

RANCANG DESAIN ALAT PENGAYAK *MODIFIED CASSAVA FLOUR* (MOCAF) BERDASARKAN ANALISIS KEBUTUHAN, MORFOLOGI DAN TEKNIK

DESAIN OF MODIFIED CASSAVA FLOUR SIEVING EQUIPMENT (MOCAF) BASED ON MORPHOLOGICAL AND TECHNICAL REQUIREMENTS ANALYSIS

Slamet Sulistiadi^{1✉}, Fenny Aprilliani¹, Anri Kurniawan¹

¹Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto

✉Komunikasi Penulis, email: sulistiadislamet22@gmail.com

DOI:<http://dx.doi.org/10.23960/jtep-lv10i1.73-84>

Naskah ini diterima pada 29 September 2020; revisi pada 22 Februari 2021;
disetujui untuk dipublikasikan pada 6 Maret 2021

ABSTRACT

Modified Cassava Flour (MOCAF) which has been produced by small industries has a particle size that is not yet the Indonesian National Standard (SNI), so the quality needs to be improved using a sieving machine. The objectives of this study are 1) to analyze the design requirements of the sieving machine 2) to determine the design concept 3) to analyze the technique 4) to design the sieving device in the engineering drawing. The method used in this research is observation, interview and French design method. Based on the results of the needs analysis, it was found that the design concept of the MOCAF sieve tool that uses an electric motor, is easy to operate, is in accordance with the production capacity, has an SNI size mesh and the material used is affordable. The results of the morphological analysis show that the design concept that can be developed is the design concept 1. The results of the technical analysis show that the linear velocity of the belt is 5.58 m/s and the tensile stress at T1 is 0.23 MPa. The dimensions obtained based on the design results are 5 cm pulley length, 99 x 59 x 10 cm mesh dimension, 100 mesh size and 108 x 80 x 95 cm machine frame dimensions.

Keywords: *analysis, design, MOCAF, morphology, sieving*

ABSTRAK

Modified Cassava Flour (MOCAF) yang telah diproduksi oleh industri kecil memiliki ukuran partikel yang belum Standar Nasional Indonesia (SNI) sehingga perlu ditingkatkan kualitasnya menggunakan mesin pengayak. Tujuan penelitian ini adalah 1) menganalisis kebutuhan desain mesin pengayak 2) menentukan konsep desain 3) menganalisis teknik 4) membuat desain alat pengayak dalam gambar engineering. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah observasi, wawancara dan metode perancangan French. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan diperoleh konsep desain alat pengayak MOCAF yang menggunakan motor listrik, mudah dioperasikan, sesuai dengan kapasitas produksi, memiliki mesh ukuran SNI dan material yang digunakan terjangkau harganya. Hasil analisis morfologi menunjukkan bahwa konsep desain yang dapat dikembangkan adalah konsep desain 1. Hasil analisis teknik diperoleh besarnya kecepatan linier sabuk 5,58 m/s dan tegangan tarik pada T1 diperoleh nilai sebesar 0,23 MPa. Dimensi yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan adalah panjang pulley 5 cm, dimensi mesh 99 x 59 x 10 cm, mesh ukuran 100 dan dimensi kerangka mesin 108 x 80 x 95 cm.

Kata Kunci: *analisis, desain, pengayak, MOCAF, morfologi*

I. PENDAHULUAN

Modified Cassava Flour (MOCAF) di Indonesia belum dapat berkembang menjadi industri modern dan pelaku produksi masih didominasi

oleh usaha kecil (UMKM) yang tersebar di berbagai daerah. Selain aspek penyediaan bahan baku singkong, pelaku usaha MOCAF sampai saat ini banyak menghadapi kendala seperti teknis produksi, kesesuaian standar kualitas produk dan

penerimaan pasar (Lestari *et al.*, 2020). Berdasarkan teknis pelaksanaan produksi, tahapan penting yang harus dilakukan sebelum pengemasan adalah pengayakan. Proses pengayakan MOCAF yang dilakukan oleh UMKM menggunakan saringan santan kelapa secara manual, sehingga tidak efisien dan MOCAF yang dihasilkan belum sesuai dengan standar mutu yang ditetapkan.

Sebagai upaya penjaminan mutu MOCAF, Badan Standarisasi Nasional (BSN) mengeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk MOCAF yaitu SNI 7622:2011 yang menetapkan kriteria keadaan bentuk serbuk halus dan kehalusan dengan lolos ayakan 100 mesh (b/b) minimal 90 %, serta lolos ayakan 80 mesh (b/b) 100%. Industri MOCAF di Indonesia didominasi oleh UMKM yang menggunakan mesin penggiling tepung beras sebagai mesin penghancur chip singkong kering sedangkan untuk keseragaman partikel MOCAF hanya didapatkan melalui saringan yang melekat pada mesin penepung saja. Proses untuk mendapatkan MOCAF dengan tingkat kehalusan yang tinggi dan merata juga dilakukan dengan melakukan pengayakan tepung hasil giling menggunakan ayakan manual atau saringan dapur biasa. Proses pengayakan MOCAF secara manual kurang efektif karena harus melibatkan banyak tenaga manusia jika produksi dalam skala besar. Penggunaan saringan dapur secara manual oleh UMKM juga belum memenuhi standar mutu MOCAF yang dipersyaratkan sehingga sangat diperlukan peralatan yang tepat dalam pengayakan sesuai kebutuhan dan kapasitas yang dimiliki UMKM.

Proses pengolahan MOCAF mengikutsertakan semua komponen singkong menjadikan produk tepung yang dihasilkan bercampur dengan serat-serat kasar yang tidak hancur saat proses fermentasi dan penepungan. Adanya serat kasar menyebabkan butiran partikel MOCAF memiliki ukuran yang berbeda-beda sehingga MOCAF yang dihasilkan menjadi tidak halus. Mesh yang tersedia pada saringan dapur juga memiliki ukuran di bawah SNI sehingga butir partikel terlalu besar dan tidak seragam. Ketidakteraturan partikel MOCAF juga banyak menghambat saat proses pengolahan produk turunan sehingga penerimaan produk oleh konsumen kurang baik. Diketahui bahwa

ketidakteraturan ukuran partikel tepung sangat mempengaruhi kekerasan, kelengketan, kekenyalan, elastisitas dan tekstur tepung (Darmajana *et al.*, 2006). Sehingga banyak penelitian menunjukkan penerimaan konsumen terhadap MOCAF ditemukan pada produk dengan komposisi MOCAF terendah dikarenakan semakin banyak penambahan MOCAF pada olahan akan menjadikan kualitas tekstur yang rendah (Putri *et al.*, 2015; Wely *et al.*, 2017; Ernaningtyas *et al.*, 2020; Choiriyah *et al.*, 2020).

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menyeragamkan ukuran partikel MOCAF adalah dengan melakukan pengayakan menggunakan tenaga motor penggerak dan penerapan mesh dengan ukuran sesuai dengan SNI. Belum adanya alat pengayak MOCAF yang digunakan oleh UMKM menjadi dasar yang melatarbelakangi penelitian ini. Sesuai dengan kriteria perancangan sebuah mesin, rancang desain alat pengayak dimulai dengan menentukan dan mendefinisikan permasalahan atau kebutuhan UMKM MOCAF melalui analisis kebutuhan (Nursyahuddin *et al.*, 2014). Proses selanjutnya yang dilakukan adalah melakukan definisi, perencanaan dan penyusunan spesifikasi teknik dengan hasil analisis kebutuhan sebagai dasar pertimbangan dalam menentukan desain melalui analisis morfologi. Dalam analisis morfologi dilakukan juga perancangan konsep alat menjadi beberapa alternatif untuk memenuhi setiap kebutuhan dalam matrik morfologi (Naldy *et al.*, 2016). Penentuan konsep desain rancangan menggunakan metode pengambilan keputusan yang biasa disebut matrik keputusan. Tahap akhir dari proses perancangan adalah dokumentasi produk dimana dimensi alat dan gambar detail sudah tercantum dalam gambar teknik.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret-Agustus 2020 di laboratorium terpadu Universitas Nahdlatul Ulama Purwokerto. Pengambilan dan pengumpulan data dilakukan di produsen MOCAF di Kecamatan Pekuncen Kabupaten Banyumas, Kecamatan Kedungbanteng Kabupaten Banyumas,

Kecamatan Gandrungmangu Kabupaten Cilacap dan Kecamatan Cipari Kabupaten Cilacap. Tahapan penelitian yang dilakukan tercantum pada diagram alir pada Gambar 1. Penelitian menggunakan metode perancangan dalam penentuan rancangan desain yang berdasarkan hasil analisis kebutuhan, analisis morfologi dan analisis struktural.

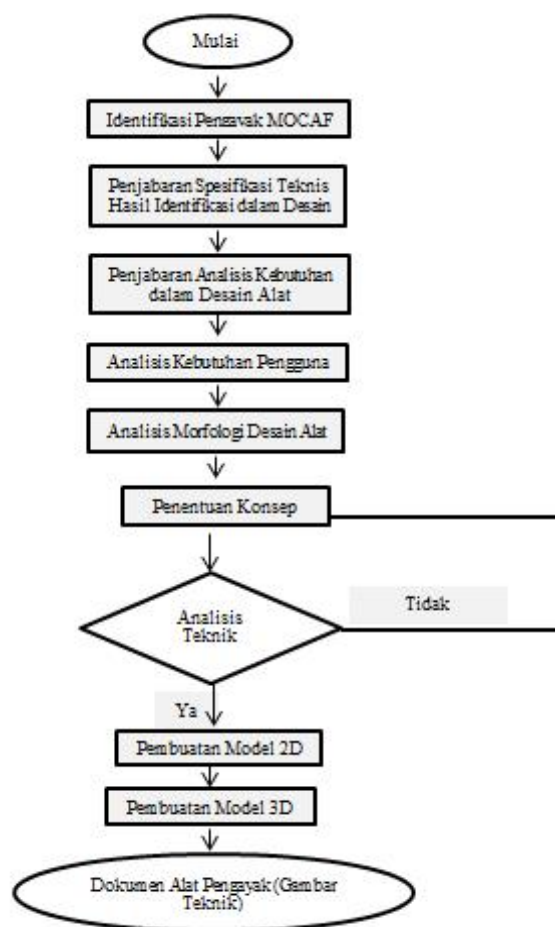
2.1. Analisis Kebutuhan

Sebagai kriteria dalam sebuah desain alat, perancangan konsep desain mesin pengayak MOCAF didasarkan pada kebutuhan dan kondisi yang dimiliki oleh produsen MOCAF. Dalam menganalisis kebutuhan metode yang digunakan adalah survei dan wawancara (Arta *et al.*, 2011). Kegiatan survei dilakukan pada produsen MOCAF yang ada di Wilayah Kabupaten Banyumas dan Cilacap. Diketahui di Kabupaten Banyumas terdapat dua produsen MOCAF di Kecamatan Kedungbanteng dan Pekuncen. Sedangkan di Kabupaten Cilacap produsen MOCAF terdapat di Kecamatan Gandrungmangu dan Kecamatan Cipari. Survei juga dilakukan pada beberapa

UMKM produsen gula semut di Kecamatan Karanglewas Kabupaten Banyumas dan bengkel mesin pengayak tepung bumbu Kecamatan Purwokerto Selatan Kabupaten Banyumas. UMKM Gula semut dan bengkel mesin diketahui sudah menerapkan alat pengayak mekanis dengan material bahan penyusun alat yang mudah didapat dan terjangkau. Data yang diamati saat kegiatan survei di produsen gula semut dan bengkel mesin pengayak tepung bumbu adalah penggunaan mesin pengayak, desain sistem pengayak, sistem kerja dan komponen mesin pengayak.

Wawancara dilakukan kepada produsen MOCAF sebagai calon pengguna. Adapun daftar pertanyaan yang diajukan sebagai berikut:

1. Keluhan apa sajakah yang dialami saat melakukan pengayakan terkait proses dan hasil pengayakan?
2. Apa saja harapan yang diminta dengan adanya mesin pengayak MOCAF?



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan Alat Pengayak MOCAF

3. Apa saja hal-hal yang dibutuhkan dalam proses pengayakan MOCAF?

2.2. Analisis Morfologi

Analisis morfologi merupakan sebuah analisis teknik untuk mendukung sistem yang melingkupi aspek kebutuhan, ketersediaan bahan material, besarnya pembiayaan, yang diwujudkan dalam pembuatan desain dan fungsi setiap komponen. Analisis morfologi yang dikembangkan dapat digunakan untuk menentukan komponen-komponen mesin yang paling sesuai (Álvarez et al, 2015). Dalam analisis morfologi proses desain yang paling penting adalah penentuan keputusan dan pengambilan keputusan dari konsep-konsep rancangan desain yang dikumpulkan. Cara yang digunakan untuk menentukan desain adalah *Engineering Design Selection* (Matrik Keputusan) dengan menggunakan metode datum. Metode datum disusun menggunakan matriks dengan kategorisasi yang digunakan lebih baik (+), sama (s) dan lebih buruk (-). Pada metode datum setelah seluruh alternative keputusan dibuat tanda (+), (-), dan (s) tiap-tiap konsep kemudian dijumlahkan dan dibandingkan langsung dengan referensi.

2.3. Analisis Teknik

Penggunaan analisis teknik dalam pembuatan rancangan alat memiliki tujuan untuk menghitung dimensi, gaya-gaya yang bekerja dalam alat pengayak MOCAF. Komponen utama yang dianalisis meliputi sistem transmisi dan sistem poros. Berikut ini persamaan-persamaan yang digunakan dalam menghitung sistem transmisi dan poros (Sularso et al, 2002) alat pengayak:

1. Perbandingan transmisi pada puli-sabuk

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{D_2}{D_1} \quad (1)$$

Dimana, N adalah putaran poros (rpm) dan D adalah diameter (mm).

2. Panjang Sabuk

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (D + d) + \frac{1}{4C} (D - d)^2 \quad (2)$$

Dengan L adalah panjang sabuk (mm), C adalah jarak antar dua sumbu poros (mm), D adalah diameter puli besar (mm), dan d adalah diameter puli kecil (mm).

3. Massa Sabuk

$$m = \rho \times A \times l \quad (3)$$

Dengan m adalah massa sabuk (kg), A adalah luas penampang sabuk (m²), ρ adalah massa jenis sabuk (kg/m³), dan l adalah panjang sabuk (m).

4. Kecepatan Linier

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60} \quad (4)$$

Dimana V adalah kecepatan linier sabuk (m/s), D adalah diameter puli (m), dan N adalah putaran Puli (rpm).

5. Sudut Kontak Sabuk

$$\theta_1 = 180 \pm 2 \arcsin \frac{R - r}{C} \quad (5)$$

Dengan θ_1 adalah sudut kontak sabuk, R adalah jari-jari puli besar (m), r adalah jari-jari puli kecil (m), dan C adalah jarak antar pusat puli (m).

6. Tegangan Tarik

$$T_1 = \tau \times A \quad (6)$$

Dengan T_1 adalah tegangan maksimal yang diizinkan (MPa) dan A adalah luas penampang sabuk (m²).

7. Tegangan Sisi Kendor

$$\frac{T_1 - m \cdot v^2}{T_2 - m \cdot v^2} = e^{\alpha \cdot f \cdot \sin \frac{\theta}{2}} \quad (7)$$

Dengan T_1 adalah tegangan pada sisi kencang (N), T_2 adalah tegangan pada sisi kendor (N), m adalah massa sabuk (kg), dan v adalah kecepatan Linier (m/s).

8. Daya per Sabuk

$$P = (T_1 - T_2) v \quad (8)$$

Dimana P adalah daya persabuk (watt).

9. Daya yang Direncanakan

$$P_d = f_c \times P \quad (9)$$

Dimana P_d adalah daya yang direncanakan, F_c adalah faktor koreksi daya, dan P adalah daya nominal output motor penggerak (kW).

10. Momen Puntir

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{N_1} \quad (10)$$

11. Defleksi pada Puntiran

$$\theta = 584 \frac{Tl}{Gd^4} \quad (11)$$

Dengan θ adalah defleksi puntiran ($^\circ$), d adalah diameter poros (mm), l adalah panjang poros (mm), T adalah momen puntir (kg.mm), dan G adalah modulus geser (kg/mm²).

12. Diameter Poros

$$d_s^3 = \frac{16}{\pi \chi S_s} \sqrt{(K_b \chi M_b)^2 + (K_t \chi M_t)^2} \quad (12)$$

Dimana d_s adalah diameter poros (mm), K_b adalah faktor koreksi momen lentur, M_b adalah momen lentur maksimal (Nm), K_t adalah faktor koreksi momen punter, M_t adalah momen Torsi (Nm), dan S_s adalah tegangan geser (MPa).

13. Momen Torsi

$$Mt = \frac{P}{\omega} \quad (13)$$

Dimana Mt adalah momen torsi (Nm), P adalah daya dari motor listrik (Watt), dan ω adalah rpm silinder pengupas dan penyosoh (rad/s)

14. Putaran Kritis (ω_c)

$$\omega_c = \sqrt{\frac{g \cdot \Sigma \omega \delta}{\Sigma \omega \delta^2}} \quad (14)$$

2.4 Metode Perancangan

Metode perancangan yang digunakan dalam penelitian adalah metode French. Metode French diawali dengan identifikasi dan analisis kebutuhan calon pengguna dan diakhiri dengan gambar rancangan yang memuat detail komponen dan dimensi alat (Nursyahuddin *et al.*, 2014).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisis Kebutuhan

Identifikasi pada alat pengayak yang sudah ada dilakukan dengan melakukan observasi dan wawancara (Sugandi *et al.*, 2020). Hasil observasi pada produsen MOCAF menunjukkan adanya perbedaan kondisi terkait penggunaan alat pengayak MOCAF. Produsen MOCAF di Kecamatan Pekuncen Kabupaten Banyumas menggunakan saringan pada mesin penepung sebagai penyaring partikel MOCAF. Sementara produsen MOCAF di Kecamatan Kedungbanteng Kabupaten Banyumas membuat alat pengayak

getar yang terinspirasi dari pengayak pasir. Produsen MOCAF di Kecamatan Gandrungmangu dan Cipari Kabupaten Cilacap memanfaatkan saringan ampas kelapa sebagai alat pengayak MOCAF.

Berdasarkan hasil observasi pada produsen pengayak gula semut Kecamatan Karanglewas, untaan tenaga penggerak dari dynamo listrik dengan daya sesuai dengan kapasitas UMKM. Pemilihan besi siku yang mudah didapat sebagai kerangka pengayak juga dapat dijadikan alternative penentuan kerangka. Hasil observasi pada pengayak bumbu di bengkel mesin Kecamatan Purwokerto Selatan diperoleh informasi terkait penggunaan mesh ukuran 80 untuk mengayak tepung bumbu dan penerapan getaran sebagai tenaga penggerak bahan. Gambar 2 merupakan gambar pengayak yang sudah ada dan berkembang.

Hasil observasi diwujudkan dalam konsep desain gambar teknik dan dikombinasikan dengan hasil wawancara terkait keluhan, harapan dan kebutuhan perancangan sebagai bentuk penjabaran analisis kebutuhan dalam desain alat pengayak agar mendapatkan desain yang baik (Muttalib *et al.*, 2020) . Sebagai langkah awal penentuan konsep desain, bentuk penjabaran keluhan, harapan dan kebutuhan calon pengguna ditampilkan dalam Tabel 1. Setelah menganalisis kebutuhan produsen MOCAF, kemudian dilakukan wawancara terhadap produsen berkaitan dengan harapan pada alat pengayak yang dirancang. Berdasarkan hasil wawancara terdapat pernyataan harapan fitur perancangan pada alat pengayak antara lain: 1) Aman bagi operator alat pengayak; 2) Aman bagi lingkungan; 3) Biaya produksi alat murah; 4) Komponen alat mudah didapat; 5) Kapasitas sesuai kebutuhan; 6) Alat pengayak mudah dioperasikan; 7) Kelengkapan komponen fungsi.

3.2. Analisis Morfologi

Berdasarkan proses perancangan desain alat pengayak mengacu pada kriteria keluhan, harapan dan kebutuhan yang kemudian dikembangkan menjadi konsep desain. Dalam pengembangan konsep desain alat pengayak dibuat blok fungsi untuk mempermudah melakukan pendefinisian fungsi, prinsip kerja dasar, masukan dan luaran dengan tepat (Dartnall

et al., 2005). Matrik morfologi alat pengayak ditampilkan pada Tabel 2. Dari Tabel 2, dapat ditentukan konsep alat uji yang dapat

dikembangkan sesuai analisis kebutuhan. Alternatif konsep yang dapat dikembangkan dalam gambar teknik tercantum pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Wawancara Terkait Keluhan, Harapan dan Kebutuhan Perancangan

No	Keluhan	Harapan	Kebutuhan	Konsep Desain
1	Pengayakan manual menggunakan saringan ampas kelapa menimbulkan kelelahan pada otot tangan, pinggang, dan kaki karena dilipat dalam posisi duduk	Produsen MOCAF tidak lagi mengalami kelelahan pada bagian tubuh tertentu karena pengayakan manual	Membutuhkan alat dengan tenaga penggerak dari motor listrik ataupun diesel	Tenaga penggerak alat pengayak yang digunakan adalah motor listrik sehingga tenaga manusia hanya diperlukan sebagai operator saja
2	Banyak beban yang diterima dan ditambahkan pada saringan ampas kelapa memperlambat pergerakan tangan, dan menambah beban pada otot tangan	Banyaknya tepung yang ditambahkan pada pengayak tidak menghambat proses pengayakan dan membuat kelelahan pada bagian tubuh tertentu	Adanya sistem penggerak pada alat pengayak yang tidak menggunakan tenaga penggerak dari tangan	Tenaga penggerak didesain menggunakan motor listrik dengan tujuan penambahan beban pada alat pengayak saat pengayakan tidak berakibat pada kesehatan pekerja
3	Posisi badan saat mengayak manual dilakukan dengan jongkok atau duduk pada kursi pendek, sehingga otot pinggang menahan beban dan pegal	Pengayak MOCAF didesain agar pengoperasiannya dilakukan tidak dengan berjongkok atau duduk dalam kursi kecil, sehingga tidak membuat kelelahan	Dibutuhkan desain alat yang tinggi sesuai dengan proporsi ideal tubuh pekerja	Alat pengayak MOCAF didesain agar bisa dioperasikan sambil berdiri, sehingga pergerakan operator dinamis dalam menambahkan tepung saat pengayakan
4	Pengayakan manual menggunakan saringan ampas kelapa memerlukan waktu yang lama dan tenaga kerja banyak	Dalam melakukan pengayakan MOCAF tidak membutuhkan waktu yang terlalu lama dan tenaga kerja yang banyak	Dibutuhkan mesh pengayak kapasitas besar dengan gerakan pengayak yang cepat di	mesh pengayak didesain dengan ukuran mesh yang besar dan luasan penampang mesh yang lebih besar, gerakan yang ditimbulkan pada mesh pengayak lebih cepat dari tenaga manusia sehingga lebih efektif dan efisien sesuai kapasitas produksi
5	Pengayakan manual memiliki besaran mesh yang kecil sehingga partikel MOCAF yang dihasilkan besar	MOCAF hasil pengayakan memiliki partikel yang kecil	Saringan mesh dengan ukuran 100	Desain mesh dengan ukuran besar akan membuat MOCAF yang dihasilkan memiliki kehalusan yang tinggi sehingga sesuai standar nasional Indonesia
6	Penggunaan saringan manual menyebabkan tepung berterbangan karena tidak adanya penutup	MOCAF yang diayak tidak berterbangan	Dibutuhkan penutup alat pengayak	Alat pengayak pada desain dilengkapi dengan box penutup sehingga tepung tidak berterbangan saat pengayak
7	Gerakan pengayakan yang tidak konsisten membuat banyak partikel pati menyumbat mesh ayakan ampas kelapa	Gerakan dan kecepatan gerak pengayak konsisten	Dibutuhkan sistem gerak mesh pengayak dengan getaran sehingga partikel pati tidak menyumbat alat pengayak	Desain pengayak dilengkapi dengan gambaran sistem transmisi sehingga gerakan pengayak dapat dimaksimalkan, gerakan yang ditimbulkan di mesh menggunakan getaran sehingga resiko partikel pati yang tersumbat pada mesh berkurang
8	Mesh penyaring ayakan yang terbuat dari aluminium tipis tidak dapat menahan beban sehingga mesh cepat rusak	Mesh pengayak tidak cepat rusak	Dibutuhkan bahan mesh yang kuat dan aman untuk bahan pangan	Bahan mesh yang digunakan menggunakan bahan yang kuat dan aman untuk produk makanan
9	Mesin pengayak mekanik harganya mahal, jika harus membuat membutuhkan biaya produksi yang besar dengan kapasitas yang rendah	Dapat memiliki alat pengayak yang efektif dengan desain sederhana dan bahan yang mudah didapat	Dibutuhkan peralatan dan bahan penyusun alat pengayak MOCAF yang mudah didapat dan terjangkau	Desain alat menggunakan peralatan dan bahan dengan pembiayaan yang rendah dan sederhana



Gambar 2. (a) Pengayak MOCAF Kedungbanteng, (b) Pengayak Tepung Bumbu Bengkel, (c) Pengayak Gula Semut Karanglewas

Tabel 2. Matrik Morfologi Alat Pengayak

Kerangka		
Kerangka Alat Pengayak (1.1)	Rangka Mesin (1.1.1)	Berbentuk kerangka prisma dengan alas yang lebih lebar (A.1)
		Berbentuk kerangka balok (A.2)
	Banyaknya Kerangka Utama (1.1.2)	Kerangka Box Prisma, Kerangka Penyangga (B.1)
		Kerangka Utama (B.2)
	Bahan Rangka Mesin (1.1.3)	Besi Profil L (C.1)
Penggerak		
Tenaga Penggerak (2.1)	Motor Penggerak (2.1.1)	Motor Listrik (D.1)
		Motor tenaga diesel (D.2)
Sistem Transmisi (3.1)	Komponen sistem transmisi (3.1.1)	Pulley, Bearing, Poros (E.1)
		Pegas (E.2)
Mesh		
Mesh Pengayak (4.1)	Bentuk Mesh Saringan (4.1.1)	Lingkaran (F.1)
		Segi empat (F.2)
	Bahan Material Mesh (4.1.2)	Strimin (G.1)
		Aluminium (G.2)
		Stainless (G.3)
	Ukuran Mesh (4.1.3)	80 (H.1)
100 (H.2)		
Penampung		
Wadah Penampung (5.1)	Box tepung (5.1.2)	Tanpa Box (I.1)
		Box disertai hooper bawah (I.2)

Tabel 3. Konsep Pengayak

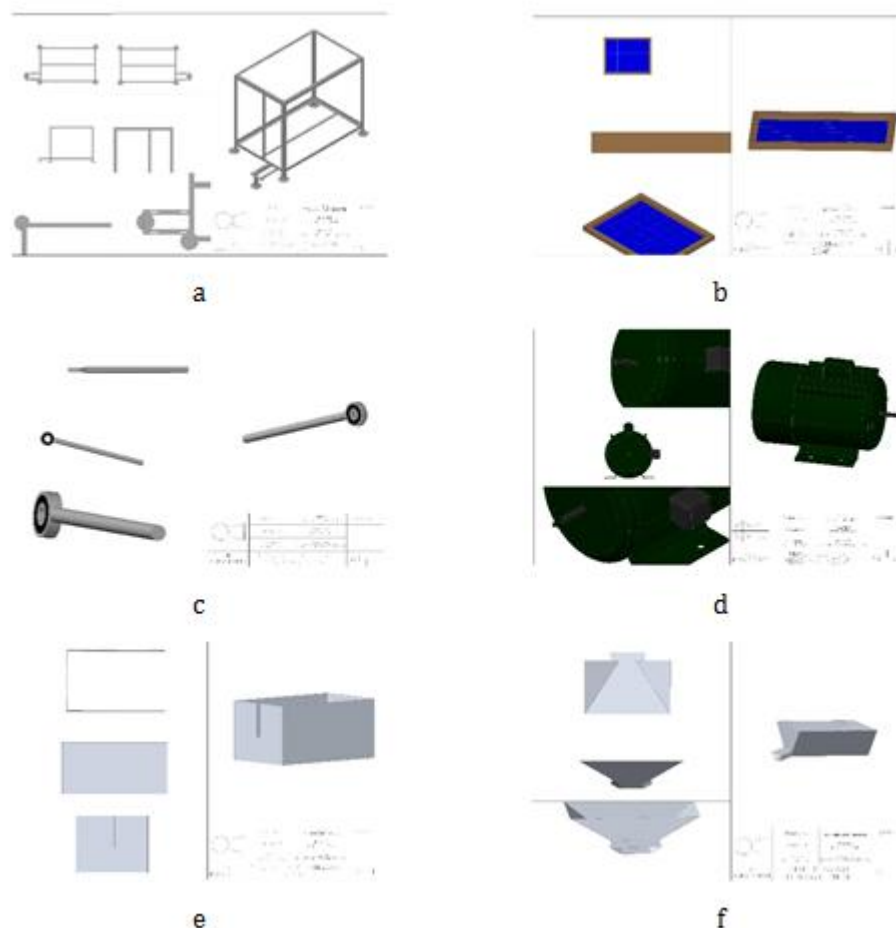
Alat Pengayak Konsep 1	A.2 + B.2 + C.1 + D.1 + E.1 + F.2 + G.2 + H.2 + I.2
Alat Pengayak Konsep 2	A.1 + B.1 + C.1 + D.1 + E.2 + F.2 + G.1 + H.1 + I.1

Berdasarkan alternatif konsep yang terpilih selanjutnya dilakukan evaluasi (Subagiyono *et al.*, 2018), dimana kriteria yang ditetapkan sebagai indikator ditentukan oleh calon pengguna hasil analisis kebutuhan. Evaluasi konsep alat pengayak 1 dan 2 tercantum pada Tabel 4.

Berdasarkan tabel evaluasi kriteria konsep dapat ditentukan bahwa konsep desain yang dapat dikembangkan adalah konsep desain 1. Konsep desain yang terpilih kemudian dirancang detail per komponennya menggunakan gambar teknik. Berikut ini penjabaran komponen konsep desain alat pengayak MOCAF dalam Gambar 3.

Tabel 4. Evaluasi Konsep Desain Alat Pengayak MOCAF

No	Kriteria Evaluasi	Wt	Konsep Desain		
			1	2	3
1	Aman bagi operator alat pengayak	4	S	S	REFERENSI
2	Aman bagi lingkungan	3	S	S	
3	Biaya produksi alat murah	2	S	S	
4	Komponen alat mudah didapat	2	S	S	
5	Kapasitas sesuai kebutuhan	2	+	-	
6	Alat pengayak mudah dioperasikan	2	+	-	
7	Kelengkapan komponen sesuai fungsinya	2	+	-	
Total +			3	0	
Total -			0	3	
Total S			3	3	
Total dengan bobot			6	0	



Gambar 3. (a) Kerangka Utama, (b) Mesh (Ayakan), (c) Lengan Pendorong, (d) Motor Listrik, (e) Pelapis dan Penutup Kerangka, dan (f) Hooper Bawah

3.3. Analisis Teknik

Hasil analisis diperoleh diameter *pulley* kecil 50 mm, sedangkan diameter *pulley* besar 100 mm dengan jarak dua sumbu 49,2 mm sehingga dapat diketahui panjang sabuk 346,6 mm. Berdasarkan pengukuran dimensi sabuk sebesar

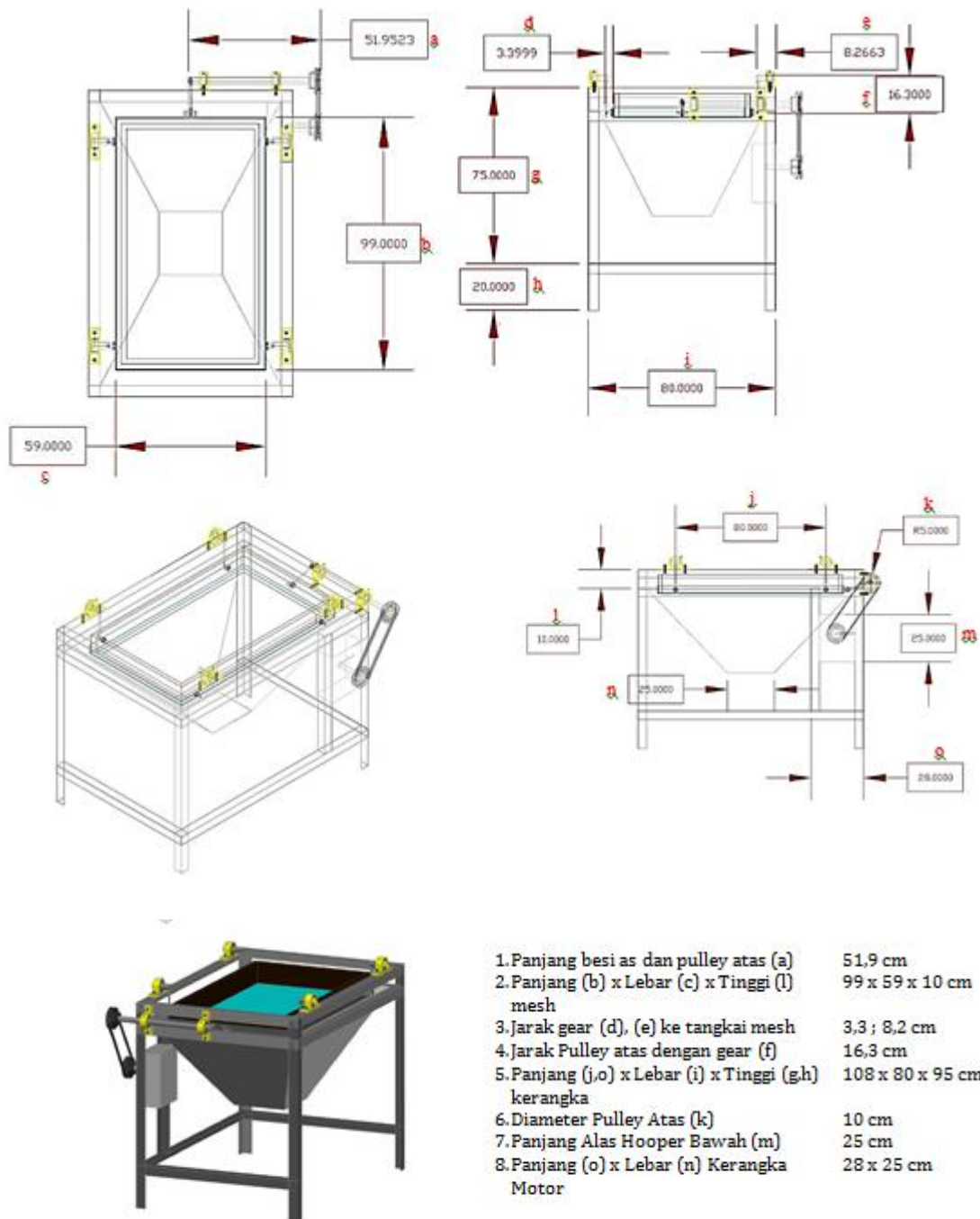
0,0945 m² dan massa jenis 1,14 kg/m³ maka massa yang dimiliki sabuk adalah 0,037 Kg. Kecepatan linier yang dihasilkan oleh sabuk dengan banyaknya putaran *pulley* sebesar 1400 rpm adalah 3,66 m/s. Tegangan Tarik pada T1 akan dihitung dengan mengalikan luas

penampang sabuk dan tegangan maksimal yang diizinkan sehingga diperoleh nilai sebesar 0,23 MPa. Berdasarkan hasil analisis poros besaran daya yang direncanakan (P_d) dihitung dengan mengalikan factor koreksi daya 0,186 kW dengan Faktor koreksi daya sebesar 1,5 sehingga didapat nilai daya yang direncanakan sebesar 0,279 kW.

Momen punter atau momen rencana yang didapat sebesar 3882,08 kg mm.

3.4. Hasil Desain Perancangan

Hasil analisis morfologi dan analisis teknik kemudian diwujudkan dalam bentuk rancangan gambar teknik yang tercantum dalam Gambar 4.



Gambar 4. Desain Alat Pengayak MOCAF

3.5. Hasil Pengujian Kapasitas Alat

Hasil uji kapasitas maksimal MOCAF ditunjukkan pada Tabel 5. Pengujian kapasitas alat pengayak dilakukan dengan variasi massa MOCAF yang diuji 1 Kg, 3 Kg, 5 Kg dan 10 Kg dengan variasi waktu 2 menit, 3,5 menit dan 5 menit (Sateria *et al.*, 2019). Pada MOCAF dengan massa 1 Kg diayak dengan durasi waktu 2 menit, 3,5 menit dan 5 menit diperoleh kapasitas berturut-turut 3,64 Kg/Jam, 2,23 Kg/jam dan 1,76 Kg/jam. Pengujian alat pengayak dengan kapasitas 3 Kg dengan durasi waktu yang berbeda-beda 2 menit, 3,5 menit dan 5 menit diperoleh kapasitas 11,15 Kg/jam, 6,97 Kg/jam dan 5,07 Kg/jam. Pengujian kapasitas alat pengayak dengan 5 Kg MOCAF dengan lama waktu 2 menit, 3,5 menit dan 5 menit diperoleh kapasitas 16,49 Kg/jam, 11,07 Kg/jam, dan 8,04 Kg/jam. Pada MOCAF 10 Kg diperoleh kapasitas secara berturut-turt 14,88 Kg/jam, 13,57 Kg/jam, 12,73 Kg/jam.

3.6. Pengujian Densitas Gembur dan Densitas Padat

Densitas Gembur (*Loose bulk density*) adalah total massa partikel yang menempati suatu volume tertentu. Densitas gembur dapat diketahui dengan menimbang massa wadah dan mengukur volume wadah. Nilai densitas gembur dihasilkan melalui pembagian massa partikel bahan dengan volume wadah. Semakin tinggi nilai densitas gembur menghasilkan produk semakin padat (Gilang *et al.*, 2013). Hasil pengukuran densitas gembur dan densitas padat ditunjukkan pada Tabel 7.

Uji densitas gembur pada MOCAF dengan pengayakan mesh 100 diperoleh nilai rata-rata 0,263 Kg/cm³ pada pengujian densitas gembur, sedangkan pada MOCAF yang tidak diayak diperoleh nilai densitas gembur 0,196 Kg/cm³. Dari hal ini menunjukkan bahwa peran penggunaan mesin pengayak pada sifat fisik densitas gembur memiliki peran yang tinggi dimana nilai selisih antara MOCAF dengan pengayak Mesh 100 dan MOCAF tidak diayak memiliki nilai 0,067. Bentuk partikel mempengaruhi densitas gembur dimana partikel-partikel dengan bentuk *irregular* pada MOCAF yang tidak diayak cenderung memiliki porositas besar sehingga rongga-rongga antar partikel akan terisi oleh udara hal ini mengakibatkan nilai densitas lebih kecil (Jufri, 2006).

Selain densitas gembur, densitas padat juga merupakan salah satu parameter penting bahan pangan berbentuk tepung-tepungan. Besarnya nilai densitas padat dapat dipengaruhi oleh bentuk maupun ukuran partikel suatu bahan. Pengukuran densitas padat pada MOCAF hasil pengayakan Mesh 100 memiliki nilai 0,431 Kg/cm³ sedangkan pada MOCAF tanpa diayak memiliki nilai densitas padat 0,287 Kg/cm³. Tingginya nilai densitas padat berbanding lurus dengan nilai densitas gembur. Nilai densitas pada memiliki peran dalam penentuan keefektifan dan keefisienan volum ruang yang dibutuhkan untuk ditempati tepung. Semakin besar selisih antara densitas padat dengan densitas gembur

Tabel 5. Hasil Uji Kapasitas Maksimal MOCAF

Massa (Kg)	Waktu 2 menit	Kapasitas Kg/jam	Waktu 3,5 menit	Kapasitas Kg/jam	Waktu 5 menit	Kapasitas Kg/jam
1	437	3,64	468	2,23	527	1,76
3	1338	11,15	1464	6,97	1520	5,07
5	1979	16,49	2325	11,07	2412	8,04
10	1786	14,88	2850	13,57	3820	12,73

Tabel 6. Hasil Pengukuran Densitas Gembur dan Densitas Padat pada MOCAF Mesh 100 dan MOCAF Tanpa Pengayakan

	Densitas Gembur				Rata-rata	Densitas Padat			Rata-rata
	1	2	3			1	2	3	
MOCAF mesh 100	0,262	0,263	0,263	0,263	0,405	0,432	0,457	0,431	
MOCAF tidak diayak	0,199	0,196	0,194	0,196	0,287	0,284	0,290	0,287	

menunjukkan bahwa tepung akan semakin sulit untuk menempati ruang karena memiliki bentuk partikel yang keras dan berbentuk kristal. Hal tersebut terjadi karena tepung kasava akan menjadi semakin kohesif. Semakin kohesif bahan akan menunjukkan kecenderungan bahan untuk menggumpal.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan diperoleh konsep desain alat pengayak MOCAF dengan kriteria menggunakan motor listrik, mudah dioperasikan, memiliki mesh sesuai SNI dan kapasitas produksi dan alat pengayak menggunakan material yang terjangkau harganya. Hasil analisis morfologi menunjukkan bahwa konsep desain yang dapat dikembangkan adalah konsep desain 1. Hasil analisis teknik diperoleh besarnya kecepatan linier sabuk 5,58 m/s dan tegangan tarik pada T1 diperoleh nilai sebesar 0,23 MPa. Dimensi yang diperoleh berdasarkan hasil perancangan adalah panjang pulley 5 cm, dimensi mesh 99 x 59 x 10 cm, mesh ukuran 100 dan dimensi kerangka mesin 108 x 80 x 95 cm. Pengujian kapasitas alat pengayak dilakukan dengan variasi massa MOCAF yang diuji 1 Kg, 3 Kg, 5 Kg dan 10 Kg dengan variasi waktu 2 menit, 3,5 menit dan 5 menit dan diperoleh kapasitas maksimal kapasitas 16,49 Kg/jam. Uji densitas gembur pada MOCAF dengan pengayakan mesh 100 diperoleh nilai rata-rata 0,263 Kg/cm³. Pengukuran densitas padat pada MOCAF hasil pengayakan Mesh 100 memiliki nilai 0,431 Kg/cm³ hal ini menunjukkan bahwa peran penggunaan mesin pengayak pada sifat fisik densitas memiliki peran yang tinggi

4.2. Saran

Saran yang dapat diberikan pada penelitian adalah perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait rancang bangun alat pengayak MOCAF dengan hasil uji kinerja dan efisiensi alat. Penelitian lanjutan terkait penentuan pemodelan transmisi yang tepat pada mesh pengayak sehingga dapat mengayak MOCAF dengan maksimal. MOCAF hasil ayakan perlu dilakukan pengujian karakteristik fisiknya sehingga kinerja pengayak dapat dimaksimalkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Álvarez, A. and Ritchey, T. 2015. Applications of general morphological analysis. *Acta Morph. Gen*, 4(1): 1-40
- Arta, A.D., Astuti, R.D. dan Susmartini, S. 2011. Perancangan Ulang Alat Mesin Pembuat Es Puter Berdasarkan Aspek Ergonomi. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 11(2): 1-8
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2011). Standar Nasional Indonesia No. SNI 7622-2011 tentang Tepung Mocaf. Jakarta.
- Choiriyah, N.A. and Dewi, I.C. 2020. Daya Terima Roti Tawar Mocaf dan Ubi Jalar pada Santriwati Pesantren X. *Media pertanian*, 5(1): 44-49
- Darmajana, D.A., Ekafitri, R., Kumalasari, R. dan Indrianti, N. 2016. Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Tepung Jagung terhadap Karakteristik Fisikokimia Mi Jagung Instan Effect of Particle Size Variation of Corn Flour on Physicochemical Characteristics of Instant Corn Noodle. *Jurnal Pangan*, 25(1): 1-12.
- Dartnall, J. dan Johnston, S. 2005. Morphological analysis (MA) leading to innovative mechanical design. In *DS 35: Proceedings ICED 05, the 15th International Conference on Engineering Design, Melbourne, Australia, 15.-18.08. 2005*.
- Ernaningtyas, N., Wahjuningsih, S.B. dan Haryati, S. 2020. Substitusi Wortel (*Daucus carota* L.) dan Tepung Mocaf (Modified Cassava Flour) Terhadap Sifat Fisikokimia Dan Organoleptik Mie Kering. *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*, 15(2): 23-32.
- Gilang, R., Dian, R., Dwi. 2013. Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Variasi Perlakuan Pendahuluan. *Jurnal Teknosains Pangan* 2 (3): 34-42
- Jufri, M. 2006. Studi Kemampuan Pati Biji Durian Sebagai Bahan Pengikat Dalam Ketoprofen

- Secara Granulasi Basah. *Jurnal ilmu kefarmasian* 3 (2): 78-86
- Muttalib, S.A., Hidayat, A.F., haji Abdillah, S., ayu Widhiantari, I., Rozidi, R. dan Burhan, S. 2020. Pengembangan Desain *Sprayer* Buah menggunakan *Quality Function Deployment*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung* 9(2): 149-156.
- Naldy, D. dan Akbar, M. 2016. *Perancangan dan Analisis Struktur Mekanik Prototipe Mesin CNC Milling 3-Axis* (Doctoral dissertation, Riau University). Pp.1-5
- Nursyahuddin, D. dan Gasni, D. 2014. Proses Perancangan Sistem Mekanik dengan Pendekatan Terintegrasi: Studi Kasus Perancangan Alat Uji Pin on Disc. *Teknika*, 21(1): 14-29
- Putri, A.E.V.T., Winarni, W. dan Susatyo, E.B. 2015. Uji proksimat dan organoleptik brownies dengan substitusi tepung mocaf (modified cassava flour). *Indonesian Journal of Chemical Science*, 4(3): 168-171
- Sateria, A., Yudo, E., Zulfitriyanto, Z., Sugiyarto, S., Melati, R., Saputra, B. E., dan Naufal, I. 2019. Rancang Bangun Mesin Pengayak Pasir Untuk Meningkatkan Produktivitas Pengayakan Pasir Pada Pekerja Bangunan. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(01): 8-13.
- Subagiyono, A. dan Finahari, N. 2018. Perancangan Mesin Pengaduk Sas (Bahan Pokok) Gas Air Mata. *Proton*, 10(1): 6-12
- Sugandi, W.K., Ruminta, Yusuf, A. Romey, T. 2020. Modifikasi dan Uji Kinerja Unit Penyosoh pada Mesin Penyosoh Biji Hanjeli (MPBH-2019). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 9 (2): 71-77.
- Sularso dan Suga, K. 2002. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. *Jakarta: PT Pradnya Paramita*.