

# PENGERINGAN KONSENTRAT PROTEIN DARI DAUN TURI PADA SUHU RENDAH DENGAN *FLUIDIZED BED DRIER*

Yenni Pintauli Pasaribu<sup>\*)</sup>

## ABSTRACT

Turi leaves as a cheap protein source can be converted into protein concentrates for feed livestock industrial raw material. The analysis results for the leaf indicate that turi has moisture content of 83-84%, crude protein content 4.1-4.8%, crude fibre 2,5-2,9%, and ash levels 1,3-1,5%. Whereas the analysis results for turi leaves concentrates has 40,15% protein, 1,09% ash, and 0,74% crude fibre. The method for making turi leaves concentrates consist by three processes i.e., coagulation, extraction and drying results. The extraction is done by using a blender by comparison raw materials:solvent of 1:3 and extraction for 3 minutes. Coagulation process is done by the addition of 1 N HCl to pH 3.5 and warming obtained at a temperature of 70°C for 10 minutes. The drying is done with fluidized bed drier at low temperatures, i.e. 40-57°C. The variable learned is the speed of air drying and humidity. Mathematical model that was compiled can be used to predict drying process quite well. The relationship between the coefficient of effective difusivity ( $De$ ) with the mass transfer coefficient ( $Ky$ ) can be expressed by dimensionless number  $Sh = 2,6292 \cdot 10^{-11} Re^{0,6387}$  with corrected average of 7,5293%. The equation can be used to determine the value of  $Ky$  that could be used to predict drying process for turi leaves protein concentrates with fluidized bed drier on the other conditions. The results of the analysis show that protein concentrates made from turi leaves has 40,15% protein, ash levels 1,09%, and crude fibre 0,74%.

Keywords: Turi leaves, protein concentrates, fluidized bed drier, mathematical model.

## PENDAHULUAN

Protein merupakan salah satu unsur penting yang sangat dibutuhkan oleh tubuh makhluk hidup sehingga kebutuhan protein harus tercukupi. Sumber protein ada dua macam yaitu tumbuh-tumbuhan (protein nabati) dan hewani (protein hewani). Kadar protein hewan lebih tinggi daripada kadar protein nabati. Ternak unggas, ruminansia, dan perikanan darat merupakan sumber protein hewan terbesar saat ini.

Pengembangan industri peternakan di Indonesia sedang digalakkan baik ternak unggas, ruminansia maupun perikanan darat untuk memenuhi kebutuhan pangan nasional. Di sisi lain, kendala utama industri peternakan di Indonesia adalah bahan baku

---

<sup>\*)</sup> Staf pengajar pada Jurusan Keteknikan Pertanian Universitas Musamus

pakan ternak terutama sumber protein seperti bungkil kedelai dan tepung ikan yang masih harus diimpor. Saat ini dirasa perlu mencari sumber protein baru yang berbahan baku murah sebagai pengganti konsentrat protein yang sangat mahal harganya.

Ada beberapa jenis tanaman di Indonesia yang mengandung protein cukup tinggi sehingga potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan konsentrat protein tetapi selama ini belum banyak dimanfaatkan khususnya bagian daunnya seperti daun kacang tanah, sengon, lamtoro, ketela pohon, dan daun turi.

Penelitian mengenai penggunaan daun sebagai bahan baku pakan ternak telah banyak dilakukan. Rudyanto (1991) meneliti penggunaan tepung daun papaya untuk pakan ayam pedaging, Hamzah (1993) telah meneliti penggunaan tepung daun singkong untuk pakan itik. Dari kedua penelitian tersebut disimpulkan bahwa sampai dengan jumlah tertentu hasilnya cukup baik tetapi jika digunakan dalam jumlah tertentu akan menimbulkan efek negatif. Selain mempunyai kandungan protein yang cukup tinggi, konsentrat protein juga mempunyai kandungan vitamin, pro vitamin, dan mineral yang lazim terkandung dalam sayuran hijau lain.

Agar dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber protein, daun perlu diproses dahulu. Salah satu cara yang dapat digunakan adalah dengan membuat konsentrat protein daun. Konsentrat daun yang dihasilkan dapat digunakan untuk mensubstitusi sebagian bungkil kedelai dan tepung ikan sebagai bahan baku industri pakan ternak.

Proses pengeringan tradisional selama ini hanya mengandalkan energi matahari. Hasil pengeringan cara ini sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti kelembaban udara dan musim. Pada musim penghujan, cara ini praktis tidak dapat dilaksanakan sehingga perlu dicari sistem pengeringan konsentrat protein yang dapat digunakan sepanjang tahun untuk menjamin ketersediaan konsentrat protein pakan ternak.

Metoda yang sering digunakan untuk mengeringkan konsentrat protein dalam dunia industri adalah metoda *spray drier* dan *freeze drier*. Namun kedua cara ini membutuhkan investasi yang sangat besar dan tidak sesuai untuk skala kecil. Untuk itu digunakan cara pengeringan dengan *fluidized bed drier* pada suhu rendah. Keuntungan menggunakan *fluidized bed drier* adalah :

1. Proses lebih mudah dikendalikan
2. Hasil yang diperoleh baik.
3. Prosesnya lebih cepat
4. Ruangan yang diperlukan lebih sedikit.

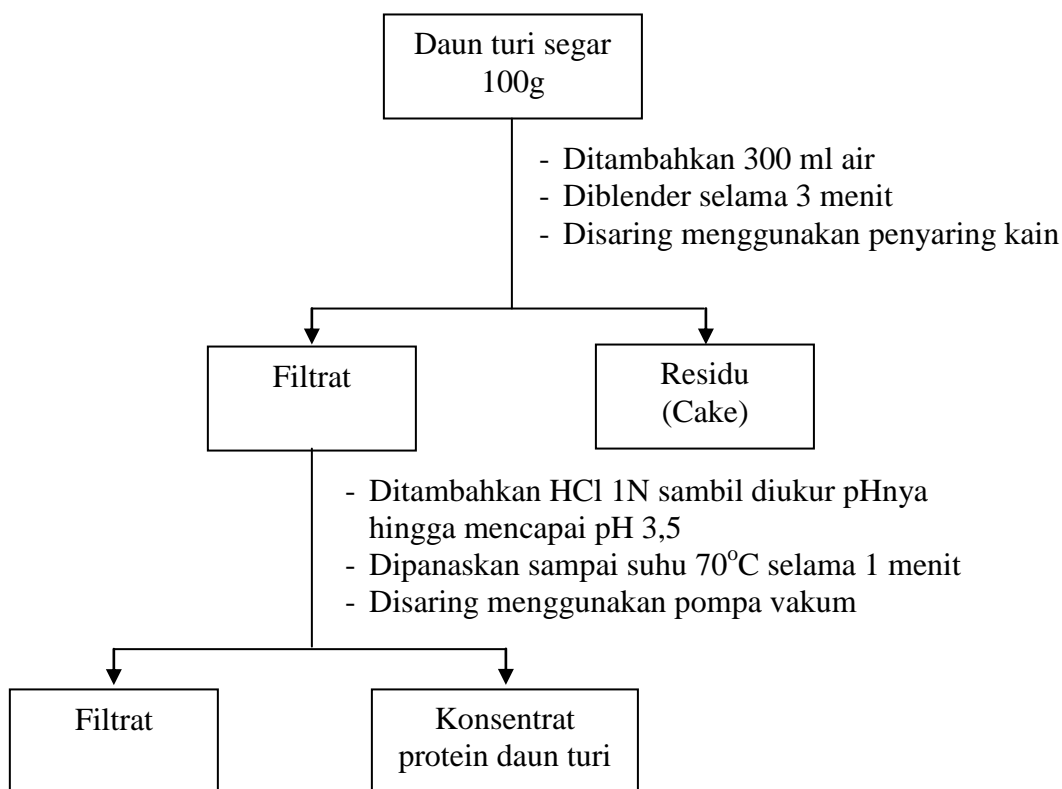
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mencari kondisi operasi yang optimal untuk pengeringan konsentrat protein.
2. Mempelajari proses pengeringan dengan menyusun model matematisnya.
3. Mempelajari pengaruh variabel-variabel proses terhadap proses perpindahan massa dan panas.
4. Menentukan hubungan antara variable-variabel proses dalam bentuk kelompok bilangan tak berdimensi.

### **METODE PENELITIAN**

Rangkaian alat pengeringan konsentrat protein yang digunakan dalam penelitian ini adalah *air conditioning*, *blower*, pengatur kecepatan udara, pengatur suhu, higrometer, lubang pengukuran kelembaban udara dan kolom fluidisasi. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah daun turi diperoleh dari Kabupaten Sleman, D.I. Yogyakarta, larutan asam klorida 1N dan air suling.

Pelaksanaan penelitian dilakukan melalui 2 (dua) tahapan yaitu perlakuan pendahuluan dan proses pengeringan. Perlakuan pendahuluan yang dilakukan adalah pembuatan konsentrat protein. Tahapan ini dapat dilihat pada Gambar 1. Selanjutnya hasil konsentrat protein dikeringkan menggunakan *fluidized bed drier*. Kecepatan udara pengering dan kelembaban diatur sesuai dengan yang diinginkan. Untuk setiap waktu tertentu sampel ditimbang beratnya. Kadar air pada waktu tertentu dihitung dengan mencari selisih berat sampel dengan bahan kering dan membaginya dengan berat bahan kering.



Gambar 1. Diagram Alir Perlakuan Pendahuluan

Dari hasil penelitian diperoleh data kadar air padatan untuk waktu tertentu. Berdasarkan data tersebut dilakukan perhitungan nilai koefisien perpindahan massa dan koefisien difusivitas efektif menggunakan program komputer. Koefisien perpindahan massa dan koefisien difusivitas efektif dicari dengan memilih nilai-nilai yang memberikan SSE minimum. Hubungan antara koefisien perpindahan massa dengan variabel-variabel yang berpengaruh yang telah disusun dalam kelompok bilangan tak berdimensi dapat dicari dengan regresi linier.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Pembuatan Konsentrat Protein Daun dengan Metoda Ekstraksi Mekanis

Pada proses ini daun segar diekstraksi dengan air menggunakan blender sampai halus. Terjadi proses perusakan sel daun, isi sel daun atau plasma sel di mana terdapat banyak protein daun dan protein daun tersebut akan keluar dan larut

dalam pelarut air. Ada banyak faktor yang mempengaruhi proses ini baik alat, kondisi proses maupun keadaan daun.

Faktor-faktor yang mempengaruhi alat antara lain adalah kecepatan putar pisau pemotong, ketajaman, bentuk pisau, dan ukuran alat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah blender sederhana sehingga faktor-faktor yang ada tidak divariasikan dan dioptimalkan.

Keadaan daun yang paling penting adalah kekuatan dinding sel daun yang berpengaruh terhadap mudah tidaknya protein terambil. Kekuatan dinding sel daun banyak dipengaruhi oleh kandungan lignin yang ada. Semakin besar kandungan lignin akan membuat dinding sel daun menjadi keras dan kuat sehingga protein lebih sulit terekstraksi. Kandungan lignin pada daun dipengaruhi oleh jenis tanaman, usia tanaman, dan usia daun itu sendiri. Semakin tinggi usia tanaman semakin besar kandungan lignin dan protein semakin sulit terekstraksi. Daun yang tua juga lebih sulit terekstraksi proteinnya dibandingkan daun yang muda. Namun jika daun terlalu muda akan berpengaruh pada proses *browning* selama pengeringan hasil.

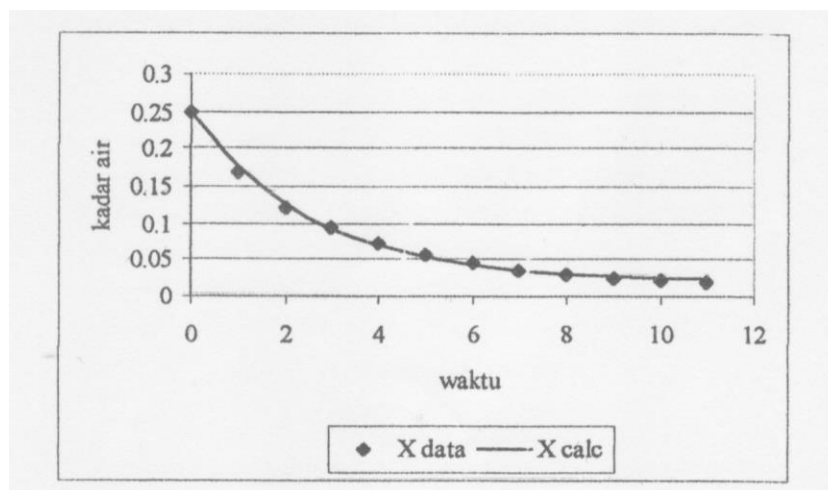
Kondisi proses yang berpengaruh adalah waktu ekstraksi dan perbandingan jumlah bahan dengan pelarut. Waktu ekstraksi diambil 3 menit sebagai waktu optimum. Jika diekstraksi lebih lama akan mengakibatkan terjadinya busa dan bubur akan lebih kental seperti gel sehingga pemisahan *filtrate* dan *cake* menjadi lebih sulit.

## **2. Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu**

Percobaan dilakukan terhadap konsentrat yang berbentuk serbuk berbentuk padatan yang dianggap sebagai bola berdiameter 0,0855 cm. Hasil percobaan dapat dilihat dalam Daftar II dan Gambar 4.

Daftar II. Hubungan Kadar Air dengan Waktu pada  $Re = 28,4672$  ( $v = 1,5$  m/s; berat bahan kering  $W = 4g$ ;  $T_b = 29^\circ C$ ;  $T_k = 40^\circ C$ ;  $Y = 0,021$ )

Waktu	Berat bahan basah, $W_b$ (g)	X data	X simulasi
0	5,00	0,2500	0,2500
1	4,68	0,1700	0,1760
2	4,48	0,1200	0,1259
3	4,38	0,0950	0,0918
4	4,29	0,0725	0,0687
5	4,22	0,0550	0,0530
6	4,18	0,0450	0,0423
7	4,14	0,0350	0,0351
8	4,12	0,0300	0,0302
9	4,10	0,0250	0,0268
10	4,09	0,0225	0,0246
11	4,08	0,0200	0,0230



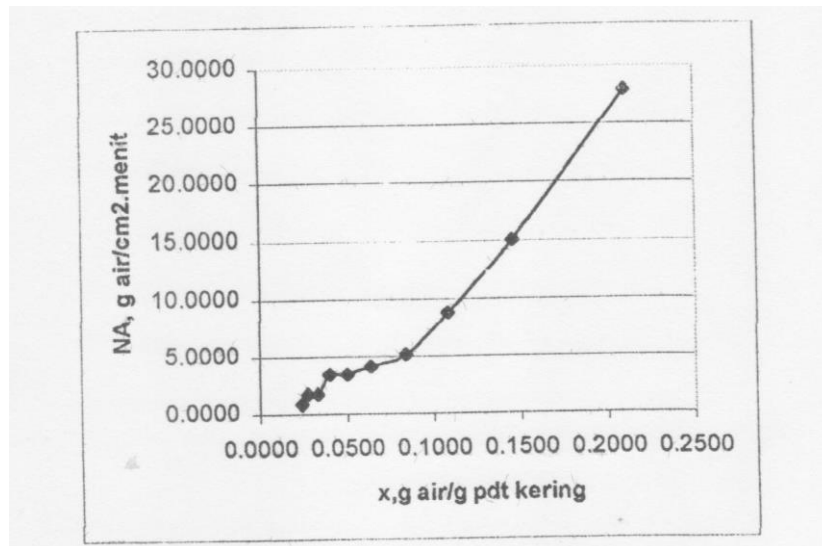
Gambar 4. Hubungan Antara Kadar Air dengan Waktu pada  $Re = 28,4672$

Dari Daftar II dan Gambar 4 terlihat bahwa kadar air di dalam padatan semakin berkurang dengan bertambahnya waktu. Hal ini disebabkan air yang ada di dalam padatan mendifusi keluar dan menguap ke udara sehingga semakin lama air di dalam padatan semakin sedikit.

Kurva kecepatan pengeringan untuk Daftar II dapat dilihat pada Daftar III dan Gambar 5.

Daftar III. Hubungan Kecepatan Pengeringan Konstan dengan Kadar Air pada Kondisi Konstan ( $\Delta t = 2$  menit;  $L_s = 4$  gram;  $d = 0,0855$  cm).

No	X data	delta X	$N_A$
1	0,2500	0,0800	27,8675
2	0,1700	0,0500	15,0000
3	0,1200	0,0250	8,7086
4	0,0950	0,0225	5,1052
5	0,0725	0,0175	4,2140
6	0,0550	0,0100	3,4834
7	0,0450	0,0100	3,4834
8	0,0350	0,0500	1,7417
9	0,0300	0,0500	1,7417
10	0,0250	0,0025	0,8709
11	0,0225	0,0025	0,8709
12	0,0200	-	-



Gambar 5. Kurva Hubungan Kecepatan Pengeringan dengan Air pada  $Re = 28,4672$

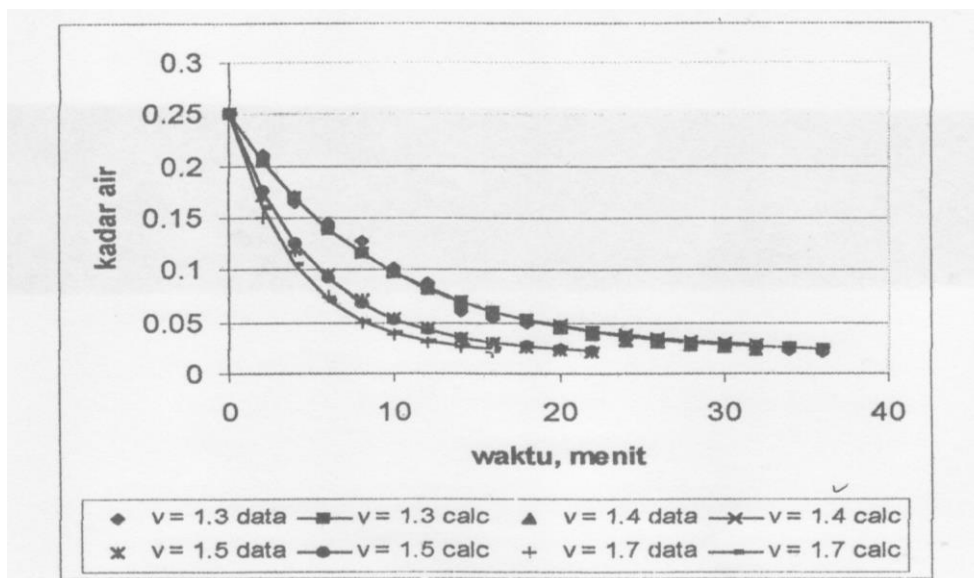
Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa kecepatan pengeringan berada pada periode kecepatan pengeringan menurun. Pada periode ini kandungan air dalam padatan telah mencapai nilai kritis  $X_c$ ; cairan permukaan sudah sangat berkurang sehingga proses pengeringan selanjutnya akan menimbulkan *spot* (permukaan kering). Spot ini memperbesar permukaan sehingga kecepatan pengeringan menurun.

### 3. Pengaruh Kecepatan Udara Pengering

Pengaruh kecepatan udara pengering terhadap kadar air terlihat pada Daftar IV dan Gambar 6.

Daftar IV. Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu pada Berbagai Kecepatan Udara Pengering (  $T_b = 29^\circ\text{C}$ ;  $T_k = 40^\circ\text{C}$ ;  $Y = 0,021$ ; berat bahan kering  $W = 4 \text{ g}$ )

Waktu	v = 1.3 m/s			v = 1.4 m/s			v = 1.5 m/s			v = 1.7 m/s		
	Wb,g	X data	X calc	Wb,g	X data	X calc	Wb,g	X data	X calc	Wb,g	X data	X calc
0	5.00	0.2500	0.2500	5.00	0.2500	0.2500	5.00	0.2500	0.2500	5.00	0.2500	0.2500
1	4.84	0.2100	0.2049	4.82	0.2050	0.2048	4.68	0.1700	0.1259	4.60	0.1500	0.1603
2	4.66	0.1650	0.1687	4.68	0.1700	0.1686	4.48	0.1200	0.0911	4.47	0.1175	0.1055
3	4.58	0.1450	0.1396	4.58	0.1450	0.1395	4.38	0.0950	0.0687	4.30	0.0750	0.0722
4	4.51	0.1275	0.1161	4.48	0.1200	0.1163	4.29	0.0725	0.0530	4.20	0.0500	0.0518
5	4.41	0.1025	0.0973	4.40	0.1000	0.0976	4.22	0.0550	0.0423	4.15	0.0375	0.0394
6	4.35	0.0875	0.0821	4.33	0.0825	0.0826	4.18	0.0450	0.0351	4.12	0.0300	0.0318
7	4.24	0.0600	0.0699	4.27	0.0675	0.0706	4.14	0.0350	0.0302	4.10	0.0250	0.0272
8	4.22	0.0550	0.0601	4.24	0.0600	0.0610	4.12	0.0250	0.0268	4.08	0.0200	0.0244
9	4.20	0.0500	0.0522	4.21	0.0525	0.0533	4.10	0.0225	0.0246			
10	4.18	0.0450	0.0459	4.18	0.0450	0.0471	4.09	0.0200	0.0230			
11	4.16	0.0400	0.0408	4.15	0.0375	0.0422						
12	4.14	0.0350	0.0367	4.13	0.0325	0.0382						
13	4.13	0.0325	0.0334	4.12	0.0300	0.0350						
14	4.12	0.0300	0.0307	4.11	0.0275	0.0324						
15	4.11	0.0275	0.0286	4.10	0.0250	0.0304						
16	4.10	0.0250	0.0269	4.09	0.0225	0.0287						
17	4.09	0.0225	0.0255									
18	4.08	0.0200	0.0244									



Gambar 6. Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu pada Berbagai Kecepatan Udara Pengering.



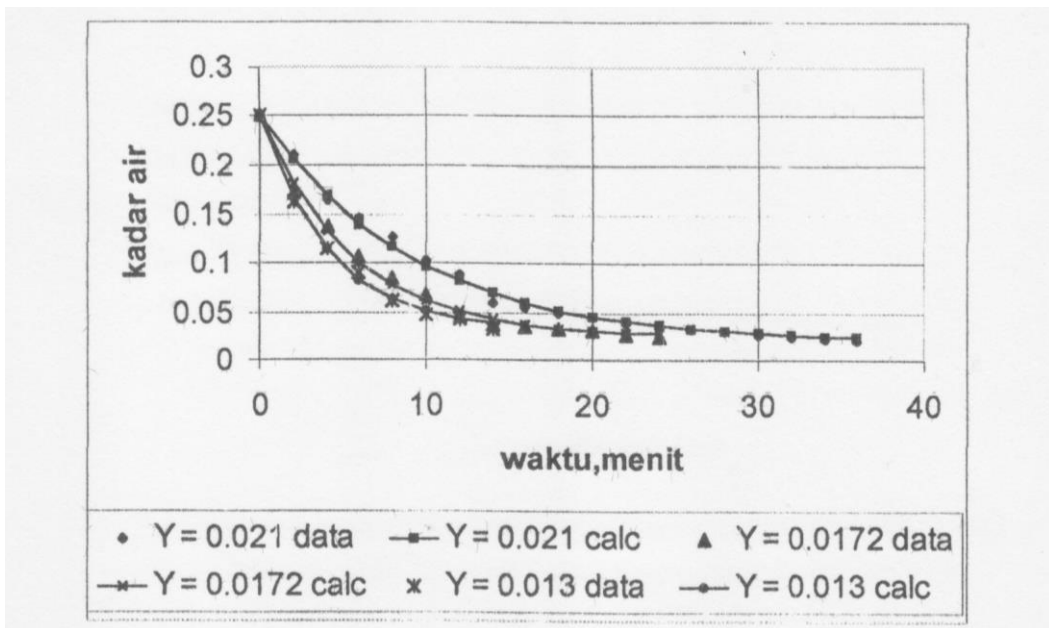
Dari Daftar IV dan Gambar 6 terlihat bahwa kecepatan udara sangat berpengaruh terhadap kecepatan berkurangnya kadar air bahan. Kecepatan udara pengering akan berbanding lurus dengan nilai Bilangan Reynolds yang menunjukkan tingkat turbulensi udara. Semakin tinggi kecepatan udara semakin besar pula nilai Bilangan Reynolds yang menyebabkan nilai koefisien perpindahan massa ( $K_y$ ) semakin besar. Hal ini sesuai dengan landasan teori di mana nilai  $K_y$  dipengaruhi oleh turbulensi udara. Kecepatan perpindahan massa berbanding lurus dengan koefisien perpindahan massa, semakin besar nilai  $K_y$  maka kecepatan perpindahan massa akan semakin besar, ini berarti bahan akan semakin cepat kering.

#### 4. Pengaruh Kelembaban Udara Pengering

Kadar air udara pengering sangat berpengaruh terhadap kecepatan pengeringan bahan karena *driving force* dari proses perpindahan massa air dari bahan ke udara adalah beda konsentrasi air kesetimbangan ( $Y^*$ ) dengan kadar air udara ( $Y$ ). Semakin kering udara yang dipakai akan semakin cepat penurunan kadar air per satuan waktu. Hasil dari percobaan dapat dilihat di Daftar V dan Gambar 7.

Daftar V. Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu pada Berbagai Kelembaban Udara Pengering ( $v = 0,13$  m/s dan berat bahan kering,  $W = 4$  g).

Waktu	Tk=40°C, Tb=29°C, Y= 0.021			Tk=36°C, Tb=26°C Y= 0.0172			Tk=32°C, Tb=22°C, Y = 0.013		
	Wb,g	X data	X calc	Wb,g	X data	X calc	Wb,g	X data	X calc
0	5.00	0.2500	0.2500	5.00	0.2500	0.2500	5.00	0.2500	0.2500
1	4.84	0.2100	0.2049	4.68	0.1700	0.1815	4.65	0.1625	0.1658
2	4.66	0.1650	0.1687	4.55	0.1375	0.1339	4.46	0.1150	0.1142
3	4.58	0.1450	0.1396	4.43	0.1075	0.1008	4.36	0.0900	0.0825
4	4.51	0.1275	0.1161	4.34	0.0850	0.0778	4.25	0.0625	0.0631
5	4.41	0.1025	0.0973	4.27	0.0675	0.0618	4.19	0.0475	0.0511
6	4.35	0.0875	0.0821	4.18	0.0450	0.0507	4.17	0.0425	0.0438
7	4.24	0.0600	0.0699	4.15	0.0375	0.0429	4.13	0.0325	0.0393
8	4.22	0.0550	0.0601	4.14	0.0350	0.0376			
9	4.20	0.0500	0.0522	4.13	0.0325	0.0338			
10	4.18	0.0450	0.0459	4.12	0.0300	0.0312			
11	4.16	0.0400	0.0408	4.11	0.0275	0.0294			
12	4.14	0.0350	0.0367	4.10	0.0250	0.0282			
13	4.13	0.0325	0.0334						
14	4.12	0.0300	0.0307						
15	4.11	0.0275	0.0286						
16	4.10	0.0250	0.0269						
17	4.09	0.0225	0.0255						
18	4.08	0.0200	0.0244						



Gambar 7. Hubungan antara Kadar Air dengan Waktu pada Berbagai Kelembaban Udara Pengering.

Dari Daftar V dan Gambar 7 terlihat bahwa penurunan kadar air yang paling cepat adalah pada kelembaban udara pengering  $Y = 0,013$  g air/ g udara. Pada penelitian ini digunakan alat pendingin udara untuk menurunkan kelembaban udara. Untuk memvariasikan kelembaban udara maka suhu *wet bulb* dan *dry bulb* pada *hygrometer* diubah-ubah. Agar diperoleh kelembaban udara yang rendah maka suhu *wet bulb* dibuat rendah, demikian pula sebaliknya.

Model matematika yang disusun umumnya mampu memprediksi proses pengeringan ini dengan relatif cukup baik. Harga  $K_y$  dan  $De$  ditentukan dari hasil perhitungan dengan model ini. Hasil perhitungan selengkapnya ditunjukkan pada daftar VI berikut ini.

Daftar VI. Tabel Harga Kyd dan De Hasil Optimasi pada Berbagai Kondisi

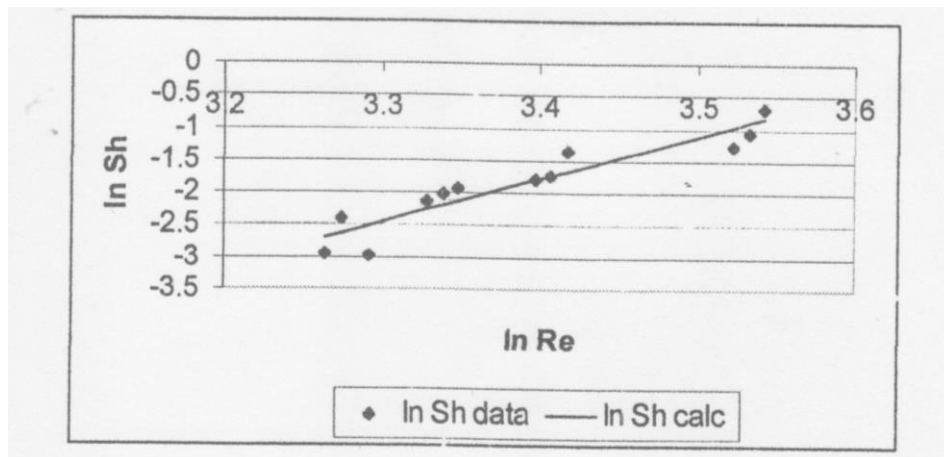
No	v, m/s	Tk	$\rho \cdot 10^4$	$\mu \cdot 10^4$	Re	Ky. $10^4$	De. $10^2$	Ralat(%)
1	1,3	40	4,6613	2,00	25,9052	0,4932	1,5303	9,2493
2	1,3	36	4,6848	1,99	26,1668	0,5587	1,6886	10,5006
3	1,3	32	4,7086	1,98	26,4338	0,8833	1,5236	5,2849
4	1,4	40	4,6613	2,00	27,8978	1,1444	1,5213	8,1941
5	1,4	36	4,6848	1,99	28,1797	1,2913	1,5257	7,7404
6	1,4	32	4,7086	1,98	28,4672	1,5515	1,6881	12,6783
7	1,5	40	4,6613	2,00	29,8908	1,7600	1,6710	9,7908
8	1,5	36	4,6848	1,99	30,1925	1,9087	1,6887	10,7225
9	1,5	32	4,7086	1,98	30,5006	2,5132	1,5382	10,6967
10	1,7	40	4,6613	2,00	33,8760	2,9433	1,6514	5,7206
11	1,7	36	4,6848	1,99	34,2182	3,3990	1,5419	5,3818
12	1,7	32	4,7086	1,98	34,5673	4,9813	1,5591	5,9283

### 5. Hubungan Variabel Percobaan dengan Koefisien Perpindahan Massa

Variabel-variabel percobaan yang digunakan pada penelitian ini ternyata semua berpengaruh terhadap harga Ky. Variabel-variabel tersebut berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung pada nilai bilangan Reynolds (Re). Hubungan antara Ky dan Re dapat dinyatakan dalam hubungan antara bilangan Sherwood (Sh) dan bilangan Reynolds (Re). Daftar VII dan Gambar 8 menggambarkan hubungan antara bilangan Reynolds dan bilangan Sherwood.

Daftar VII. Hubungan antara Kelompok Bilangan Tak Berdimensi

Re	Sh	ln Re	ln Sh	ln Sh calc	Ralat (%)
25,9052	4,9320E-02	3,2544	-2,9849	-2,7190	8,9078
26,1668	5,5870E-02	3,2645	-2,9586	-2,6536	10,3110
26,4338	9,0921E-02	3,2746	-2,3978	-2,5875	7,3314
27,8978	1,1797E-02	3,3286	-2,1373	-2,2364	4,4326
28,1797	1,3273E-01	3,3386	-2,0194	-2,1709	6,9802
28,4672	1,4414E-01	3,3488	-1,9370	-2,1048	7,9746
29,8908	1,6518E-01	3,3976	-1,8007	-1,7870	0,7591
30,1925	1,7726E-01	3,4076	-1,7301	-1,7216	0,4913
30,5006	2,5624E-01	3,4176	-1,3617	-1,6555	17,7500
33,8760	2,7952E-01	3,5227	-1,2747	-0,9720	23,7486
34,2182	3,4572E-01	3,5328	-1,0621	-0,9065	14,6516
34,5673	5,0106E-01	3,5429	-0,6910	-0,8404	17,7760



Gambar 8. Hubungan antara ln Re dan ln Sh

Berdasarkan data-data tersebut hubungan antara Re dan Sh dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut :

$$Sh = 2,6292 \cdot 10^{-11} Re^{6,6387}$$

Bila nilai Re percobaan dimasukkan kembali ke persamaan di atas akan diperoleh kesalahan relatif Sh percobaan terhadap Sh persamaan sebesar 7,5293%. Persamaan di atas berguna untuk menentukan  $K_y$  yang dapat digunakan untuk memprediksi proses pengeringan konsentrat protein daun turi dengan *fluidized bed drier* pada kondisi proses yang lain. Difusivitas efektif rata-rata untuk konsentrat daun turi sebesar  $1,5940 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2/\text{detik}$  sehingga bilangan Reynolds dan koefisien transfer massanya dapat diprediksikan.

## PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil kesimpulan :

1. Proses pengeringan konsentrat protein daun turi dapat dilakukan dengan suhu udara rendah. Variabel proses yang berpengaruh terhadap koefisien perpindahan massa adalah bilangan Reynolds. Kecepatan pengeringan dipengaruhi oleh kecepatan udara pengering dan kelembaban udara pengering. Semakin tinggi kecepatan udara pengering dan semakin rendah kelembaban udara pengering menyebabkan kecepatan pengeringan semakin tinggi.

2. Model matematis yang disusun dapat digunakan untuk memprediksi proses pengeringan konsentrat daun turi dengan cukup baik. Hal ini dibuktikan dengan kesalahan relative rata-rata yang tidak besar yaitu 8,4907 %.
3. Hubungan antara bilangan Sh dengan bilangan Re pada kisaran  $Re = 25,9052$  sampai  $Re = 34,5673$  adalah sebagai berikut :  
$$Sh = 2,6292 \cdot 10^{-11} Re^{6,6387}$$
dengan ralat percobaan sebesar 7,5293 %.
4. Hasil analisa konsentrat protein daun turi adalah sebagai berikut :

Kadar protein	:	40,195 %
Kadar abu	:	1,09 %
Kadar serat	:	0,74 %

#### DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I.B., Warnijati, S., dan Suharjono. 1974. *Hidrolisa Protein Kedelai dengan Larutan Soda Api*. Jurnal Forum Teknik. Vol.4: 103-106.
- Ayubi, S.A. 1996. *Pengerinan pada Suhu Rendah dengan Fluidized Bed Drier*. Laporan Penelitian, Laboratorium Teknologi Kimia Umum, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hartadi, H., Reksohadiprojo, S., dan Tillman, A.D. 1997. *Tabel Komposisi Pakan untuk Indonesia*. 4ed., Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hendartomo, T. 1998. *Hidrolisis Biji Kara dengan Larutan NaOH*. Laporan Penelitian, Laboratorium Proses Kimia, Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Kirk, R.E., and Othmer, D.F. 1982. *Encyclopedia of Chemical Technology*. 3ed., vol.19, pp.319-320. John Wiley and Sons. Toronto.
- Sediawan, W.B. dan Prasetya, A. 1997. *Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Basic dan Fortran*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Telek, L. and Graham, H.D. 1983. *Leaf Protein Concentrates*. pp.81-111, 508-520, Avi Pub.Co., Inc. Westport.
- Perry, R.H. and Green, D.W. 1986. *Perry's Chemical Engineers' Handbook*. 6ed., pp. 20.9- 20.11, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Treybal, R.E. 1981. *Mass Transfer Operations*. 3ed., pp.569-622, Mc Graw-Hill Book Company, Inc. New York.
- Tyoso, B.W. 1988. *Pengerinan*. Proyek Peningkatan/Pengembangan Perguruan Tinggi, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.