

# THE EFFECT OF VARIATION OF SOAKING TIME AND ROLL DISTANCE ON TWO-ROLL BASED MELINJO OUTER SKIN PEELING MACHINE

Yoga Derby Pratama<sup>1</sup>, Bernardus Crisanto Putra Mbulu<sup>2</sup>, Harsa Dhani<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Mesin-Fakultas Teknik-Universitas Widya Karya-Malang-Jawa Timur

Email: [yogaderby99@gmail.com](mailto:yogaderby99@gmail.com), [chris\\_bernardo666@widyakarya.ac.id](mailto:chris_bernardo666@widyakarya.ac.id), [dhani\\_mesin@widyakarya.ac.id](mailto:dhani_mesin@widyakarya.ac.id)

## INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:  
11 Juni 2025

Naskah Disetujui:  
15 Desember 2025

Naskah Diterbitkan:  
31 Desember 2025

## ABSTRACT

*The peeling of melinjo skin is an essential process in melinjo processing to produce higher-value processed products, such as melinjo chips and other food ingredients. Melinjo is a plant commonly found in Indonesia and is used in traditional cuisine and snack production. This study examines the effect of variations in roll distance and soaking time on melinjo fruit. The roll distance variations used were 0.9 cm, 1 cm, and 1.1 cm, while the soaking times were 1 hour, 1.5 hours, and 2 hours. In this study, friction force and compression force from the roll drive played a crucial role in achieving optimal peeling. The friction force is influenced by the roll distance, where a 0.9 cm roll distance generates a high friction force, which can damage the seeds. Conversely, a 1.1 cm roll distance reduces the friction force, making the peeling process less effective. Based on force calculations, the required compression force of the roll drive was 39.22 N. Additionally, the highest friction force was recorded at a 0.9 cm roll distance, reaching 84.76 N, while at a 1 cm roll distance, the result was greater than or equal to the compression force of the roll drive 54,16 N. Meanwhile, at a 1.1 cm roll distance, the friction force was lower than the compression force of the roll drive 23,54 N. The soaking process affects the texture of the melinjo skin. With a 1-hour soaking time, the melinjo seed skin remained relatively hard. At 1.5 hours of soaking, the skin started to soften but still required a significant friction force for peeling. After 2 hours of soaking, the skin became soft, allowing it to be peeled off completely. Based on the data obtained, the best peeling results were achieved at a roll distance of 1 cm with a soaking time of 2 hours, as the skin could be easily removed due to the applied friction and compression forces from the roll drive.*

**Keywords:** *Melinjo peeling machine, Melinjo seed soaking time, Peeling roller distance*

## PENDAHULUAN

Melinjo merupakan tumbuhan tahunan berbiji terbuka, berbentuk pohon yang berumah dua. Bijinya tidak terbungkus daging tetapi terbungkus kulit luar. Batangnya kokoh dan bisa dimanfaatkan sebagai bahan bangunan. Daunnya tunggal berbentuk oval dengan ujung tumpul. Melinjo tidak menghasilkan bunga dan buah sejati karena bukan termasuk tumbuhan berbunga. yang dianggap sebagai buah sebenarnya adalah biji yang terbungkus oleh selapis aril yang berdaging[1].

Emping Melinjo adalah camilan di kelas kelas tinggi. Camilan ini biasanya disajikan dengan makanan berat. Oleh karena itu, orang mulai melempar tanaman Melinjo, yang merupakan produsen bahan dasar chip Melinjo. Awalnya, tanaman yang hanya ditanam di

halaman tanpa perawatan memiliki potensi besar. Jika kemungkinan yang tersebar luas di Indonesia hanya berlalu, itu memalukan. Salah satu usaha untuk mensejahterakan masyarakat adalah dengan adanya *home industry* (industri rumah tangga). *Home industry* adalah kegiatan pengolahan bahan mentah atau barang setengah jadi menjadi barang jadi yang memiliki nilai tambah untuk mendapatkan keuntungan. *Home industry* juga merupakan wadah bagi sebagian besar masyarakat yang mampu tumbuh dan berkembang secara mandiri dengan memberikan andil besar serta menduduki peran strategis dalam pembangunan ekonomi[2].

Usaha memenuhi kebutuhan ekspor tersebut seringkali terganjal oleh tingginya tingkat pesanan (*order*) tetapi kurang dapat diimbangi oleh pengrajin, dikarenakan proses

pengolahannya yang dilakukan secara manual (dengan menggunakan tangan). Maka perlu dilakukan suatu usaha perbaikan agar tingkat produksi emping melinjo dapat meningkat sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumen dengan tanpa mengurangi kualitas dari emping melinjo yang dihasilkan[2].

Untuk meningkatkan ekonomi sektor kuliner yang sangat kompetitif, penelitian ini adalah alat yang dapat mempercepat produksi alat menggunakan bahan-bahan dasar Melinjo untuk bersaing dengan produsen kuliner yang sudah ada.

### Melinjo

*Gnetum gnemon lin* adalah bahan dasar emping melinjo, salah satu makanan ringan yang banyak digemari masyarakat meski harganya relatif mahal. Proses produksi emping melinjo umumnya dilakukan secara tradisional, rangkaianannya cukup panjang, lama dan umumnya diproses secara manual sehingga produktifitasnya rendah[1].

Diperlukan perancangan alat pengupas kulit luar melinjo yang sederhana agar dapat diterapkan dengan mudah di masyarakat, khususnya pada industri kecil dan menengah di pedesaan yang memproduksi emping. Tujuan dari perancangan ini adalah meningkatkan produktivitas serta memastikan hasil pengupasan yang optimal, baik dari segi efisiensi kerja maupun kualitas biji yang dihasilkan.

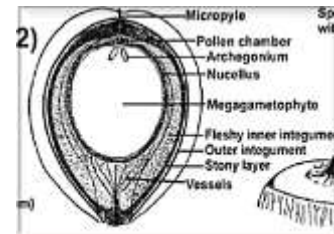
### Struktur Melinjo

Tanaman melinjo (*Gnetum gnemon L.*) memiliki perbedaan warna kulit biji sesuai tingkat kemasakan biji. Proses kemasakan biji mengakibatkan terjadinya perubahan struktur anatomis dan kandungan fitokimia kulit luar biji melinjo.

Pada biji yang masak kulit biji akan semakin tebal. Kulit biji melinjo yang paling tebal adalah kulit biji warna merah yaitu setebal 2.487,6 mikrometer dan kulit biji tipis yaitu kulit biji warna hijau setebal 1.381,8 mikrometer. Sel-sel pada jaringan epidermis dan parenkim biji masak akan semakin terdegradasi. Berkas pengangkut disusun oleh unsur *xilem* dan *floem*[2].

Hasil penelitian kandungan fitokimia diketahui bahwa senyawa fitokimia yang terkandung dalam ekstrak etanol kulit luar biji melinjo antara lain polifenol, flavonoid, terpenoid dan saponin. Kadar senyawa total fenol dan total flavonoid paling tinggi terdapat pada ekstrak kulit luar biji melinjo warna merah masing-masing sebesar 1,0366% dan 0,6410%.

Pada pengukuran aktivitas senyawa antioksidan diketahui bahwa nilai IC50 paling rendah terdapat pada kulit biji warna hijau sebesar 3,574 ppm[2].



Gambar 1. Struktur Melinjo [11]

### Mesin Pengupas Kulit Melinjo

Mesin pengupas kulit luar buah melinjo merupakan sebuah alat yang berfungsi sebagai pengupas kulit luar yang digunakan untuk membantu dalam proses awal pembuatan emping melinjo. Emping melinjo yang akan diproses pembuatannya harus melalui pengolahan mesin ini[3].

### Metode Perendaman

Perendaman dapat dilakukan dengan menggunakan air dan hormon. Perendaman pada dasarnya merupakan upaya untuk mengurangi tingkat kekerasan dari kulit buahnya. Penggunaan bahan kimia atau hormon dapat digunakan sebagai perlakuan untuk memecahkan dormansi pada benih yang bertujuan untuk menjadikan agar kulit biji lebih mudah dimasuki oleh air pada waktu proses imbibisi[1].

### Pehitungan gaya

Untuk mencari gaya gesek dan gaya tekan/penggerak rol di antara permukaan roll dengan buah melinjo akan menggunakan rumus sebagai berikut :

#### 1. Gaya gesek

Berat ( $N_{berat}$ ) gaya gravitasi yang bekerja pada buah melinjo berat total dari biji-biji yang masuk ke mesin dibagi ke dalam dua rol tersebut, sehingga gaya yang bekerja pada masing-masing rol adalah setengah dari total gaya berat biji[3].

$$N_{berat} = \frac{N_b \times m_b \times g}{2} \quad (1)$$

Dimana :

$N_b$  = Jumlah biji

$M_b$  = Massa biji melinjo (kg)

$g$  = Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )

#### 2. Menghitung gaya[4]

$$F = m \times g \quad (2)$$

Dimana:

$F$  = Gaya (N)

$m$  = Massa (kg)

$g$  = Percepatan Gravitasi ( $m/s^2$ )

3. Modulus elastisitas buah melinjo[5]

$$E = \frac{F \cdot L_0}{A \cdot \Delta L} \quad (3)$$

Dimana :

$E$  = Modulus elastisitas buah melinjo (N/m<sup>2</sup>)

$F$  = Gaya tekan (N)

$A$  = Luas Penampang (m)

$L_0$  = Diameter awal buah melinjo (m)

$\Delta L$  = Perubahan diameter buah (m)

4. Konstanta kekakuan buah melinjo[6]

$$k = \frac{E \cdot A}{L} \quad (4)$$

Dimana :

$k$  = Konstanta kekakuan buah melinjo (Nm)

$E$  = Modulus elastisitas (N/m<sup>2</sup>)

$A$  = Luas penampang (m)

$t$  = Ketebalan kulit (m)

$L = 2t$  (Terkena gaya tekan dari 2 sisi)

Adapun unsur lain yang mempengaruhi gaya normal tambahan:

5. Defleksi pada melinjo akibat tekanan dua rol ( $x$ ) [3]

$$x = \frac{D_{\text{biji}} - D_{\text{roll}}}{2} \quad (5)$$

Dimana :

$D_{\text{biji}}$  = Diameter biji melinjo (cm)

$D_{\text{roll}}$  = Ukuran jarak rol (cm)

6. gaya normal tambahan

Mencari  $P$  atau gaya normal tambahan pada massa melinjo yang mempengaruhi pada gaya pengerolan[3]

$$P = k \cdot x \quad (6)$$

Dimana :

$P$  = gaya normal tambahan akibat deformasi biji (N)

$K$  = konstanta kekakuan biji melinjo (N/m)

$x$  = defleksi melinjo akibat tekanan roll (m)

7. Gaya total[3]

$$N = N_{\text{berat}} + P \quad (7)$$

8. Setelah mendapatkan nilai dari gaya normal, lalu menghitung nilai dari koefisien gesek yang dilihat dari sudut kemiringannya[7].

$$\mu = \tan \theta \quad (8)$$

9. Gaya Gesek[7]

$$F_f = \mu \times N \quad (9)$$

Dimana :

$F_f$  = Gaya Gesek

$\mu$  = Sudut kemiringan

Pada gaya tekan penggerak rol dapat diketahui, sebelumnya harus mengetahui nilai unsur apa saja yang mempengaruhi Perhitungan

gaya tekan penggerak rol, untuk mengetahui torsi pisau digunakan memakai rumus yaitu:

10. Torsi pisau[4],[8]

$$T = F \times r \quad (10)$$

Dimana:

$T$  = Torsi pada pisau (N.m)

$F$  = Gaya yang bekerja pada pisau (N)

$r$  = Jari-jari pisau (m)

11. Gaya Penggerak rol[4]

$$F = m \times g \quad (11)$$

Dimana:

$F$  = Gaya (N)

$m$  = Massa (kg)

$g$  = Percepatan Gravitasi (m/s<sup>2</sup>)

12. kecepatan sudut[9],[10]

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad (12)$$

Dimana :

$n$  = rpm

13.  $F_r$  (Penggerak Rol) [7]

$$F_r = \frac{P_m}{r \times \omega} \quad (13)$$

Dimana :

$F_r$  = Gaya Penggerak (N)

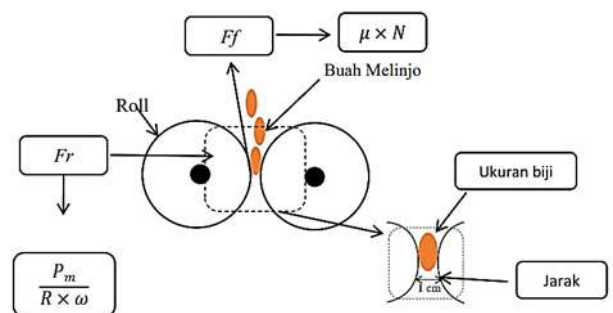
$T$  = Torsi (Nm)

$r$  = Jari-jari rol (m)

## METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini digunakan Penelitian eksperimen dengan pendekatan kuantitatif, karena menguji pengaruh variabel tertentu terhadap mesin dan menghasilkan data numerik.

## Deskripsi Penelitian

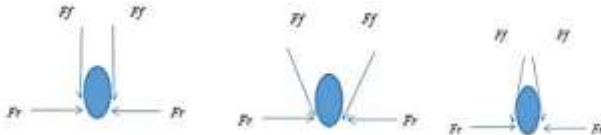


Gambar 2. Proses Pengelupasan

Dalam proses pengupasan melinjo pada Gambar 2. biji melinjo akan jatuh diantara dua roll yang berputar, biji melinjo akan bertemu dengan permukaan roll yang menyebabkan terjadinya gaya gesek dan gaya tekan roll pada proses pengupasan. Dalam gaya gesek ( $F_f$ ) dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu nilai koefisien pada bahan roll ( $\mu$ ) dan gaya normal tambahan ( $P$ ). Sedangkan pada gaya tekan roll

( $F_r$ ) dipengaruhi oleh oleh torsi ( $T$ ) dan kecepatan radius ( $\omega$ ),

Besar kecilnya gaya pengupasan biji melinjo juga akan dipengaruhi oleh jarak antara roll dan ukuran butiran yang didalamnya termasuk adanya ketebalan kulit. Jika ketebalan kulit dan ukuran butiran sama, maka optimalisasi pengupasan dapat dilihat akan dipengaruhi oleh jarak antar roll yang bisa dilihat dari Gambar 3.



Gambar 3. Gaya Gesek dan Gaya Tekan yang Terjadi

$F_f > F_r$  (Biji melinjo cenderung tertahan atau pecah)

$F_f \geq F_r$  (Biji sulit bergerak, tetapi masih tercupas)

$F_f = F_r$  (kulit terkelupas dengan baik)

$F_f \leq F_r$  (Rol dapat berputar bebas, tetapi kulit tidak terkelupas sempurna)

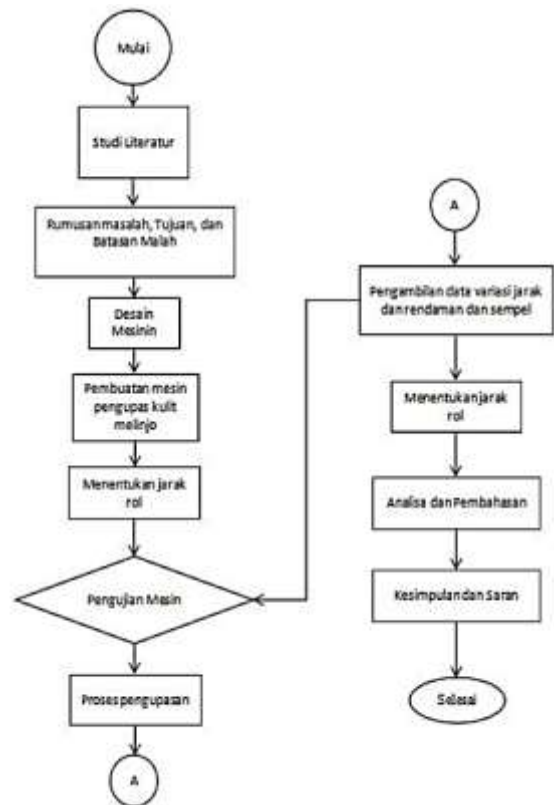
$F_f < F_r$  (Rol dapat berputar bebas, tetapi kulit tidak terkelupas sama sekali)

Dari hasil diatas perbandingan diatas pengaruh gaya gesek ( $F_f$ ) dan gaya tekan ( $F_r$ ) yang semakin besar lagi antar satu sama lain akan menyebabkan mekanis baru yang terjadi. Dari gaya gesek semakin besar lagi dari gaya tekan maka gaya gesek tersebut akan menekan dan menyebabkan biji pecah. Jika gaya gesek semakin kecil lagi dari gaya tekan maka gaya gesek tidak akan mempengaruhi dan biji akan langsung terjatuh tanpa terkelupas.

**Variabel Penelitian**

1. Variabel Bebas: Waktu perendaman (1 Jam, 1,5 Jam, 2 Jam), jarak rol (0,9 cm, 1 cm dan 1,1 cm), dikarenakan variabel ini dapat mempengaruhi perubahan pada variabel lainnya.
2. Variabel Terikat: Hasil dari pengupasan, dikarenakan variabel yang diduga sebagai akibat dari variabel bebas.
3. Variabel Terkontrol: Kecepatan putaran rol, jumlah biji yang di uji variabel yang tetap konstan sama penelitian.

**Diagram Alir Penelitian**



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

**Proses Pembuatan mesin**

**1. Rangka**

Desain mesin dapat direncanakan dengan menggunakan aplikasi Autodesk inventor ataupun Autocad. Menggambar mesin dengan CAD dapat mempermudah kita untuk merencanakan bagaimana mesin yang kita inginkan dan yang mempunyai dimensi panjang 60 cm tinggi 40 cm dan lebar 30 cm.



Gambar 5. Rangka

**2. Roller**

Pembuatan roller ini juga harus memperhatikan aspek-aspek yaitu tentang material yang akan dipakai dan kepresisiannya, dalam pembuatan komponen dikarenakan roller ini adalah bagian pada mesin pengupas kulit melinjo ini. Bahan yang digunakan dalam roller ini adalah *stainless steel* yang *food grade*.



Gambar 6. Roller

**3. ruang produksi**

Ruang pengupasan kulit melinjo merupakan salah satu bagian penting dalam proses pengolahan pascapanen melinjo yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi produksi dan menjaga kualitas biji melinjo.



Gambar 7. Ruang Produksi

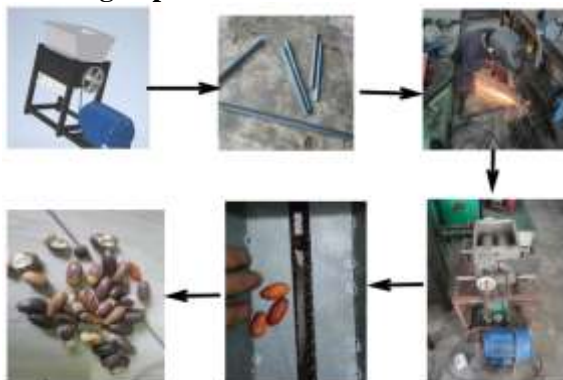
#### 4. Hopper

Proses pembuatan *hopper* kita harus menyiapkan bahan plat *stainless* dengan ketebalan 2 mm. Setelah menyiapkan kita membuat pola bagaimana bentuk *hopper* yang diinginkan dan mengukurnya agar sama dengan gambar yang sudah disiapkan.



Gambar 8. Hopper

#### Rancangan penelitian



Gambar 9. Skema Penelitian

Skema penelitian yang akan dilakukan :

- a. Mendesain Mesin  
Langkah pertama yaitu pembuatan desain mesin pemisah kulit melinjo berbasis dua pisau dengan autodesk inventor.
- b. Pengumpulan Bahan dan Alat  
Langkah kedua yaitu pengumpulan bahan-bahan dan alat yang akan kita gunakan dan pembuatan bahan seperti rangka, pisau, box, hopper.
- c. Pembuatan/Perakitan Mesin  
Langkah ketiga akan langsung masuk dalam perakitan mesin dengan alat-alat yang sudah dipersiapkan.
- d. Analisa kerja Mesin

Langkah keempat akan masuk pada penganalisaan kinerja mesin apakah sudah memenuhi yang kita perhitungkan.

- e. Proses pengupasan buah melinjo  
Langkah kelima akan masuk pada pengambilan data pengupasan yang sudah dilakukan dengan metode perendaman selama 1 jam, 1 1/2 jam, 2 jam dan jarak sudah ditentukan.
- f. Analisa Akhir  
Langkah terakhir yaitu dengan penganalisaan kinerja hasil pengupasan, yang selanjutnya akan dilanjutkan ke pembahasan dan kesimpulan atau masih diperlukan sedikit perbaikan.

#### Proses Pengambilan Data

Proses pengambilan data ini di mulai dari pengumpulan bahan dan alat yang dibutuhkan saat pembuatan mesin ataupun perakitan mesin. Setelah pembuatan dan perakitan kita akan uji coba pengupasan, jika mesin sudah berjalan dengan perkiraan yang bagus lalu lanjut dengan pengupasan dengan buah melinjo yang tanpa rendaman dan menunggu hasil pengupasan. Setelah melakukan pengupasan dan mendapatkan data pada buah melinjo yang tanpa dikupas lalu lanjut dengan perendaman buah melinjo selama 1 jam, 1.5 jam, dan 2 jam. Jika sudah dilakukan perendaman langsung dilakukan pengambilan data yang dan hasil pengupasan dengan ukuran jarak rol sebesar 0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm. Sesudah melakukan pengupasan dan mendapatkan data yang diperlukan lanjut ke tahap pengolahan data.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui jumlah gaya gesek dan gaya tekan, diperlukan perhitungan yang tepat, agar mengetahui jarak antar rol dan rendaman mana yang paling optimal. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut:

##### Perhitungan Gaya Gesek ( $F_f$ )

$$1. N_{\text{berat}} = \frac{N_b \times m_b \times g}{2}$$

$$N_{\text{berat}} = \frac{10 \times 0,014 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2}{2} N_{\text{berat}}$$

$$= 0,6867 \text{ kg m/s}^2$$

Sebelum menentukan nilai gaya gesek ( $F_f$ ), terlebih dahulu perlu dihitung nilai yang mempengaruhi nilai gaya gesek seperti :

$$2. F = m \times g$$

$$F = 4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$F = 39,24 \text{ N}$$

Jika sudah mendapatkan nilai dari gaya tekan maka dapat dihasilkan gaya gesek dengan berikut :

$$3. E = \frac{F \times L_0}{A \times \Delta L} = \frac{39,24 \text{ N} \times 0,012 \text{ m}}{(3,14 \times 0,08 \text{ m} \times 0,3 \text{ m}) \times 0,002 \text{ m}} = 3124,2038 \text{ N/m}^2$$

Setelah menemukan nilai dari Modulus elastisitas (E) lanjut menghitung konstanta kekakuan buah melinjo :

$$4. k = \frac{E \cdot A}{L} = \frac{3124,2038 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cdot 0,07536 \text{ m}}{0,002 \text{ m}} = 117719,9991 \text{ Nm}$$

Jika sudah diperoleh nilai konstanta buah melinjo, lalu menghitung nilai defleksi yang terjadi pada biji setelah tertekan akibat perbedaan jarak antar rol.

$$5. 0,9 \text{ cm} = x = \frac{D_{\text{biji}} - D_{\text{rol}}}{2} = \frac{1,2 \text{ cm} - 0,9 \text{ cm}}{2} = 0,15 \text{ cm} = 0,0015 \text{ m}$$

$$1 \text{ cm} = x = \frac{D_{\text{biji}} - D_{\text{rol}}}{2} = \frac{1,2 \text{ cm} - 1 \text{ cm}}{2} = 0,10 \text{ cm} = 0,001 \text{ m}$$

$$1,1 \text{ cm} = x = \frac{D_{\text{biji}} - D_{\text{rol}}}{2} = \frac{1,2 \text{ cm} - 1,1 \text{ cm}}{2} = 0,05 \text{ cm} = 0,0005 \text{ m}$$

Setelah menemukan nilai dari defleksi, menghitung nilai tekanan tambahan (P).

$$6. P = k \times x$$

$$P = 117719,9991 \text{ Nm} \times 0,0015 \text{ m} = 176,57999865 \text{ N}$$

$$P = 117719,9991 \text{ Nm} \times 0,001 \text{ m} = 117,7199991 \text{ N}$$

$$P = 117719,9991 \text{ Nm} \times 0,0005 \text{ m} = 58,85999955 \text{ N}$$

Jika telah menetapkan nilai tekanan tambahan kita bisa menghitung nilai dari gaya berat (N).

$$7. N = 0,6867 \text{ N} + 353,159997 \text{ N} = 176,57999865 \text{ N}$$

$$N = 0,6867 \text{ N} + 235,439998 \text{ N} = 117,7199991 \text{ N}$$

$$N = 0,6867 \text{ N} + 117,719999 \text{ N} = 58,85999955 \text{ N}$$

Setelah mendapatkan semua nilai yang berhubungan dengan gaya gesek, kita bisa menghitung berapa besar koefisien gaya gesek yang dihasilkan. Perhitungan sebagai berikut :

$$8. 0,9 \text{ cm} = 26^\circ = 0,48$$

$$1 \text{ cm} = 25^\circ = 0,46$$

$$1,1 \text{ cm} = 22^\circ = 0,40$$

Maka  $F_f$  dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$9. F_f = 0,48 \times 176,57999865 \text{ N} = 84,76 \text{ N}$$

$$F_f = 0,46 \times 117,7199991 \text{ N} = 54,16 \text{ N}$$

$$F_f = 0,40 \times 58,85999955 \text{ N} = 23,54 \text{ N}$$

Setelah menentukan nilai dari gaya gesek dari masing-masing jarak antar rol. Sehingga bisa melanjutkan dengan menentukan gaya tekan dari penggerak rol itu sendiri.

$$10. F = m \times g = 4 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 = 39,24 \text{ N}$$

Maka :

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} = \frac{2 \times 3,14 \cdot 58 \text{ rpm}}{60} = 6,07 \text{ rad/s}$$

Setelah mendapatkan nilai dari kecepatan sudut ( $\omega$ ) bisa mencari berapa torsi yang dibutuhkan.

$$11. T = F \times r = 39,24 \text{ N} \times 0,04 \text{ m} = 1,569 \text{ Nm}$$

Jika sudah mendapatkan kedua nilai di atas, maka bisa menghitung daya dari motor yang dibutuhkan.

$$12. P_m = T \times \omega = 1,569 \text{ Nm} \times \frac{6,07 \text{ rad}}{\text{s}} = 9,527 \text{ Watt}$$

Dari nilai di atas, maka bisa menentukannya berapa besar gaya penggerak rol. Berikut perhitungan :

$$13. F_r = \frac{P_m}{r \times \omega} = \frac{9,523}{0,04 \times 6,07} = 39,22 \text{ N}$$

Setelah memperoleh nilai gaya gesek dan gaya penggerak rol, hasil perhitungan tersebut dapat dilihat didalam Tabel 1. di bawah ini untuk memudahkan analisis dan perbandingan.

**Tabel 1.** Perbandingan Gaya Gesek dan Gaya Tekan Penggerak Rol

Jarak Antar Rol	Gaya Gesek ( $F_f$ )	Gaya Penggerak rol ( $F_r$ )	Kesimpulan
0,9 cm	84,75 N	39,22 N	Dengan gaya gesek yang lebih besar daripada gaya tekan penggerak rol maka biji melinjo banyak yang pecah
1 cm	54,15 N	39,22 N	Gaya gesek lebih besar atau sama dengan gaya tekan penggerak rol biji masih bisa terkelupas
1,1 cm	23,54 N	39,22 N	Gaya gesek yang lebih kecil daripada gaya tekan penggerak rol maka kulit melinjo tidak terkelupas dengan sempurna

### Pengolahan Data dan Pembahasan

Data pada Tabel 2. ini merupakan hasil pengolahan dari pengujian yang bertujuan untuk mengklasifikasikan biji berdasarkan kondisi akhir setelah proses pengelupasan, yaitu biji yang terkelupas, pecah, dan tidak terkelupas.

Proses pengolahan data dilakukan dengan menghitung jumlah biji untuk setiap kategori tersebut pada berbagai perlakuan, seperti variasi jarak antar rol dan durasi rendaman. Biji yang terkelupas dihitung sebagai hasil optimal dari proses, sementara biji yang pecah dan tidak terkelupas dicatat sebagai indikasi ketidak sempurnaan proses pengelupasan. Data di bawah ini di analisis untuk mengetahui pengaruh masing-masing perlakuan terhadap efisiensi pengelupasan.

1. Data Waktu Pengupasan

Tabel 2. Data Waktu Pengupasan

Jarak	Waktu Pengupasan				Jumlah biji
	Tanpa Rendaman	Rendaman			
	0 jam	1 Jam	1.5 Jam	2 Jam	
cm	Detik				Butir
0,9	9,39	4,42	3,75	3,6	10
	9,32	4,89	3,9	3,79	10
	10,9	4,48	4,15	3,32	10
1	12,59	5,45	4,4	4,27	10
	13,39	4,87	4,34	4,1	10
	12,15	5,35	4,15	4,15	10
1,1	7,89	4,15	3,31	3,11	10
	8,11	3,98	3,45	3,21	10
	8,55	3,89	3,59	3,4	10

2. Data Tanpa Rendaman

Data pada Tabel 3. di bawah diolah dengan mengelompokkan hasil pengupasan biji ke dalam tiga kategori utama, yaitu biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah. Pengolahan data dilakukan dengan menghitung jumlah biji dalam setiap kategori berdasarkan hasil pengujian pada berbagai jarak antar rol, yaitu 0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh variasi jarak antar rol terhadap efektivitas proses pengupasan tanpa perlakuan rendaman (0 jam).

Tabel 3. Data Tanpa Rendaman

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Tanpa Rendaman		
	0 jam		
cm	Terkelupas	Tidak Tekelupas	Pecah
0,9	6	2	2
	5	2	3
	5	2	3
1	7	2	1
	6	2	2
	5	3	2
1,1	4	3	3
	5	4	1
	4	6	0

3. Data Rendaman 1 Jam

Pengolahan data pada Tabel 4. ini dilakukan dengan mencatat hasil pengupasan biji ke dalam tiga kategori, yaitu biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah. Data diolah berdasarkan hasil uji pada tiga variasi

jarak antar rol, yakni 0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm, perendaman 1 jam. Setiap kategori di hitung jumlahnya untuk setiap jarak rol, sehingga dapat dibandingkan efektivitas proses pengupasan pada setiap perlakuan.

Tabel 4. Data Rendaman 1 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Rendaman		
	1 jam		
cm	Terkelupas	Tidak Tekelupas	Pecah
0,9	5	2	3
	6	1	3
	5	1	3
1	7	2	1
	6	3	1
	6	2	2
1,1	5	4	1
	5	4	1
	5	5	0

4. Data Rendaman 1,5 Jam

Pengolahan data pada Tabel 5. ini dilakukan dengan mencatat hasil pengupasan biji setelah perlakuan rendaman selama 1,5 jam pada tiga variasi jarak antar rol, yaitu 0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm. Hasil pengujian dikelompokkan ke dalam tiga kategori utama, yaitu biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah. Data dari setiap kategori dihitung jumlahnya untuk setiap perlakuan jarak rol guna mengevaluasi pengaruh durasi rendaman terhadap proses pengupasan.

Tabel 5. Data Rendaman 1,5 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Rendaman		
	1,5 jam		
cm	Terkelupas	Tidak Tekelupas	Pecah
0,9	5	2	3
	6	1	3
	5	2	3
1	8	1	1
	6	2	2
	6	2	2
1,1	6	2	1
	5	4	1
	6	2	2

5. Data Rendaman 2 Jam

Data pada Tabel 6. ini diolah berdasarkan hasil pengupasan biji yang telah melalui perlakuan rendaman selama 2 jam dengan variasi jarak antar rol, yaitu 0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm. Pengelompokan hasil dilakukan ke dalam tiga kategori, yakni biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah. Setiap kategori dihitung jumlahnya untuk masing-masing jarak rol untuk mengevaluasi pengaruh rendaman 2 jam terhadap efektivitas pengupasan.

Tabel 6. Data Rendaman 2 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Rendaman		

cm	2 jam		
	Terkelupas	Tidak Terkelupas	Pecah
0,9	4	2	4
	6	1	3
	6	2	2
1	7	1	2
	7	2	1
	8	1	1
1,1	6	3	1
	6	3	1
	5	4	1

**Data rata-rata hasil pengupasan**

Data pada Tabel 7. di bawah ini akan menunjukkan rata-rata waktu pengupasan dan rata-rata hasil pengelupasan yang diklasifikasikan menjadi 3 yaitu pecah, tidak terkelupas dan terkelupas.

**1. Rata-rata waktu pengupasan buah melinjo**

**Tabel 7.** Rata-rata Waktu Pengupasan

Jarak	Waktu Pengupasan			
	Tanpa Rendaman	Rendaman		
	0 jam	1 Jam	1,5 Jam	2 Jam
cm	Detik			
0,9	9,870	4,597	3,933	3,570
1	12,710	5,223	4,297	4,173
1.1	8,183	4,007	3,450	3,240

Data di atas diolah lebih lanjut untuk diterapkan dalam bentuk gambar grafik untuk mempermudah analisis hasil. Setiap nilai dari kategori biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah pada berbagai jarak antar rol (0,9 cm, 1 cm, dan 1,1 cm) serta durasi rendaman (0 jam, 1,5 jam, dan 2 jam) digunakan sebagai acuan utama. Gambar 10. di bawah ini membantu menunjukkan perubahan secara lebih jelas, seperti peningkatan, penurunan, atau kestabilan waktu pada setiap kategori hasil pengupasan.



**Gambar 10.** Grafik Jarak Antar Rol Terhadap Waktu

Dari Gambar 10. di atas pada ukuran 1 cm tanpa perendaman memiliki waktu yang lama dibandingkan dengan semua rendaman biji melinjo yang lain karena biji melinjo tanpa perendaman memiliki struktur kulit yang keras sehingga membutuhkan waktu yang lama saat proses pengupasan. Sedangkan pada

perendaman 2 jam memiliki waktu yang cepat dikarenakan struktur pada kulit melinjo menjadi lunak. Tetapi pada jarak antar rol 0,9 cm memiliki waktu yang cepat daripada jarak antar rol 1 cm, dikarenakan pada ukuran 0,9 cm memiliki gaya tekan dan gaya gesek yang besar sehingga dapat menyebabkan biji melinjo banyak yang pecah.

**2. Data rata-rata tanpa rendaman**

**Tabel 8.** Data Rata-rata Hasil Pengupasan Tanpa Perendamam

Jarak	Hasil Pengupasan Tanpa Rendaman		
	Terkelupas	Tidak Terkelupas	Pecah
cm	0 jam		
0,9	5,33333333	2	2,66666667
1	6	2,33333333	1,66666667
1,1	4,33333333	4,33333333	1,33333333

Hasil foto pengupasan biji melinjo tanpa rendaman, dapat dilihat pada Tabel 9. di bawah ini:

**Tabel 9.** Foto Pengupasan Tanpa Rendaman Pada Jarak 0,9 cm, 1 cm dan 1,1 cm



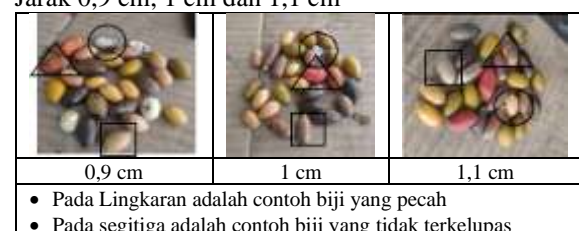
**3. Data rata-rata rendaman 1 jam**

**Tabel 10.** Data Rata-rata Hasil Pengupasan Dengan Rendaman 1 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan Rendaman		
	Terkelupas	Tidak Terkelupas	Pecah
cm	1 jam		
0,9	5,33333333	1,33333333	3
1	6,66666667	2,33333333	0,66666667
1,1	5	4,33333333	0,66666667

Hasil foto pengupasan biji melinjo rendaman 1 jam, dapat dilihat pada Tabel 11. di bawah ini:

**Tabel 11.** Foto Pengupasan Rendaman 1 jam Pada Jarak 0,9 cm, 1 cm dan 1,1 cm



- Pada persegi adalah contoh biji yang tidak terkelupas sempurna

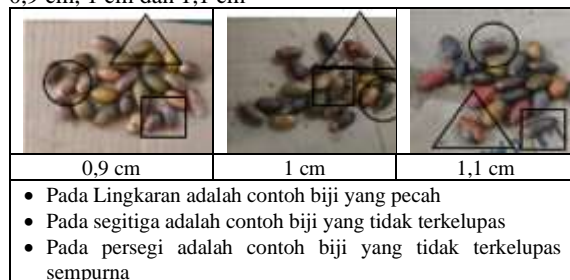
4. Data rata-rata rendaman 1,5 jam

Tabel 12. Data Rata-rata Hasil Pengupasan Dengan Rendaman 1,5 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Rendaman		
cm	1,5 jam		
	Terkelupas	Tidak Terkelupas	Pecah
0,9	5,33333333	1,66666667	3
1	6,33333333	2	1,66666667
1,1	5,66666667	2,66666667	1,33333333

Hasil foto pengupasan biji melinjo rendaman 1,5 jam, dapat dilihat pada Tabel 13. di bawah ini:

Tabel 13. Foto Pengupasan Rendaman 1,5 jam Pada Jarak 0,9 cm, 1 cm dan 1,1 cm



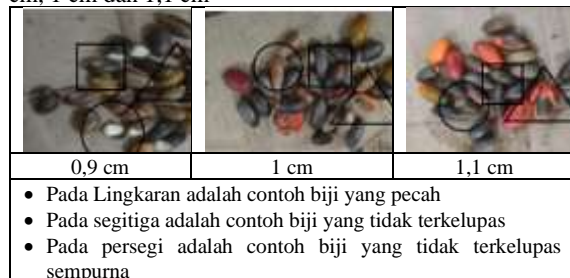
5. Data rata-rata rendaman 2 jam

Tabel 14. Data Rata-rata Hasil Pengupasan Dengan Rendaman 2 Jam

Jarak	Hasil Pengupasan		
	Rendaman		
cm	2 jam		
	Terkelupas	Tidak Terkelupas	Pecah
0,9	5,33333333	1,66666667	3
1	7,33333333	1,33333333	1,33333333
1,1	5,66666667	3,33333333	1

Hasil foto pengupasan biji melinjo rendaman 2 jam, dapat dilihat pada Tabel 15. di bawah ini:

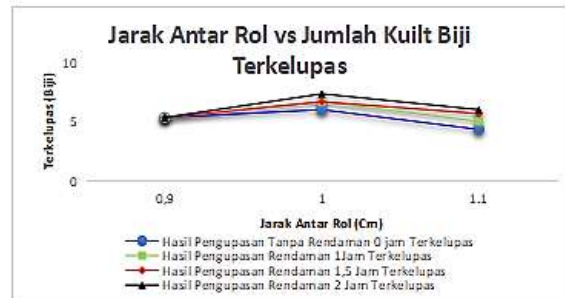
Tabel 15. Foto Pengupasan Rendaman 2 jam Pada Jarak 0,9 cm, 1 cm dan 1,1 cm



Data dari Tabel 8,10,12 dan 14. di atas, selanjutnya diolah lebih lanjut untuk diterapkan dalam bentuk gambar grafik agar mempermudah analisis hasil. Setiap nilai dari kategori biji yang terkelupas, tidak terkelupas, dan pecah pada berbagai jarak antar rol (0,9 cm, 1 cm, dan 1,1

cm) serta durasi rendaman (0 jam, 1,5 jam, dan 2 jam) digunakan sebagai acuan utama.

Pengaruh Jarak Antar Rol



Gambar 11. Grafik Jarak Antar Rol Terhadap Kulit Biji Terkelupas

Dari Gambar 11. di atas jarak antar rol terhadap jumlah biji terkelupas, diketahui bahwa biji terkelupas tertinggi pada jarak antar rol 1 cm diperendaman 2 jam. Sedangkan yang terendah pada jarak antar rol 1,1 cm tanpa perendaman. Selain itu dilihat dari gambar grafik di atas, menunjukkan bahwa semakin lama waktu perendaman, maka jumlah biji terkelupas mengalami peningkatan. Dalam Gambar 11. juga dapat diketahui bahwa biji terkelupas terendah pada jarak 1,1 cm tanpa perendaman. Selain itu dapat lihat pada jarak antar rol 0,9 cm tanpa perendaman, lebih tinggi daripada jarak antar rol 1,1 cm tanpa rendaman dan rendaman 1 jam. Hal ini dikarenakan pada jarak antar rol 0,9 cm memiliki gaya gesek yang besar sehingga kulit dapat terkelupas, sedangkan pada jarak antar rol 1,1 cm gaya gesek ( $F_f$ ) semakin mengecil sehingga kulit tidak terkelupas dengan sempurna.



Gambar 12. Grafik Jarak Antar Rol Terhadap Kulit Biji Tidak Terkelupas

Dalam Gambar 12. di atas dapat disimpulkan bahwa hasil biji tidak terkelupas tertinggi ada pada jarak rol 1,1 cm tanpa rendaman dan rendaman 1 jam, dikarenakan pada jarak antar rol 1,1 cm memiliki gaya gesek yang kecil sehingga biji melinjo tidak terkelupas dengan sempurna. Sedangkan hasil biji melinjo dengan perendaman waktu 1,5 jam dan 2 jam memiliki nilai terendah atau dapat dikatakan

jumlah biji yang tidak terkelupas sedikit. Dengan mengacu pada sub bab Deskripsi Penelitian di atas, hal ini disebabkan karena lamanya perendaman dapat membuat biji melinjo lunak, sehingga lebih banyak yang pecah dari pada tidak terkelupas.

Dari Gambar 12. di atas dapat juga di lihat pada rendaman 1,5 jam dan 2 jam mengalami penurunan di jarak antar rol 1 cm lalu mengalami kenaikan pada jarak 1,1 cm, hal ini karena pada saat proses pengupasan pada jarak antar rol 1 cm memiliki gaya gesek yang lebih besar dibandingkan dengan jarak antar rol 1,1 cm, sehingga menyebabkan kulit banyak yang terkelupas.



Gambar 13. Grafik Jarak Antar Rol Terhadap Biji Pecah

Dari gambar 13. di atas, diketahui bahwa biji pecah tertinggi pada jarak antar rol 0,9 cm diperendaman 1 jam sampai 2 jam. Sedangkan yang terendah pada jarak antar rol 1,1 cm diperendaman 1 jam. Adapun pada perendaman 1 jam dihasilkan lebih rendah biji pecah, dikarenakan biji melinjo masih keras karena hanya kulit bagian luar yang lebih banyak menyerap air dari pada biji inti. Selain itu dilihat dari gambar di atas menunjukkan bahwa semakin besar jarak antara rol, maka jumlah biji pecah mengalami penurunan. Akan tetapi terlihat di jarak 1,1 cm pada perendaman 2 jam mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena pada biji direndaman 2 jam biji inti menjadi lunak, selain itu akibat gaya gesek yang kurang optimal pada jarak antar rol 1,1 cm dapat menyebabkan adanya getaran pada biji yang sudah lunak sehingga dapat mengakibatkan biji mudah pecah.

Dari hasil pembahasan di atas dapat di rangkum bahwa jarak antar rol dan lama perendaman sangat berpengaruh pada proses pengelupasan kulit melinjo dikarenakan, terlalu besar gaya gesek dibandingkan dengan gaya tekan penggerak rol akan menyebabkan biji melinjo sulit bergerak dan banyak biji mengalami pecah yang digambarkan pada jarak antar rol 0,9 cm. Pada jarak antar rol 1 cm gaya gesek lebih besar atau sama dengan gaya tekan penggerak rol biji masih bisa bergerak hingga terkelupas. Sedangkan pada jarak antar rol 1,1 cm berbanding kebalik gaya gesek lebih kecil daripada gaya tekan penggerak rol maka

menyebabkan biji tidak terkelupas atau tidak terkelupas sempurna dikarenakan jarak antar rol 1,1 cm memberikan rongga pada rol.

Proses perendaman berpengaruh pada struktur kulit yang menjadikan kulit biji melinjo lunak tetapi jika perendaman dengan waktu yang singkat akan memberikan struktur kulit masih tetap sama yang digambarkan pada perendaman 1 jam. Jika waktu perendaman yang terlalu lama kulit melinjo akan lunak dan baik untuk proses pengupasan, dikarenakan kulit mudah terkelupas dan tertarik oleh rol pengupas yang digambarkan pada perendaman 2 jam.

Maka dari itu didapatkan lama perendaman 2 jam dan jarak antar rol 1 cm yang terbaik, karena pada perendaman 2 jam kulit akan menjadi lunak dan mudah terkelupas jika terkena gaya gesek yang lebih besar atau sama dengan dari gaya tekan penggerak rol yang menyebabkan biji lebih mudah terkelupas.

Berdasarkan hasil analisis data pada variasi jarak antar rol, diketahui bahwa efektivitas pengupasan biji melinjo dipengaruhi oleh keseimbangan antara gaya tekan dan gaya gesek. Untuk menentukan jarak antar rol yang optimal dalam proses pengupasan, maka dapat digunakan rumus umum sebagai berikut:

$$d_{\text{optimal}} = D_b - 2t_k$$

Dimana :

$D_b$  = Diameter Biji

$t_k$  = Ketebalan Kulit

Misalkan rata-rata melinjo di suatu daerah memiliki diameter 1,2 mm dan mempunyai ketebalan kulit 0,2 mm. Maka dapat dihitung seperti di bawah ini:

$$d_{\text{optimal}} = 1,2 \text{ mm} - 0,2 \text{ mm} \\ = 10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$$

Maka jarak antar rol yang menghasilkan pengupasan yang optimal yaitu pada 1 cm.

## SIMPULAN

Berdasarkan data dan pembahasan, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut:

1. Pada Proses pengelupasan biji melinjo yang paling bagus pada jarak 1 cm, dibandingkan dengan jarak 0,9 cm dan jarak 1,1 cm, dikarenakan pada jarak 1 cm memiliki gaya gesek yang lebih besar atau sama dengan gaya tekan pada penggerak rol dan pada jarak 0,9 cm memiliki gaya gesek yang lebih besar dari gaya tekan pada penggerak rol. Sedangkan pada jarak 1,1 cm memiliki gaya gesek yang lebih kecil daripada gaya tekan pada penggerak rol, sehingga menyebabkan biji melinjo tidak terkelupas.

2. Pada variasi lama perendaman biji melinjo yang terbaik adalah rendaman selama 2 jam, dikarenakan pada perendaman 2 jam biji melinjo dapat menyerap air dengan baik sehingga biji melinjo menjadi lunak dan mudah terkelupas. Pada biji melinjo tanpa perendaman, biji melinjo tetap keras sehingga proses pengelupasan kurang efektif. Sementara itu, pada perendaman selama 1 jam dan perendaman 1,5 jam biji mengalami pelunakan sehingga dapat terkelupas namun, masih terdapat biji yang tidak terkelupas dengan sempurna karena belum cukup menyerap air.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tandi J, Melinda B, Purwantari A, Widodo A. “Analisis Kualitatif dan Kuantitatif Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Buah Okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) dengan Metode Spektrofotometri” UV-Vis. KOVALEN J Ris Kim.2020;6(1):74-80.
- [2] Dra. Siti Susanti, S.U. (2017) “Struktur Anatomis dan Profil Fitokimia Kulit Luar Biji melinjo (*Gnetum Gnemon* L) Pada Empat Tingkat Kemasakan Biji”. *Biologi*, Universitas Gadjah Mada
- [3] Abdullah Arkha, Tri Atmodjo, Eky Noviyanto (2017). Perancangan Mesin Pengupas Kulit Luar Buah Melinjo Model Roll Gerigi Kapasitas 120 kg/jam. *Jurnal Rekayasa, Teknologi, dan Sains*. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malahayati.
- [4] Dismas Anom. (2015). Pengaruh Variasi Pembebanan 35 kg, 40 kg, dan 45 kg pada Rol Tekan Beralur Terhadap Kekuatan Tarik Serat Rumput Payung. *Jurusan Teknik Mesin, Universitas Katolik Widya Karya*.
- [5] Ahmad Nurhakim (2023). *Rumus dan Komponen Modulus Elastisitas: Stress, Strain & Modulus Young* <https://www.quipper.com/id/blog/mapel/fisika/modulus-elastisitas/> (diakses 6 Februari 2025).
- [6] Hajar Isworo, S.Pd, M.T., (2018). *Mekanika Kekuatan Material 1*. Teknik Mesin Universitas Lambung Mangkurat.
- [7] Richardo Barry Astro, Dessy Amirudin, Dhia Hana Mufida, Siti Humairo, dan Sparisoma Viridi, (2017). “Analisis Koefisien Gesek Statis dan Kinetis Benda di Bidang Miring Menggunakan Video Tracker.”
- [8] Danang Murdiyanto and Bernardus C.P.B., The Rolling Process of The Stem of Umbrella Grass to Produce Fiber Through the Reduction Method Using Gearbox, *SJME KINEMATIKA* Vol. 6 No. 2, 25 Desember 2021, pp 129-142, e-ISSN: 2655-903X.
- [9] Danang Murdiyanto, Bernardus Crisanto Putra Mbulu, & Iga Yuswantoro. (2023). CALCULATION OF POWER REQUIREMENTS TO DRIVE THE BELT WINDER PROTOTYPE PRINTED BY A 3D PRINTER. *Mechanical, Energy and Material (METAL)*, 1(2), 25–30. <https://doi.org/10.59581/metal.v1i2.88>.
- [10] Syawaluddin, Eri Diniardi, M.Alogo. “Rancangan Ulang Mesin Pengupas Biji melinjo Berkapasitas 90 kg/jam”. *Jurusan Mesin Universitas Muhammadiyah Jakarta*.
- [11] Apriyani. (2020). Pengertian tanaman dan Buah serta Kandungan Buah Melinjo. *SMAN Negri 2 Ngaglik*.