

**UJI KINERJA DAN ANALISIS EKONOMI
MESIN PENGUPAS BAWANG MERAH (MPB TEP-0315)**

*Test Performance and Economical Analysis
of Shallot Skin Sheller Machine (MBP TEP-0315)*

**Wahyu Kristian Sugandi^{1,*}, M. Ade Moetangad Kramadibrata¹, Asri Widayanti¹,
Andhini Rosyana Putri¹**

¹Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Industri Pertanian,
Universitas Padjadjaran
E-mail*: sugandiwahyu@gmail.com

Diterima: 1 Agustus 2017
Disetujui: 21 Agustus 2017

ABSTRACT

The vacuum-pneumatic type of the modified shallot skin sheller (MPB TEP-0315) has to be specified its technical and economical feasibility. An explanatory descriptive analysis has been employed to observe, measure, and re-account the details. Results from performance test showed that its theoretical and actual capacities were 52.48 kg/h and 31.24 kg/h, respectively at a machine efficiency of 59.60 percent at a required power (for compressor and decompressor) of 2092.6 W and at a shelling yield of 70.20 percent. The average level of noisiness was 69.25 dBA. Whilst the average machine vibration with or without load were 0.67 mm/s and 1.67 mm/s, respectively. Based on economic analysis this shelling business would be reasonable at a net present value (NPV) of Rp 30.618.320,- at an internal rate of return (IRR) of 68.83%, where the benefit cost ratio (BCR) would be 1.20. While the pay back period (PBP) would be reached in the 2nd year of investation.

Keywords: *economic analysis, shelling machine, performance test*

ABSTRAK

Mesin pengupas kulit bawang Tipe Vakum-Pneumatik (MPB TEP-0315) hasil modifikasi perlu dideskripsikan spesifikasi dan kelayakan ekonominya. Metode analisis deskriptif eksplanatori digunakan untuk mengamati mengukur, dan menghitung kinerja mesin serta kinerja ekonomi. Hasil uji kinerja menunjukkan bahwa kapasitas teoritis dan aktual mesin berturut-turut adalah 14,57 g/detik, dan 8,67 g/detik dengan efisiensi mesin 59,60%, dan pada kebutuhan daya (untuk kompresor dan dekompresor) 2092,6 W rendemen pengupasan 70,20%. Tingkat kebisingan mesin rata-rata 69,25 dBA. Sementara getaran mesin rata-rata dengan dan tanpa beban berturut-turut adalah 0,67 mm/s dan 1,67 mm/s. Berdasarkan analisis ekonomi usaha pengupasan bawang merah memenuhi syarat pada nilai bersih sekarang (*net present value, NPV*) Rp 30.618.320,-, laju pengembalian modal (*internal rate of return, IRR*) 68,83%, rasio laba-biaya (*benefit cost ratio, BCR*) 1,20. Sedangkan periode pengembalian modal (*pay back period, PBP*) investasi tercapai pada tahun ke-2.

Kata kunci: analisis ekonomi, mesin pengupas, uji kinerja

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas hasil pertanian unggulan di Indonesia adalah bawang merah. Bawang merah termasuk tanaman semusim yang memiliki umbi berlapis. Umbi bawang merah ini terdiri dari akar, lapisan umbi, dan kulit luar. Kulit luar bawang merah sangat tipis dan melekat pada lapisan umbi bagian dalam. Untuk memanfaatkan bawang sebagai bahan bumbu berbagai pangan, Kulit luar dari bawang merah perlu dikupas dan akarnya dipotong. Karena proses pengupasan kulit bawang secara manual cukup memakan waktu dan membuat mata perih. Maka laboratorium Alat-mesin Pertanian Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran telah merancang-bangun mesin pengupas bawang merah.

Tipe awal mesin pengupas (MPB TEP 0194) Ari Sufyandi, 1994) dibuat dengan konsep hembusan udara bertekanan dari kompresor mampu merobek dan mengupas 5% kulit bawang dari kapasitas 300 g bawang dalam waktu sekitar 5 detik. Sedangkan tipe kedua (MPB TEP 0297) dengan modifikasi pisau angin pengupas pada tabung pengupas bawang (Yani M, 1997) rendemen pengupasan hanya mencapai 15%. Lalu mesin pengupas tipe ketiga (MPB TEP 0315) – hasil modifikasi dengan kombinasi sistem vakum dan pneumatik (Kramadibratad, dkk., 2015), telah mampu mengupas kulit bawang dalam waktu 9 detik, namun mencapai rendemen 70,20 % bawang terkupas - walau kapasitas pengupasan masih relatif rendah (31,2 kg/jam), merupakan hasil pengupasan terbaik dan dapat disosialisasikan kepada para pengrajin bawang. Untuk keperluan sosialisasi tersebut, mesin hasil modifikasi ini (MPB TEP 0315) perlu deskripsikan spesifikasi teknis dan spesifikasi ekonominya dengan

melakukan uji kinerja dan menganalisis kelayakan ekonominya.

Berdasarkan latar belakang maka penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan kelayakan teknis mesin pengupas bawang TEP – 0315 yang mencakup kapasitas teoritis dan aktual mesin, efisiensi mesin, kebutuhan daya, energi spesifik pengupasan, rendemen pengupasan, getaran dan kebisingan mesin, serta menganalisis kelayakan ekonomi mesin pengupas bawang, yang mencakup analisis biaya pokok, BEP (*Break Event Point*), NPV (*Net Present Value*), B/C Ratio (*Benefit Cost Ratio*) dan PBP (*Pay Back Period*).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan pada saat penelitian antara lain bawang merah (varietas brebes) sebanyak ± 12 kg yang diperoleh dari pasar tradisional Gedebage. Adapun peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain mesin pengupas kulit bawang, timbangan digital, *stopwatch*, *soundlevel meter*, *vibration meter*, *clamp meter*, jangka sorong, meteran, *beaker glass*, mistar. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode analisis deskriptif eksplanatori, yaitu melakukan pengamatan, pengukuran serta perhitungan, terhadap spesifikasi teknis dari mesin pengupas kulit bawang merah, kemudian menganalisis dari data tersebut sehingga memperoleh gambaran mengenai kinerja mesin pengupas kulit bawang merah yang pada akhirnya dapat memberikan gambaran tentang kelayakan mesin tersebut.

Pengamatan penelitian yang dilakukan meliputi unsur kinerja mesin yang akan menentukan kelayakan mesin secara fungsional. Alur penelitian, dilakukan dengan persiapan seperti

bawang merah yang telah dibuang akarnya sebagai bahan penelitian. Setelah bahan siap, melakukan pemeriksaan alat-alat penelitian yang akan digunakan untuk mesin pengupas bawang merah. Selanjutnya mesin melakukan proses pengupasan. Selama proses berlangsung, alat ukur untuk pengujian kinerja mengambil data-data yang dibutuhkan seperti pengukuran daya motor listrik, poros mesin, getaran mesin, kebisingan mesin, dan ergonomi mesin. Sedangkan dalam analisis ekonomi, perhitungan analisis yang dilakukan adalah analisis untuk penyewaan mesin pengupas bawang agar mendapatkan nilai BEP (*Break Even Point*), NPV (*Net Present Value*), IRR (*Internal Rate of Return*), BCR (*Benefit Cost Ratio*), PBP (*Pay Back Periode*).

a) Prosedur pengujian kinerja mesin

(1) Densitas Kamba (*Bulk Density*)

Pengukuran densitas kamba bawang merah dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Kerapatan Kamba} = \frac{Wd}{V} \dots\dots\dots 1)$$

Dimana :

Wd = Massa Bawang Merah (g)
V = Volume Pada Beaker Glass (ml)

(2) Kapasitas Teoritis Mesin Pengupas Kulit Bawang Merah

- a. Variabel yang diamati antara lain:
Dimensi dari bak pengupas, Berat bawang merah
- b. Parameter yang dihitung, yaitu:
Kerapatan kamba dapat dihitung dengan Persamaan 1 dan kapasitas teoritis dapat dihitung menggunakan Persamaan 2.

$$\text{Kapasitas Teoritis} = \frac{K \text{ max bak pengupas}}{\text{Putaran bawang}} \dots\dots\dots 2)$$

(3) Kapasitas Pengupasan Kulit Bawang Secara Aktual

- a. Variabel yang diamati antara lain:
Berat bawang merah yang keluar dari bak pengupasan dan lama waktu pengupasan
- b. Parameter yang dihitung, yaitu:

Kapasitas pengupasan aktual dapat dihitung menggunakan Persamaan 3.

$$\text{Kapasitas Aktual} = \frac{W}{t1} \times 3,6 \dots\dots\dots 3)$$

Dimana :

K = Kapasitas aktual pengupasan (g/detik)
W = Berat total bawang merah yang terkupas oleh mesin pengupas (g)
t1 = waktu yang dibutuhkan untuk pengupasan (detik)

(4) Efisiensi Mesin Pengupas Kulit Bawang Merah

a. Variabel yang diamati antara lain:

Kapasitas pengupasan aktual dan kapasitas pengupasan teoritis.

b. Parameter yang dihitung, yaitu:

Efisiensi mesin dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 4.

$$E_f = \frac{K_a}{K_t} \times 100 \% \dots\dots\dots 4)$$

Dimana :

E1 = Efisiensi mesin
Ka = Kapasitas pengupasan aktual (kg/jam)
Kt = Kapasitas pengupasan teoritis (kg/jam)

(5) Kebutuhan Daya

- a. Variabel diukur antara lain :
Besarnya daya yang diperlukan dari motor listrik atau outputnya ketika mesin dioperasikan.
- b. Parameter yang dihitung yaitu:
Kebutuhan daya mesin secara langsung dapat diketahui.

(6) Energi Spesifik Pengupasan Kulit Bawang Merah

- a. Variabel yang diamati antara lain :
Kebutuhan daya aktual dan kapasitas aktual.
- b. Parameter yang dihitung
Energi spesifik pengupasan dapat dihitung menggunakan Persamaan 5.

$$W = \frac{P \text{ total}}{K_a} \dots\dots\dots 5)$$

Dimana:

W = Energi spesifik pengupasan (J/kg)

P = Kebutuhan daya pengupas aktual (W)

Ka = Kapasitas aktual mesin (kg/jam)

(7) Rendemen Pengupasan

a. Variabel yang diamati antara lain:

Massa bawang merah yang terkupas dan massa bawang merah yang dimasukkan ke dalam bak pengupas.

b. Parameter yang dihitung

Rendemen pengupasan dapat dihitung dengan Persamaan 6.

$$R = \frac{\text{input}}{\text{output}} \times 100 \% \dots\dots\dots 6)$$

Dimana:

Rt = Rendemen bawang merah yang dihasilkan (%)

Output = Massa bawang merah yang terkupas (kg)

Input = Massa bawang merah yang dimasukkan dalam bak pengupas (kg)

(8) Analisis Getaran Mesin

Pengukuran getaran yang dihasilkan oleh mesin, dilakukan di bagian mesin yang dapat mempresentasikan getaran mesin secara keseluruhan. Pengukuran dengan menggunakan vibration meter sebanyak 5 kali ulangan dengan 5 kali pembacaan yang kemudian hasilnya dirata-ratakan.

(9) Analisis Tingkat Kebisingan

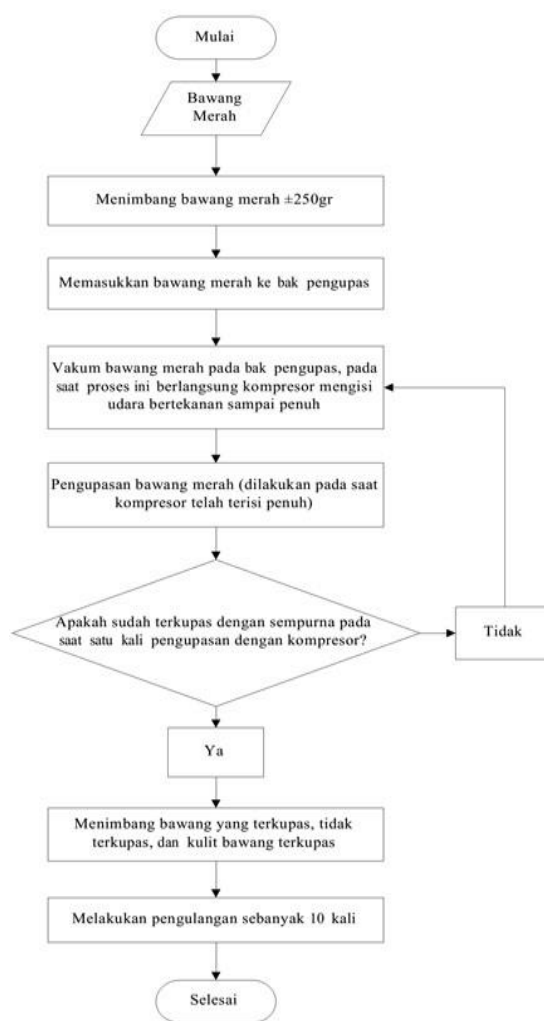
Tingkat kebisingan diukur dengan menggunakan soundlevel meter di dekat telinga operator dan berjarak 2 meter dari sumber suara, yang dilakukan baik saat tidak ada beban maupun saat ada beban.

(10) Pengujian Kapasitas Aktual

Pengujian kapasitas aktual maksimum pengupasan dengan cara :

1. Menimbang bahan baku ±250 gram bawang.
2. Memasukkan bawang merah yang telah disiapkan ke dalam bak pengupas.

3. Mengupas bawang dengan menggunakan kompresor dan vakum.
4. Mencatat waktu selama proses berlangsung hingga bahan terkupas merata.
5. Melakukan pengulangan sebanyak 10 kali.
6. Menimbang dan merata-rata kan hasil output tiap percobaan begitu pula dengan waktunya.
7. Menghitung kapasitas aktual mesin tiap ulangan dan catat hasil kapasitas maksimum.



Gambar 1. Prosedur Proses Pengujian Kapasitas Aktual Maksimum

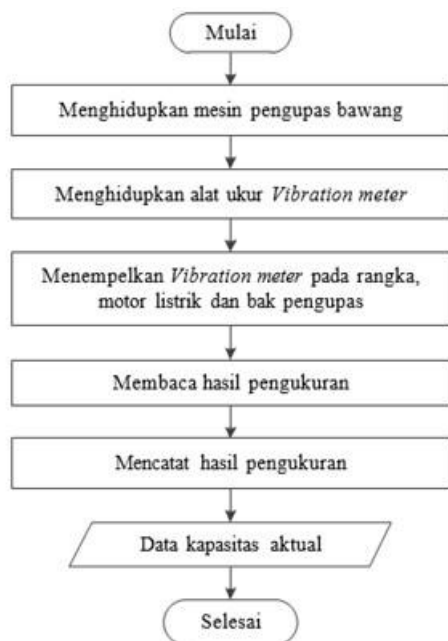
(11) Analisis Ergonomi

Pengukuran mengenai parameter ergonomi dilakukan dengan pengukuran

dimensi mesin dan beberapa komponen yang berhubungan dengan besarnya tingkat kebisingan dan getaran pada mesin. Adapun prosedur penentuan tingkat getaran dan kebisingan sebagai berikut.

a. Getaran

Pengukuran getaran mesin pengupas bawang dilakukan untuk mengetahui getaran yang terjadi pada mesin pengupas bawang. Pengujian getaran mesin dilakukan dengan menggunakan alat *Vibration meter* merk Lutron VB-8200. Pengujian getaran diukur pada tiga komponen yang dianggap memiliki getaran paling besar. Pengambilan data dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap ulangan dengan interval waktu selama 1 menit pada setiap bagiannya. Adapun prosedur teknis pengukuran getaran tersaji pada Gambar 2.



Gambar 2. Prosedur Pengukuran Getaran Pada Mesin Pengupas Bawang

Pengukuran getaran dilakukan pada tiga komponen mesin pengupas bawang TEP-0315 yaitu motor listrik, rangka dan bak pengupas. Prosedur pengukuran getaran pada mesin pengupas bawang

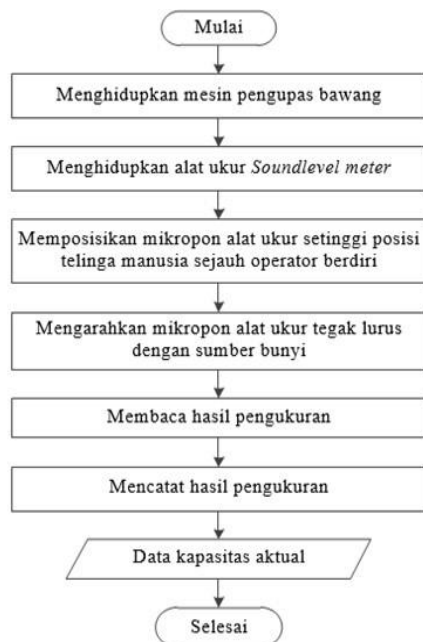
yaitu sebagai berikut:

1. Menghidupkan mesin pengupas bawang TEP-0315.
2. Menghidupkan alat pengukur getaran lutron VB-8200.
3. Memeriksa kondisi baterai dan memastikan bahwa keadaan power dalam kondisi baik.
4. Menempelkan vibration sensor pada permukaan motor listrik, rangka, dan bak pengupas pada tiga posisi yang memiliki tingkat getaran cukup tinggi.
5. Melakukan pengambilan data sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap pengulangannya dengan interval 1 menit pada kondisi tanpa beban.
6. Memasukkan bawang pada bak penampung unit bak pengumpan.
7. Melakukan prosedur 1-4 untuk mendapatkan data getaran mesin saat diberikan beban.
8. Melakukan pengambilan data sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap pengulangannya dengan interval 1 menit pada kondisi dengan beban pada setiap komponen.
9. Mencatat hasil pengukuran pada tabel pengukuran.

b. Kebisingan

Pengukuran kebisingan dilakukan untuk mengetahui tingkat kebisingan yang dihasilkan mesin pengupas bawang TEP-0315. Tingkat kebisingan mesin pengupas bawang diharapkan tidak melebihi ambang batas yang diizinkan berdasarkan Keputusan Kementerian Tenaga Kerja No. Kep-51/MEN/1999. Dalam melakukan pengukuran tingkat kebisingan mesin pengupas bawang digunakan *Soundlevel meter* dengan merk Lutron SL-4010. Pengambilan

data dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap pengulangannya dengan interval 1 menit. Adapun prosedur teknis pengukurannya tersaji pada Gambar 3.



Gambar 3. Prosedur Pengukuran Kebisingan Pada Mesin Pengupas Bawang

Penjelasan prosedur pengukuran kebisingan mesin pengupas bawang yaitu sebagai berikut:

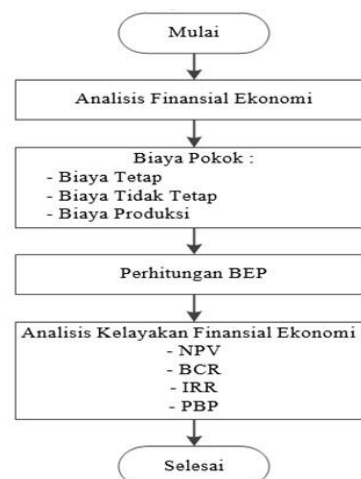
1. Menghidupkan mesin pengupas bawang TEP-0315.
2. Menghidupkan alat ukur intensitas kebisingan.
3. Memeriksa kondisi baterai dan memastikan bahwa keadaan *power* dalam kondisi baik.
4. Memposisikan mikropon alat ukur setinggi posisi telinga manusia sejauh operator berdiri.
5. Mengarahkan mikropon alat ukur tegak lurus dengan sumber bunyi.
6. Melakukan pengambilan data sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap pengulangannya dengan interval 1 menit pada kondisi tanpa beban.
7. Memasukkan bawang pada bak penampung mesin pengupas bawang.
8. Mengulang prosedur dari 1 – 5 untuk untuk mendapatkan data pengukuran tingkat kebisingan

mesin dengan kondisi diberi beban.

9. Melakukan pengambilan data sebanyak 5 kali pengulangan dengan 5 kali pembacaan pada setiap pengulangannya dengan interval 1 menit pada kondisi dengan beban.
10. Mencatat hasil pengukuran pada tabel pengukuran.

(12) Analisis Kelayakan Finansial Ekonomi

Parameter analisis ekonomi yang dihitung adalah biaya pokok, titik impas usaha atau *BEP*, analisis kelayakan finansial. Analisis ekonomi ditambahkan dengan pengukuran tingkat profitabilitas. Penjelasan mengenai parameter analisis ekonomi sebagai berikut:



Gambar 4. Diagram Proses Perhitungan Analisis Kelayakan Finansial Ekonomi

Parameter analisis finansial ekonomi yang dihitung adalah biaya pokok, titik impas usaha atau *BEP*, dan analisis kelayakan finansial ekonomi. Penjelasan mengenai parameter analisis finansial ekonomi adalah sebagai berikut:

a. Perhitungan Biaya Pokok

Biaya pokok dihitung dengan cara menjumlahkan biaya tetap dengan Persamaan 7.

$$BT = D + R + I \dots \dots \dots 7)$$

Keterangan:

BT = Biaya tetap (Rp/tahun)
 D = Biaya penyusutan (Rp/tahun)
 R = Biaya perbaikan dan perawatan (Rp/tahun)
 I = Bunga modal (Rp/tahun)

Biaya tidak tetap (BTT) dihitung menggunakan Persamaan 8.

$$BTT = (BL + BO) \dots\dots\dots 8)$$

Keterangan:

BTT = Biaya tidak tetap (Rp/hari)
 BL = Biaya listrik (Rp/hari)
 BO = Biaya operator (Rp/hari)

Perhitungan biaya tetap dengan menjumlahkan biaya penyusutan dengan Persamaan 9.

$$D = \frac{P-S}{N} \dots\dots\dots 9)$$

Keterangan:

D = Biaya penyusutan (Rp/tahun)
 P = Harga mesin (Rp)
 S = Nilai akhir mesin (Rp)
 N = Umur mesin (tahun)

Biaya perbaikan dan pemeliharaan dengan Persamaan 10.

$$R = P \times \frac{m}{100} \dots\dots\dots 10)$$

Keterangan:

R = Biaya perawatan dan perbaikan (Rp/tahun)
 P = Harga mesin (Rp)
 m = Presentase rata-rata biaya perawatan dan perbaikan

Dan perhitungan bunga modal Persamaan 11.

$$I = \frac{P-S}{2} \times r \dots\dots\dots 11)$$

Keterangan :

I = Bunga modal (Rp/tahun)
 r = Suku bunga bank (%/tahun)
 P = Harga mesin (Rp)
 S = Nilai akhir (Rp)

b. Analisis kelayakan finansial ekonomi

Analisis kelayakan ekonomi dihitung untuk mengetahui kelayakan usaha secara ekonomi mesin pengupas bawang merah. Metode yang digunakan dalam analisis ekonomi mesin pengupas bawang merah adalah NPV (Persamaan 12), B/C Ratio (Persamaan 13), IRR (Persamaan 14).

$$NPV = \sum PV_{pendapatan} - \sum PV \dots\dots 12)$$

$$BCR = \frac{\sum PV_{pendapatan}}{\sum PV_{pengeluaran}} \dots\dots\dots 13)$$

$$IRR = i_1 - NPV_1 \frac{(i_1 - i_2)}{NPV_2 - NPV_1} \dots\dots\dots 14)$$

Keterangan:

i_1 = Suku bunga kesatu (%)
 i_2 = Suku bunga kedua (%)
 NPV₁ = NPV pada suku bunga i_1 (Rp)
 NPV₂ = NPV pada suku bunga i_2 (Rp)

c. Break Event Point (BEP)

Titik impas usaha dihitung untuk mengetahui titik dimana besarnya penghasilan akan sama dengan total besarnya pengeluaran.

d. Pay Back Periode (PBP)

Pada metode ini yang dianalisis adalah seberapa cepat modal atau investasi yang telah dikeluarkan dapat segera kembali.

HASIL & PEMBAHASAN

a) Pengukuran Densitas Kamba Bawang Merah (Bulk Density)

Densitas kamba (*bulk density*) adalah besarnya massa bahan per satuan volume dengan satuan kg/m³. Nilai dari pengukuran *bulk density* bawang merah merupakan salah satu parameter perhitungan kapasitas teoritis dari mesin pengupas bawang merah. Berdasarkan hasil pengujian untuk *bulk density* dari bawang merah tersebut didapatkan nilai rata-rata sebesar 547 kg/m³. Nilai *bulk density* didapatkan dengan memasukkan bawang merah beberapa butir (metode curah) ke dalam

gelas ukur dengan volume 400 mL hingga padat.

b) Kapasitas Teoritis

Nilai dari kapasitas teoritis mesin pengupas bawang merah dengan menggunakan persamaan 2 didapatkan hasil sebesar 72,65 kg/jam. Dalam perhitungan kapasitas teoritis, nilai bulk *density* bawang merah sebesar 547 kg/m^3 dengan diperoleh volume bak pengupas sebesar 1215 cm^3 , volume bawang per butir sebesar 20 cm^3 dan berat bawang 10,5 gram per butir. Kapasitas maksimal dari bak pengupas didapatkan sebanyak 1215 gram.

Karena bak pengupas tidak dapat terisi penuh maka diasumsikan sebanyak 30% untuk pengupasan sehingga 30% dari kapasitas maksimal didapatkan 364,5 gram dibagi dengan berat per butir bawang 10,5 gram sehingga satu kali pengupasan sebanyak 34 butir bawang. Dengan putaran bawang per detiknya sebesar 0,04 putaran/ detik, jadi 1 putaran bawang adalah 25 detik. Sehingga kapasitas teoritis diperoleh dari kapasitas maksimal dibagi dengan putaran bawang yaitu sebesar $14,58 \text{ gram/detik} = 52,48 \text{ kg/jam}$.

c) Kapasitas Aktual Mesin

Kapasitas aktual mesin pengupas bawang merah ini ditentukan oleh rumus persamaan 5. Dimana berat total bawang merah yang terkupas dibagi dengan jumlah waktu yang dilakukan untuk pengupasan. Hasil perhitungan rata-rata dari 10 kali pengulangan. Total waktu keseluruhan proses pengupasan kulit bawang diperhitungkan mulai dari proses pemvakuman sampai dengan proses pengupasan dalam 10 kali pengulangan rata-rata 349 detik (5 menit 49 detik = 0,097 jam), sehingga kapasitas pengupasan aktual 2,4 kg/jam. Sedangkan bila yang diperhitungkan hanya lamanya proses pengupasan dengan pengulangan 10 kali diperoleh

rata-rata 24,1 detik.

Kapasitas pengupasan aktual dengan mesin pengupas modifikasi (MPB TEP – 0315) adalah 31,2 kg/jam. Rendahnya kapasitas aktual ini dikarenakan proses dekompresasi dan kompresi tidak dilakukan secara bersamaan. Sehingga proses ini memerlukan waktu yang lebih lama yang mempengaruhi rendahnya kapasitas aktual mesin.

d) Efisiensi Mesin

Efisiensi mesin pengupas bawang merah TEP– 0315 dihitung berdasarkan perbandingan data kapasitas aktual mesin terhadap kapasitas teoritisnya. Hasil perhitungan dari efisiensi mesin pengupas kulit bawang merah yaitu sebesar 59,60 %. Nilai efisiensi yang diperoleh ini cukup kecil dan masih kurang memenuhi kriteria efisiensi mesin yang layak pada umumnya. Menurut Saravacos, (2002) nilai efisiensi mesin pada umumnya yaitu 85% - 90%. Dengan demikian mesin ini belum memenuhi standar kriteria efisiensi mesin kurang dari 85% yang disebabkan karena beberapa faktor yaitu lamanya pengupasan yang menyebabkan kapasitas aktual mesin jauh dengan kapasitas teoritisnya. Lamanya pengupasan ini disebabkan oleh proses dekompresi dan kompresi pada mesin pengupas bawang yang tidak dilakukan secara bersamaan.

e) Kebutuhan Daya

Pengukuran kebutuhan daya mesin dengan menggunakan clamp meter, dengan ini menampilkan besarnya daya yang dapat diketahui secara langsung. Pengukuran kebutuhan daya motor penggerak sistem pengaduk dilakukan pada saat tidak ada beban (bawang belum dimasukkan ke dalam bak pengupas) dan pada saat ada beban (bawang dimasukkan ke dalam bak pengupas), sedangkan pengukuran kompresor dan vakum dilakukan dengan menggunakan *clampmeter*.

Kebutuhan daya motor penggerak sistem pengaduk pada bak pengupas pada saat tidak ada beban yaitu 30 W, sedangkan pada saat diberikan beban kebutuhan daya sebesar 33,6 W. Hal ini menunjukkan bahwa adanya peningkatan kebutuhan daya sebagai akibat adanya daya untuk proses pengadukan bawang. Hasil pengukuran daya kompresor yaitu sebesar 1500 W, dan pengukuran daya vakum sebesar 559 W. Jumlah keseluruhan daya yang dibutuhkan yaitu sebesar 2.092,6 W atau 2,0926 kW.

f) Energi Spesifik

Energi spesifik pengupasan bawang ini bertujuan untuk mengetahui besaran energi yang diperlukan untuk mengupas bawang. Nilai dari energi spesifik didapat dari pengukuran daya total yang dikeluarkan pada proses pengupasan dibagi oleh kapasitas aktual. Energi spesifik dari pengupasan bawang sebesar 0,014 J/kg, hal ini dipengaruhi oleh kebutuhan daya yang tinggi dan nilai dari kapasitas aktual mesin tersebut.

g) Rendemen Pengupasan Bawang Merah

Rendemen pengupasan dihitung dengan melakukan perbandingan antara massa dari bawang merah yang masuk ke dalam bak pengupas dengan massa bawang merah yang telah terkupas. Untuk mengetahui nilai rendemen pengupasan mesin dilakukan beberapa kali pengulangan pengujian, hal ini dilakukan untuk mendapatkan rata-rata waktu dan jumlah hasil pengupasan. Nilai rendemen pengupasan rata-rata dari proses pengupasan bawang terkupas adalah 70,20 %. Mesin yang baik memiliki nilai rendemen pengupasan yang mendekati 100% yang berarti dalam proses pengupasannya telah terkupas dengan sempurna dengan range antara 80%-100%. Namun nilai hasil perhitungan rendemen pengupasan bawang merah dapat dinyatakan mesin masih beroperasi dengan cukup baik

dengan nilai rendemen sebesar 70,20%.

h) Parameter Ergonomi

Analisis Getaran Mesin Pengupas Bawang

Pengukuran getaran dilakukan ketika mesin sedang dioperasikan, getaran terjadi saat mesin sedang beroperasi yang ditimbulkan oleh beberapa komponen dari mesin tersebut. Pengukuran getaran mesin dilakukan pada 3 tempat yaitu pada motor listrik, pada rangka dan bagian dari bak pengaduk karena pada bagian inilah yang banyak beroperasi, sehingga mengakibatkan terjadinya getaran. Nilai pengukuran getaran diperoleh dari pembacaan alat pengukur getaran yaitu *Vibration Meter* yang diletakkan pada bagian mesin yang akan diuji getarannya. Nilai dari pengukuran dirata-ratakan, hasilnya kemudian dilakukan perbandingan dengan SNI 7606:2010.

Nilai getaran yang diperoleh dari hasil pengukuran dan dilakukan perhitungan rata-rata tanpa beban yaitu sebesar 1,74 mm/s pada motor listrik, 1,96 mm/s pada rangka dan 1,33 mm/s pada bak pengaduk mesin pengupas bawang merah. Sedangkan apabila diberikan beban pada mesin pengupas bawang merah ini hasilnya yaitu 0,82 mm/s pada motor listrik, 0,88 mm/s pada rangka dan 0,60 mm/s pada bak pengaduk. Getaran berubah apabila diberikan beban akan lebih kecil dibandingkan dengan tanpa beban.

Berdasarkan standar ISO 2372 pedoman untuk besarnya getaran pada mesin dengan daya kecil pada tinjauan pustaka. Nilai dari perhitungan yang dihasilkan baik dari rangka, motor listrik dan bak pengupas masih dalam interval batas yang diizinkan yaitu 1,81 sampai 4,5 mm/s artinya mesin pengupas bawang layak digunakan dan tidak membahayakan operator. Operator pun tidak selalu melakukan kontak fisik dengan mesin pengupas, sehingga tidak menimbulkan efek negatif dan dapat

mempengaruhi tubuh operator.

Analisis Tingkat Kebisingan Mesin Pengupas Bawang

Pengukuran tingkat kebisingan pada mesin pengupas bawang dilakukan pada 4 titik. Pengukuran tingkat kebisingan dengan menggunakan alat yaitu *Sound Level Meter*, setelah data dicatat kemudian perhitungan dilakukan dan dirata-ratakan. nilai rata-rata tingkat kebisingan sebesar 67,88 dBA pada bagian depan mesin, 70,45 dBA pada belakang mesin, 69,54 dBA pada bagian kanan mesin dan 69,16 dBA pada kiri mesin. Nilai dari tingkat kebisingan dilakukan untuk perbandingan dengan batas tingkat kebisingan.

Hasil dari perbandingan tersebut menunjukkan bahwa nilai tingkat kebisingan tidak melebihi batas yang ditentukan menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. KEP-51/Men/1999, dimana ditetapkan batas tingkat kebisingan untuk kawasan industri, yaitu 85 desibel A (dBA) dengan lama waktu kerja 8 jam/hari pengoperasian mesin pengupas kulit bawang merah. Tingkat kebisingan mesin dalam penelitian ini termasuk dalam batas aman sesuai dengan tabel nilai batas ambang kebisingan yang ditetapkan.

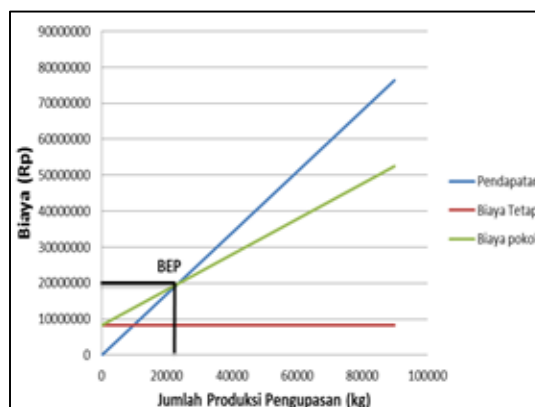
i) Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi digunakan untuk menghitung biaya-biaya yang dikeluarkan dalam pembuatan suatu produk baik biaya tetap maupun biaya tidak tetap, dengan menggunakan data biaya dari penelusuran pustaka, dan survei lapangan. Analisis ekonomi menggunakan data harga pasar bawang merah di daerah Gedebage Kota Bandung. Analisis ekonomi menghitung biaya pokok, titik impas usaha (*BEP*) dan analisis kelayakan finansial ekonomis. Pengembangan usaha pengupasan bawang merah dapat digolongkan ke dalam perencanaan

suatu kegiatan untuk mendapatkan keuntungan dengan memanfaatkan sumber daya yang ada.

Berdasarkan *Bank Rate* bulan November 2016 yang digunakan dalam analisis ekonomi untuk penghitungan biaya tetap adalah tingkat suku bunga bank per tahun sebesar 12%, umur ekonomis alat selama 5 tahun, nilai rongsok mesin 10% dari harga mesin, biaya perawatan dan perbaikan sebesar 8% dari harga mesin, asuransi 1% dari harga mesin. Survei lapangan untuk penghitungan biaya tidak tetap adalah kebutuhan energi listrik (kWh), upah operator per jam. Survei pasar yang akan digunakan adalah dalam satu kali pembelian bawang merah sebagai bahan baku yang diproses.

Analisis biaya pokok produksi didapat dengan penjumlahan nilai keseluruhan dari biaya tetap dan biaya tidak tetap. Hasil perhitungan dari biaya pokok mesin pengupas bawang merah per tahunnya adalah sebesar Rp 37.769.347,59/Tahun, untuk pendapatan kotor dalam 1 tahun sebesar Rp 50.918.400,00/Tahun



Gambar 5. Kurva Titik Impas Usaha (BEP)

Analisis Kelayakan Finansial Ekonomi

Analisis kelayakan finansial ekonomi dapat dilakukan dengan tiga metode yaitu, *NPV (Net Present Value)*, *IRR (Internal Rate of Return)*, *BCR (Benefit Cost Ratio)*. Berdasarkan tabel perbandingan hasil analisis ekonomi pada mesin pengupas bawang merah

TEP-0315 dengan standar kelayakan finansial ekonomi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Tabel Hasil Analisis Ekonomi Mesin Pengupas Bawang Merah TEP-0315

Parameter	Persyaratan	Hasil Uji	Ket
NPV	$NPV \geq 0$	Rp 30.618.320	Memenuhi
IRR	$IRR \geq MARR$	68.83%	Memenuhi
B/C Ratio	$B/C \text{ Ratio} \geq 1$	1,20	Memenuhi

Nilai dari biaya pokok merupakan penjumlahan dari biaya tetap (*Fix Cost*) dan biaya tidak tetap (*Variable Cost*). Nilai dari biaya tetap sebesar Rp 8.318.618,125/Tahun dan biaya tidak tetap sebesar Rp 29.450.729,47/Tahun. Biaya tetap meliputi biaya penyusutan, biaya perawatan, biaya modal, biaya pajak penghasilan, biaya asuransi. Biaya tidak tetap meliputi biaya gaji operator dan biaya konsumsi energi listrik. Pendapatan kotor didapatkan berdasarkan nilai asumsi jumlah produksi per tahun dari kapasitas aktual dikalikan dengan harga pengupasan per-kg dari asumsi nilai biaya pengupasan. Nilai produksi per tahunnya 59.904 kg dan jasa pengupasan Rp 850/kg.

Titik impas usaha (BEP) berdasarkan perhitungan jumlah produksi pengupasan bawang merah dalam satu tahun. Titik impas usaha (BEP) dicapai setelah mesin pengupas bawang merah melakukan pengupasan sebanyak 23.212,51 kg atau dibulatkan menjadi 23.213 kg sehingga titik impas usaha per tahunnya adalah 0,38 tahun. Kurva titik impas usaha dapat dilihat pada Gambar 5.

a. NPV (Net Present Value)

Proses pengupasan untuk pembuatan bawang goreng atau bawang olahan dilihat dari nilai *NPV* dinyatakan layak karena *NPV* pengupasan bernilai

positif yaitu sebesar Rp 30.618.320,00 sehingga memenuhi kelayakan ekonomi $NPV \geq 0$ (Blank & Tarquin, 2002). Nilai *NPV* yang bernilai positif disebabkan *BEP* yang tercapai pada tahun pertama. Kondisi tersebut menyebabkan nilai pendapatan sekarang lebih besar dari nilai pengeluaran sekarang selama lima tahun masa alat pengupas bawang sehingga nilai akhir *NPV* bernilai positif.

b. IRR (Internal Rate of Return)

IRR (Internal Rate of Return) adalah suatu tingkat *discount rate* yang menghasilkan *Net Present Value* sama dengan 0 (nol). Kelayakan ekonomi untuk *IRR* menurut (Blank dan Tarquin, 2002) nilai suku bunga $IRR \geq MARR$ per suku bunga bank. *MARR (Minimum Attractive Rate of Return)* suatu tingkat bunga yang digunakan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan kelayakan ekonomi. Perhitungan dari *IRR* sebesar 68,83% sedangkan nilai dari *MARR* sendiri yang digunakan adalah 12,5% (suku bunga bank, 2016). Proses dari pengupasan mesin pengupas bawang memenuhi kelayakan ekonomi untuk *IRR*. Hal ini disebabkan oleh nilai *NPV* pertama yang positif pada 12,5%, sehingga pada trial and error pada perhitungan *NPV* kedua untuk suku bunganya akan melebihi dari 12,5%.

c. B/C Ratio

Benefit Cost Ratio merupakan perbandingan antara pendapatan yang diperoleh dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Persyaratan kelayakan *B/C ratio* jika nilai $B/C \text{ ratio} \leq 1$, maka proses produksi tidak layak untuk dilakukan karena perusahaan mengalami kerugian. Sebaliknya jika nilai $B/C \text{ ratio} \geq 1$ maka proses produksi (usaha) tetap dapat dijalankan karena perusahaan mendapatkan keuntungan.

Jika *B/C ratio* sama dengan 1 maka perusahaan mengalami titik impas (tidak untung tidak rugi). Sedangkan penghitungan *B/C ratio* dari

proses pengupasan bawang sebesar 1,20 nilai tersebut sudah memenuhi kelayakan ekonomi *B/C ratio* dan menunjukkan bahwa usaha tersebut mempunyai keuntungan (*benefit*) lebih besar dari biaya produksi (*cost*).

d. PBP (Pay Back Period)

Pay Back Period merupakan waktu yang dibutuhkan oleh perusahaan untuk mendapatkan pengembalian modal dan mendapatkan keuntungan bersih. Untuk pengembalian modal tercapai pada kurun waktu 1 tahun dan penghitungan kelayakan metode *Pay Back Periode* tercapai pada tahun ke-2, yaitu pada saat keuntungan bernilai positif sebesar Rp 8.300.605,00; dengan demikian usulan investasi ini layak untuk dilakukan.

KESIMPULAN

Hasil uji kinerja terhadap mesin pengupas bawang merah TEP – 0315 menunjukkan:

- a. Kapasitas teoritis 14,57 g/detik dan kapasitas aktual 8,67 g/detik dengan rendemen 70,20%, namun efisiensi pengupasan relatif rendah 59,60%.
- b. Tingkat kebisingan mesin rata-rata sebesar 67,88 dBA pada bagian depan mesin, 70,45 dBA pada belakang mesin, 69,54 dBA pada bagian kanan mesin dan 69,16 dBA pada kiri mesin.
- c. Tingkat kebisingan dengan nilai rata-rata tersebut termasuk dalam batas aman, hasil pengujian getaran tanpa beban lebih besar hasilnya dibandingkan tanpa beban.
- d. Berdasarkan standar ISO 2372, nilai dari perhitungan yang dihasilkan baik dari rangka, motor listrik dan bak pengupas masih dalam interval batas yang diizinkan yaitu 1,81 sampai 4,5 mm/s; mesin pengupas bawang layak digunakan dan tidak membahayakan operator.

- e. Pada perhitungan analisis ekonomi NPV mesin pengupas bawang merah TEP-0315 adalah Rp 30.618.320,00. Hasil tersebut memenuhi syarat kelayakan NPV, yaitu NPV dikatakan layak apabila lebih besar dari 0 ($NPV \geq 0$).
- f. IRR mesin pengupas bawang TEP-0315 adalah 68,83 %. Hasil tersebut memenuhi syarat kelayakan IRR, yaitu $IRR \geq MARR$ (12,5%). *B/C ratio* mesin pengupas bawang merah TEP-0315, yaitu sebesar 1,20. Hasil tersebut memenuhi syarat kelayakan *B/C ratio*, yaitu $B/C \text{ ratio} \geq 1$.
- g. Untuk periode pengembalian modal, investasi tersebut memperoleh keuntungan pada tahun ke-2, yaitu pada saat keuntungan bernilai positif sebesar Rp 8.300.605,00.
- h. Berdasarkan data penelusuran pustaka dan survei lapangan yang digunakan, mesin pengupas bawang merah TEP-0315 sudah layak secara ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

Ari Sufyandi. 1994. *Kajian Pengupas Bawang dengan Sistem Tekanan Udara*. Laporan Penelitian. Unpad

Blank, L. & A. Tarquin. 2002. *Engineering Economy*. McGraw-HillCompanies, Inc. United State of America

Kramadibrata, Ade Moetangad., Totok Herwanto & Ard hany. 2015. *Laporan Akhir Onion Sheller*. Universitas Padjadjaran. Jatinangor.

Saravacos. 2002. *Handbook of Food Processing Equipment*. Springer

Yani Martono. 1997. *Modifikasi Pisau Angin Pengupas Pada Tabung Pengupas Bawang*. Skripsi. Fakultas Pertanian Unpad.