

RANCANG BANGUN ALAT PENGIRIS TEMPE

(Design and Construction of Tempeh Slicer)

Fauzan Luhfi^{1*}, Achwil Putra Munir¹, Sulastri Panggabean¹

¹)Program Studi Keteknikan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
Jl. Prof. Dr. A. Sofyan No. 3 Kampus USU Medan 20155

*email: fauzanluthfi30@gmail.com

Diterima : 16 November 2015 /Disetujui : 2 Desember 2015

ABSTRACT

Slicing is reduction of the size of the foodstuffs into slices with a certain degree of thickness to be more easily processed into other products, one of them is into chips. This research was aimed to design, create, test and analyze the economic value tempeh slicer. Parameters observed were the effective capacity of the tool, the percentage of damaged materials, and economic analysis. Based on this research, it was summarized that the effective capacity of the equipment was 85.26 kg/hour and the damaged material's percentage was 15.3%. Economic analysis was as follows: basic costs for the first to the fifth year were Rp. 128.416 / kg, Rp. 128.635 / kg, Rp. 128.870 / kg, Rp. 129.123 / kg and Rp. 129.395 / kg respectively. Break even point was 236,66 kg / year. Net present value was Rp. 1.270.819.564,93. Internal rate of return was 52,68%.

Keywords: tempeh, knife, slicing, equipment

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu tanaman sumber protein yang penting di Indonesia. Tingginya kandungan protein dalam kedelai membuat kedelai dikenal sebagai bahan pangan yang dapat menggantikan bahan pangan lain yang mempunyai nilai protein yang serupa seperti telur, daging, ikan segar, atau bahkan beras. Di samping itu, permintaan pasar terhadap komoditas kedelai semakin meningkat sejalan dengan bertambahnya jumlah penduduk, tingkat pendapatan dan preferensi masyarakat terhadap kedelai. Keadaan ini tentunya akan mendorong usaha manusia untuk membuat berbagai macam olahan berbahan baku kedelai yang bernilai ekonomis dan juga nilai gizi yang tetap terjaga.

Salah satu produk hasil olahan dari kedelai adalah tempe. Tempe adalah makanan yang terbilang favorit dikalangan atas sampai bawah. Selain harganya yang relatif murah, dari bahan baku tempe juga dapat dihasilkan makanan lain yang lebih lezat dan bergizi. Kesadaran masyarakat terhadap menu makanan yang bergizi dibarengi dengan peningkatan jumlah penduduk dan pendapatan per kapita menyebabkan kebutuhan akan kedelai semakin meningkat. Akan tetapi hal itu berbanding terbalik dengan produksi kedelai di Indonesia yang mengalami penurunan selama beberapa tahun terakhir ini.

Tempe adalah produk fermentasi yang amat dikenal oleh masyarakat Indonesia dan mulai digemari pula oleh berbagai kelompok masyarakat barat. Tempe dapat dibuat dari berbagai bahan. Namun demikian yang biasa dikenal sebagai tempe oleh masyarakat pada umumnya ialah tempe yang dibuat dari kedelai. Di daerah Jawa dijumpai berbagai macam tempe yang dibuat dari bahan selain kedelai. Namun demikian karena kedelai merupakan bahan yang paling banyak dikenal maka bila nama tempe yang disebut maka yang dimaksud adalah tempe kedelai. Sedangkan untuk tempe dari bahan lain, identitasnya harus disertai nama bahannya seperti tempe benguk, dll (Hidayat dkk, 2006).

Melalui proses fermentasi, kedelai menjadi lebih enak dan meningkat nilai nutrisinya. Rasa dan aroma kedelai memang berubah sama sekali setelah menjadi tempe. Tempe lebih banyak diterima untuk dikonsumsi bukan saja oleh orang Indonesia, tetapi juga oleh bangsa lain. Tempe yang masih baru (baik) memiliki rasa dan bau yang spesifik. Bau dan rasa khas tempe ini tidak mudah didiskripsikan tetapi dapat dimengerti dan dihayati bagi masyarakat yang telah lama mengenal tempe (Hidayat dkk, 2006).

Mengingat semakin meningkatnya harga-harga kebutuhan pokok yang ada sekarang ini, banyak masyarakat yang melakukan usaha-usaha kecil-menengah demi memenuhi kebutuhan pokok sekarang ini. Salah satunya produk olahan dari bahan baku tempe yaitu

keripik tempe. Sekarang banyak sekali ditemukan usaha-usaha kecil-menengah masyarakat yang menjual keripik tempe khususnya daerah Jawa, bahkan sekarang merambat ke Sumatera Utara. Dengan rasa gurih dan renyahnya membuat keripik tempe ini banyak digemari.

Cara pengirisan dibagi menjadi 3 macam, yaitu pengirisan dengan tangan, pengirisan dengan pisau sugu/ sudut, dan pengirisan dengan pisau putar (Tonton O., 2006). Perajangan kripik tempe dengan cara penyayatan manual dapat digantikan menggunakan perajang mekanik yang prinsip kerjanya berdasarkan mekanisme gerak engkol peluncur dengan *circle cutter*. Untuk dapat menerapkan alat potong dengan prinsip gerak engkol peluncur pada perajangan kripik tempe harus diketahui perbandingan kecepatan potong (*cutting speed*) dan kecepatan pemakanan (*feeding speed*). Dengan demikian dapat dirumuskan permasalahannya adalah penentuan pasangan yang optimum antara *cutting speed* dan *feeding speed* mengingat karakteristik tempe berbeda dari benda kerja lain seperti kayu dan logam yang telah banyak diteliti mengenai sifat mekanisnya. Prinsip kerja perajang mekanik yang dibuat adalah mengumpangkan tempe pada *circle cutter*, pada proses ini proses penyayatan dilakukan dengan gerak pisau yang melingkar (Putro, S., 2006).

Beberapa komponen yang digunakan pada alat pengiris tempe ini yaitu:

- Kerangka alat berfungsi sebagai pendukung komponen alat lainnya yang terbuat dari besi yang berbentuk siku yang akan disambung dengan menggunakan teknik pengelasan.
- Motor listrik adalah mesin yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanis. (Djoekardi, 1996)
- Puli berfungsi untuk memindahkan daya dan putaran yang dihasilkan dari motor yang selanjutnya diteruskan lagi ke *v-belt* dan akan memutar poros. Puli dibuat dari besi cor atau dari baja (Stolk dan Kros, 1981).
- Sabuk-*v* terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Sabuk-*v* dibelitkan di keliling puli yang berbentuk *v* pula (Sularso dan Suga, 2004).
- Poros merupakan salah satu bagian yang terpenting dari setiap mesin. Hampir semua mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros (Achmad, 2006).
- Bantalan (*bearing*) adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga putaran atau gerakan bolak-baliknya dapat

berlangsung secara halus, aman dan tahan lama.

- Piringan pisau berguna sebagai tempat melekatnya pisau. Piringan pisau dilekatkan pada poros yang berputar, sehingga sewaktu poros berputar piringan pisau juga ikut berputar bersamaan dengan pisau yang melekat.
- Pisau berguna untuk memotong bahan yang masuk menjadi irisan-irisan yang tipis dengan ketebalan 2-4 mm. Pisau dibuat dengan cara disepuh dan digosok dengan batu asah sehingga pisau benar-benar tajam.
- Tuas pemutar berguna untuk melakukan pengirisan secara manual jika terjadi pemadaman listrik.
- Hopper merupakan saluran pemasukan bahan untuk selanjutnya dilakukan proses pengolahan.
- Saluran pengeluaran berfungsi untuk tempat keluaran bahan yang telah selesai dicetak
- Pendorong berguna untuk mendorong bahan yang akan diiris kedalam saluran masukan.

Komponen alat yang dipakai dalam penelitian ini terbuat dari bahan yang mudah dijumpai dengan harga relatif terjangkau, dengan kualitas relatif baik. Kerangka alat yang terbuat dari besi diharapkan mampu meyakong beban yang dikenakan pada saat pengirisan tempe. Ukuran kerangka disesuaikan dengan kebutuhan tempat akan alat-alat yang dirancang dan komponen lainnya.

Alat pengiris tempe ini bekerja berdasarkan prinsip putaran pada sebuah piringan vertikal, yang mana pada piringan tersebut diletakkan mata pisau. Akibat dari putaran tersebut, ketika bahan masuk secara horizontal maka pengirisan akibat kecepatan putar piringan dan ketajaman mata pisau, bahan yang dimasukkan bisa teriris dengan ketebalan yang kita inginkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat alat pengiris tempe.

BAHAN DAN METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur (kepuustakaan), melakukan eksperimen dan melakukan pengamatan tentang alat pengiris tempe. Kemudian dilakukan perancangan bentuk dan pembuatan/perangkaian komponen-komponen alat. Setelah itu, dilakukan pengujian alat dan pengamatan parameter.

Persiapan Penelitian

Sebelum penelitian dilaksanakan, terlebih dahulu dilakukan persiapan untuk penelitian yaitu merancang bentuk dan ukuran alat, dan

mempersiapkan bahan-bahan dan peralatan-peralatan yang akan digunakan dalam penelitian.

a.Pembuatan alat

Langkah-langkah dalam membuat alat pengiris tempe yaitu sebagai berikut:

1. Merancang bentuk alat pengiris tempe.
2. Menggambar serta menentukan ukuran alat pengiris tempe.
3. Memilih bahan yang akan digunakan untuk membuat alat pengiris tempe.
4. Melakukan pengukuran terhadap bahan-bahan yang akan digunakan sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
5. Memotong bahan sesuai ukuran yang telah ditentukan.
6. Membentuk dan Melas plat bahan untuk membentuk kerangka alat.
7. Menggerinda permukaan yang terlihat kasar karena bekas pengelasan.
8. Merangkai komponen-komponen alat pengiris tempe.
9. Melakukan pengecatan guna memperpanjang umur pemakaian alat dan menambah daya tarik alat.

b.Bahan yang digunakan

Pada penelitian ini bahan yang digunakan adalah tempe sebanyak 3 kg. Ditimbang bahan yang akan diiris dan diletakkan di *hopper* sebanyak 1 kg lalu diiris menjadi irisan yang tipis.

Prosedur Penelitian

1. Ditimbang tempe dengan bentuk persegi panjang sebanyak 1 kg.
2. Dinyalakan alat pengiris tempe.
3. Tempe yang akan diiris diletakkan pada penampang tempat untuk pengirisan tempe.
4. Dicatat waktu yang dibutuhkan untuk mengiris tempe.
5. Ditimbang berat kentang yang teriris, dan tidak teriris atau rusak.
6. Dihitung nilai tiap-tiap parameter.
7. Dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

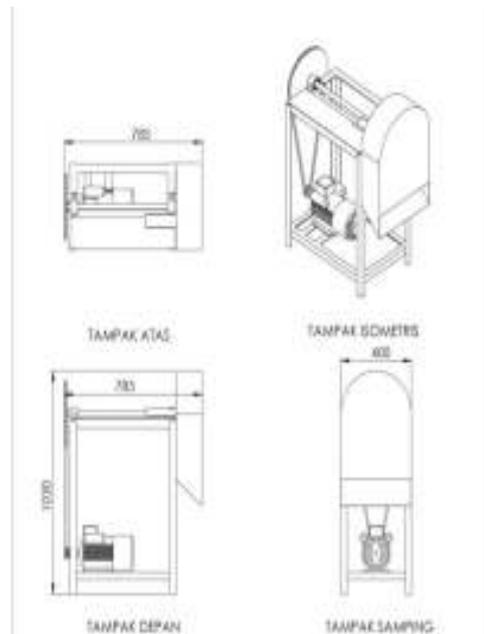
Proses Pengirisan Tempe

Proses pengirisan tempe pada alat pengiris tempe ini diawali dengan menyiapkan bahan berupa tempe berbentuk persegi panjang atau bulat sebanyak 3 kg, kemudian bahan ditimbang seberat 1 kg. Pada proses pengirisan ini tempe yang akan diiris dalam keadaan dingin. Tujuannya agar tempe memiliki struktur yang padat sehingga mudah dalam pengirisan dan tidak mudah hancur.

Pengirisan dilakukan dengan memasukkan tempe melalui lubang masukan dan dilakukan dorongan pada tempe menuju piringan pisau yang berputar. Akibat dari putaran tersebut,

ketika bahan masuk secara horizontal maka pengirisan akibat kecepatan putar piringan dan ketajaman mata pisau, bahan yang dimasukkan bisa teriris dengan ketebalan yang kita inginkan.

Hasil irisan akan keluar dari lubang pengeluaran lalu ditampung pada wadah yang disediakan. Selanjutnya irisan tempe diolah menjadi keripik tempe dan siap dikemas dan dipasarkan. Gambar teknik dari alat pengiris tempe dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Alat Pengiris Tempe

Alat pengiris yang di gunakan dalam penelitian ini memiliki beberapa komponen utama yaitu:

1. Kerangka alat terbuat dari baja profil 'L' dengan dimensi alat: panjang 70 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 100 cm. Kerangka berfungsi menopang dan mendukung konstruksi dari alat dengan kokoh.
2. Pisau terbuat dari baja yang berbentuk persegi panjang dengan ukuran 10 x 5 cm yang terletak pada sebuah rumah pisau. Dengan ketebalan irisan 2-4 mm. Rumah pisau berbentuk lingkaran dengan diameter 20 cm yang berfungsi sebagai tempat melekatnya pisau.
3. Motor listrik yang akan digunakan mempunyai tenaga 0,25 HP dengan kecepatan putar 1400 rpm. Motor listrik berfungsi untuk mengubah energi listrik menjadi mekanis. Motor listrik juga berfungsi sebagai tenaga penggerak dari *pulley*, poros dan rumah pisau hingga akhirnya melakukan pengirisan bahan.

4. Sabuk-V yang digunakan mempunyai tipe A, yang berfungsi untuk mentransmisikan daya melalui sebuah *pulley*.
5. Bantalan yang digunakan bantalan gelinding radial dan bantalan luncur.
6. *Pulley* yang digunakan pada alat ini yaitu *pulley* jenis alur V dengan diameter 2 inci pada motor dan 12 inci pada bagian yang akan digunakan pada rangkaian pemotong.
7. Bahan poros pemutar yang akan digunakan direncanakan menggunakan bahan baja padu.
8. Tuas pemutar berguna untuk melakukan pengirisan secara manual jika terjadi pemadaman listrik. Tuas dilekatkan pada puli penggerak yang melekat diporos.
9. Saluran masukan pada alat ini berada pada sisi piringan pisau. Saluran masukan berbentuk setengah lingkaran.
10. Pendorong berguna untuk mendorong bahan yang akan diiris kedalam saluran masukan.

Parameter Penelitian Kapasitas efektif alat

Menurut Daywin, dkk., (2008), kapasitas kerja suatu alat atau mesin didefinisikan sebagai kemampuan alat dan mesin dalam menghasilkan suatu produk (contoh: ha, kg, lt) persatuan waktu (jam).

$$\text{Kapasitas Alat} = \frac{\text{Produk Yang Diolah}}{\text{Waktu}}$$

Persentase kerusakan hasil

Pengukuran persentase kerusakan hasil dapat ditentukan dengan membagi berat tempe yang rusak (hancur, hasil irisan tidak sempurna) dengan berat tempe sebelum di iris dikali dengan 100%. Secara sistematis dapat dituliskan dengan rumus:

$$\text{Kerusakan bahan} = \frac{\text{Berat bahan yang rusak}}{\text{Berat bahan awal}} \times 100\%$$

Analisis ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan.

Biaya pengirisan tempe

Perhitungan biaya pengirisan tempe dilakukan dengan cara menjumlahkan biaya yang dikeluarkan, yaitu biaya tetap dan biaya tidak tetap, atau lebih dikenal dengan biaya pokok.

- a. Biaya tetap

Menurut Hidayat dkk (1999), biaya tetap terdiri dari :

- Biaya penyusutan (metoda *sinking fund*) dengan rumus:

$$D_t = (P-S) (A/F, i, n) (F/P, i, n-1)$$

Dimana:

P = biaya pembuatan alat

S = nilai akhir alat

n = umur ekonomi alat

- Biaya bunga modal dan asuransi dengan rumus:

$$I = \frac{i(P)(n+1)}{2n}$$

i = total persentase bunga modal dan asuransi

- b. Biaya tidak tetap

Biaya tidak tetap terdiri dari:

- Biaya listrik (Rp/Kwh) = Rp.1.352
- Biaya perbaikan alat dengan rumus:

$$\text{Biaya reparasi} = \frac{1,2\% (P-S)}{x \text{ jam}}$$

x = total jam kerja alat per tahun

- Biaya Operator, Biaya operator tergantung pada kondisi lokal, dapat diperkirakan dari gaji bulanan atau gaji pertahun dibagi dengan total jam kerjanya.

Untuk menghitung biaya pengirisan tempe digunakan rumus:

$$\text{Biaya pokok} = \left[\frac{\text{Biaya Tetap}}{x} + \text{Biaya Tidak Tetap} \right] C$$

C = kapasitas alat (jam/satuan produksi).

Break event point (BEP)

Manfaat perhitungan titik impas (*break event point*) adalah untuk mengetahui batas produksi minimal yang harus dicapai dan dipasarkan agar usaha yang dikelola masih layak untuk dijalankan. Pada kondisi ini *income* yang diperoleh hanya cukup untuk menutupi biaya operasional tanpa adanya keuntungan. Nilai BEP dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{BEP} = \frac{F}{(R-V)}$$

Dimana:

F = biaya tetap pada tahun ke-5

R = biaya penerimaan dari setiap produksi

V = biaya tidak tetap

Net present value (NPV)

Identifikasi masalah kelayakan *financial* dianalisis dengan metode analisis *financial* dengan kriteria investasi. *Net present value* adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Nilai NPV alat ini dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{NPV} = \text{CIF} - \text{COF}$$

Dimana :

CIF = cash in flow

COF = cash out flow

Dengan kriteria:

- NPV > 0, berarti usaha menguntungkan, layak untuk dilaksanakan dan dikembangkan.
- NPV < 0, berarti sampai dengan t tahun investasi proyek tidak menguntungkan dan tidak layak untuk dilaksanakan serta dikembangkan.
- NPV = 0, berarti tambahan manfaat sama dengan tambahan biaya yang dikeluarkan.

Internal rate of return (IRR)

Untuk mengetahui kemampuan untuk dapat memperoleh kembali investasi yang sudah dikeluarkan dapat dihitung dengan menggunakan IRR. Harga IRR dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$IRR = q\% + \frac{X}{X-Y} (q\% - p\%)$$

Dimana:

p = suku bunga bank paling atraktif

q = suku bunga coba-coba (> dari p)

X = NPV awal pada p

Y = NPV awal pada q

HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat Pengiris Tempe

Rancang bangun alat pengiris tempe pada penelitian ini yaitu perancangan alat pengiris tempe yang menghasilkan irisan tempe yang tipis dengan ketebalan 2-4 mm, yang mana pengoperasian alat dilaksanakan oleh operator. Perancangan dan pembuatan alat ini bertujuan untuk membantu dan mempermudah masyarakat dalam usaha pembuatan keripik tempe, serta dapat mengurangi waktu kerja dan mengurangi biaya tenaga kerja.

Adapun bagian-bagian alat pengiris tempe yaitu kerangka, pisau dan piringan pisau, motor listrik, sabuk v, *pulley* dan poros. Kerangka terbuat dari besi profil L atau disebut juga besi siku dengan dimensi panjang 70 cm, lebar 50 cm dan tinggi 75 cm. Kerangka berfungsi menopang dan mendukung konstruksi alat. Dengan adanya kerangka inilah tempat melekatnya bagian-bagian lain seperti puli, motor listrik, poros dan lain-lain.

Pisau terbuat dari baja dengan bentuk persegi panjang yang mempunyai ukuran 10 x 5 cm yang terletak pada rumah pisau atau piringan pisau. Pisau berguna untuk memotong bahan yang masuk menjadi irisan-irisan yang tipis dengan ketebalan 2-4 mm. Pisau dibuat dengan cara disepuh dan digosok dengan batu asah sehingga pisau benar-benar tajam. Pisau diletakkan pada piringan pisau.

Piringan pisau berguna sebagai tempat melekatnya pisau. Piringan pisau dilekatkan pada

poros yang berputar, sehingga sewaktu poros berputar piringan pisau juga ikut berputar bersamaan dengan pisau yang melekat. Dengan putaran dari piringan pisau inilah pengirisan bahan dari tempat masukan bisa dilakukan. Pada piringan pisau ini juga diletakkan dua buah pisau, sehingga dalam satu kali putaran terjadi dua kali pengirisan.

Poros merupakan sumbu penyalur tenaga antara puli penggerak dengan piringan pisau. Poros yang digunakan menggunakan bahan baja dengan diameter 2.5 cm. Fungsi poros itu sendiri adalah menyalurkan putaran dari puli penggerak menuju piringan pisau yang digunakan untuk pengirisan.

Puli yang digunakan pada alat pengiris tempe menggunakan 2 buah, yaitu puli pada motor listrik dan puli penggerak yang dipasang dengan poros. Puli pada motor listrik menggunakan diameter 2 inchi sedangkan pada puli penggerak berdiameter 12 inchi. Dengan perbandingan kedua puli tersebut diperoleh putaran dari 1400 rpm menjadi 237 rpm, berdasarkan perhitungan pada. Dengan putaran 237 rpm inilah yang diharapkan bisa melakukan pengirisan pada bahan dan mencapai kapasitas alat pengiris. Pada puli bagian penggerak juga dilengkapi dengan tuas pemutar yang mana berfungsi pada saat listrik padam dan motor listrik tidak dapat menyala maka digunakan tuas tersebut untuk pengirisan secara manual.

Sabuk V berfungsi untuk mentransmisikan daya atau putaran dari puli pada motor ke puli penggerak. Sabuk V yang digunakan yaitu sabuk tipe A. Sabuk V yang digunakan mempunyai panjang 70,29 inchi berdasarkan perhitungan pada. Sabuk V ini dapat dilepas saat pengirisan dilakukan dengan cara manual. Tujuannya agar motor listrik tidak mudah rusak. Karena jika tidak dilepas makan bagian puli pada motor listrik juga akan berputar dan juga pemutaran menggunakan tuas akan jadi lebih berat.

Motor listrik yang digunakan pada alat pengiris tempe ini adalah sebesar ¼ HP dengan spesifikasi putaran 1400 rpm. Motor listrik adalah sumber daya dari alat pengiris tempe ini. Putaran dari motor listrik ini dikonversikan melalui puli dan poros lalu pada piringan pisau yang digunakan untuk melakukan pengirisan.

Prinsip kerja alat

Alat ini bekerja berdasarkan prinsip putaran pada sebuah piringan vertikal, yang mana pada piringan tersebut diletakkan mata pisau. Akibat dari putaran tersebut, ketika bahan masuk secara horizontal maka pengirisan akibat kecepatan putar piringan dan ketajaman mata pisau, bahan

yang dimasukkan bisa teriris dengan ketebalan yang kita inginkan.

Motor listrik sebagai tenaga penggerak akan menggerakkan puli motor yang selanjutnya mentransmisi daya pada puli poros sehingga menggerakkan poros. Poros yang berputar akan menggerakkan piringan pisau yang menyatu dengan poros. Dengan kecepatan putaran, mata pisau mampu memberi tekanan dan melakukan pengirisan tempe yang dimasukkan melalui lubang masukan. Hasil irisan tempe kemudian keluar melalui saluran pengeluaran dan ditampung oleh wadah yang tersedia dibawahnya.

Proses pengirisan

Untuk melakukan proses pengirisan tempe, agar mendapatkan hasil yang baik diperlukan

pisau yang tajam, dan tempe yang akan diiris juga mempunyai struktur yang padat sehingga pada saat proses pengirisan, tempe yang telah teriris tidak rusak akibat terpental dari kecepatan putar piringan pisau.

Pada proses pengirisan ini tempe yang akan diiris dalam keadaan dingin. Tujuannya agar tempe memiliki struktur yang padat sehingga mudah dalam pengirisan dan tidak mudah hancur. Pengirisan dilakukan dengan memasukkan tempe melalui lubang masukan dan dilakukan dorongan pada tempe menuju piringan pisau yang berputar dan hasil irisan akan keluar dari lubang pengeluaran lalu ditampung pada wadah yang disediakan. Data hasil pengirisan tempe yang dilakukan sebanyak 3 kali ulangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data hasil pengirisan tempe

Ulangan	M ₀ (gram)	M _t (gram)	t (detik)	Bahan rusak (gram)	Persentase bahan rusak (%)	Kapasitas alat (kg/jam)
I	1000	880	35,3	120	12	89,79
II	1000	820	35,8	180	18	82,83
III	1000	840	36,4	160	16	83,16
Total	3000	2540	107,5	460	46	255,78
Rata-rata	1000	846,6	35,83	153,3	15,3	85,26

Berdasarkan Tabel 1 di atas untuk melakukan pengirisan tempe seberat 1 kg diperlukan waktu rata-rata selama 0.0099 jam atau 35,83 detik sehingga diperoleh kapasitas efektif alat pengiris tempe sebesar 85,26 kg/jam. Persentase rata-rata kerusakan bahan yang teriris adalah sebesar 15.3%. Hal ini disebabkan karena saat pengirisan berlangsung tempe yang teriris jatuh dengan terpental akibat putaran dari piringan pisau sehingga menabrak dinding penutup dan mengalami kerusakan.

Kapasitas Efektif Alat

Kapasitas efektif alat adalah kemampuan alat dalam menghasilkan suatu produk persatuan waktu. Data kapasitas efektif alat dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2. Kapasitas efektif alat

Ulangan	M ₀ (gram)	M _t (gram)	t (detik)	Kapasitas alat (kg/jam)
I	1000	880	35.3	89.79
II	1000	820	35.8	82.83
III	1000	840	36.4	83.16
Total	3000	2540	107.5	255.78
Rata-rata	1000	846.7	35.83	85.26

Kapasitas efektif alat pengiris tempe ini sebesar 85,26 kg/jam sehingga dengan jam kerja produksi selama 7 jam kerja/hari maka alat pengiris tempe ini dapat mengiris tempe sebanyak 596,82 kg/hari, dengan hasil produksi yang cukup tinggi alat pengiris tempe ini selain dapat digunakan untuk skala industri rumah tangga dapat juga digunakan untuk skala industri pabrik.

Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan, untuk setiap pengirisan oleh operator secara manual dengan menggunakan pisau dibutuhkan waktu sekitar 45 menit atau 0.75 jam untuk melakukan pengirisan sebanyak 1 kg dengan ketebalan 2-4 mm, sedangkan pengirisan tempe secara mekanis dengan menggunakan alat pengiris tempe ini untuk melakukan pengirisan sebanyak 1 kg hanya memerlukan waktu sekitar 35,83 detik atau 0,00995 jam. Oleh karena itu, alat pengiris tempe ini merupakan salah satu solusi untuk meningkatkan produksi hasil irisan tempe oleh industri pengolahan keripik tempe guna mencukupi permintaan.

Pada penelitian ini, lama waktu pengolahan dihitung dari saat bahan dimasukkan kedalam saluran masukan alat hingga semua bahan teriris keluar melalui saluran keluaran alat. Pada alat ini menunjukkan bahwa kapasitas rata-rata alat pengiris tempe adalah 85,26 kg/jam. Dimana kapasitas tertinggi terdapat pada ulangan ke 1

yaitu sebesar 89,79 kg/jam, sedangkan kapasitas terendah terdapat pada ulangan ke 2 yaitu sebesar 82,83 kg/jam. Dari data tersebut dapat dilihat ada perbedaan kapasitas yang dihasilkan walaupun dengan jumlah bahan yang sama. Perbedaan ini dapat terjadi dikarenakan perbedaan tingkat kematangan dan kepadatan dari tempe tersebut. Selain itu kemampuan operator dan kinerja alat juga sangat berpengaruh terhadap angka kapasitas efektif alat ini.

Kemampuan operator dalam pengoperasian alat sangat mempengaruhi nilai kapasitas efektif alat, proses pengirisan tempe diawali dengan memasukkan bahan melalui saluran masukan (*hopper*) hanya saja karena sifat tempe yang diiris memiliki kematangan dan kepadatan yang berbeda maka bahan yang dimasukkan harus diberikan dorongan yang stabil agar tempe yang teriris tidak mengalami kerusakan. Oleh karena itu, jika operator kurang mahir dalam mendorong bahan melalui *hopper* maka waktu yang dibutuhkan selama pengolahan akan lebih banyak sehingga akan mempengaruhi nilai kapasitas efektif alat.

Persentase kerusakan bahan

Kerusakan bahan ditandai dengan tempe yang hancur ketika pengirisan berlangsung. Pengukuran persentase kerusakan bahan dilakukan dengan pengamatan secara visual hasil pencetakan. Setelah pengirisan dilakukan pemisahan atau penyortiran tempe yang rusak secara mekanis yang ditandai dengan hancurnya tempe yang diiris, atau terbuang dan ukuran yang lebih besar. Persentase kerusakan bahan diperoleh dengan membandingkan antara berat bahan rusak dengan berat awal bahan yang dinyatakan dalam persen.

Tabel 6. Persentase kerusakan bahan

Ulangan	M ₀ (gram)	Tempe rusak (gr)	Tempe rusak (%)
I	1000	120	12
II	1000	180	18
III	1000	160	16
Total	3000	460	46
Rata-rata	1000	153.3	15.3

Dari penelitian yang telah dilakukan, persentase rata-rata kerusakan bahan yang teriris adalah sebesar 15.3%. Hal ini disebabkan karena saat pengirisan berlangsung tempe yang teriris jatuh dengan terpental akibat putaran dari piringan pisau sehingga menabrak dinding penutup dan mengalami kerusakan.

Analisis ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan. Umumnya setiap investasi bertujuan untuk mendapatkan keuntungan. Namun ada juga investasi yang bukan bertujuan untuk keuntungan, misalnya investasi dalam bidang sosial kemasyarakatan atau investasi untuk kebutuhan lingkungan, tetapi jumlahnya sangat sedikit.

Dengan analisis ekonomi ini juga akan diperoleh hasil apakah alat ini dapat menunjang produksi pengirisan tempe dan dapat memperoleh peningkatan hasil produksi sehingga alat ini layak untuk di produksi secara massal.

Biaya pemakaian alat

Analisis ekonomi digunakan untuk menentukan besarnya biaya yang harus dikeluarkan saat produksi menggunakan alat ini. Dengan analisis ekonomi dapat diketahui seberapa besar biaya produksi sehingga keuntungan alat dapat diperhitungkan. Harga pengirisan tempe yaitu Rp. 3428,71/ kg.

Dari analisis biaya yang dilakukan diperoleh biaya untuk mengiris tempe berbeda tiap tahun. Diperoleh biaya pengirisan tempe sebesar Rp. 128,416/kg pada tahun pertama, Rp. 128,635/kg pada tahun ke dua, Rp.128,870/kg pada tahun ke tiga, Rp. 129,123/kg pada tahun ke empat, dan Rp. 129,395/kg pada tahun ke lima. Hal ini disebabkan perbedaan nilai biaya penyusutan tiap tahun sehingga mengakibatkan biaya tetap alat tiap tahun berbeda juga.

Biaya pemakaian alat merupakan biaya yang harus dikeluarkan untuk setiap proses pengirisan tempe, biaya pengirisan tempe ini sudah mencakup biaya modal, biaya perbaikan, biaya operator, dan biaya listrik, sehingga dengan mengetahui biaya pengirisan tempe yang harus dikeluarkan maka kita dapat menentukan berapa biaya (upah) yang akan dibayarkan oleh konsumen untuk setiap kali pengirisan tempe per kg nya.

Break even point

Berdasarkan data yang diperoleh dari penelitian yang dilakukan di peroleh nilai BEP yang dapat dilihat pada. Alat ini mencapai titik impas apabila telah mengiris tempe sebanyak 236,66 Kg/tahun. Menurut Waldiyono (2008) analisis titik impas umumnya berhubungan dengan proses penentuan tingkat produksi untuk

menjamin agar kegiatan usaha yang dilakukan dapat membiayai sendiri (*self financing*) dan selanjutnya dapat berkembang sendiri (*self growing*). Manfaat perhitungan titik impas adalah untuk mengetahui batas produksi minimal yang harus dicapai dan dipasarkan agar usaha yang dikelola masih layak untuk dijalankan. Maka dari itulah penulis menghitung analisa titik impas dari alat ini untuk mengetahui seberapa lama waktu yang dibutuhkan alat ini agar mencapai titik impas.

Net present value

Net present value (NPV) adalah kriteria yang digunakan untuk mengukur suatu alat layak atau tidak untuk diusahakan. Dalam menginvestasikan modal dalam penambahan alat pada suatu usaha maka NPV ini dapat dijadikan salah satu alternatif dalam analisis *financial*. Dari percobaan dan data yang diperoleh pada penelitian dapat diketahui besarnya NPV dengan suku bunga 7,5% adalah Rp. 1.270.819.564,93. Hal ini berarti usaha ini layak untuk dijalankan karena nilainya lebih besar ataupun sama dengan nol. Hal ini sesuai dengan pernyataan Giatman (2006) yang menyatakan bahwa kriteria NPV yaitu:

- NPV > 0, berarti usaha yang telah dilaksanakan menguntungkan
- NPV < 0, berarti sampai dengan n tahun investasi usaha tidak menguntungkan
- NPV = 0, berarti tambahan manfaat sama dengan tambahan biaya yang dikeluarkan.

Internal rate of return

Hasil yang didapat dari perhitungan IRR adalah sebesar 52,68%. Usaha ini masih layak dijalankan apabila bunga pinjaman bank tidak melebihi 52.68 % jika bunga pinjaman di bank melebihi angka tersebut maka usaha ini tidak layak lagi diusahakan. Semakin tinggi bunga pinjaman di bank maka keuntungan yang diperoleh dari usaha ini semakin kecil.

KESIMPULAN

1. Kapasitas alat pengiris tempe ini adalah sebesar 85,26 Kg/jam.
2. Persentase kerusakan bahan saat pengirisan adalah 15,3%.

3. Biaya pokok pengirisan tempe sebesar Rp. 128,416/Kg pada tahun pertama, Rp. 128,635/Kg pada tahun ke-2, Rp. 128,870/Kg pada tahun ke-3, Rp.129,123/Kg pada tahun ke-4, dan Rp. 129,395/Kg pada tahun ke-5.
4. Alat ini akan mencapai nilai *break even point* apabila telah melakukan pengirisan sebanyak 236,66 Kg/tahun.
5. *Net present value* alat ini dengan suku bunga 7.5% adalah Rp. 1.270.819.564,93 yang berarti usaha ini layak untuk dijalankan.
6. *Internal rate of return* pada alat ini adalah sebesar 52,68%.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, Z., 2006. Elemen Mesin 1. PT Refika Aditama, Bandung.
- Djoekardi, D., 1996. Mesin-Mesin Motor Induksi. Universitas Trisakti, Jakarta.
- Giatman, M., 2006. Ekonomi Teknik. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Hidayat, N., Masdiana, C. P., Sri, S., 2006. Mikrobiologi Industri. Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Putro, S., 2006. Perajang Mekanik Keripik. Vol : 7, No. 2, Hal: 56, Juli 2006. Jurnal Media Mesin.
- Stolk, J dan Kross.C., 1981. Elemen Mesin: Elemen Konstruksi dari Bangunan Mesin. Penerjemah Handersin dan A. Rahman. Erlangga, Jakarta.
- Sularso dan Suga,K., 2002. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Tonton, O., 2006, Studi Rancang Bangun Mesin Pengiris (Slicer) Dengan Mata Pisau Datar Untuk Kerupuk Udang Dalam Usaha Pengembangan Teknologi Pangan, Universitas Pasundan, Bandung.
- Waldiyono., 2008. Ekonomi Teknik (Konsep, Teori dan Aplikasi). Pustaka Pelajar, Yogyakarta.