

## ALAT HAMMER MILL- STRAINER COMBINED PADA PENGOLAHAN AMPAS KELAPA SISA PROSES PEMBUATAN MINYAK KELAPA MURNI (VIRGIN COCONUT OIL)

Hadi Santosa<sup>1</sup>, Yuliati<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Kalijudan 37 Surabaya

<sup>2</sup>Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, Jl. Kalijudan 37 Surabaya

\*E-mail: [yuliati@ukwms.ac.id](mailto:yuliati@ukwms.ac.id)

### ABSTRAK

Ampas kelapa sebagai sisa proses pembuatan dan pengolahan VCO masih dapat dimanfaatkan kembali sebagai sumber pangan alternatif berupa tepung ampas kelapa. Tepung ampas kelapa mengandung banyak serat, karbohidrat, protein, lemak, asam organik, dan mineral, serta bermanfaat bagi kesehatan dan bernilai ekonomis tinggi. Penelitian ini memiliki tujuan rancang bangun teknologi tepat guna sistem hammer mill strainer combined sebagai alat pembuat tepung dan pengayak simultan dari bahan ampas kelapa dari pengolahan VCO. Mekanisme dari alat pembuat tepung dari ampas kelapa VCO adalah menggunakan sistem hammer mill strainer combined dalam penggilingan dan penghalusan ampas kelapa secara simultan dengan cara memukul/menekan dan menumbuk bahan baku dari ampas kelapa menjadi serbuk butiran yang lebih halus, kemudian hasilnya masuk dalam sistem pengayakan dengan 200-400 mesh untuk mendapatkan hasil tepung yang diharapkan.

**Kata kunci:** ampas, hammer mill, kelapa, tepung

### 1. PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Pada penelitian pendahuluan selama tiga tahun terakhir (Santosa, 2020) telah terbangun peralatan proses produksi pembuatan minyak kelapa murni (*virgin coconut oil*) dengan teknik sentrifugasi dan keseluruhan peralatan telah terintegrasi dengan baik. Pada percobaan skala laboratorium maupun dalam proses produksi VCO di para pengrajin, sisa pengolahan VCO ini akan terbentuk ampas kelapa dari hasil parut dan peras daging buah kelapa yang masih dapat dimanfaatkan kembali menjadi produk turunan yang memiliki nilai tambah dan nilai ekonomi tinggi. Bila hasil produksi buah kelapa di Indonesia mencapai 15 miliar butir per tahun dan dari 100 butir kelapa dapat diperoleh ampas 19,50 kg, maka tentunya pengolahan kembali ampas kelapa menjadi tepung merupakan kegiatan produktif yang dapat meningkatkan nilai ekonomis dan nilai tambahnya (Ruslina, 2020). Ampas kelapa VCO ini akan diolah kembali menjadi tepung ampas kelapa. Beberapa penelitian telah berhasil melakukan pengujian baik secara fisik maupun kimiawi serta kandungan gizinya meliputi kandungan serat, karbohidrat, protein, lemak, asam organik, dan mineral yang bermanfaat bagi tubuh dan sangat dibutuhkan untuk proses fisiologis tubuh manusia. Tepung ampas kelapa mengandung lemak 12%, protein 4,12%, serat kasar 37,1%, dan kadar air 0,33% (Yulvianti, 2014). Produk olahan tepung ampas kelapa ini juga dapat diolah menjadi bahan olahan pangan yang lebih bermanfaat dan bernilai ekonomis tinggi seperti untuk *cookies* ataupun *nugget*.

Pembuatan tepung ampas kelapa VCO ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pencucian, penambahan bahan pengawet, penirisan, pengeringan, penggilingan dan pengayakan (Putri, 2014). Proses penggilingan dan pengayakan ampas kelapa tentunya membutuhkan energi besar dan waktu yang relatif lama untuk memperoleh hasil tepung yang halus dan homogen. Di pihak lain, di pasaran kebanyakan untuk membuat tepung masih menggunakan sistem *hammer mill* tapi tidak dilengkapi dengan *separator* maupun alat pengayakan. Kondisi ini menyebabkan tepung yang masih kasar akan kembali ke penggilingan dan kemudian cenderung bercampur kembali antara yang halus dengan yang kasar. Menurut Ganjar (2011) dan Zulfandi (2016), hal ini tentunya tidak efektif dan efisien dalam proses pembuatan tepung.

Berpijak dari permasalahan yang ada, potensi akan produk tepung ampas kelapa serta beberapa peralatan proses produksi pembuatan tepung yang masih belum sempurna, maka dalam penelitian ini akan ditawarkan solusi berupa rancang bangun teknologi tepat guna alat *hammer mill strainer combined* sebagai alat pengolahan ampas kelapa VCO menjadi tepung sebagai sumber pangan alternatif yang bernilai ekonomis dan prospektif. Penelitian ini berfokus pada bentuk dan ukuran *blade*, adanya sistem ulir ekstruder dan sistem pengayakan (*strainer*) dalam bentuk yang *compact*.

## 1.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pemanfaatan kembali ampas kelapa dari sisa proses produksi VCO menjadi tepung ampas kelapa dengan rancang bangun teknologi tepat guna sistem *hammer mill strainer combined* dengan sistem *extruder* ulir dan sistem pengayakan (*strainer*) dalam bentuk yang *compact*.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang, manfaat dan perumusan masalah maka tujuan penelitian ini adalah rancang bangun alat berteknologi tepat guna *hammer mill strainer combined* untuk memanfaatkan dan mengolah kembali ampas kelapa sisa proses pembuatan minyak VCO menjadi tepung bahan olahan pangan.

## 1.4 Kajian Pustaka

### 1.4.1 Pembuatan tepung ampas kelapa sisa proses pembuatan minyak VCO

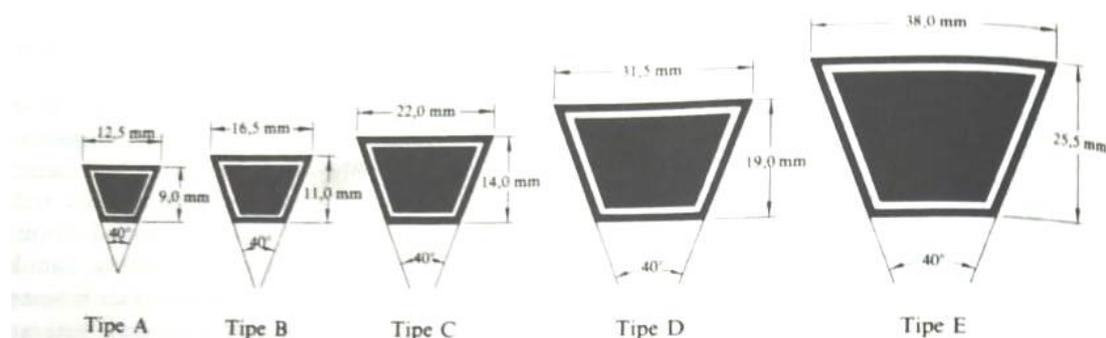
Pembuatan tepung ampas kelapa sisa proses pembuatan minyak VCO ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu pencucian penambahan bahan pengawet, penirisan, pengeringan, penggilingan dan pengayakan (Kailaku, 2005). Proses pengeringan bertujuan untuk mengurangi kadar air yang ada hingga 2,5-3,5% sehingga tepung bertahan lebih lama dalam penyimpanannya. Proses pengeringan dilakukan pada temperatur 60-70°C selama 20-45 menit atau dijemur dibawah sinar matahari hingga kering. Penelitian pendahuluan (Santosa, 2014) telah berhasil merancang bangun sistem pengering dengan pemanfaatan energi surya dan efek rumah kaca sehingga dari luaran penelitian ini dapat dimanfaatkan sebagai pengering ampas kelapa VCO pula. Penelitian tentang rancang bangun proses produksi minyak VCO (Santosa, 2020) juga menjadi dasar ide dari penelitian alat pembuat tepung kelapa ini. Hal ini muncul karena dalam proses produksi minyak VCO menghasilkan sisa/bahan sampingan yang salah satunya adalah ampas kelapa VCO. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa kandungan gizi yang terdapat pada ampas kelapa dari VCO yaitu kadar serat kasar 17,6%, kadar lemak 42,7%, kadar protein 6%, karbohidrat 45%, serat pangan terlarut 7,14%, serat pangan tidak terlarut 43,8%, vitamin A < 0,5 IU/100 g, vitamin D 10,5 µg/100 g dan vitamin E < 0,1 mg/100 g (Kaseke, 2017).

Saat ini proses penepungan menggunakan alat penepung di pasaran kebanyakan masih menggunakan sistem manual atau sistem *pressing* atau menggunakan sistem *hammer mill*. Namun peralatannya masih belum dilengkapi dengan adanya pemisah atau *separator* yang berfungsi untuk memisahkan hasil gilingannya. Produk yang dihasilkan juga masih harus melalui proses tambahan dengan alat lain, yaitu pengayakan kembali untuk mendapatkan kehalusan yang sama. Berdasarkan permasalahan tersebut dan melihat potensi ampas kelapa VCO yang dapat dijadikan bahan tepung, maka pada penelitian ini akan dirancang bangun alat penepung ampas kelapa sistem *hammer mill strainer combined*. Penelitian ini berfokus pada bentuk dan ukuran *blade*, adanya sistem ulir ekstruder dan sistem pengayakan (*strainer*) dalam bentuk yang *compact*.

### 1.4.2 Perhitungan perancangan elemen mesin penepung

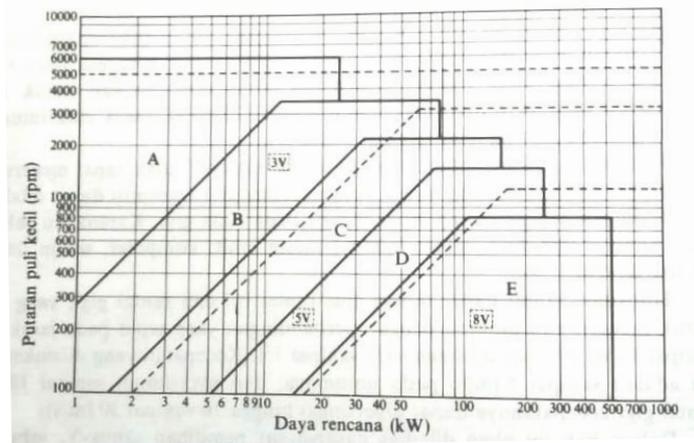
#### a. Transmisi sabuk V

Sabuk V yang digunakan sebagai komponen mesin penepung ini terbuat dari karet dan berpenampang berbentuk trapezium serta dibelitkan pada *pulley*. Berbagai bentuk dan proporsi penampang sabuk V yang umum dan sering digunakan dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Bentuk dan proporsi sabuk V

Selanjutnya, berdasarkan daya rencana dan putaran poros penggerak, penampang sabuk V yang sesuai dapat ditentukan dengan menggunakan Gambar 2.



Gambar 2. Diagram pemilihan sabuk V (Sularso, dkk., 2002)

- b. Penentuan daya motor listrik sebagai penggerak yang dibutuhkan

$$F = m \cdot g \quad (1)$$

dimana:

F = gaya (Newton)

m = massa (kg)

g = gaya gravitasi =  $10 \text{ m/s}^2$

dengan penentuan besar torsi *pulley* (Newton meter) adalah:

$$\tau = F \cdot r \quad (2)$$

Dengan  $F$  adalah gaya (Newton) dan  $r$  adalah lengan gaya (meter).

Apabila putaran motor ( $n$ ) maka kecepatan sudutnya (*radian/second*) adalah:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} \quad (3)$$

Selanjutnya, daya motor listrik (Kilo Watt) yang dibutuhkan adalah:

$$P = \tau \cdot \omega \quad (4)$$

serta daya rencana (Kilo Watt) sebesar:

$$P_d = f_c \cdot P \quad (5)$$

Dengan  $f_c$  adalah faktor koreksi dengan nilai 1,5.

- c. Perancangan diameter *pulley* dapat ditentukan dengan persamaan:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_{pl}}{d_{pl}} \quad (6)$$

dimana:

$n_1$  = Putaran motor listrik

$n_2$  = Putaran poros *extruder* ulir

$D_{pl}$  = Diameter *pulley* poros *extruder* ulir

$d_{pl}$  = Diameter *pulley* motor listrik

- d. Perancangan *extruder* ulir dan porosnya dapat ditentukan dengan persamaan:

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right) \left(\frac{2\pi n_1}{60}\right)}{102} \quad (7)$$

Dimana  $T$  adalah momen puntir atau momen rencana (kg.mm).

Apabila momen puntir tersebut dibebankan pada suatu poros dengan diameter  $d_s$  (mm), maka tegangan geser  $\tau$  ( $\frac{kg}{mm^2}$ ) adalah:

$$\tau = \frac{5.1T}{d_s^3} \quad (8)$$

serta diameter (mm) yang dibutuhkan adalah:

$$d_p = d_s \times S_{f1} \times S_{f2} \quad (9)$$

Dimana  $S_{f1}, S_{f2}$  merupakan faktor keamanan beban statis dan dinamis akibat adanya gerakan/putaran.

e. Penghitungan kecepatan linier sabuk (*V-belt*) adalah:

$$v = \frac{\pi \times d_p \times n_1}{60 \times 1000} \quad (10)$$

## 2. METODE

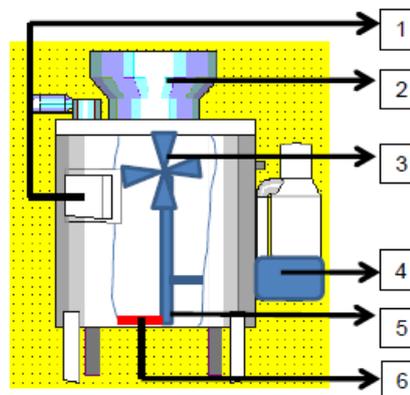
### 2.1 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Survei informasi dan studi literatur guna menelusuri literatur dan menggali informasi, identifikasi kebutuhan dan pengumpulan data awal yang diperoleh dari berbagai sumber seperti buku-buku, internet, wawancara dengan pengrajin VCO, survei material/bahan maupun survei langsung ke beberapa bengkel permesinan.
2. Merancang bangun alat teknologi tepat guna *hammer mill strainer combined* pada pengolahan ampas kelapa sisa proses pembuatan minyak VCO menjadi tepung bahan olahan pangan.
3. Mengadakan uji coba mesin & peralatan tersebut.  
Setelah mesin selesai dikerjakan, untuk mengetahui performansi/unjuk kerja mesin maka dilakukan pengukuran dan uji coba mesin beserta peralatan pendukungnya.
4. Penyempurnaan metoda & mesin/peralatan.  
Apabila pada point 3 masih dijumpai kekurangsempurnaan dari unjuk kerja mesin, maka dilakukan penyempurnaan mesin beserta pendukungnya.
5. Menjalankan alat *hammer mill strainer combined* dan mengukur parameternya. Parameter/hasil diukur yaitu pengamatan secara visual hasil proses pembuatan tepung ampas kelapa dan kapasitas lamanya waktu proses dalam satu kali produksi.

### 2.2 Skema Gambar Alat Rancangan *Blade Mill Extruder*

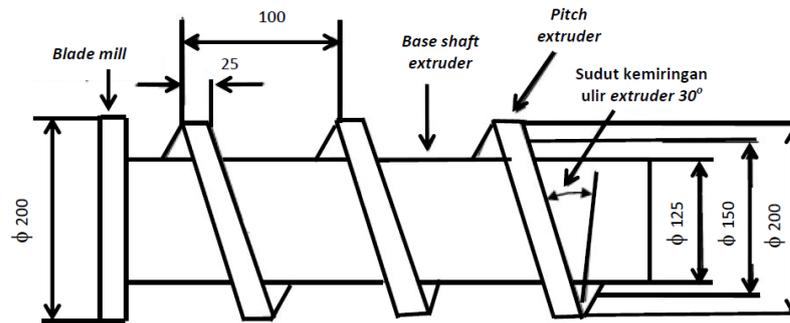
Skema gambar perancangan alat penepung ampas kelapa dan rancangan *blade* dapat ditunjukkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. Skema alat

Keterangan:

1. *Blower*
2. *Hopper*
3. *Blade Mill*
4. Motor Listrik
5. *Shaft agitator* pemisah tepung kelapa
6. *Strainer*



Gambar 4. Rancangan blade mill extruder

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Tahap Perhitungan dan Perancangan Alat

Pada tahap perancangan alat penepung ampas kelapa *hammer mill extruder* dengan sistem pengayakan ini meliputi perancangan komponen komponen *supporting* alat yaitu terdiri dari penentuan motor penggerak alat, desain ulir *extruder*, desain poros (*shaft*), *pulley*, *V-belt*, *blade mill* serta bantalan dan kerangka alat. Desain dirancang dengan membuat bagian-seperti unit rangka, unit keluaran tepung kelapa, unit motor penggerak dan unit transmisi daya.

- i. Penentuan daya motor listrik sebagai penggerak yang dibutuhkan dengan asumsi beban yang ditahan oleh poros sebesar 5 kg dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1):

$$F = m \cdot g = 5 \text{ kg} \cdot 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} = 50 \text{ N}$$

Dengan asumsi diameter *pulley* adalah 400 mm atau jejari 200 mm maka besar torsi dihitung dengan persamaan (2) adalah:

$$\tau = F \cdot r = 50 (0.2) = 10 \text{ Nm}$$

Apabila misal putaran motor direduksi menjadi 700 rpm, maka dengan persamaan (3) maka kecepatan sudutnya adalah:

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{2\pi 700}{60} = 23.33 \pi \text{ rad/s}$$

Putaran motor dapat diubah ubah sesuai *setting* yang diberikan dan menjadi salah satu *variable* dalam rancangan percobaannya.

Daya motor listrik yang dibutuhkan dapat dihitung dengan persamaan (4) adalah:

$$P = \tau \cdot \omega = 10 \cdot (23.3\pi) = 731.6 \text{ Watt}$$

Selanjutnya untuk penentuan daya rencana, dengan nilai faktor koreksi ( $f_c$ ) dipilih sebesar 1.5, maka besar daya rencana dengan persamaan (5) adalah:

$$P_d = f_c \cdot P = 1.5 \cdot 731.6 = 1,097.4 \text{ watt} = 1.0974 \text{ KW} = 1.5 \text{ HP}$$

- ii. Perancangan diameter *pulley* dapat ditentukan dengan persamaan (6):

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{D_{pl}}{d_{pl}}$$

sehingga diperoleh perhitungan:

$$\frac{1500}{700} = \frac{D_{pl}}{65}$$

$$D_{pl} = \frac{1500(65)}{700} = 139.7 \text{ mm} \approx 140 \text{ mm}$$

- iii. Perancangan *extruder* ulir dan porosnya

Menurut Purnomo (2013) dan Sularso (2002), pemilihan material untuk *extruder* ulir ini sangat penting karena di bagian inilah proses penumbukan dan penekanan ampas kelapa menjadi tepung kelapa. Kecepatan putar poros *extruder* ulir dapat ditentukan sebagai berikut.

Berdasarkan persamaan (5) maka dapat ditentukan nilai dari momen puntir poros pemutar yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$P_d = \frac{\left(\frac{T}{1000}\right) \left(\frac{2\pi n_1}{60}\right)}{102}$$

Sehingga  $T = 9.74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$

$$T = 9.74 \times 10^5 \left(\frac{1.0974}{1500}\right) = 712.58 \text{ kg.mm}$$

Tegangan geser diperoleh dari persamaan (8):

$$\tau = \frac{5.1T}{d_s^3}$$

Dimana tegangan geser besarnya diambil 40%-45% dari kekuatan tarik.

Dalam pembuatan alat ini, poros dipilih menggunakan bahan baja karbon konstruksi mesin (JIS G 4501) S30C bahan dengan penormalan yang memiliki kekuatan tarik  $48 \text{ kg/mm}^2$ , sehingga diperoleh tegangan geser:

$$\tau = \frac{45}{100} \cdot 48 = 21.6 \text{ kg/mm}^2$$

Perhitungan diameter poros dari (8) diperoleh:

$$21.6 = \frac{5.1 (712.58)}{d_s^3}$$

$$d_s^3 = 168.25 = 5,5$$

*Safety factor* untuk bahan SC adalah  $Sf_1 = 6.0$  dan *Safety factor* untuk beban kejut  $Sf_2 = 1.3 - 3.0$  sehingga diameter yang dibutuhkan (9) adalah:

$$d_p = d_s \times Sf_1 \times Sf_2$$

$$d_p = 5.5 (6.0)(1.5) = 49.5 \text{ mm} \approx 5 \text{ cm}$$

iv. Penghitungan kecepatan linier sabuk (*V-belt*) dari persamaan (10) adalah:

$$v = \frac{\pi d_p x n_1}{60 \times 1000}$$

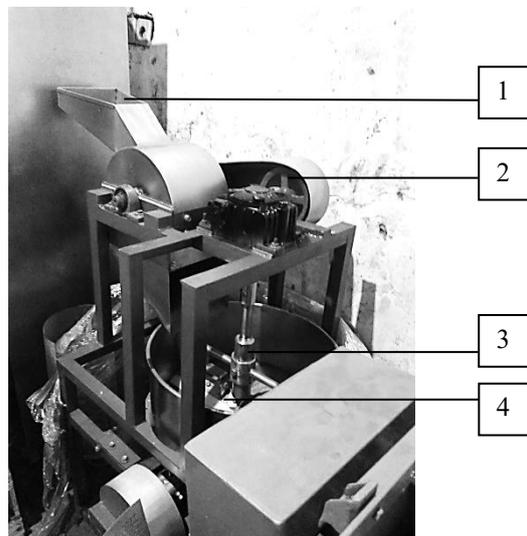
Sehingga diperoleh:

$$v = \frac{\pi \times 6.5 \times 1500}{60000} = 0.51 \text{ m/det}$$

Kecepatan linier sabuk  $V = 0.51/\text{det} < 10 \text{ m/det}$ , sehingga dari perhitungan ini maka penggunaan sabuk V untuk alat ini secara teknis telah memenuhi syarat teknis.

### 3.2 Realisasi Alat Penepung Ampas Kelapa

Setelah tahap perancangan dan perhitungan serta kebutuhan material alat penepung ampas kelapa dapat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Alat penepung ampas kelapa

Keterangan:

1. *Hopper*
2. *Pulley* dan V belt penggerak *extruder* ulir
3. *Shaft*
4. *Blade mill*

Spesifikasi teknis alat penepung ampas kelapa:

1. Dimensi alat : panjang = 0.5 m, lebar = 0.5 m dan tinggi = 1.45 m.
2. Motor listrik yang digunakan adalah motor AC 1.5 HP dengan daya 1,097.4 *watt* dan transmisi penggerak 1500 rpm dan berputar searah jarum jam.
3. Rangka penyangga dari baja ST45, sambungan dihubungkan dengan pengelasan.
4. Tinggi *hopper* untuk menuang ampas kelapa memenuhi persyaratan antropometri orang Indonesia.
5. Penggerak dengan menggunakan sabuk V tipe A (tinggi 9 mm, lebar atas 12,5 mm dan sudut  $V = 45^{\circ}$ ).
6. *Extruder mill* sebagai penekan dan penumbuk ampas kelapa.
7. *Chamber, hopper* berbahan Stainless Steel SS304.

Berdasarkan hasil perhitungan serta rancang bangun alat pembuat tepung kelapa sehingga diperoleh spesifikasi teknis alat, namun terdapat beberapa kendala yang dihadapi dalam penelitian ini khususnya pada tahapan uji coba alat untuk mengetahui performansi/unjuk kerja mesin, pengukuran dan uji performansi mesin beserta peralatan pendukungnya. Hal ini disebabkan karena adanya pandemi Covid-19 sehingga uji coba performansi alat pada kondisi sebenarnya menjadi tertunda.

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan hasil penelitian ini adalah:

1. Dari perhitungan putaran *pulley* (rpm) dan daya yang direncanakan, maka diperoleh sabuk V dengan tipe A.
2. Dari perhitungan kebutuhan daya untuk menghasilkan tepung, maka dibutuhkan daya 1,097.4 *watt* sehingga pemilihan motor listrik yang sesuai di pasaran menggunakan 1.5 HP.
3. Perhitungan kecepatan pemilihan sabuk V sebesar 0.51 m/detik telah sesuai dengan persyaratan standar teknis kecepatan sabuk V.
4. Tinggi *hopper* 1.45 m disesuaikan dengan antropometri tinggi orang Indonesia sehingga mempermudah proses penuangan bahan ampas kelapa.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya dalam program kegiatan hibah Penelitian INTERDISCIPLINARY RESEARCH GRANT UKWMS 2020-2021.

#### PUSTAKA

- Subagio, G. D. 2011. Rancang Bangun Mesin Tepung Obat Tradisional dengan Penambahan Blower Penghisap pada Ruang Giling. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, Desember 2011, 1 (1): 1 – 6.
- Santosa, H., Yuliati. 2014. *Kolaborasi Energi Surya dan Angin Untuk Meningkatkan Kualitas Ikan Kering dan Hasil Olahannya Bagi Masyarakat Nambangan Kenjeran*, Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-9 .
- Santosa, H. Yuliati. 2020. Rancang Bangun Alat Sentrifugal Pencuci Daging Buah Kelapa Menggunakan Cairan Air Kelapa (Pre-Processing Metode Sentrifugasi). *Jurnal Metris*, Juni 2020, 21(1): 31- 36.
- Prasetya, H. N. Herdinastiti. 2018. Pengolahan Ampas Kelapa Menjadi Kue Semprong Mini Untuk Peningkatan Nilai Tambah. *Jurnal Primordia*, Oktober 2018, 14 (2).
- Kaseke H.F. G. 2017. Mempelajari kandungan Gizi Tepung Ampas kelapa Dari Pengolahan Virgin Coconut Oil (VCO) dan Minyak Kopra Putih. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, Desember 2017, 9 (2): 115-122.
- Ruslina. S. Januari 2019. Potensi Ekspor Sabut Kelapa, (Online), (<http://pelakubisnis.com/2019/01/pt-mahligai-indococo-fibre-potensi-ekspor-sabut-kelapa/>), diakses 22 Oktober 2020).
- Putri, M. F. 2014. Kandungan gizi dan Sifat Fisik Tepung Ampas Kelapa Sebagai bahan Pangan Sumber Serat. *Jurnal Teknologi Busana dan Boga TEKNOBUGA*, 1 (1).
- Yulvianti, M. E., W. Tarsono, & Alfian, M. R. 2014. Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Tepung Kelapa Tinggi Serat dengan Metode Freeze Drying. *Jurnal Integrasi Proses*, Juni 2015, 5 (2):101-107.



- Purnomo, M. J. 2013. Optimasi Alat Penepung Gula Kristal Hasil Granulasi Menggunakan Mesin Hammer Mill Pada Sistem pembuatan Gula Semut. *Jurnal Angkasa*, November 2013, V (2).
- Kailaku, S. I. Mulyawanti, I. Dewandari, K. T. Syah, A. N. A. *Potensi Tepung kelapa dan Ampas Industri Pengolahan Kelapa*. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Inovatif Pascapanen untuk Pengembangan Industri Berbasis Pertanian.
- Sularso. Suga, K. 2002. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Supriatna, D. 2012. Kajian Pemanfaatan Ampas Kelapa Hasil Samping Pembuatan VCO untuk Produk Tepung Kelapa (Coconut Flour) Berserat Tinggi. *Laporan Akhir. Balai Besar Industri Agro*, Bogor.
- Zulnadi. Indovilandri. Irfandi. 2016. Rancang Bangun Alat Mesin Hammer Mill Untuk Pengolahan Jagung Pakan. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, Maret 2016, 20 (1). ISSN 1410-1920