

## Technical Paper

## Analisis Sistem Proses Pindah Massa pada Ekstraksi Secara Mekanik Minyak Kedelai (*Glycine Max Oil*)

### System Analyze of Mass Transfer Process in Mechanical Extraction Soybean Oil (*Glycine Max Oil*)

Bambang Dwi Argo<sup>1</sup>

#### Abstract

*Soybean, a vegetable protein-rich commodity needed to improve public nutrition, safe to consume, and the price affordable. The purpose of this research are to: 1. determine the effect of pressure and time of extraction the mass balance, yield and level of soybean oil extraction, 2. Gain mass transfer coefficient value in soybean oil extraction process, and 3. analyze the mechanism of mass changes during the extraction process soybean oil is mechanically using hydraulic pressing. Oil obtained results indicate an increase due to the influence of a given amount of pressure and length of time silenced. The greater the pressure exerted, the more oil produced this shows soybean oil can come out with a maximum at the greatest pressure of 200 kg/cm<sup>2</sup>. Mass transfer coefficient in soybean oil extraction process at a pressure of 100 kg/cm<sup>2</sup> 5.57x10<sup>-5</sup> gcm<sup>3</sup>/cm seconds. In the pressure is 200 kg/cm<sup>2</sup> 15.39 x 10<sup>-5</sup>g cm<sup>3</sup>/cm seconds.*

**Keywords:** mass transfer, mechanical extraction, soybean oil

Diterima: 12 Maret 2010; Disetujui: 7 September 2010

#### Pendahuluan

Kedelai merupakan bahan pangan yang telah dikenal luas oleh masyarakat Indonesia. Komoditas ini kaya protein nabati yang diperlukan untuk meningkatkan gizi masyarakat, aman dikonsumsi, dan harganya terjangkau. Kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan meningkatnya permintaan untuk bahan industri pangan seperti tahu, tempe, kecap, susu kedelai, tauco dan *snack*. Konsumsi kedelai perkapita meningkat dari 8.13 kg pada tahun 1998 menjadi 8.97 kg menurut data milik FAO pada tahun 2004 (Anonim, 2009<sup>a</sup>).

Hasil olahan kedelai umumnya bergizi baik, sehingga kedelai dapat digunakan sebagai sumber protein dalam makanan sehari-hari. Diolahnya biji kedelai untuk minyak nabati karena biji kedelai memiliki kandungan protein sekitar 34.22% dan memiliki kadar lemak bubuk kedelai yang berkisar antara 13.90% sampai 14.89% (Kartaatmadja, 2001). Biji yang biasanya berwarna kuning ini juga memiliki kandungan asam lemak tidak jenuh sekitar 15% sehingga sangat baik sebagai pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi seperti mentega (Semon, 2006).

Minyak nabati berbentuk cair karena mengandung sejumlah asam lemak tidak jenuh. Minyak nabati terdapat dalam buah-buahan, kacang-kacangan, biji-bijian, akar tanaman, dan sayuran. Diversifikasi

minyak diperlukan karena dengan adanya minyak dan lemak dengan berbagai variasi kita dapat memperoleh minyak yang terbaik untuk pangan.

Diversifikasi terhadap minyak dan lemak salah satunya untuk melestarikan dan mengembangkan potensi yang ada di Indonesia. Dengan tetap lestari dan berkembangnya seluruh potensi di Indonesia maka kesejahteraan masyarakat akan dapat terjamin dikemudian hari. Salah satu upaya diversifikasi minyak dan lemak adalah dengan mengganti bahan baku minyak dan lemak itu sendiri. Dengan penggantian ini diharapkan dapat memperoleh minyak dan lemak terbaik yang dapat dimakan. Olahan dalam bentuk minyak kedelai digunakan sebagai bahan industri makanan dan non makanan. Minyak kedelai yang digunakan sebagai bahan industri makanan berbentuk gliserida sebagai bahan untuk pembuatan minyak goreng, margarin dan bahan lemak lainnya.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis sistem proses. Keuntungan menggunakan metode ini adalah pembahasan lebih jelas dan terstruktur. Selain itu runtut dalam menjawab satu persatu tujuan dari penelitian.

Penelitian ini meneliti dan membahas mengenai pemanfaatan minyak kedelai, sebagai minyak nabati alternatif dengan menganalisis suatu sistem proses perpindahan massa yang terjadi pada proses ekstraksi secara mekanik, dalam upaya memperoleh

<sup>1</sup> Staf Pengajar Departemen Teknik Pertanian Universitas Brawijaya, Malang

minyak kedelai. Sehingga penelitian dengan judul Analisis Sistem Proses Pindah Massa pada Ekstraksi Secara Mekanik Minyak Kedelai (*Glycine Max Oil*) dapat diperoleh hasil yang bermanfaat.

**Bahan dan Metode**

**Bahan dan Alat**

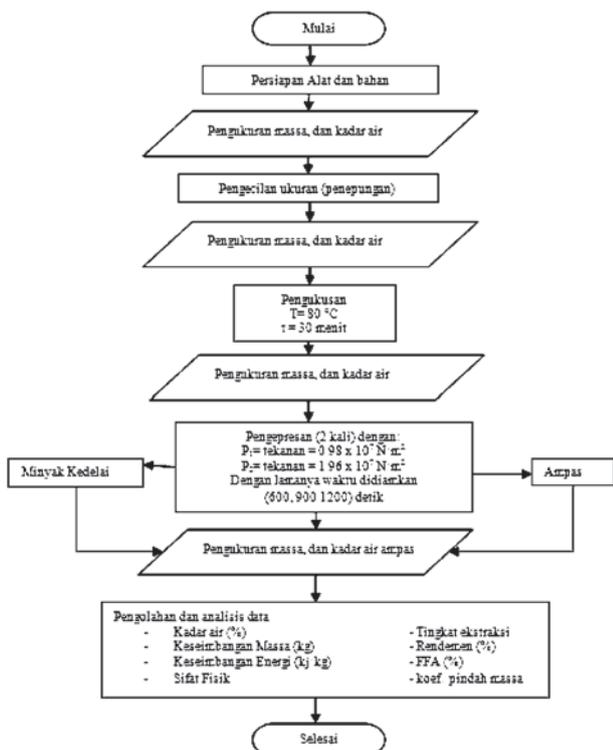
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah biji kedelai varietas Agromulyo yang diperoleh di Pasar Besar Kota Malang. Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain timbangan digital, gelas ukur, stopwatch, dandang, termometer, kompor, oven, hammer mill / penggilingan biji, pres hidrolik, botol, kain saring, automatic viscosity system S-Flow 3000 vi, density / spesifik gravity meter DA 500.

**Metode Penelitian**

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu meliputi penelitian pendahuluan, dan penelitian utama. Penelitian Utama menggunakan metode analisis sistem proses yang meliputi beberapa tahap.

Mengetahui pengaruh tekanan dan lamanya didiamkan terhadap keseimbangan massa, rendemen dan tingkat ekstraksi pada proses ekstraksi secara mekanik dengan perhitungan keseimbangan massa setiap perlakuan proses yang terjadi.

Memperoleh nilai koefisien pindah massa pada proses ekstraksi minyak kedelai dengan cara perhitungan dimensi alat yang disesuaikan dengan



Gambar 1. Diagram alir penelitian

besarnya tekanan dan minyak yang dihasilkan dengan analisa menggunakan rumus yang ada.

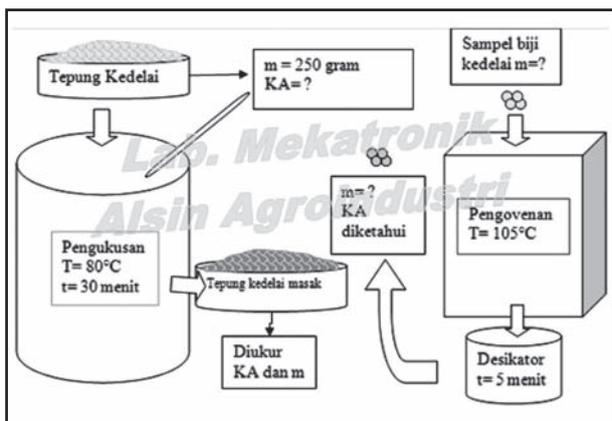
Menganalisa mekanisme perubahan massa (jumlah massa dan jumlah kalor) minyak kedelai selama proses ekstraksi secara mekanik menggunakan pres hidrolik.

**Rancangan Penelitian Utama (Metode Analisis Sistem Proses)**

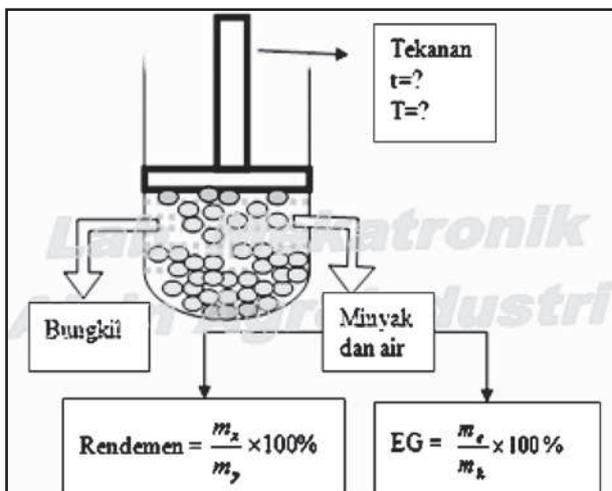
**Hasil dan Pembahasan**

Pres hidrolik terdiri dari ring, dongkrak (tabung hidrolik), pengungkit, manometer, beban, penahan dan tempat keluarnya minyak.

Cara kerja alat pengepres biji kedelai tipe hand hydraulic press yaitu bahan yang berupa biji kedelai yang telah mendapatkan perlakuan pendahuluan yaitu bahan telah dihancurkan dan dipanaskan kemudian dibungkus dengan kain tipis (kain saring) namun kuat akan tekanan, selanjutnya kain tersebut dimasukkan ke dalam wadah atau ring besi yang berbentuk bulat berlubang yang terdapat pada pres hidrolik.



Gambar 2. Diagram alir keseimbangan massa proses pemasakan



Gambar 3. Minyak kedelai yang diperoleh

Tabel 1. Tingkat ekstraksi

Tekanan (N/m <sup>2</sup> )	Lama Proses Ekstraksi (detik)	Tingkat Ekstraksi (%)
0.98x10 <sup>2</sup>	600	26.49
	900	28.73
	1200	32.80
1.96x10 <sup>7</sup>	600	35.74
	900	39.25
	1200	45.30

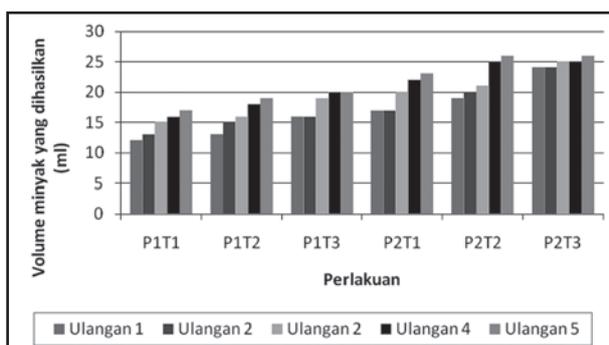
Tabel 2. Rerata nilai kadar air

Tekanan (N/m <sup>2</sup> )	Lamanya ekstraksi (detik)	Rerata Nilai Kadar Air (% KA <sub>bb</sub> )	
		Pengukusan	Pengepresan
0.98 x 10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup>	600	13.15	12.94
	900	13.22	10.79
	1200	17.17	11.98
1.96 x 10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup>	600	18.41	17.13
	900	14.90	13.59
	1200	14.92	12.54

Setelah itu pada wadah tadi diletakkan penekan berupa besi dan kemudian hidrolik press ditekan dengan perlakuan tekanan 0.98 x 10<sup>7</sup> N/m<sup>2</sup> dan 1.96 x 10<sup>7</sup> N/m<sup>2</sup>. Banyaknya minyak yang tersisa pada bungkil bervariasi tergantung lamanya bungkil ditekan di bawah tekanan hidrolik data yang diperoleh seperti pada Gambar 4.

Pengukuran kadar air biji kedelai awal dan kadar air biji kedelai setelah mengalami penghancuran dan pengukusan bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengurangan dan penambahan kadar air pada proses penghancuran maupun pengukusan. Proses pengukusan dilakukan selama 1800 detik.

Perhitungan keseimbangan massa digunakan untuk mencari atau mengetahui material yang masuk (*inflow*) dan material yang keluar (*outflow*) pada proses. Setelah itu dapat ditentukan jumlah dari masing-masing material pada setiap urutan proses.



Gambar 4. Diagram batang minyak yang dihasilkan

Cara yang sering digunakan untuk mengetahui keseimbangan massa adalah dengan membuat perumusan, mengevaluasi komposisi akhir setelah pemrosesan, mengevaluasi hasil dan efisiensi.

Keseimbangan energi pada proses pengukusan akan menunjukkan berapa besar energi yang masuk dan energi yang keluar. Perhitungan keseimbangan energi dalam penelitian ini dihitung pada proses pengukusan. Sedangkan pada proses penghancuran yang dihitung adalah berapa besar kerja yang dilakukan oleh *hammer mill* atau alat.

Penentuan tingkat ekstraksi pada proses pengepresan didasarkan pada banyaknya minyak yang terekstraksi dibandingkan dengan kandungan jumlah minyak kedelai. Tingkat ekstraksi adalah suatu nilai yang menunjukkan apakah proses ekstraksi memberikan hasil yang maksimal. Besarnya tingkat ekstraksi pada proses pengepresan dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengukuran kadar air biji kedelai awal dan kadar air biji kedelai setelah mengalami penghancuran dan pengukusan bertujuan untuk mengetahui berapa besar pengurangan dan penambahan kadar air pada proses penghancuran maupun pengukusan. Proses pengukusan dilakukan selama 1800 detik.

Proses penghancuran bertujuan untuk mengecilkan ukuran sehingga mempermudah biji kedelai pada saat dipress. Proses penghancuran menggunakan mesin *hammer mill* tipe *disk*. *Hammer mill* yang digunakan adalah jenis *hammer mill* kering. Besarnya kadar air setelah dilakukan pengecilan ukuran biji dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 3. Nilai viskositas dan densitas minyak kedelai

Tekanan (N/m <sup>2</sup> )	Lama Proses Ekstraksi (detik)	Densitas g/cm <sup>3</sup>
0.98 x 10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup>	600	0.9231
	900	0.9420
	1200	0.9231
1.96 x 10 <sup>7</sup> N/m <sup>2</sup>	600	0.9321
	900	0.9237
	1200	0.9230

**Keseimbangan Massa**

Perhitungan keseimbangan massa digunakan untuk mencari atau mengetahui material yang masuk (*inflow*) dan material yang keluar (*outflow*) pada proses. Setelah itu dapat ditentukan jumlah dari masing-masing material pada setiap urutan proses. Cara yang sering digunakan untuk mengetahui keseimbangan massa adalah dengan membuat perumusan, mengevaluasi komposisi akhir setelah pemrosesan, mengevaluasi hasil dan efisiensi.

**Keseimbangan Energi**

Keseimbangan energi pada proses pengukusan akan menunjukkan berapa besar energi yang masuk dan energi yang keluar. Perhitungan keseimbangan energi dalam penelitian ini dihitung pada proses pengukusan. Sedangkan pada proses penghancuran yang dihitung adalah berapa besar kerja yang dilakukan oleh *hammer mill* atau alat

dua titik. Perpindahan ini terjadi dari bagian berkonsentrasi tinggi ke bagian berkonsentrasi rendah, sehingga diperoleh beda konsentrasi yang minimal. Dari tiga fase yaitu fase padat, gas dan cair disini bisa terjadi beberapa kemungkinan terjadi kontak fase yaitu halnya gas dengan gas, gas-padat, gas-cair, cair-cair dan cair-padat. Dalam hal untuk mencapai kesetimbangan maka secara perlahan fase yang berkonsentrasi tinggi akan mendifusi ke fase yang berkonsentrasi rendah.

Perhitungan koefisien pindah massa adalah dengan menggunakan rumusan

$$\frac{N_a}{A} = D' \frac{dC_s}{dt} = -D' \frac{dC_s}{dt}$$

$$\frac{N_a}{A} = K (C_s^* - C_s)$$

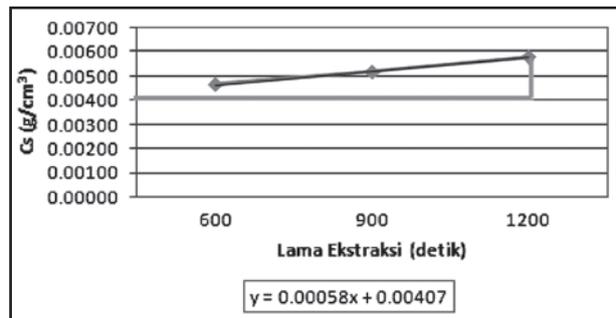
**Sifat Fisik Biji Kedelai**

Nilai viskositas dan densitas pada minyak kedelai hasil pengepresan terdapat pada Tabel 3.

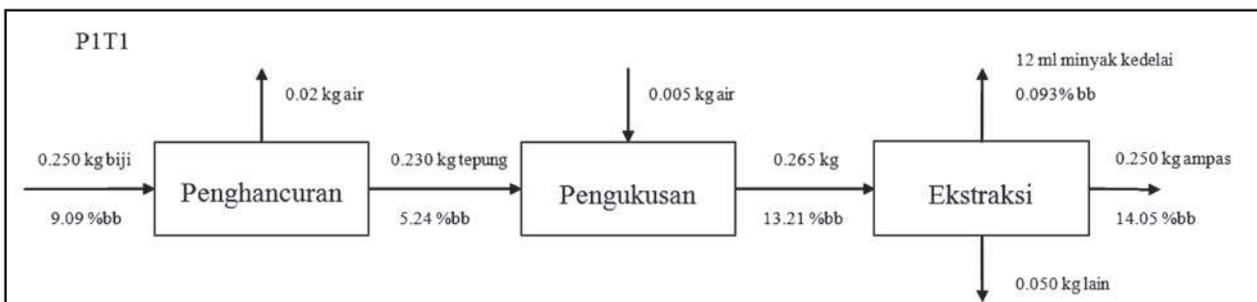
**Koefisien Pindah Massa**

Koefisien pindah massa diketahui dari salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui jumlah bahan yang digunakan, produk yang dihasilkan dan juga hasil samping selama proses pengolahan.

Perpindahan massa terjadi ketika suatu komponen dalam suatu campuran berpindah dari satu fase ke fase lainnya oleh karena adanya perbedaan konsentrasi atau tekanan diantara



Gambar 6. Laju pindah massa pada setiap perlakuan tekanan 0.98 x 10<sup>7</sup> N/m<sup>2</sup>



Gambar 5. Keseimbangan massa

Nilai laju perpindahan massa  $\frac{\Delta C_s}{\Delta t} = N$ , sehingga menjadi:

$$N = \frac{\Delta C_s}{\Delta t} = KA (C_s^{**} - C_s)$$

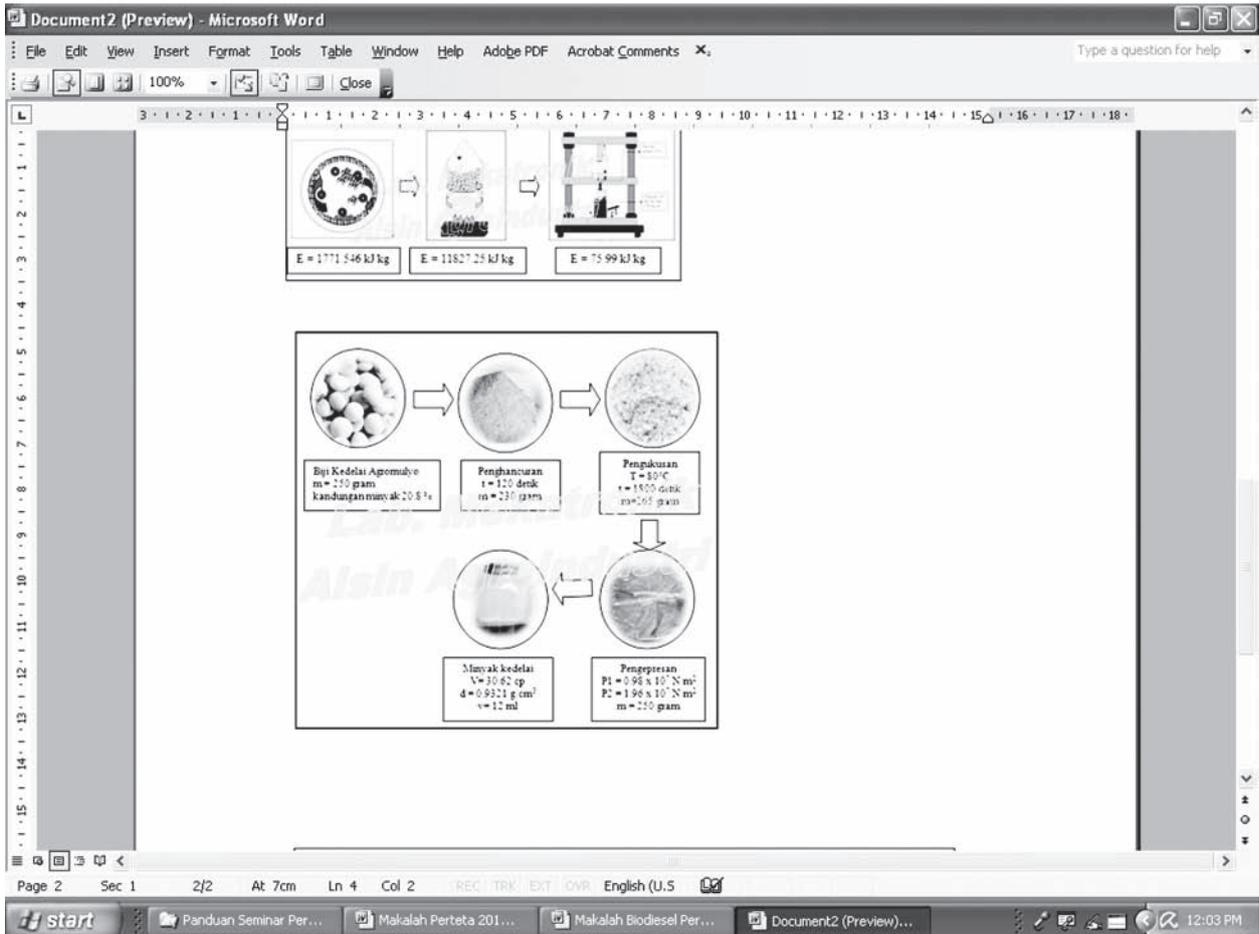
Nilai laju perpindahan massa diperoleh dari gradien grafik hubungan konsentrasi minyak dengan lama ekstraksi sehingga:

$$\frac{\Delta C_s}{\Delta t} = N = m$$

**Mekanisme Perubahan Massa**

Mekanisme perubahan massa adalah mengetahui material yang masuk (*inflow*) atau yang keluar (*outflow*) pada proses, kemudian menentukan dari masing-masing jumlah material pada setiap urutan proses. Cara yang biasa digunakan adalah dengan membuat perumusan, mengevaluasi, komposisi akhir setelah pencampuran, mengevaluasi akhir dan mengevaluasi efisiensi pemisahan pada sistem pemisahan mekanik.

Dalam menganalisa suatu sistem proses maka ditunjang juga dengan penggunaan alat



Gambar 7. Mekanisme perubahan massa minyak kedelai



Gambar 8. Mekanisme perubahan massa pada penggunaan alat

dalam melakukan proses tersebut seperti yang digambarkan pada Gambar 8.

## Kesimpulan dan Saran

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian mengenai Analisis Sistem Proses Pindah Massa pada Ekstraksi Secara Mekanik Minyak Kedelai (*Glycine Max Oil*) ini adalah sebagai berikut:

1. Pengaruh tekanan dan lamanya didiamkan terhadap keseimbangan massa semakin besar tekanan dan semakin lama didiamkan maka minyak yang dihasilkan akan semakin besar, pada tekanan  $0.98 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  dengan lamanya didiamkan 600 detik minyak yang dihasilkan 12 ml, rendemen 4.52 % dan tingkat ekstraksi 21.73 % pada proses ekstraksi secara mekanik. Sedangkan pada tekanan  $1.96 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  dengan lama waktu didiamkan 1200 detik minyak yang dihasilkan 26 ml, rendemen 10 % dan tingkat ekstraksi 48.08 % pada proses ekstraksi secara mekanik.
2. Nilai koefisien pindah massa pada proses ekstraksi minyak kedelai pada tekanan  $0.98 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  rata - rata  $6.90 \times 10^{-5} \text{ g cm}^3/\text{cm detik}$ . Pada tekanan  $200 \text{ kg/cm}^2$  rata - rata memiliki nilai koefisien pindah massa sebesar  $147.97 \times 10^{-5} \text{ g cm}^3/\text{cm detik}$ . Sedangkan nilai laju perpindahan massa berdasarkan hukum Darcy adalah pada tekanan  $0.98 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  sebesar  $26.13 \text{ g/cm}^3\text{detik}$  dan pada tekanan  $1.96 \times 10^7 \text{ N/m}^2$  sebesar  $24.41 \text{ g/cm}^3\text{detik}$ .
3. Analisa mekanisme perubahan massa minyak kedelai selama proses ekstraksi secara mekanik menggunakan pres hidrolik adalah proses

penghancuran dengan energi yang dibutuhkan sebesar 1771.55 kJ/kg dimana dalam proses ini menghancurkan bahan berupa biji kedelai dengan gesekan dan tekanan dari *hammer mill* atau mesin penepung. Kemudian pada proses pengukusan membutuhkan energi sebesar 11827.25 kJ/kg dengan mempergunakan dandang untuk mengukus dan energi panas dari kompor gas. Pada proses terakhir adalah mempergunakan pres hidrolik dengan energi yang dibutuhkan sebesar 75.99 kJ/kg, menekan dan mengeluarkan minyak dalam tepung kedelai sehingga keluaran dari sistem ini adalah berupa minyak kedelai dan bungkil.

### Saran

Adapun yang dapat disarankan dari penelitian ini adalah

1. Alat pres hidrolik perlu dimodifikasi misalnya menjadi mesin yang otomatis sehingga penerapannya lebih mudah.
2. Bahan berupa minyak kedelai yang terbatas menjadikan analisa kandungan minyak juga menjadi terbatas, sehingga disarankan minyak perlu ditambahkan dengan cara penambahan bahan awal yakni berupa biji yang akan diproses menjadi minyak kedelai.

### Daftar Pustaka

- Anonim. 2009<sup>a</sup>. Minyak Kedelai. <http://www.wsu.edu/minyakkedelai.html>. Diakses tanggal 14 Agustus 2009 pukul 18.00 WIB.
- Semon, M., Patterson, M., Wyborne, P., Blumfield, A. and Tageant, A. 2006. Soybean Oil. <http://www.wsu.edu/soybean1.html>. Diakses tanggal 13 Agustus 2009 pukul 15.00 WIB.