

## MEKANISASI PEMOTONGAN TEMPE UNTUK KERIPIK MENGUNAKAN PISAU ROTASI

Romli, Syamsul Rizal, Tri Widagdo\*)

\*) Staf Edukatif Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara Bukit Besar Palembang 30139

Telp: 0711-353414, Fax: 0711-453211

### RINGKASAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh pentingnya peningkatan gizi masyarakat. Metode yang dikembangkan adalah kaji eksperimental pada sebuah prototipe mesin pemotong tempe yang bekerja menggunakan pisau rotasi. Tujuan penelitian adalah mendapatkan data-data pengoperasian mesin, sedangkan manfaatnya adalah memberikan rekomendasi untuk pengoperasian mesin pada kondisi optimum. Variabel-variabel yang ditetapkan pada proses pemotongan tempe adalah jenis tempe bulat, putaran pisau potong  $n = 2850$  rpm, sedang variabel bebasnya adalah tebal potongan ( $s$ ) serta waktu pemotongan ( $t$ ). Kondisi Optimum kinerja mesin untuk 4 variasi ketebalan adalah:

- Ketebalan 0,2 mm, waktu pemotongan 3 detik dengan pemakaian daya listrik 94 Watt dengan kualitas pemotongan sedang.
- Ketebalan 0,4 mm, waktu pemotongan 3 detik dengan pemakaian daya listrik 100 Watt dengan kualitas pemotongan sedang.
- Ketebalan 0,6 mm, waktu pemotongan 2 detik dengan pemakaian daya listrik 114 Watt dengan kualitas pemotongan bagus.
- Ketebalan 0,8 mm, waktu pemotongan 2,5 detik dengan pemakaian daya listrik 140 Watt dengan kualitas pemotongan sempurna.

**Kata kunci:** Mekanisasi, keripik tempe, pisau rotasi, kinerja optimum

### PENDAHULUAN

#### Latar Belakang

Tempe adalah makanan tradisional Indonesia yang lezat serta memiliki dampak negatif yang kecil. Tempe dikonsumsi sebagai lauk pauk, sayur maupun makanan ringan. Menurut sejarah, tempe pertama kali diperkenalkan oleh musyafir dari Cina pada tahun 580 M dan berkembang pesat hingga saat ini. Bahan baku tempe adalah kacang kedelai. Proses utama dari pembuatan tempe adalah fermentasi anaerob menggunakan bakteri *Myocillin cocus* Sp. selama 4 s/d 7 jam.

Tempe memiliki kandungan gizi nabati seimbang yang sangat sesuai untuk metabolisme tubuh manusia. Atas dasar masa, komposisi gizi yang terkandung pada tempe dapat dilihat pada tabel berikut.

Makanan ringan berbahan baku tempe (disebut 'Keripik tempe') adalah makanan yang banyak digemari masyarakat. Keripik tempe memiliki kelebihan dari segi keawetan, dan kepraktisan untuk dibawa sebagai buah tangan (oleh-oleh). Di kota Palembang, pembuatan keripik tempe masih

berskala *home industry*. Kapasitas produksi bergantung dari pesanan dan disesuaikan dengan selera konsumen. Pangsa pasar untuk produk keripik tempe masih terbuka lebar. Gambar berikut menunjukkan proses pemotongan tempe manual yang dilaksanakan di beberapa industri rumahan yang bergerak di bidang produksi dan pemasaran keripik tempe.



Gambar 1. Pemotongan tempe manual

Penelitian ini merupakan solusi untuk mengoptimalkan proses pemotongan tempe sebagai bagian dari proses pembuatan keripik tempe.

### Perumusan Masalah

Pembuatan keripik tempe yang selama ini masih bersifat konvensional, yaitu dengan cara memotong menggunakan tangan. Beberapa permasalahan yang dijumpai pada cara manual ini antara lain:

- a. Kontrol kualitas produk bersifat subyektif. Hal ini disebabkan oleh penurunan konsentrasi pekerja pemotongan tempe yang cenderung menurun sejalan dengan lamanya waktu kerja. Penurunan kualitas produk dapat berupa ketidakseragaman ketebalan hasil pemotongan, serta banyaknya produk yang rusak (hancur) yang berdampak pada menurunnya keuntungan pengusaha.
- b. Higienitas produk yang tidak maksimal karena proses

pemotongan dilaksanakan di ruang terbuka, menyebabkan mudahnya pengotor menempel pada permukaan tempe.

- c. Biaya tenaga kerja yang diprediksi lebih mahal jika dibandingkan dengan cara mekanis. Hal ini bisa terjadi mengingat tidak banyak orang yang dapat melakukan pemotongan dengan 'baik'.

Solusi yang peneliti tawarkan untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan mengembangkan metode pemotongan mekanis untuk tempe yang akan dijadikan keripik. Mesin bekerja menggunakan energi listrik. Hasil rancang bangun mesin akan diujicobakan di salah satu sentra industri keripik tempe di kota Palembang. Untuk lebih menjamin kualitas produk pemotongan, mesin akan dilengkapi dengan pengatur ketebalan tempe yang bekerja secara otomatis dengan bantuan sensor ketebalan sinar *infrared*.

Keberhasilan penelitian akan diuji dengan dua ranah, yaitu:

- a. Kualitas produk. Data-data hasil pemotongan mekanis akan dibandingkan dengan data-data hasil pemotongan konvensional.
- a. Biaya Produksi. Biaya operasi, perawatan dan perbaikan pemotongan mekanis akan dibandingkan dengan biaya tenaga kerja yang melakukan pemotongan secara konvensional.

### TINJAUAN PUSTAKA

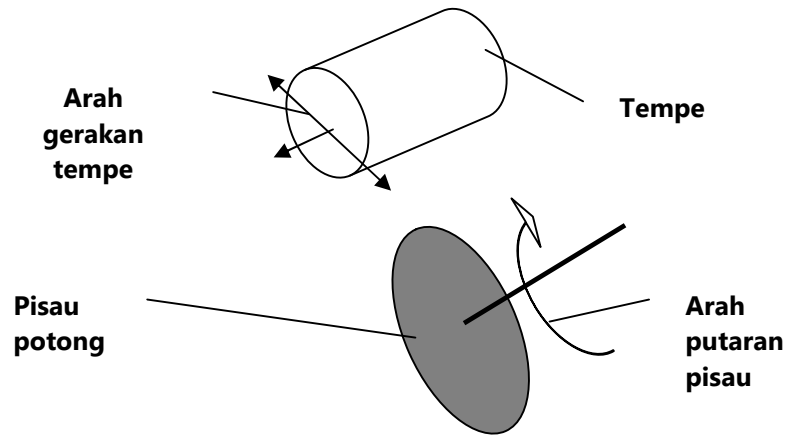
Kajian pustaka yang mendasari penelitian ini adalah hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan proses fermentasi tempe (Romli, 2002). Dari penelitian tersebut diperoleh ide untuk verifikasi produk makanan berbahan baku tempe. Data pendukung yang diperoleh dari penelitian tersebut adalah durasi fermentasi tempe yang

sesuai untuk dijadikan keripik berkisar antara 20 jam s/d 28 jam.

Jika durasi fermentasi kurang maka tempe tidak bisa dipotong, karena akan terlepas dari ikatan. Sedangkan jika tempe terlalu lama mengalami proses fermentasi, maka daya yang

dipelukan untuk proses pemotongan akan naik secara signifikan.

Pemotongan tempe menggunakan pisau potong yang bekerja secara rotasi belum umum dilaksanakan. Proses ini bekerja berdasarkan pemanfaatan gaya geser antara permukaan pisau potong dengan permukaan tempe yang akan dipotong.



Gambar 2. Mekanisme pemotongan yang diusulkan

Mekanisme pemotongan tempe yang diusulkan adalah sebagai berikut:

- a. Pisau potong pada posisi diam, berotasi terhadap sebuah poros tetap. Poros digerakkan oleh motor listrik DC dengan pengatur putaran. Putaran pisau potong akan diukur menggunakan *tachometer*.
- b. Tempe bergerak pada dua arah, yaitu:
  - Arah transversal. Tempe diletakkan pada *catridge* dan diposisikan secara membujur serta membentuk sudut  $90^{\circ}$  terhadap pisau potong. Mekanisme eksentrik dari motor listrik akan dihubungkan oleh batang hubung ke *catridge* yang selanjutnya akan menghaikan gerakan *reciprocating* (bolak-balik). Dari gerakan ini tempe akan disinggung dengan pisau potong hingga mencapai seluruh permukaan tempesepanjang permukaan tempe

- Arah longitudinal. Disebut juga gerakan pemakanan, yaitu gerakan tempe menuju pisau potong yang secara periodik terjadi setelah pemotongan sebelumnya selesai. Gerakan ini dilakukan oleh sebuah *motorstep*. Ketebalan pemakan dapat diatur dengan cara menetapkan sudut putar dari *motorstep*.

Kajian teoritik yang berkaitan dengan mekanisme yang diusulkan adalah pendekatan pada proses pemotongan material lunak, seperti plastik polipropilen, karet sintetik, teflon untuk *bushing* dan lain-lain.

Berdasarkan konsisturep gaya geser Newton, untuk material lunak Charles, N (1988) memberikan korelasi empiris antara kecepatan pemotongan dengan ketebalan produk pemotongan sebagai:

$$V = s \cdot V_g \cdot \Delta T^2 \text{ (m/det) ..... (1)}$$

Dimana,

$V$ : Kecepatan gerakan pisau potong

: konstanta kekenyalan material

$V_a$ : Kecepatan gerakan translasi pisau potong terhadap material potong

$\Delta T$ : perubahan temperatur material  
Proses pemotongan

Kecepatan gerakan pisau potong adalah gerakan tangensial benda bulat (Suratman, 1997) yang diformulasikan sebagai:

$$V = \pi \cdot D \cdot n / 60 \text{ (m/det)} \quad \dots\dots (2)$$

Dimana,

$D$ : diameter pisau potong, m

$n$ : putaran pisau potong, rpm

Dari Jurnal Nasional PP&T edisi 12 (Samuel S, 2005) mendapatkan korelasi empirik untuk kecepatan pemotongan material maksimum ( $V_{maks}$ ).

$$V_{maks} = \varphi \cdot t^{1.23} \cdot \alpha^{-1.67} \text{ ,m/det.} \dots\dots (3)$$

Dimana,

$\varphi$ : koefisien kekenyalan material,  
N/m<sup>2</sup>.det

$t$ : ketebalan hasil pemotongan, mm

$\alpha$ : sudut pisu potong, derajat

Dengan idealisasi tidak ada getaran dan mesin bekerja diluar kondisi putaranan kritis, maka daya potong minimum ( $P_{min}$ ) dapat dihitung dengan rumus empiris:

$$P_{maks} = fc \cdot V_{maks} \cdot A \text{ , Watt.} \dots\dots (4)$$

Dimana,

$fc$ : faktor koreksi untuk kecepatan pemakanan maksimum

2,3 s/d 4,21 untuk satuan SI dan

7,65 s/d 9,88 untuk satuan BS

$V_{maks}$ : kecepatan potong maksimum

$A$ : luas penampang pemotongan, m<sup>2</sup>

Dengan melakukan kaji eksperimen terhadap prototipe mesin pemotong

tempe yang akan dibuat akan dihasilkan data-data pengujian. Selanjutnya dengan menggunakan metode Analisis Dimensi akan dihasilkan korelasi empirik yang melibatkan variabel-variabel:

- Kecepatan potong tranfersal,  $V_t$  (m/det) yang dikonversikan ke dalam putaran motor listrik,  $n$  (rpm)
- Ketebalan pemotongan,  $t$  (mm)
- -Daya listrik untuk pemotongan diperhitungkan berdasarkan energi listrik yang dipakai untuk menggerakkan motor listrik.:

$$P = V \cdot I \text{ (Watt)} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Dimana,

$V$ : Tegangan listrik dari jaringan

= 220 Volt (untuk standar PLN)

$I$ : Intensitas Arus, Ampere

## TUJUAN DAN MANFAAT

### Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan mekanisme pemotong tempe sebagai bagian dari proses produksi keripik tempe, yang dapat menggantikan pekerjaan manual yang selama ini ada di beberapa UKM. Target yang akan dicapai adalah peningkatan dari segi kualitas serta menurunkan biaya produksi.

### Manfaat Penelitian

Hasil rancang bangun mesin pembuat keripik tempe pada kegiatan penelitian ini akan banyak memberikan manfaat dalam bentuk kontribusi bagi masyarakat. Mesin bersifat *portable* (mudah dipindahkan dalam waktu yang cepat), *lockdown* (mudah dibongkar pasang) serta dilengkapi sistem keamanan baik bagi operator maupun komponen-komponen mesin yang terlibat.

Kontribusi hasil penelitian dalam dunia pendidikan adalah untuk mengembangkan ilmu yang berkaitan dengan mesin produksi baik bagi

mahasiswa maupun kalangan akademisi yang *concern* pada kelestarian lingkungan. Mesin hasil rancang bangun ini juga dapat diaktifkan sebagai paket praktikum pada Jurusan Mesin untuk Mata Kuliah Teknik Perawatan & Perbaikan yang sudah diajarkan di Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Sriwijaya.

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan observasi lapangan. Kegiatan ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana animo masyarakat untuk mengkonsumsi keripik tempe.. Kegiatan penelitian selengkapny adalah:

#### Rancang Bangun Mesin

Bertujuan untuk menempatkan komponen mesin.. Faktor-faktor yang menjadi pertimbangan dalam pembuatan rangka antara lain aspek geometrik (kesejajaran, kesimetrisan, kesebidangan), aspek konstruksi (kekuatan, kekakuan, kestabilan dan kekerasan) serta aspek ergonomis (kemudahan dalam mengoperasikan mesin).

#### Peguian Mesin dan Pengambilan data Eksperimen

Sebelum dilakukan pengujian mula-mula dilakukan mengesetan nol terhadap sensor-sensor yang dipakai. Hal ini diperlakukan bagi pengujian konvensional maupun pengujian menggunakan komputer. Penyesuaian didasarkan pada hasil pembacaan data yang paling representatif. Secara garis besar prosedur pengujian adalah sebagai berikut:

- a. Mesin diletakkan di ruang tertutup sehingga proses bebas dari pengotor
- b. Tempe diletakkan pada pembawa, dicekam menggunakan pegas
- c. Motor listrik dihidupkan hingga mencapai putaran konstan.

- d. Pisau potong disetel hingga jarak tertentu untuk mendapatkan ketebalan tempe yang dikehendaki.
- e. Waktu pemakanan (*feeding*), yaitu waktu yang diperlukan untuk pemotongan satu keripik ( sama dengan waktu gerakan *resciprocating* pisau potong) ditetapkan pada nilai tertentu.
- f. Prosedure b hingga e selanjutnya dipakai untuk waktu pemotongan yang berbeda lainnya

Pada penelitian ini, pisau potong diputar oleh sebuah motor listrik AC sinkron 2 kutup dengan putaran operasi bebaban 2800 rpm. Piasu potong disesuaikan dengan ukuran tempe maksimum. Hasil survey lapangan didapatkan data untuk diameter piau potong adalah 20 cm dengan dismeter poros 2,5 cm.

Nilai ini cukup untuk memotong tempe yang berbentuk bulat dengan diamter rata-rata 6 cm.. Dari putaran dan diameter maka kecepatan tangensial pisau potong adalah 4446 m/det. Nilai ini jauh lebih tinggi dari proses pemotongan manual menggunakan pisau yang berkisar antara 40 s/d 50 m/det. Penomena teknologi membuktikan bahwa kualitas (tingkat kehalusan) pemotongan sebagai fungsi positif dari kecepatan potong. Kecepatan gerakan *Resciprocating* (bolak-balik) pisau potong dikendalikan menggunakan motor listrik DC yang putarannya dapat diatur.

Untuk tujuan efisiensi kerja, maka gerakan bolak-balik yang menghasilkan satu kali pemotongan ditetapkan menjadi tiga nilai tetap, masing masing: 1 detik, 2 detik dan 3 detik.

Harga ini lebih kecil dari pemotongan manual yang berkisar antara 5 s/d 6 detik. Berdasarkan hasil diskusi dengan para pelaku usaha, diperoleh data

ketebalan pemotongan berkisar antara 0,2 mm s/d 0,8 mm. Untuk setiap perlakuan akan diambil datanya sebanyak 5 kali, selanjutnya data diperiksa menyangkut keseragaman menggunakan uji statistik *Student Test*. Kualitas pemotongan diukur melalui sitem angket.

Dalam hal ini 5 orang responden akan dijadikan subyek penilai dengan empat jenjang penilai, yaitu: 4(sem sempurna), 3(baik), 2(sedang) dan 1(buruk)

Pengujian sejenis diperlakukan untuk ketebalan tempe: 0,4 mm, 0,8 mm dan 0,8 mm. Pada penelitian ini, jenis tempe yang dijadikan obyek penelitian adalah tempe bulat dengan diameter rata-rata 6 cm. Hal ini didasarkan minat konsumen yang biasa mengkosumsi keripik tempe.

Kondisi optimum dari data pengujian selanjutnya dituangkan dalam tabel hasil yang dapat dijadikan rekomendasi untuk pengoperasian mesin yang dimaksud untuk variasi ketebalan: 0,2 mm, 0,4 mm, 0,8 mm dan 0,8 mm

Data-data hasil pengujian selanjutnya di plot pada sistem koordinat Cartesian dengan sumbu datar: Waktu pemotongan (t, det) tempe serta sumbu tegak Daya listrik, P (Watt) untuk 4 variasi ketebalan tempe.

Dengan metode *curve fitting* akan ditentukan fungsi aljabar yang menunjukkan *trend* data-data tersebut, serta akan dihitung harga koefisien korelasi antara fungsi aljabar yang dihasilkan dengan harga numerik data pengujian. Analisis dilanjutkan dengan perhitungan untuk menentukan korelasi antara variabel-variabel pengujian yang terlibat dalam pengujian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Penelitian

Kegiatan Penelitian melibatkan seluruh anggota tim peneliti serta dibantu oleh seorang teknisi serta tiga orang mahasiswa. Kegiatan dimulai dari rancang bangun instalasi pengujian, dilanjutkan dengan pengujian awal untuk memeriksa kekuatan konstruksi serta kalibrasi alat ukur yang dilibatkan. Kegiatan eksperimen bertujuan untuk mendapatkan data kuantitatif yang berkaitan dengan nilai numerik hasil pengukuran serta data kualitatif melalui penilaian angket yang diberikan oleh responden.

Tabel berikut menyajikan data-data eksperimen yang telah dilakukan pengujian Statistik menyangkut Homogenitas, Variansi serta dengan Tingkat kepercayaan rata-rata diatas 95%.

Tabel 1. Data pengujian mesin pemotong tepe untuk ketebalan pemotongan,  $t = 0,2$  mm

Waktu pemotongan	Kualitas pemotongan		Daya Listrik, P(Watt)
	Nilai angka	Predikat	
1 detik	1 1 2 1 1 Rata-rata: 1,2	Buruk	78
2 detik	2 2 1 1 2 Rata-rata: 1,6	Sedang	85
3 detik	1 2 2 2 2 Rata-rata: 1,8	Sedang	94

Tabel 2. Data pengujian mesin pemotong tepe untuk ketebalan pemotongan,  $t = 0,4$  mm

Waktu pemotongan	Kualitas pemotongan		Daya Listrik, P(Watt)
	Nilai angka	Predikat	
1 detik	1 2 2 2 1 Rata-rata: 1,6	Sedang	80
2 detik	2 2 1 2 2 Rata-rata: 1,8	Sedang	96
3 detik	3 3 2 2 3 Rata-rata: 2,6	Bugus	100

Tabel 3. Data pengujian mesin pemotong tempe untuk ketebalan pemotongan,  $t = 0,6$  mm

Waktu pemotongan	Kualitas pemotongan		Daya Listrik, P(Watt)
	Nilai angka	Predikat	
1 detik	3 3 3 2 3 Rata-rata: 2,8	Bagus	90
2 detik	3 3 3 4 3 Rata-rata: 3,2	Bagus	102
3 detik	4 3 3 3 4 Rata-rata: 3,4	Bagus	115

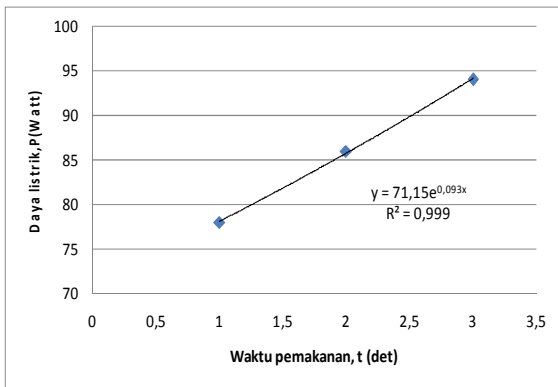
Tabel 4. Data pengujian mesin pemotong tempe untuk ketebalan pemotongan,  $t = 0,8$  mm

Waktu pemotongan	Kualitas pemotongan		Daya Listrik, P(Watt)
	Nilai angka	Predikat	
1 detik	3 3 3 4 4 Rata-rata: 3,4	Bagus	120
2 detik	3 4 4 4 3 Rata-rata: 3,6	Smpurna	128
3 detik	4 4 4 4 3 Rata-rata: 3,75	Sempurna	140

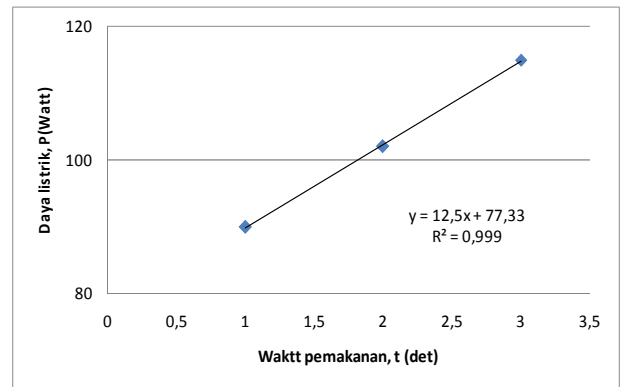


Tabel 5. Rekapitulasi data pengujian mesin pada kondisi optimum

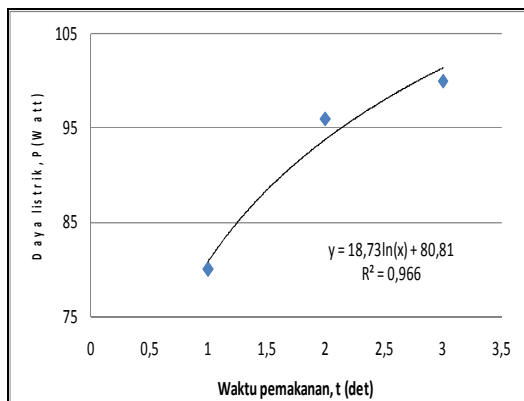
Variabel pengujian	Waktu pemotongan ideal,	Kualitas pemotongan	Daya listrik, P (Watt)
Ketebalan tempe,s(mm)			
0,2	3 detik	Sedang	94
0,4	3 detik	Sedang	100
0,6	2 detik	Bagus	115
0,8	2 detik	Sempurna	140



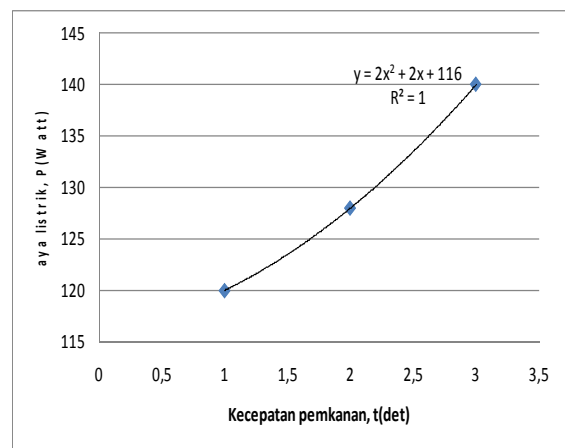
Gambar 2. Kurva pemotongan tempe ketebalan 0,2 mm



Gambar 4. Kurva pemotongan tempe ketebalan 0,6 mm



Gambar 3. Kurva pemotongan tempe ketebalan 0,4 mm



Gambar 5. Kurva pemotongan tempe ketebalan 0,8 mm

## Pembahasan

Pengujian mesin pemotongan tempe menghasilkan data-data kuantitatif serta data kualitatif. Data-data disajikan dalam bentuk tabel dan kurva statistik. Data-data yang ditetapkan pada pengujian ini adalah ketebalan pemotongan ( $s$ , mm) serta waktu pemotongan ( $t$ , det) sedangkan variabel respon adalah Kualitas pemotongan serta daya listrik yang dipakai oleh mesin.

Data-data pengujian tersebut, selanjutnya dapat dijadikan rekomendasi untuk pengoperasian pemotongan tempe secara mekanis bagi pelaku usaha keripik tempe. Dari tabel dan kurva yang dihasilkan, dengan variasi waktu pemakanan,  $t = 1$  det, 2 det dan 3 det menghasilkan korelasi matematik terhadap daya listrik,  $P$ (Watt): antar lain:

- Untuk ketebalan pemotongan  $s = 0,2$  mm membentuk fungsi eksponensial  
 $P = 71,15 e^{0,093 t}$  dan koefisien korelasi  $R^2 = 0,999$
- Untuk ketebalan pemotongan  $s = 0,4$  mm membentuk fungsi logaritmik  
 $P = 18,73 \ln t + 80,81$  dan koefisien korelasi,  $R^2 = 0,966$
- Untuk ketebalan pemotongan  $s = 0,6$  mm membentuk fungsi linier  
 $P = 12,5 t + 77,33$  dan koefisien korelasi,  $R^2 = 0,999$
- Untuk ketebalan pemotongan  $s = 0,8$  mm membentuk fungsi kuadrat  
 $P = 2t^2 + 2 t + 116$  dengan koefisien korelasi,  $R^2 = 1$

Sementara itu kondisi optimum yang direkomendasikan untuk 3 variasi ketebalan pemotongan adalah:

- Ketebalan 0,2 mm, waktu pemotongan 3 detik dengan pemakaian daya listrik 94 Watt dengan kualitas pemotongan sedang.

- Ketebalan 0,4 mm, waktu pemotongan 3 detik dengan pemakaian daya listrik 100 Watt dengan kualitas pemotongan sedang.
- Ketebalan 0,6 mm, waktu pemotongan 2 detik dengan pemakaian daya listrik 114 Watt dengan kualitas pemotongan bagus.
- Ketebalan 0,8 mm, waktu pemotongan 2,5 detik dengan pemakaian daya listrik 140 Watt dengan kualitas pemotongan sempurna.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Luaran penelitian telah sesuai dengan yang diharapkan. Penelitian ini bersifat Induktif, yaitu melakukan eksperimen terhadap obyek penelitian, baik dalam bentuk Kuantitatif. Kegiatan dimulai dengan studi lapangan untuk mendapatkan data animo masyarakat untuk mengkonsumsi keripik tempe. Dilanjutkan dengan rancang bangun mesin pemotong tempe serta pengujian mesin

Data-data pendukung dari literatur sangat membantu untuk mengatasi masalah dan kendala yang dijumpai. Data-data eksperimen serta korelasi dari variabel-variabel penelitian dapat dijadikan rujukan (referensi) kepada pihak terkait jika tertarik menggunakan teknologi yang dikembangkan pada penelitian ini.

### Saran

Berkaitan dengan luaran kegiatan penelitian yang sudah dihasilkan, maka penulis memberikan saran kepada pihak-pihak, antara lain:

- Para peneliti. Jika hendak meningkatkan kapasitas produksi, dapat mengembangkannya sendiri untuk ukuran dan daya mesin yang lebih besar.

- b. Masyarakat umum. Prototipe mesin pemotong tempe dilengkapi dengan SOP (*Standar Operation Procedure*), baik untuk pengoperasian maupun perawatan, sehingga dapat diadopsi oleh masyarakat umum

#### DAFTAR PUSTAKA

Charles, N., 1988., 'Rotary Method for Material Cutting', ASHRAE Journal of Refrigeration 243, Paris

Hariman. S., 2001, *Paket Teknologi Tepat Guna: Verivikasi Konsumsi Tempe*, Penerbit Dua Sekawan, Medan

Kent's, 1987, *Mechanical Engineering: Production Vol*, sixth edition, John-Willey Publisher, Washiongton D.C.

Romli, 2002, 'Rancang Bangun Fermentor Tempe dengan kendali suhu dan Kelembaban Relatif Udara', Jurnal Teknik Vol.2 tahun ke-4

Samuel S, 2005, *Pemotongan Material Lunak dengan Pisau Potong*

*Rotari.*, Seri Buku Teknologi Tepat Guna, Penerbit Dua Sekawan, Medan

Suratman, K, 1995, '*Faktor-faktor Utama pda Proses Produksi Benda Jadi*', edisi 2, Penerbit Dua-Sekawan , Medan

Siswoyo A.dan Khulz G, 1996, 'Penentuan Kinerja Optimum Mesin Produksi', edisi 5. Penerbit buku Airlangga, Jakarta

Zuhal, Ir, Msc, 2002, '*Dasar-dasar Tenaga Listrik*', edisi ke-5, Penerbit ITB

Ucapan terima kasih (*Uknowladgment*) Atas terlaksananya kegiatan penelitian ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. DP2M Dikti melalui Dana DIPA Polsri sebagai penyandang dana
2. Institusi Polsri selaku fasilitator
3. Pihak-pihak terkait yang terlibat dalam penelitian :

#### DOKUMENTASI PENELITIAN



Foto 1. Mesin Pemotong tempe