	In (m/s)	Out (m/s)	In (°C)	Out (°C)	In (°C)	Out (°C)	In (%)	Out (%)
70	0	30,7	37,9	7,9	1,4	30	35	44	51	53	42
	30		37,5	7,9	1,4	30	33	47	51	53	44
	60		37,8	7,9	1,4	29	31	47	50	53	41
	90		37,5	7,9	1,4	29	32	45	50	48	34
	120		37,2	7,9	1,4	29	32	46	51	39	35
	150		37,1	7,9	1,4	29	31	47	50	53	35
	180		37,1	7,9	1,4	28	31	47	51	43	27
	210		37,8	7,9	1,4	28	31	47	51	36	35

Data Pengamatan Massa Bahan Setelah Dikeringkan

Waktu	Massa Bahan Setelah Dikeringkan				
	Temperatur 50°C	Temperatur 55°C	Temperatur 60°C	Temperatur 65°C	Temperatur 70°C
0	100	100	100	100	100
30	90,6	83,5	76,3	72,1	69,7
60	82,4	73	60,7	55,37	51,5
90	78,1	65,4	48,9	42,8	36,6
120	73	57,7	42,2	36,5	33,1
150	68,4	54,4	36,6	31,1	27,1
180	63	50,1	32,3	26,6	24,8
210	58,9	47,1	28,3	24,8	22,7

Data Hasil Perhitungan Pada Temperatur 50°C

Temperatur (°C)	Waktu Pengerangan (menit)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
50	0	80	0,1272	0,0418
	30	70,6	0,1272	0,0418
	60	62,4	0,1271	0,0416
	90	58,1	0,1270	0,0418
	120	53	0,1268	0,0419
	150	48,4	0,1269	0,0418
	180	43	0,1269	0,0416
	210	38,9	0,1268	0,0418

Data Hasil Perhitungan Pada Temperatur 55°C

Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan (menit)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
55	0	79,8	0,0954	0,0353
	30	63,3	0,0953	0,0354
	60	52,8	0,0953	0,0353
	90	45,2	0,0952	0,0351
	120	37,5	0,0952	0,0349
	150	34,2	0,0952	0,0350
	180	29,9	0,0951	0,0350
	210	26,9	0,0952	0,0352

Data Hasil Perhitungan Pada Temperatur 60°C

Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan (menit)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
60	0	80	0,0699	0,0233
	30	56,3	0,0697	0,0231
	60	40,7	0,0697	0,0232
	90	28,9	0,0698	0,0230
	120	22,2	0,0698	0,0229
	150	16,6	0,0696	0,0231
	180	12,3	0,0696	0,0231
	210	8,3	0,0699	0,0233

Data Hasil Perhitungan Pada Temperatur 65°C

Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan (menit)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
65	0	79,8	0,0699	0,0233
	30	51,9	0,0697	0,0231
	60	35,2	0,0697	0,0232
	90	22,6	0,0698	0,0230
	120	16,3	0,0698	0,0229
	150	10,9	0,0696	0,0231
	180	6,4	0,0696	0,0231
	210	4,6	0,0699	0,0233

Data Hasil Perhitungan Pada Temperatur 70°C

Temperatur (°C)	Waktu Pengeringan (menit)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
70	0	79,4	0,0511	0,0094
	30	49,1	0,0509	0,0094
	60	32,9	0,0506	0,0094
	90	18,0	0,0509	0,0092
	120	12,5	0,0507	0,0092
	150	7,5	0,0508	0,0091
	180	5,2	0,0505	0,0091
	210	4,1	0,0505	0,0091

Data Perhitungan Rata – Rata Kadar Air, Laju Perpindahan Panas Konduksi dan Laju Perpindahan Panas Konveksi

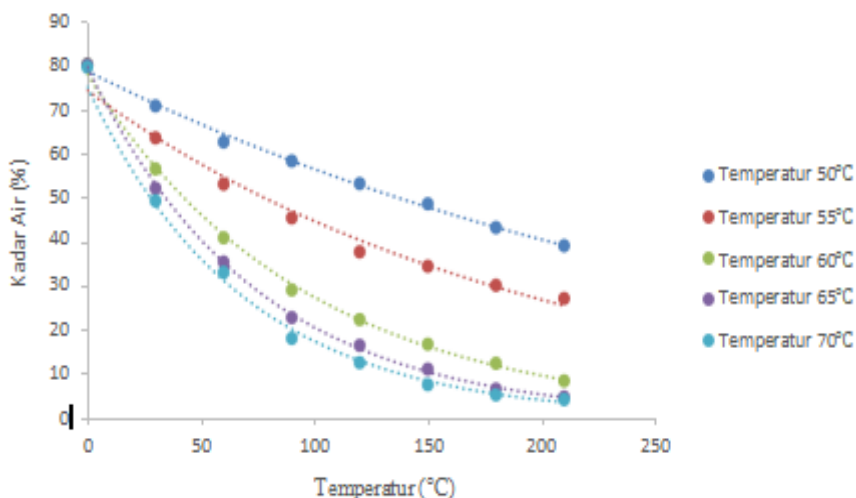
Temperatur (°C)	Kadar Air (%)	Laju Perpindahan Konveksi (kJ)	Laju Perpindahan Konduksi (kJ)
50	56,8	0,042	0,127
55	46,2	0,035	0,095
60	33,162	0,023	0,070
65	28,5	0,014	0,064
70	26,0	0,009	0,051

Pengaruh Temperatur dan Waktu Pengeringan terhadap % Kadar Air Pulp

Pengeringan adalah proses pengeluaran kandungan air bahan hingga mencapai kandungan air tertentu agar kecepatan kerus bahan dapat diperlambat. Proses ini dipengaruhi oleh temperatur, kelembaban udara lingkungan, kecepatan aliran udara pengering, kandungan air yang diinginkan, dan kapasitas pengering (Suharto, 1991).

Kadar air merupakan salah satu sifat kimia dari bahan yang menunjukkan banyaknya air yang terkandung di dalam bahan. Penurunan kandungan kadar air yang terjadi pada *pulp* sangat dipengaruhi oleh temperatur dan waktu pengeringan yang dilakukan. Waktu pengeringan yang lama akan mengakibatkan kontak antara *pulp* dengan udara panas semakin lama, sehingga kadar air yang menguap akan semakin besar (Mc. Cabe, 1985). Akan tetapi pengeringan yang terlalu cepat dapat merusak bahan, yakni permukaan bahanterlalu cepat kering, sehingga tidak sebanding dengan permukaan bahan (case hardening)(Taib,1988).

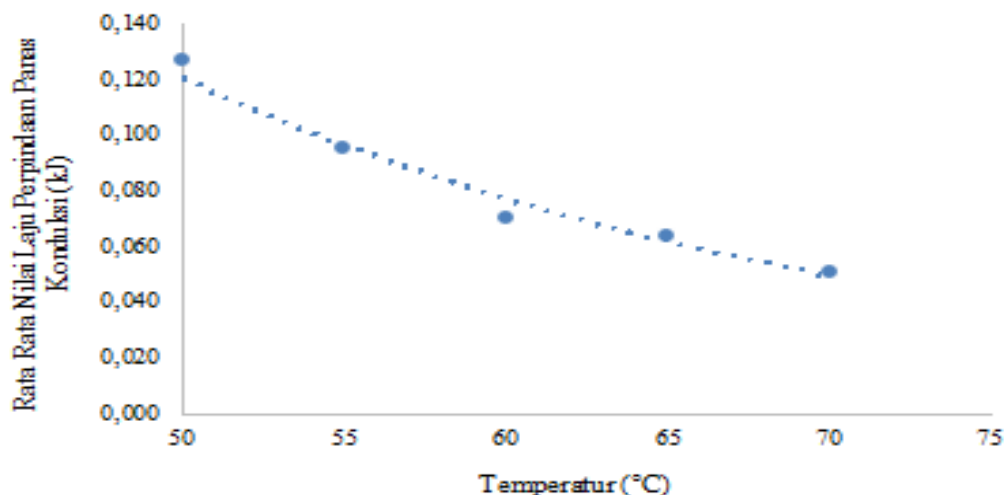
Kadar air yang diperoleh pada pengeringan *pulp* pada temperatur 50°C, 55°C, 60°C, 65°C, dan 70°C selama 210 menit dapat dilihat pada Gambar 4.1 di bawah ini.



Grafik 1. Perubahan Kadar Air

Gambar ini menunjukkan hasil penurunan kadar air *pulp* dimana pengeringan *pulp* dilakukan dalam kurun waktu 210 menit. Dimana, nilai kadar air terendah terdapat pada temperatur 70°C yaitu 4,1% selama 210 menit. Untuk nilai kadar air yang sudah mendekati SNI terdapat pada temperatur 70°C dengan waktu pengeringan 150 menit, yaitu 7,5%. Penurunan nilai kadar air ini terus berlangsung dengan semakin lamanya waktu yang digunakan selama proses pegeringan hingga waktu 210 menit. Gambar 4.2 menunjukkan perubahan kadar air pulp berdasarkan temperatur pengeringannya. Semakin tinggi temperatur dan lamanya waktu pengeringan yang diberikan, memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap kecepatan perpindahan air. Menurut Rachmawan (2001), menyatakan bahwa semakin tinggi temperatur pengeringan, makin cepat pula proses pengeringan berlangsung. Makin tinggi temperatur udara pengering, makin besar energi panas yang dibawa udara sehinggadikeringkan. Jika kecepatan aliran udara pengering makin tinggi maka makin cepat massa uap air yang dipindahkan dari bahan ke atmosfer.

Penentuan Laju Perpindahan Panas Konveksi terhadap Temperatur Pengeringan

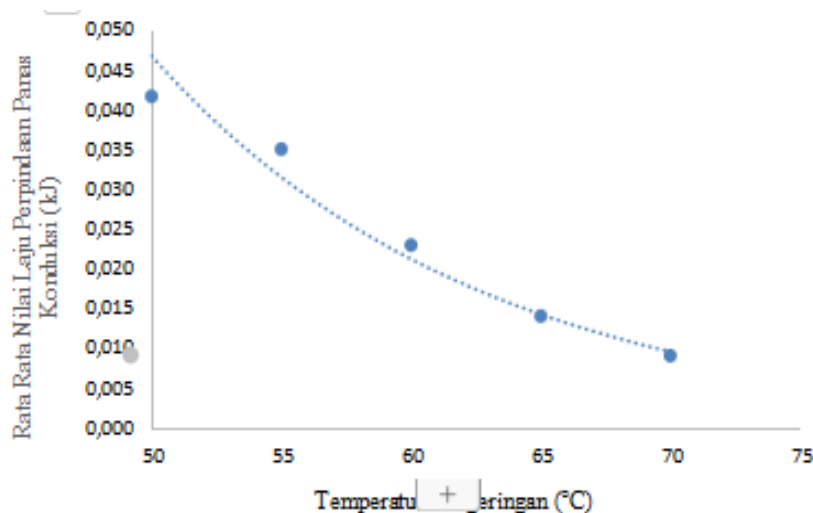


Grafik 2. Penentuan Laju Perpindahan Panas Konveksi terhadap Temperatur Pengeringan

Pada pengeringan *pulp* terjadi proses perpindahan panas secara konveksi dan konduksi. Perpindahan panas konveksi terjadi karena fluida (udara panas) mengalami kontak secara langsung dengan bahan yang dikeringkan. Pada Gambar 4.2, dapat dilihat grafik rata – rata dari nilai laju perpindahan panas konveksi. Pada awal pengeringan, nilai laju perpindahan panas konveksi lebih besar. Hal ini dapat terjadi karena pada awal proses pengeringan terjadi kontak langsung antara *pulp* dengan media udara panas pengering. Air yang terdapat pada permukaan *pulp* akan teruapkan lebih banyak dan terjadilah penurunan dari kandungan air pada *pulp*. Pada waktu pengeringan di temperatur 55°C, terjadi penurunan nilai dari laju perpindahan panas konveksi. Penurunan ini terjadi dikarenakan air yang diuapkan sudah berkurang tidak sebanyak pada saat awal pengeringan. Panas sudah mulai merambat dan mengalir ke permukaan *pulp* yang dikeringkan. Laju pengeringan pada temperature 65 dan 70 cenderung konstan. Hal ini terjadi, dikarenakan transfer panas ke dalam bahan semakin kecil dan mendekati angka optimum.

Laju perpindahan panas konveksi bergantung pada perubahan temperatur, luas permukaan, dan koefisien konveksi yang dilambangkan dengan h_c (W/m^2K). Perpindahan panas konveksi di sini memiliki arah aliran laminar karena memiliki bilangan reynold sebesar 0,0244. Arah aliran dikatakan laminar bila memiliki $Re < 500$. Aliran laminar bersifat *steady* maksudnya alirannya tetap yang menunjukkan bahwa kecepatan aliran tidak berubah menurut waktu. Perpindahan panas konveksi pada proses pengeringan *pulp* ini termasuk ke dalam tipe konveksi paksa karena disebabkan oleh faktor eksternal yaitu *fan/blower*.

Penentuan Laju Perpindahan Panas Konduksi terhadap Temperatur Pengeringan



Grafik 3. Penentuan Laju Perpindahan Panas Konduksi terhadap Temperatur Pengeringan

Besarnya laju perpindahan konduksi pada awal pengeringan di temperatur 50°C dikarenakan pada awal pengeringan setiap lapisan permukaan *pulp* terjadi peningkatan laju pindah panas karena pada tahap ini terjadi kontak langsung antara *pulp* dengan media udara panas dari sekitaran dinding pelat pengering. Adanya perbedaan temperatur yang menyebabkan perpindahan panas konduksi ini terjadi. Konduksi digambarkan sebagai perpindahan panas yang terjadi dari partikel yang berenergi lebih tinggi ke partikel yang berenergi lebih rendah dari suatu media sebagai akibat dari interaksi antar partikel tersebut. Penurunan berkala terjadi setelah pengeringan suhu 50°C ke atas. Penurunan laju perpindahan panas ini terjadi karena panas yang kontak dengan bahan yang dikeringkan sudah mulai mengalir ke lapisan-lapisan permukaan pada *pulp*. Kecepatan dari udara mempengaruhi dari gerakan partikel udara, sehingga kontak antara udara dengan *pulp* akan merata.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Diperoleh nilai rata – rata laju perpindahan panas konduksi dan laju perpindahan panas konveksi, dimana untuk laju perpindahan panas konduksi sebesar 0,127 kJ; 0,095 kJ; 0,070 kJ; 0,064 kJ; 0,051 kJ. Untuk laju perpindahan panas konveksi sebesar 0,042 kJ; 0,035 kJ; 0,023 kJ; 0,014kJ; 0,009 kJ.
2. Kandungan kadar air *pulp* yang mendekati standar Balai Besar *Pulp*, 1989 (SNI No. 08-7070-2005.) adalah 7,5% pada temperatur pengeringan 70°C dengan waktu pengeringan 150 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Azizah, Siti Nur. 2013. *Skринing Bakteri Selulolitik Asal Vermicomposting Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Jember : Universitas Jember.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). *SNI 08-7070-2005 Cara Uji Kadar Air Pulp dan Kayu dengan Metode Pemanasan dalam Oven*.
- Bahri, S. (2017). Pembuatan Pulp dari Batang Pisang. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 36. <https://doi.org/10.29103/jtku.v4i2.72>
- Brooker Donald B, Baker dan Hall. 1981. *Drying and Storage of Grains and Oilseeds*. The AVI Publishing Company Inc. New York.
- Buckle, K.A., 1987. *Ilmu Pangan*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Chang, S.H., 2014, *An Overview of Empty Fruit Bunch from Oil Palm as Feedstock for Bio- oil Production*, Biomass & Bioenergy, 1-8
- Cengel, A. Yunus. (2003). *Heat Transfer A Practical Approach* (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Fabianto, S Yoke. 2009. *Perbedaan Tandan Pisang dan Pelelah Pisang*. <http://id.answer.yahoo.com>
- Geankoplis, C.J., 1993, "Transport Process and Unit Operations", 3rd ed., Allyn and Bacon Inc., 7 Wells Avenue, Massachussets.
- Handayani, S. U., & Darmanto, S. (2014). Uji Unjuk Kerja Sistem Pengering Dehumidifier untuk Pengeringan Jahe. *Agritech*, 34(02), 232–238. <https://doi.org/10.22146/agritech.9514>
- Harsini, T., Susilowati, (2010), Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv, *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No. 2*: 80-89.
- Incropera. F. P, 1996, *Fundamentals of Heat and Mass Transfer*, Jhon Wiley and Sons, New York.
- Kasoema, Belangi Ariwesnate. 2016. *Karakteristik Kertas Seni Berbahan Baku Lima Jenis Tandan Pisang*. Universitas Andalas
- Kern, Donald. Q., 1965, "Process Heat Transfer", New York : Mc Graw-Hi Book Company.
- Kothandaraman, C. P. (2006). *Fundamentals Heat and Mass Transfer* (3rd ed.).