

## UJI KINERJA MESIN PENCAMPUR RAGI TEMPE DENGAN KEDELAI

Kurniawan Yuniarto<sup>1</sup>, Surya Abdul M<sup>2</sup>, Fahmi A H<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Universitas Mataram  
Kurniawan2006@unram.ac.id

### ABSTRAK

Alat pencampur mekanis biji kedelai dan ragi tempe diujicobakan untuk kegiatan produksi tempe menggantikan metode pencampuran manual menggunakan tangan. Reduksi putaran motor dilakukan secara bertingkat menggunakan rasio diameter pulley dengan tingkat rasio. Kecepatan motor 1400 rpm dan tereduksi menjadi rerata 80,5 rpm dengan torsi 1,79 Nm. Dimensi ruang pencampuran berbentuk silinder horizontal berdimensi diameter 0,37 m, tinggi 0,54 m dan panjang 0,65 m. Volume maksimal yang dapat digunakan untuk pencampuran sebesar 0.056 m<sup>3</sup> atau 40% dari volume total ruang pencampuran. Hasil ujicoba pencampuran massa kedelai 10 Kg dan 15 kg, dengan konsentrasi ragi sebesar 2% menghasilkan rendemen pencampuran dengan massa 9,96 Kg, 14,97 kg, atau sebesar 99,91%. Residu biji kedelai yang tertinggal di dalam mesin pencampur sebesar 0,09% karena melekat di dinding maupun sirip silinder. Hasil uji kualitas tempe dari pemanfaatan alat pencampur mekanis diperoleh tekstur tempe yang padat dan kompak sempurna untuk berbagai massa biji kedelai dari 10 dan 15 kg.

Kata kunci : kompak, padat, pencampuran, ragi, rasio

### PENDAHULUAN

Tempe kedelai adalah hasil fermentasi biji kedelai dengan menggunakan galur mikroba jenis kapang spesies *Rhizopus sp.* Proses awal pembuatan kedelai diawali dengan pemanasan awal untuk sterilisasi sekaligus pelunakan jaringan biji kedelai. Selanjutnya, pemisahan kulit ari yang menempel di bagian terluar biji kedelai dan dilanjutkan dengan proses pencampuran antara ragi dengan biji kedelai bebas kulit ari. Tahap akhir adalah fermentasi selama 2 hari untuk memberikan kesempatan bagi ragi membentuk miselia diantara biji kedelai

Kegiatan pemisahan kulit ari yang dilakukan oleh pelaku industry tempe rumah tangga dilakukan dengan cara menginjak-injak atau melalui gesekan diantara telapak tangan [1]. Secara produktivitas, proses pengupasan kulit ari dengan cara tradisional memiliki produktivitas yang rendah. Masalah lain yang muncul dari pemisahan kulit ari secara manual adalah kejenuhan bagi pekerja dan potensi pecah bulir dapat mencapai 35%. Saat ini, model mesin pengupas kulit ari kedelai atau kacang yang dikembangkan cukup beragam. Model roller terdiri atas dua pipa berputar yang memungkinkan terjadinya gesekan antara biji kacang dengan silinder yang berputar sehingga terjadi pengupasan [2].

Biji kedelai terkupas akan dicampurkan dengan ragi yang mengandung mikroba jenis *Rhizopus sp.* Pencampuran dilakukan dengan cara menaburkan serbuk ragi di atas tumpukan biji kedelai serta pengadukan menggunakan tangan untuk memastikan ragi tercampur atau melekat di permukaan atau celah antar biji kedelai. Pengadukan metode tersebut paling umum dilakukan di pengusaha produksi tempe rumahan dengan skala yang cukup kecil.

Alternatif teknologi pencampuran biji kedelai dengan ragi dapat diperbaiki dengan menggunakan teknologi mekanis berupa alat pencampur. Penggunaan alat pencampur akan meringankan beban kerja pengadukan dan memungkinkan tercapainya pencampuran yang lebih merata dari ragi ke ruang bebas diantara biji kedelai. Pengaruh lainnya dari adanya pencampuran yang lebih merata dan memungkinkan perkembangan miselia jamur *Rhizopus sp* untuk menghasilkan tempe yang lebih kompak atau padat.

Rancangan alat pengaduk atau pencampur ragi tempe harus memperhatikan karakteristik dari biji kedelai sehingga tidak menimbulkan kerusakan saat diterapkan. Kecepatan putar yang rendah perlu diperhatikan untuk memastikan kerja pencampur efektif dalam tujuannya. Berdasarkan kasus yang umum terjadi dalam kegiatan pencampuran ragi dan biji kedelai dipelaku usaha produksi tempe, maka akan dikenalkan rancangan alat pencampur ragi dan biji kedelai untuk kegiatan produksi tempe rumahan di mitra program kemitraan masyarakat (PKM) Dusun Gubuk Bat Desa Sukamulia Kecamatan Sukamulia Kabupaten Lombok Timur.

## **METODE**

Metode yang digunakan dalam kegiatan uji coba dan pengenalan mesin pencampur ragi tempe dengan kedelai di industry mitra PKM yakni menggunakan percobaan eksperimental. Data-data hasil pengamatan dianalisis menggunakan analisis deskriptif menggunakan program Microsoft excel.

### **Alat dan Bahan**

- Alat-alat yang digunakan dalam ujicoba dan pengenalan mesin berupa: mistar, stopwatch, timbangan, *handtachometer*, *cutter* dan alat tulis.
- Bahan-bahan yang digunakan dalam ujicoba dan pengenalan mesin berupa: kedelai siap campur dan ragi tempe.

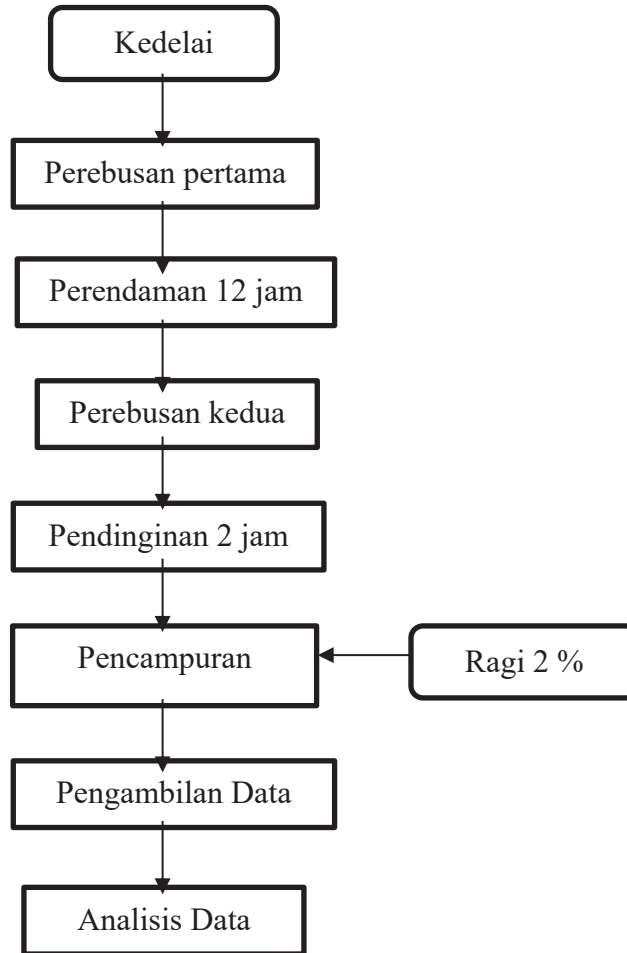
### **Prosedur Percobaan**

Uji coba mesin pencampur menggunakan biji kedelai yang sudah dimasak dengan memasukkan bahan dalam ruang pencampur. Sampel yang digunakan disesuaikan dengan kapastias produksi mitra yakni 10 Kg dan 15 Kg dan diulang sebanyak 3 kali. Pelaksanaan uji coba dilakukan dengan langkah-langkah yakni:

1. Disiapkan alat dan bahan seperti mesin pencampur kedelai dan ragi tempe
2. Dimasukkan bahan yang akan dicampurkan (kedelai dan ragi tempe)
3. Disambungkan motor dengan sumber arus listrik
4. Diukur putaran silinder pencampur menggunakan *tacho* meter
5. Dilakukan pengambilan data untuk tiga kali ulangan

6. Dilakukan analisis data terhadap data yang diperoleh.

Uji Adapun prosedur uji coba pengenalan mesin pencampur ragi tempe dengan kedelai pada proses pembuatan tempe dapat dilihat pada bagan alir di bawah ini.



Gambar. Bagan Alir Penelitian

Parameter yang diamati pada uji coba mesin meliputi:

1. Kadar Air biji kedelai sebelum dicampur, diukur menggunakan *moisture analyzer*
2. Rpm aktual ruang pencampur kedelai dengan ragi tempe, diukur menggunakan *handtachometer*
3. Waktu Proses Pencampuran, diukur menggunakan stopwatch
4. Derajat keseragaman dan kekompakan produk tempe, pengujian dilakukan dengan *cut test*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spesifikasi Alat Pencampur Kedelai-Ragi

Alat pencampur biji kedelai dan ragi dalam persiapan fermentasi

kedelai tersusun atas komponen rangka, penggerak (motor), pereduksi kecepatan putar dan drum pencampuran. Material mesin pencampur biji kedelai dan ragi terbuat dari bahan stainless steel

(food grade) untuk ruang pencampur dan besi galvanis untuk rangka. Gambar alat pencampur kedelai dan ragi ditunjukkan pada gambar 2.



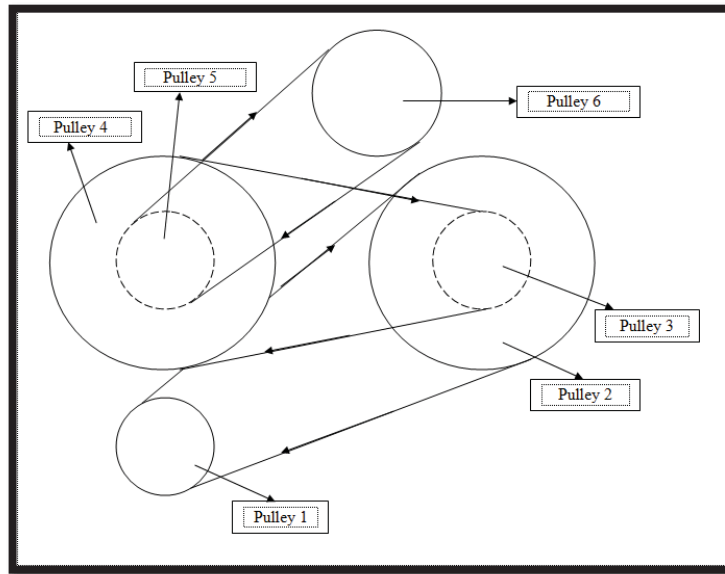
Gambar 2. Alat pencampur kedelai dan ragi tempe.

Secara spesifik, alat pencampur kedelai dan ragi terbagi atas ruang pencampur, hopper, saluran pengeluaran, rangka, sistem transmisi, poros dan bantalan. Spesifikasi teknis dan fungsi dari subkomponen alat pencampur kedelai dijelaskan sebagai berikut.

1. Ruang Pencampur, terbuat dari bahan stainless steel dengan dimensi tabung memiliki diameter 37 cm dan tinggi 54 cm.
2. *Hopper*, berfungsi untuk masukan bahan biji kedelai dan ragi tempe dengan dimensi teknis panjang 48 cm dan lebar 14,5 cm.
3. Saluran Pengeluaran, berfungsi untuk saluran pengeluaran campuran biji kedelai dan ragi dengan spesifikasi teknis sisi sejajar atas 35 cm; sisi sejajar bawah 62 cm; tinggi 6 cm dan panjang 65 cm.
4. Rangka, berfungsi sebagai struktur dari beban dinamis maupun statis alat ketika dioperasikan dengan spesifikasi teknis panjang 90 cm; lebar 70 cm dan tinggi 93 cm.
5. Sistem Transmisi, berfungsi sebagai penggerak menggantikan sistem kerja manual dengan energi listrik dengan spesifikasi teknis diameter *pulley* 1, 3 dan 5 = 7,5 cm; diameter *pulley* 2 dan 4 = 30,0 cm; diameter *pulley* 6 = 10,0 cm.
6. Poros, berfungsi sebagai penyalur putaran pulley dengan pengaduk dengan spesifikasi teknis diameter 2,5 cm; panjang poros 1 = 28 cm; panjang poros 2 = 28 cm; panjang poros 3 = 75 cm
7. Bantalan, berfungsi sebagai dudukan rangka alat dengan spesifikasi teknis diameter 2,5 cm

**Kecepatan putar (rpm mesin)**

Kecepatan putar dalam pencampuran kedelai dan ragi tempe sangat penting karena operasi pencampuran harus menggunakan kecepatan putar yang rendah supaya tidak terjadi kerusakan dari biji kedelai. Pembangkitan putaran menggunakan mesin putar (dynamo motor) dengan kecepatan putar yang tinggi atau lebih dari 1400 rpm maka harus direduksi dengan kecepatan putar yang rendah atau pelan. Proses reduksi kecepatan putar menggunakan pulley yang dihubungkan secara parallel dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 2. Rangkaian pulley sebagai pereduksi kecepatan putar.

Berdasarkan skema rancangan pereduksi kecepatan putar, maka digunakan 3 (tiga) tingkat pereduksi kecepatan atau 3 (tiga) jenis pulley pereduksi. Hasil perhitungan antara kecepatan teoritis dan actual dalam rancangan pereduksi kecepatan putar dapat di lihat pada tabel 2.

Tabel 2. Kecepatan putr aktual mesin pencampur

Komponen Penyalur Daya	Kecepatan Teoritis (rpm)	Kecepatan Aktual Mesin Dengan Bahan (rpm)		Kecepatan Aktual Mesin Tanpa Bahan (rpm)
		10 kg	15 kg	
Motor	1400	1465,6	1451,7	1475
Pulley	1	1400	1465,6	1451,7
	2	400	398,7	398,3
	3	400	398,7	398,3
	4	114	110,0	109,5
	5	114	110,0	109,5

6	100	80,5	80,5	80,5
Ruang Pencampur	100	80,5	80,5	80,5

Berdasarkan pengukuran ktual kecepatan putar alat pencampur kedelai diperoleh informasi kecepatan putar mesin dari 1400 rpm tereduksi menjadi 400 rpm untuk transmisi awal dengan rasio ukuran pulley 1:4. Selanjutnya kecepatan putar tereduksi dari 400 rpm menjadi 110 rpm dengan rasio pulley 1:4 dan kecepatan putar akhir 80 rpm pada poros pengaduk/pencampur.

Tujuan dari penurunan kecepatan putar dalam rangka menghindari kerusakan pada bahan akibat gesekan. rpm tinggi akan menghasilkan gaya tangensial yang besar yang memungkinkan gesekan pada permukaan bahan. Selain itu, tekstur dari bahan kedelai yang dicampur memiliki tekstur yang lunak dikarenakan kadar air bahan masih tinggi yakni sebesar 59,9 % yang memungkinkan bahan akan cepat rusak jika terkena gesekan antar bahan atau dengan dinding silinder ruang pencampur.

### Uji Pencampuran

Salah satu tujuan dari penggunaan mesin pencampur yakni meningkatkan efisiensi waktu proses pencampuran dibandingkan dengan pencampuran manual. Proses pencampuran manual menggunakan tangan membutuhkan waktu sekitar 30 menit dengan massa bahan 10 Kg. Berikut adalah waktu pencampuran yang digunakan untuk mencampur kedelai dan ragi tempe menggunakan mesin.

Tabel 3. Waktu Proses pencampuran Ragi tempe dengan kedelai menggunakan mesin pencampur

No	Massa kedelai (kg)	Massa ragi (gram)	Waktu pencampuran (menit)	Massa akhir (kg)	Susut (Kg)
1	10	20	7	9,96	0,04
2	15	25	7	14,97	0,03

Waktu yang digunakan yakni selama 7 menit waktu pencampuran. Waktu pencampuran 7 menit ini dilakukan berdasarkan penelitian pendahuluan yang telah dilaksanakan sebelumnya pada tahun 2017 dimana dilakukan perancangan mesin. Pada penelitian pendahuluan yang dilakukan, sebelumnya pencampuran dilakukan dalam 3 variasi waktu yakni, 5 menit, 7 menit dan 9 menit. Waktu 7 menit diambil untuk memastikan hasil pencampuran terjadi dengan baik tanpa merusak bahan karena waktu pencampuran yang terlalu lama [3]. Setelah dilakukan pencampuran ternyata ditemukan susut tercecer bahan ketika pencampuran 4 dan 3 %. Pada pencampuran 10 Kg terjadi kehilangan massa sebesar 40 gram sedangkan pada pencampuran bahan 15 Kg terjadi kehilangan berat 30 gram.

### 3. Derajat Keseragaman dan kekompakan tempe hasil pencampuran

Tujuan utama pencampuran adalah bergabungnya bahan menjadi satu campuran yang sedapat mungkin memiliki penyebaran yang sempurna atau sama. Pada pencampuran proses pencampuran ragi dengan kedelai ini derajat keseragaman yang ingin dicapai adalah terbentuknya tempe yang memiliki kenampakan warna putih dan kompak. Tempe yang memiliki mutu fisik yang baik adalah tempe yang berwarna putih setelah ditumbuhi kapang, bertekstur kompak dan beraroma khas tempe. Pencampuran dapat terjadi dengan cara menimbulkan gerak pada bahan tersebut yang menyebabkan adanya gerak antar bahan yang dicampur.

Proses peragaan adalah proses yang sulit, dikarenakan persentase ragi yang digunakan dalam pencampuran sangatlah sedikit dari jumlah kedelai, yakni hanya 2% dari jumlah kedelai yang akan dicampur. Perbandingan yang sangat sedikit ini karena dalam prosesnya jika terlalu banyak ragi yang digunakan dapat menyebabkan pembusukan karena adanya kompetisi yang terlalu besar antar kapang untuk menumbuhi kedelai. Bagi para pengrajin tempe yang sudah mahir, biasanya mencampur satu bakul kedelai besar atau sekitar 20 kg kedelai basah hanya dicampur dengan satu sendok makan ragi tempe atau sekitar 30 gram ragi tempe.

Setelah proses pencampuran bakal tempe difermentasi selama 48 jam dalam suhu ruang 30 °C. Fermentasi ini dilakukan dengan meletakkan bakal tempe pada papan. Pada malam hari, bakal tempe diletakkan secara tergeletak di papan dengan posisi peletakan yang tidak begitu rapat. Selanjutnya pada pagi hari dilakukan pengamatan kenampakan dan kekompakan seluruh bakal tempe. Pada pengamatan pagi hari pada 24 jam pertama, terlihat bakal tempe sudah mulai ditumbuhi kapang namun kekompakan tempe belum bagus karena sebagian besar bakal tempe masih berbentuk kedelai. Selanjutnya dilakukan fermentasi dengan cara menumpuk bakal tempe dan menutup dengan karung, ini bertujuan untuk mempercepat proses fermentasi agar suhu bakal tempe meningkat sehingga dapat mempercepat proses tumbuhnya kapang pada kedelai. Hal ini sering dilakukan para pengrajin tempe untuk mempercepat proses fermentasi. Setelah melakukan pengamatan pertama, dilakukan kembali pengamatan kedua pada 24 jam kedua (pagi hari). Pada pengamatan kedua ini, karung penutup bakal tempe dibuka dan didapatkan hasil bakal tempe yang sebelumnya masih berbentuk kedelai sudah berbentuk tempe.

Pengamatan dilakukan dengan mengambil sampel sebanyak 15 bungkus tempe pada masing-masing pencampuran. Pada pencampuran pertama, dari 15 sampel tempe didapatkan kenampakan tempe terbaik dengan warna putih mulus, pada permukaan tempe tidak ditemukan adanya kenampakan kedelai. Ini membuktikan seluruh kapang tumbuh dengan baik menyelimuti seluruh permukaan tempe. Pada pencampuran kedua, didapatkan ada 4 bungkus tempe yang terbentuk sempurna dengan warna putih mulus pada seluruh permukaan tempe, dan pada 11 bungkus tempe lainnya berwarna putih, namun pada permukaan tempe masih terlihat adanya keping biji kedelai yang belum tertutup sempurna oleh kapang. Pada pencampuran ketiga, didapatkan ada 6 bungkus tempe yang ditumbuhi kapang secara sempurna yang ditandai dengan warna tempe berwarna putih tanpa adanya kenampakan kepingan kedelai pada permukaan tempe, selain itu ada 4 bungkus tempe yang berwarna putih namun pada permukaan tempe masih nampak beberapa keping kedelai yang belum ditumbuhi kapang, dan 5 bungkus tempe yang hampir pada seluruh permukaan tempe belum ditumbuhi kapang secara sempurna.

Selain pengamatan pada kenampakan tempe, dilakukan pula pengamatan terhadap kekompakan tempe pada masing-masing sampel dengan cara melakukan pengirisan tempe. Pengirisan dilakukan

dengan menggunakan alat pemotong berupa *cutter*, di mana tempe diiris menjadi dua bagian hingga terlihat dengan jelas keadaan bagian tengah tempe.



Gambar 1. Tempe hasil pencampuran ragi dengan kedelai menggunakan mesin pencampur dengan fermentasi 48 jam

Dari hasil pengamatan kekompakan yang dilakukan, didapatkan tempe hasil dari pencampuran pertama, dari keseluruhan jumlah sampel 15 bungkus tempe didapatkan tempe berbentuk padat dan kompak secara sempurna. Pada pencampuran kedua dari total 15 bungkus sampel tempe, ada 3 bungkus tempe yang tidak rata penyebaran pertumbuhan kapang pada bagian dalam tempe sehingga menyebabkan tempe menjadi tidak kompak ketika diiris, sedangkan 12 bungkus tempe lainnya sudah memiliki kekompakan yang sempurna ketika diiris karena antara kedelai dan kapang sudah terikat menjadi padat. Pada pencampuran ketiga, didapatkan 6 bungkus tempe yang memiliki kepadatan dan kekompakan yang sempurna, ada 4 bungkus tempe yang sudah padat namun tidak kompak ketika diiris, ini dikarenakan kapang yang menumbuhkan kedelai tidak mengikat kedelai secara sempurna, selain itu pada 5 sampel didapatkan tempe yang tidak padat dan tidak kompak, pada bagian tengah tempe didapatkan adanya bagian yang belum ditumbuhi oleh kapang sehingga terbentuk ruang udara.

#### Daftar Pustaka

- [1] F. Fauzi, "Perencanaan Alat Bantu Pengupas Kulit Kacang Kedelai yang sederhana untuk meningkatkan produktivitas," *Kalibrasi*, vol. 12, no. 1, pp. 1–7, 2014.
- [2] A. Sutejo and A. R. Prayoga, "Rancang Bangun Alat Pengupas Kulit Ari Kacang Tanah ( *Arachis hypogaea* ) Tipe Engkol," *JTEP*, vol. 2, no. kacang tanah, pp. 107–114, 2008.
- [3] Surya A M, Wiwin A, Riski H, Umas. Rancang Bangun Mesin Pencampur Kedelai dengan Kapang (Ragi Tempe Kedelai Untuk Industri Rumahan Di Daerah Kota Mataram. *JRPB*, vol 5. No 1 tahun 2017, 316-320