

Penelitian/Research

**Rancangan dan Uji Teknis Alat Ekstraksi Susu Kedelai  
Pada Pengolahan Tahu**

*Technical Design and Testing of Soy Milk  
Extractor in Tofu Production*

RIZAL ALAMSYAH<sup>a</sup>, ATIY SURYATI HERMAN<sup>b</sup> dan SRI WURI HANDONO<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Balai Penelitian Makanan, Minuman dan Fitokimia,  
Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian (BBIHP),  
Jalan Ir. H. Juanda No. 5—9, Bogor 16122.

<sup>b</sup> Balai Pengembangan Makanan, Minuman dan Fitokimia,  
Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian (BBIHP),  
Jalan Ir. H. Juanda No. 5—9, Bogor 16122.

---

**Abstract** — The extraction of soy milk in tofu production in Indonesia was done by traditional pressing in which the ground soy mixture was wrapped in cotton cloth and pressed using a piece of stone. In this way some amount of soy milk was still left in the presscake. The study is aimed at designing two types of extractor - centrifugal type and press type - in order to increase the extraction efficiency. It was found that the liquid content of presscake obtained from this equipment is less as compared to the traditional method. The capacity of centrifugal is 270 l/hr. Its efficiency of the centrifugal is 84.04% and those of press type is 69.50%. The optimal rotation of sieve of the centrifugal machine is about 700 rpm using induction motor of 1.5 HP.

## PENDAHULUAN

Tahu merupakan makanan tradisional yang telah membudaya baik dikalangan masyarakat perkotaan maupun pedesaan. Di Indonesia industri tahu merupakan salah satu jenis industri pengolahan hasil pertanian yang tidak kecil peranannya dalam memasok kebutuhan protein nabati. Menurut EIDSVIG (1984) di Indonesia diperkirakan terdapat 400 unit industri tahu yang mengolah 100—150 ribu ton kedelai setiap tahun. Tiap unit industri rata-rata mengolah 400 kg kedelai per hari dan mempekerjakan 6 buruh langsung serta 32 pedagang eceran.

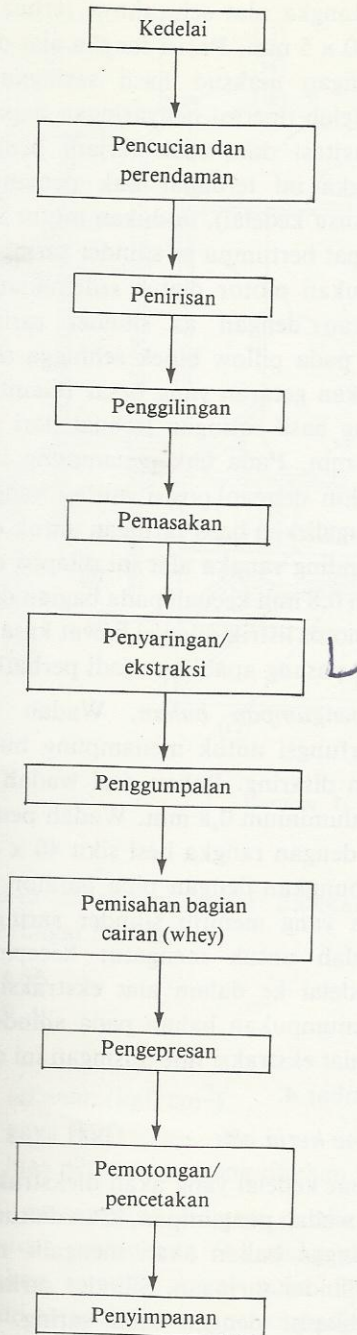
Industri tahu di Indonesia umumnya masih merupakan industri kecil dan tidak jarang berskala industri rumah tangga. Industri ini masih menggunakan metoda dan teknologi pembuatan yang sederhana (tradisional) dimana masalah hasil (yield) dan penanganan hasil ikutan masih belum begitu diperhatikan sehingga efisiensi pembuatannya bisa dikatakan masih rendah. Hal ini terlihat jelas pada salah satu tahap pembuatannya yaitu tahap ekstraksi (penyaringan). Ekstraksi susu kedelai yang dilaku-

kan adalah dengan cara penekanan biasa yaitu dengan cara membungkus bubur tahu ke dalam kain saring dan menekannya dengan batu, sehingga ampas (okara) yang dihasilkan masih mengandung pati yang sebenarnya masih bisa diekstrak secara maksimal.

Untuk menunjang peningkatan efisiensi ini maka dicoba suatu rancang bangun alat ekstraksi tipe pusingan (mekanis) dan tipe tekan guna mendapatkan efisiensi yang tinggi serta menghasilkan ampas yang relatif lebih kering. Alat ini dibuat dengan teknologi tidak terlampau tinggi dengan harapan alat ini dapat dibuat secara lokal dan bahan konstruksinya dapat dijangkau secara lokal pula.

## PROSES PEMBUATAN TAHU

Pada prinsipnya cara pembuatan tahu adalah mengekstrak protein kedelai dengan air dan kemudian menggumpalkannya menggunakan asam atau garam tertentu. Secara garis besarnya proses pembuatan tahu dapat dilihat seperti pada diagram alir di bawah ini (Gambar 1).



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan tahu.

Pembuatan tahu dengan cara sederhana yang banyak dijumpai pada industri tahu tradisional umumnya efisiensi ekstraksi proteinnya masih sangat rendah. SHURTLEFF dan AOYAGI (1975) mengilustrasikan keseimbangan protein pada industri-industri tradisional sebagai berikut (Gambar 2).

Menurut EIDSVIG (1984) dari ampas (17%) ini masih mampu ditarik sebanyak 6% susu kedelai, sehingga akan dihasilkan yield yang tinggi dalam pembuatan tahu ini. Dan untuk menunjang penarikan/pengambilan ini perlu digunakan alat ekstraksi yang memadai.

### RANCANGAN ALAT

#### Alat Ekstraksi Tipe Pusingan

##### Rancangan alat

Alat ekstraksi tipe pusingan ini dirancang berdasarkan gaya sentrifugal seperti yang diterapkan pada mesin cuci peralatan rumah tangga. Besarnya gaya sentrifugal pada alat ini dapat didekati dengan persamaan (EIDSVIG, 1984).

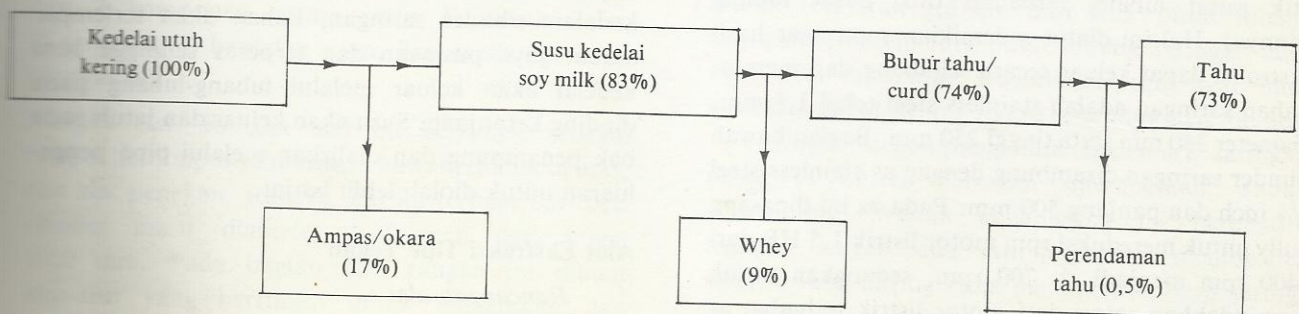
$$C = m \cdot W^2 \cdot r^2 = \frac{p}{g} \left( \frac{\pi n}{30} \right)^2 \cdot r \dots \dots \dots /1/$$

di mana :

- C = massa bahan yang disaring (kg)
- W = kecepatan sudut (rad/det.)
- r = jari-jari rotasi medium (m)
- p = 0.0009 kg/cm<sup>3</sup> (berat jenis) x 2.25 (ketebalan) = 0.002 kg/cm<sup>2</sup> berat
- g = gaya gravitasi, 9.81 m/det<sup>2</sup>
- n = jumlah putaran mesin/satuan waktu.

Sedangkan rumus untuk menghitung besarnya tenaga motor yang digunakan agar tenaga yang tersalur menuju silinder saringan sesuai dengan yang dikehendaki (HALL, *et al.*, 1983) :

$$Mt = 9550 \times Dm/N \dots \dots \dots /2/$$



Gambar 2. Keseimbangan protein pada pembuatan tahu.

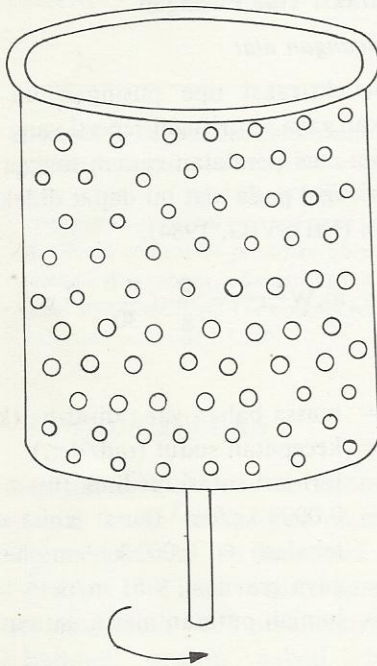
di mana :

$M_t$  = momen torsi (Nm)

$D_m$  = tenaga motor (KW)

$N$  = putaran motor (rpm)

Alat ekstraksi tipe pusingan ini terdiri dari 3 komponen utama, yaitu 1) saringan, 2) rangka, dan 3) wadah pengumpan **Saringan**. Saringan ini berfungsi untuk mengeluarkan dan menyaring pati yang berasal dari bubur kedelai yang terbungkus kain saring (Gambar 3). Saringan ini diputar dengan menggunakan motor listrik 1.5 HP (tenaga kuda) dengan putaran  $\pm 700$  rpm. Kain saring pada silinder berfungsi sebagai lapisan penyaring yang didesak oleh gaya pusingan sehingga pati terperas keluar.



Gambar 3. Saringan bubur kedelai.

Diameter lubang saringan 1 cm, dengan posisi segi tiga sama sisi beraturan (berjarak 1,5 cm dari titik pusat lubang terhadap titik pusat lubang lainnya). Hal ini diatur sedemikian rupa agar hasil ekstraksi dapat keluar secara seimbang dan merata. Bahan saringan adalah stainless steel tebal 1,5 mm, diameter 350 mm serta tinggi 250 mm. Bagian bawah silinder saringan disambung dengan as stainless steel  $1\frac{1}{4}$  inch dan panjang 500 mm. Pada as ini dipasang pully untuk mereduksi rpm motor listrik 1,5 HP dari 1400 rpm menjadi  $\pm 700$  rpm, sedangkan untuk memindahkan rotasi dari motor listrik terhadap as digunakan "V belt".

**Rangka.** Rangka alat seluruhnya terbuat dari besi siku 40 x 40 x 5 mm. Posisi rangka alat dibuat agak miring dengan maksud hasil saringan yang diperoleh setelah operasi penyaringan dapat mengalir secara gravitasi dan tidak terjadi penggenangan. Pada rangka ini terdapat bak penampung hasil saringan (susu kedelai), dudukan motor serta pillow block tempat bertumpu as silinder saringan.

Dudukan motor diatur sedemikian rupa dan dihubungkan dengan as silinder saringan yang bertumpu pada pillow block sehingga tidak terlalu menimbulkan getaran yang besar (Gambar 4). Bak penampung hasil saringan terbuat dari plat aluminium 0,8 mm. Pada bak penampung ini terdapat pipa paralon dengan posisi miring yang berfungsi untuk mengalirkan hasil saringan untuk diolah lebih lanjut. Dinding rangka alat ini dilapisi dengan plat aluminium 0,8 mm kecuali pada bagian dinding yang terdapat motor listrik dilapisi kawat kasa yang dapat dibongkar pasang apabila terjadi perbaikan alat.

**Wadah pengumpan bahan.** Wadah pengumpan bahan berfungsi untuk menampung bubur kedelai yang akan disaring. Bahan dari wadah ini terbuat dari plat aluminium 0,8 mm. Wadah pengumpan ini ditopang dengan rangka besi siku 40 x 40 x 5 mm, dan dihubungkan dengan pipa paralon dan dilengkapi kran yang menuju silinder saringan. Fungsi kran adalah untuk mengatur kecepatan umpan bubur kedelai ke dalam alat ekstraksi agar tidak terjadi penumpukan bahan pada silinder saringan. Gambar alat ekstraksi tipe pusingan ini dapat dilihat pada Gambar 4.

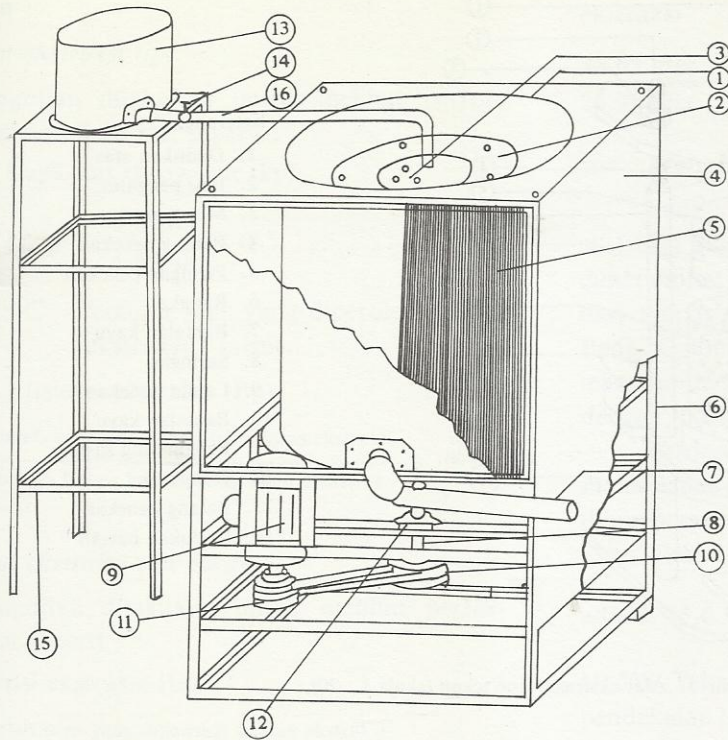
#### *Mekanisme kerja alat*

Bubur kedelai yang akan diekstrak dimasukkan ke dalam wadah pengumpan, kran diatur sedemikian rupa sehingga bahan akan mengalir melalui pipa menuju silinder saringan. Silinder saringan terlebih dahulu dilapisi dengan kain saring. Diusahakan mesin dioperasikan apabila putaran silinder saringan telah berjalan secara stabil. Setelah bahan masuk ke dalam silinder saringan, bahan akan terlempar akibat gaya pusingan dan terperas sehingga susu kedelai akan keluar melalui lubang-lubang pada dinding keranjang. Susu akan keluar dan jatuh pada bak penampung dan dialirkan melalui pipa pengeluaran untuk diolah lebih lanjut.

#### **Alat Ekstraksi Tipe Tekan**

##### *Rancangan alat*

Rancangan dari alat ekstraksi tipe tekan ini didasarkan dari gaya tekan dari suatu penampang.



## Keterangan :

1. Bak dalam
2. Tutup saringan
3. Saringan
4. Dinding alat
5. Kasa
6. Rangka
7. Pipa penampung
8. As
9. Motor listrik
10. Belt
11. Puli
12. Landasan as
13. Wadah bahan
14. Kran
15. Rangka wadah
16. Pipa pengumpan

Gambar 4. Alat ekstraksi tipe pusingan (skala 1 : 20).

Besarnya gaya tekan ini dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = F/A \dots\dots\dots /3/$$

$$F = P.A \dots\dots\dots /4/$$

di mana :

$$P = \text{tekanan (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$F = \text{gaya (kgf)}$$

$$A = \text{luas permukaan yang ditekan (cm}^2\text{)}$$

Berdasarkan persamaan di atas maka dengan memperluas luas permukaan (A) maka gaya yang dihasilkan akan semakin besar pula. Untuk keperluan alat ini maka dirancang penampang bantalan yang ditekan seluas mungkin.

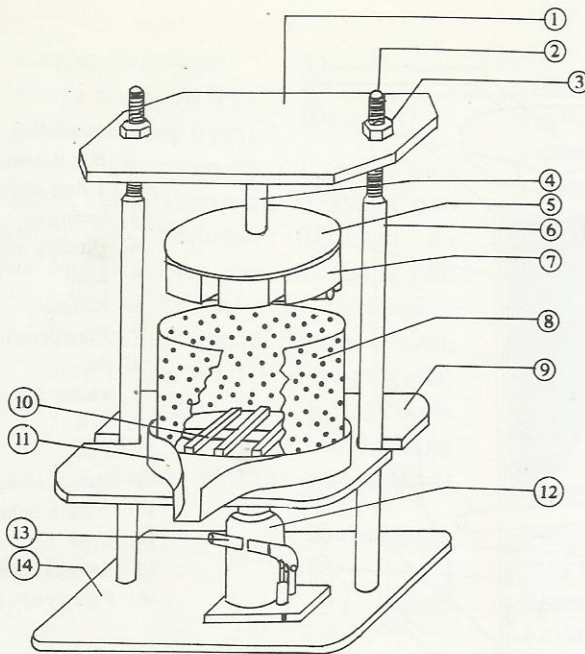
Alat ekstraksi tipe tekan yang dirancang terdiri dari 3 komponen utama yaitu 1) rangka alat, 2) saringan, 3) bantalan kayu, dan 4) alat penekan (dongkrak).

**Rangka alat.** Rangka alat ini berfungsi sebagai tempat bertumpunya dudukan bawah, dudukan atas, dan alat penekan. Rangka alat ini terbuat dari besi silinder masif diameter 1,25 inch dan tinggi 1000 mm. Pada bagian atas rangka ini dibuat alur-alur yang berfungsi untuk menaikkan dan menurunkan dudukan atas, piringan penekan, dan

bantalan kayu atas (Gambar 5). Dudukan atas terbuat dari plat besi dengan ukuran tebal 1 inch, panjang 720 mm, dan lebar 400 mm. Piringan penekan atas terbuat dari plat besi 0,5 inch dengan diameter 370 mm. Antara dudukan atas dan piringan penekan dihubungkan dengan as besi diameter 1,5 inch dan tinggi 200 mm.

**Saringan.** Saringan ini berfungsi untuk mengeluarkan dan menyaring pati yang berasal dari bubur kedelai yang terbungkus kain saring. Saringan ini berbentuk silinder yang terbuat dari bahan stainless steel. Silinder saringan berukuran 400 mm dan diameter 400 mm, sedangkan diameter lubang saringan adalah 1 cm dengan posisi segi tiga sama sisi beraturan (berjarak 1,5 cm dari titik pusat lobang saringan terhadap titik pusat lobang saringan lainnya). Hal ini diatur sedemikian rupa agar hasil ekstraksi dapat keluar secara seimbang dan merata.

Untuk menampung hasil sementara saringan maka di bawah saringan ditempatkan wadah penampung. Wadah penampung ini berbentuk nampan dengan salah satu bagiannya membentuk saluran yang miring guna mengalirkan hasil saringan. Wadah ini terbuat dari stainless steel dengan diameter 430 mm dan tinggi 100 mm (Gambar 5).



Gambar 5. Alat ekstraksi tipe tekan (skala 1 : 20).

Keterangan :

1. Dudukan atas
2. Besi pengatur
3. Mur pengatur
4. Batang penekan
5. Piringan penekan
6. Rangka
7. Bantalan kayu
8. Saringan
9. Lantai penekan
10. Bantalan kayu
11. Penampung susu
12. Dongkrak
13. Batang penekan
14. Dudukan bawah

*Bantalan kayu.* Fungsi bantalan kayu ini adalah sebagai landasan penekan bagi bahan yang akan diekstrak. Permukaan bantalan ini dibuat sedemikian rupa sehingga penampang bantalan semakin luas (Gambar 5). Hal ini dilakukan guna mendapatkan gaya yang sebesar-besarnya (lihat persamaan /3/). Bantalan kayu ini jumlahnya 2 buah yaitu bantalan bawah yang terletak pada bagian bawah saringan dan bantalan atas yang menempel pada piringan atas.

*Alat tekan (dongkrak).* Alat tekan ini berfungsi sebagai penekan bahan sehingga bahan akan termampatkan. Dongkrak yang digunakan berkemampuan angkat 5 ton. Posisi dongkrak berada di tengah-tengah dudukan bawah, hal ini diatur agar piston dongkrak dapat memberikan gaya secara seimbang dan merata terhadap lantai penekan dan bahan. Posisi lantai penekan tepat berada di atas dongkrak, dan pada lantai penekan ini dibuat celah/alur guna memudahkan naik-turunnya dongkrak. Lantai penekan ini terbuat dari plat besi tebal 1 inch, panjang 720 mm, dan lebar 400 mm.

#### Mekanisme kerja alat

Bahan yang akan diekstrak dituangkan ke dalam silinder saringan yang bagian dalamnya telah dilapisi kain saring. Tahap pertama dilakukan penyaringan biasa hingga susu kedelai keluar melalui lobang-lobang silinder saringan dan ditampung pada

wadah (penampung). Tahap ini dilakukan hingga susu kedelai terhenti keluar dan dilanjutkan dengan pengungkitan alat tekan (dongkrak). Lantai penekan akan naik sehingga susu kedelai keluar kembali. Penekanan dihentikan apabila bahan sudah tertekan secara maksimal.

## UJI TEKNIS

### Bahan dan Alat

#### Bahan

Bahan yang akan diekstrak atau diambil susu kedelainya adalah bahan berupa olahan bubur kedelai. Bubur kedelai ini terlebih dahulu dimasak sesuai dengan kaidah-kaidah pemasakan pada proses pembuatan tahu, seperti pengaturan suhu, lama pemasakan kekentalan, dan lain-lain. Sedangkan kedelai sebagai bahan bakunya dipilih dari kedelai dengan mutu prima.

#### Alat ukur

Alat ukur yang digunakan adalah termometer 150°C (untuk pengukuran suhu pemasakan), alat hidrolik pres APEX tipe A-14 (untuk mengetahui tekanan alat ekstraksi tipe tekan), timbangan (untuk pengukuran berat susu kedelai, ampas dan lain-lain), dan stop watch (untuk pengukuran lamanya ekstraksi).

## Pengujian

### Alat ekstraksi tipe

Pengujian dilakukan untuk melihat performansi (penampilan) alat seperti :

- a. Kapasitas throw put (kp)

$$kp = \frac{60 \text{ menit}}{1 \text{ menit}} \times C \dots\dots\dots /5/$$

di mana : C = Volume susu yang diperoleh selama ekstraksi 1 menit.

- b. Efisiensi ekstraksi (Ep)

$$Ep = \frac{\text{Jumlah susu yang diperoleh selama ekstraksi}}{\text{Jumlah bubur kedelai yang akan diekstrak}} \times 100\% \quad /6/$$

### Alat ekstraksi tipe tekan

Pengujian dilakukan untuk melihat performansi alat seperti :

- a. Efisiensi ekstraksi (Et)

$$Et = \frac{\text{Jumlah susu yang diperoleh selama ekstraksi}}{\text{Jumlah bubur kedelai yang akan diekstrak}} \times 100\% \quad /7/$$

- b. Tekanan maksimum alat

Dalam hal ini digunakan pendekatan jumlah kadar air ampas yang diperoleh kemudian dikonversikan dengan grafik hubungan kadar air terhadap tekanan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

#### Alat ekstraksi tipe pusingan

Pada Tabel 1, dapat dilihat hasil pengujian alat ekstraksi tipe pusingan sedangkan pada Tabel 2, disajikan hasil pengujian kapasitas throw put (Kp) alat (lihat persamaan /4/) adalah 60 menit/jam x 4,5 liter/menit = 270 liter/jam. Sedangkan efisiensi

ekstraksi (Ep) adalah (persamaan /5/)

$$\frac{22,65 \text{ liter}}{26,95 \text{ liter}} \times 100\% = 84,04\%.$$

#### Alat ekstraksi tipe tekan

Pada Tabel 3 disajikan hasil pengujian ekstraksi alat tipe tekan, sedangkan pada Tabel 4 dapat dilihat hubungan antara kadar air dan tekanan dari ampas yang diekstrak dengan hidrolik pres. Pada Gambar 6 diilustrasikan hubungan antara tekanan dengan kadar air ampas yang diekstrak dengan hidrolik pres.

Berdasarkan hasil pengujian alat tipe tekan maka dapat dihitung efisiensi alat tipe tekan atau Et (lihat persamaan /6/). Jumlah bubur kedelai yang akan diekstrak 77,1 kg dan susu yang dihasilkan

$$\text{adalah } 53,6 \text{ kg sehingga } Et = \frac{53,6 \text{ kg}}{77,1 \text{ kg}} \times 100\% =$$

69,5%. Tekanan maksimum dapat diketahui dengan pendekatan terhadap kadar air ampas yang diperoleh kemudian dikonversikan terhadap grafik hubungan kadar air dan tekanan (Gambar 6), dan ternyata tekanan maksimum yang diperoleh adalah 850 lbs/inch.

## Pembahasan

### Alat ekstraksi tipe pusingan

Kapasitas throw put hasil pengujian sebesar 4,5 liter/menit, kapasitas ini sebenarnya masih bisa ditingkatkan lagi misalnya dengan cara memperlebar diameter silinder saringan. Dengan semakin lebar silinder saringan, luas bagian dalam saringan akan lebih besar dan jumlah bahan yang diekstrak dapat ditingkatkan sehingga efisiensi alat akan lebih tinggi lagi. Sistem pengumpanan kadang-kadang berjalan kurang lancar, hal ini perlu diperbaiki misalnya dengan menambah saringan bertahap pada wadah pengumpan agar tidak terjadi penyumbatan yang akan mengganggu laju pengumpanan bahan.

Tabel 1. Hasil pengujian alat ekstraksi tipe pusingan.

Ulangan	Berat kedelai kering, (kg)	Berat kedelai basah, (kg)	Berat bubur kedelai, (kg)	Berat susu kedelai, (kg)	Berat ampas (kg)	Kadar air ampas, (%)
1	2,5	5,0	27,70	22,70	3,2	81,2
2	2,5	4,8	26,80	22,70	3,2	80,6
3	2,5	4,8	26,10	22,20	2,7	82,1
4	2,5	4,6	27,20	23,00	3,0	81,9
Rata-rata	2,5	4,8	26,95	22,65	3,3	81,4

Tabel 2. Hasil pengujian kapasitas throw put alat ekstraksi tipe pusingan.

Ulangan	Waktu (menit)	Putaran optimal mesin (rpm)	Kapasitas (liter)
1	1	700	4,6
2	1	700	5,4
3	1	700	3,5
Rata-rata	1	700	4,5

1/10 bagian volume silinder, sehingga volume silinder ini perlu dikurangi misalnya dengan mengurangi ketinggian silinder. Apabila ketinggian silinder tetap dan bahan yang akan diekstrak sedikit maka pada saat pengepresan bagian atas silinder akan cepat menyentuh dudukan atas. Keadaan ini mengakibatkan bahan tidak akan terekstrak secara maksimal.

Untuk mengatur besar-kecilnya ruang penekan digunakan plat besi sebagai piringan penekan, dan

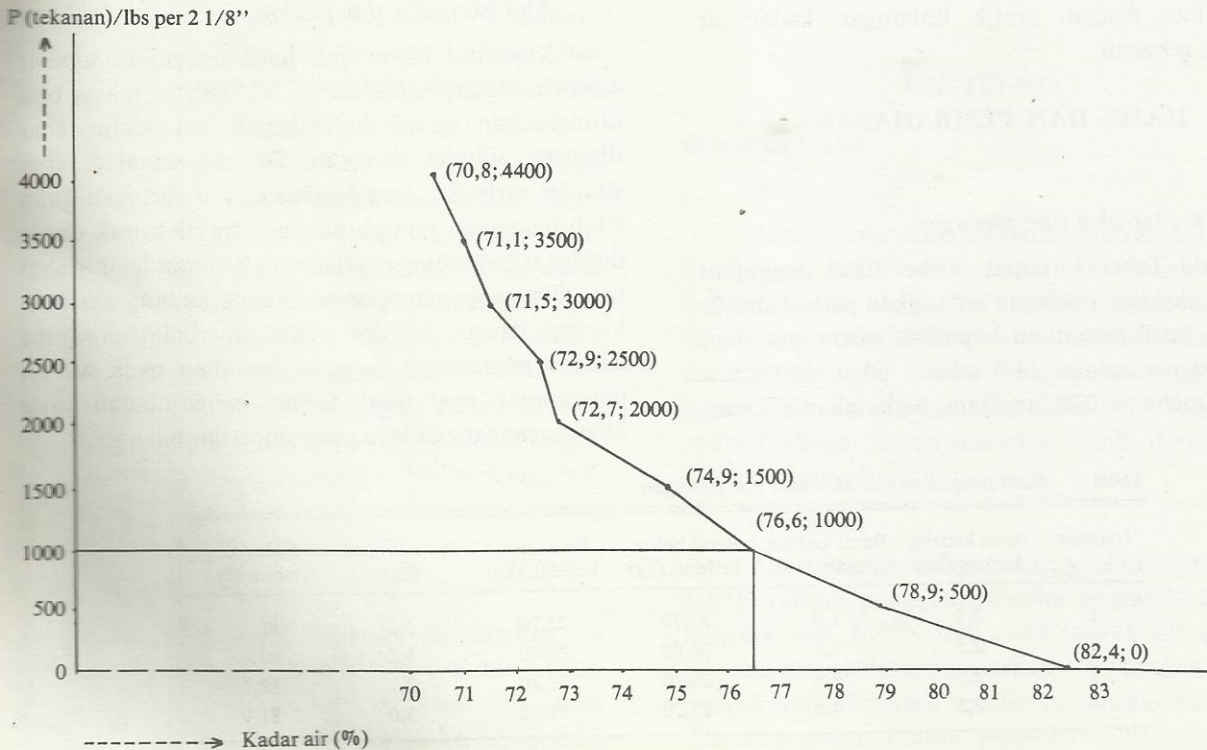
Tabel 3. Hasil pengujian alat ekstraksi tipe tekan.

Ulangan	Berat kedelai kering, (kg)	Berat kedelai basah, (kg)	Berat bubur kedelai, (kg)	Berat susu kedelai, (kg)	Berat ampas (kg)	Kadar air ampas, (%)
1	7,5	15,0	79,5	55,5	8,6	76,84
2	7,5	14,5	78,0	54,0	9,0	77,94
3	7,5	14,5	74,0	51,5	8,5	76,70
Rata-rata	7,5	14,6	77,1	53,6	8,7	77,16

*Alat ekstraksi tipe tekan*

Dari hasil pengujian dengan 7,5 kg kedelai kering ternyata menghasilkan 9 kg ampas. Dengan berat ampas 9 kg ini ternyata volumenya kurang dari

dalam mengatur tempat kedudukan ini digunakan sistem mur, hal ini menyulitkan pengoperasian alat sehingga perlu dibuat sistem yang lain misalnya sistem putar (engkol).



Gambar 6. Hubungan antara tekanan dan kadar air ampas yang diekstrak dengan hidrolis pres.

Tabel 4. Hubungan antara kadar air dan tekanan ampas yang diekstrak dengan hidrolis pres.

Variasi tekanan (lb)*	Kadar air ampas (%)
0	82,45
500	78,69
1000	76,69
1500	74,90
2000	72,76
2500	71,92
3000	71,55
3500	71,14
4000	70,84

\* Setiap variasi tekanan dilakukan 2 kali ulangan.

### KESIMPULAN

Prototip alat ekstraksi susu kedelai tipe pusingan dan tipe tekan diuji masing-masing sebanyak 3 kali dan 4 kali. Pengujian untuk masing-masing tipe alat menunjukkan hasil yang cukup baik dalam arti mampu menghasilkan ampas yang lebih kering (lebih banyak yang terekstrak) dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dari pengolahan tradisional.

Alat ekstraksi tipe pusingan menunjukkan kapasitas throw put 4,5 liter/menit atau 270 liter/jam dengan efisiensi 84,04%, sedangkan untuk alat ekstraksi tipe tekan efisiensinya sebesar 69,50%. Dari hasil pengujian kecepatan putaran saringan yang optimal serta dapat menghasilkan hasil ekstraksi yang lancar dan tidak menimbulkan efek vibrasi yang besar adalah 700 rpm dengan tenaga motor listrik 1,5 HP (tenaga kuda).

Ketinggian silinder saringan pada alat ekstraksi tipe pusingan perlu dikurangi agar kemampuan ekstraksi berjalan normal walaupun bahan yang akan diekstrak berada dalam jumlah yang kecil. Posisi/kedudukan rangka bawah (tempat penekanan) pada alat tipe tekan perlu dinaikkan sedemikian rupa sehingga pengoperasian alat akan lebih praktis dan nyaman.

Efisiensi ekstraksi alat tipe pusingan sebenarnya masih bisa ditingkatkan misalnya dengan jalan memperluas dinding silinder saringan. Di samping itu sistem pengumpanan alat ekstraksi tipe pusingan perlu diperbaiki misalnya dengan menambah saringan bertahap agar tidak terjadi penyumbatan yang akan mengganggu laju pengumpanan bahan.

### DAFTAR PUSTAKA

- EIDSVIG, B. *Pressing and Drying of Ampas*, UNIDO Report No. 67, Jakarta, UNIDO, 1984.
- EIDSVIG, B. *Tofu Manufacture in Jakarta and Indonesia*. Directorate General of Small Scale Industries Report No. 60, Jakarta, Ministry of Industry, 1984.
- HALL, S.A.; ALFRED, R.H. and HERMAN, G.L. *Theory and Problems of Machine Design*. Singapore, MGH, 1983.
- SHURTLEFF, W. and AOYAGI, A. *The Book of Tofu*, Vol. 1. Brookline (MA), Autumn Press, 1975.