



ANALISIS PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN JARAK CELAH MATA PISAU PADA MESIN PENGUPAS BIJI KOPI TERHADAP HASIL PENGUPASAN

Muhammad Prayogo¹⁾, Diah Wulandari²⁾

¹⁾ Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: muhhammadprayogo.22032@mhs.unesa.ac.id

²⁾ Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: diahwulandari@unesa.ac.id

Abstract

This study aims to investigate the effect of machine rotational speed and blade clearance on the performance of a wet coffee cherry hulling machine. The performance parameters evaluated include the percentage of peeled coffee cherries, the percentage of unpeeled cherries, and machine capacity. Identifying the influence of these parameters is expected to determine the optimal operating conditions that enable an effective and efficient peeling process without causing damage to the coffee beans. A common problem encountered in the field is the suboptimal peeling of wet coffee cherries, indicated by a high proportion of unpeeled cherries or bean damage due to improper machine settings. In practice, farmers and coffee processors often rely on approximate adjustments of blade clearance and rotational speed, resulting in inconsistent peeling quality and limited machine capacity. An experimental method was employed by testing a wet coffee cherry hulling machine at rotational speeds of 300 rpm, 350 rpm, and 420 rpm, combined with blade clearances of 2 mm, 4 mm, and 6 mm. The results show that smaller blade clearances produce higher peeling percentages, while increasing rotational speed tends to improve machine capacity. The optimal operating condition was achieved at a rotational speed of 420 rpm with a blade clearance of 2 mm, yielding the highest peeling percentage and the greatest machine capacity.

Keywords: wet coffee cherry, coffee hulling machine, rotational speed, blade clearance, machine capacity

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi putaran mesin dan besar celah terhadap kinerja mesin pengupas buah kopi basah. Parameter kinerja yang diamati meliputi persentase buah kopi terkupas, persentase buah tidak terkupas, dan kapasitas mesin. Dengan mengetahui pengaruh kedua parameter tersebut, diharapkan dapat diperoleh kondisi kerja mesin yang optimal sehingga proses pengupasan dapat berlangsung secara efektif dan efisien tanpa merusak biji kopi. Permasalahan yang sering terjadi di lapangan adalah proses pengupasan buah kopi basah yang belum optimal, ditandai dengan masih banyaknya buah kopi yang tidak terkupas sempurna atau terjadinya kerusakan biji akibat pengaturan mesin yang kurang tepat. Petani dan pelaku pengolahan kopi umumnya masih menggunakan pengaturan celah dan putaran mesin secara perkiraan, sehingga hasil pengupasan tidak seragam dan kapasitas kerja mesin belum maksimal. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental dengan melakukan pengujian pada mesin pengupas buah kopi basah menggunakan variasi putaran 300 rpm, 350 rpm, dan 420 rpm serta variasi celah 2 mm, 4 mm, dan 6 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa celah yang lebih kecil menghasilkan persentase pengupasan yang lebih tinggi, sedangkan peningkatan putaran mesin cenderung meningkatkan kapasitas pengupasan. Kondisi terbaik diperoleh pada putaran 420 rpm dengan celah 2 mm, yang menghasilkan persentase buah terkupas tertinggi dan kapasitas mesin terbesar.

Kata kunci: buah kopi basah, mesin pengupas kopi, putaran mesin, celah pengupasan, kapasitas mesin

PENDAHULUAN

Industri kopi Indonesia mengalami pertumbuhan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. Data Badan Pusat Statistik menunjukkan bahwa produksi kopi nasional pada tahun 2024 mencapai 807.580 ton, meningkat 6,44% dibandingkan tahun sebelumnya dan menjadi capaian tertinggi dalam satu dekade terakhir (Maheswara, 2025). Selain itu, ekspor kopi Indonesia juga meningkat sangat pesat sebesar 76,33% pada tahun yang sama, menjadikan kopi sebagai salah satu komoditas strategis ekspor nasional (Prayudhia, 2025). Provinsi Lampung, Sumatera Utara, dan Aceh menjadi kontributor utama produksi dan ekspor, seiring meningkatnya permintaan global terhadap kopi Indonesia.

Meskipun demikian, produktivitas dan kualitas kopi di tingkat petani masih menghadapi berbagai kendala, terutama akibat penggunaan metode pengolahan tradisional. Proses pengupasan kulit kopi (cherry) umumnya masih dilakukan secara manual menggunakan lumpang dan alu, yang membutuhkan waktu lama, tenaga besar, serta menghasilkan kualitas biji kopi yang tidak seragam. Keterbatasan akses terhadap teknologi modern seperti mesin pulper dan huller menyebabkan proses pascapanen menjadi kurang efisien dan berdampak pada rendahnya daya saing produk kopi (Rastuti et al., 2025).

Penggunaan mesin pengupas biji kopi merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas pengolahan kopi. Mesin pengupas mampu mempercepat proses pengupasan dengan kebutuhan tenaga kerja yang lebih rendah serta menghasilkan biji kopi yang lebih bersih dan seragam. Hal ini berimplikasi langsung pada peningkatan kapasitas produksi dan pengurangan beban fisik petani (Burhanudin et al., 2024). Selain itu, kualitas biji kopi yang lebih baik akan meningkatkan nilai jual kopi di pasar lokal maupun internasional (Allen et al., 2024).

Secara mekanis, mesin pengupas biji kopi basah bekerja berdasarkan prinsip gesekan dan tekanan antara silinder bergerigi dan pelat penekan. Parameter utama yang mempengaruhi kinerja pengupasan adalah kecepatan putaran silinder dan jarak celah antara mata pisau atau rol dengan pelat penekan. Pengaturan parameter yang tidak tepat dapat menyebabkan biji kopi tidak terkupas sempurna atau bahkan rusak, sehingga optimasi parameter mesin menjadi sangat penting (Esfana et al., 2025).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kajian terkait mesin pengupas biji kopi masih bersifat parsial. Pranata (2024) hanya meneliti pengaruh jarak celah mata pisau tanpa mempertimbangkan variasi kecepatan putaran, sedangkan Sidi (2018) hanya menganalisis variasi kecepatan putaran tanpa mengkaji pengaruh jarak celah. Padahal, kedua parameter tersebut saling berkaitan dan secara simultan mempengaruhi kualitas serta efisiensi proses pengupasan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan putaran dan jarak celah mata pisau terhadap hasil pengupasan biji kopi. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan rekomendasi

parameter operasional mesin pengupas biji kopi yang optimal, meningkatkan efisiensi proses pascapanen, serta mendukung pengembangan teknologi tepat guna bagi petani kopi dan pelaku usaha pengolahan kopi (Bambang et al., 2023).

TINJAUAN PUSTAKA KOPI

Kopi merupakan komoditas pertanian strategis di Indonesia yang sebagian besar dikelola oleh petani kecil, mencapai sekitar 98% dari total perkebunan nasional (Widyasanti, 2023). Komoditas ini berperan penting sebagai sumber devisa negara dan mata pencarian lebih dari satu juta petani, dengan sentra produksi utama di Sumatera Selatan, Lampung, Aceh, Sumatera Utara, dan Bengkulu (Supriyati, 2023). Selain produksi, konsumsi kopi domestik juga terus meningkat seiring berkembangnya budaya minum kopi di berbagai daerah (Solimah et al., 2024).

Kualitas kopi sangat dipengaruhi oleh kondisi pascapanen, khususnya kadar air buah kopi segar yang berkisar 60–65% (Kembaren, 2021). Kadar air yang tinggi menyebabkan buah kopi mudah rusak sehingga penanganan pascapanen, terutama proses pengupasan, menjadi tahap krusial dalam menjaga mutu biji kopi.

Kopi Arabika

Kopi Arabika (*Coffea arabica L.*) merupakan spesies kopi bernilai ekonomi tinggi dengan karakter cita rasa yang lebih kompleks, tingkat keasaman lebih tinggi, serta kandungan kafein lebih rendah dibandingkan kopi robusta (Ferreiraa et al., 2019). Tanaman ini tumbuh optimal pada ketinggian 1.000–2.000 mdpl dan banyak diminati pada pasar kopi spesialti global (Melese & Kolech, 2021). Namun demikian, kopi Arabika lebih sensitif terhadap penyakit dan perubahan iklim dibandingkan robusta (Nora et al., 2025).

Metode Pengupasan Biji Kopi

Pengupasan buah kopi merupakan tahap awal pascapanen yang dapat dilakukan melalui metode basah (*wet pulping*) dan metode kering (*dry pulping*). Metode basah lebih banyak digunakan karena mampu menghasilkan mutu biji kopi yang lebih baik dan nilai jual lebih tinggi (Bona et al., 2025). Data menunjukkan bahwa kopi hasil pengupasan basah memiliki klasifikasi mutu lebih tinggi dibandingkan metode kering (Taye et al., 2016). Namun, keterbatasan teknologi pengolahan menyebabkan proses pengupasan di tingkat petani masih belum optimal.

Pengupas Biji Kopi Basah

Mesin pengupas biji kopi basah bekerja berdasarkan prinsip mekanis melalui gesekan dan tekanan antara permukaan drum atau pisau dengan pelat penekan untuk memisahkan kulit buah dari biji kopi. Metode ini mampu mempercepat proses pengupasan, mengurangi tenaga kerja, serta menghasilkan biji kopi dengan tingkat kerusakan yang minimal (Adeleke et al., 2023). Selain itu, sistem mekanis

dinilai lebih ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah cair dan sesuai diterapkan pada skala rumah tangga (Ogunjirin et al., 2021).

Kapasitas Mesin

Kapasitas mesin pengupas biji kopi basah didefinisikan sebagai jumlah massa kopi yang dapat diproses per satuan waktu (kg/jam). Kapasitas ini menjadi indikator utama performa mesin dan dihitung sebagai perbandingan antara massa bahan dengan waktu pengupasan (Awgichew & Nuguse, 2024).

Sistem Penggerak dan Transmisi

Sistem penggerak mesin pengupas biji kopi basah terdiri dari motor listrik sebagai sumber daya utama, serta sistem transmisi seperti poros, pulley, sabuk (V-belt), gear, rantai, pisau, dan saringan. Motor listrik berfungsi menyediakan daya dan torsi yang diperlukan untuk proses pengupasan, sedangkan sistem transmisi menyalurkan daya tersebut ke unit pengupas secara stabil dan efisien (Suwito et al., 2019; Štekbauer, 2016).

Parameter mekanis seperti kecepatan putaran, torsi, diameter poros, rasio pulley, serta kecepatan pisau berpengaruh langsung terhadap tingkat keberhasilan pengupasan dan kualitas biji kopi. Oleh karena itu, perancangan sistem transmisi yang tepat sangat diperlukan untuk menghasilkan mesin yang efisien, aman, dan andal (Haris, 2025; Awgichew & Nuguse, 2024).

Penelitian Terdahulu

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa mesin pengupas biji kopi basah mampu meningkatkan produktivitas dan efisiensi kerja petani, namun masih memiliki beberapa keterbatasan. Siregar et al. (2022) melaporkan tingkat pengupasan sebesar 78%, namun belum dilengkapi sistem pemisahan otomatis. Ferasta et al. (2023) lebih menitikberatkan pada kualitas cita rasa hasil pascapanen, bukan pada optimasi desain mesin. Sementara itu, Muryanto et al. (2023) mengembangkan mesin berkapasitas 38,4 kg/jam dengan efisiensi 66,86%, namun masih boros energi dan belum ergonomis.

Berdasarkan kajian tersebut, masih terdapat celah penelitian terkait optimasi parameter mekanis mesin, khususnya variasi kecepatan putaran dan jarak celah pisau, guna meningkatkan efisiensi dan kualitas pengupasan biji kopi basah.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan kuantitatif untuk menganalisis pengaruh kecepatan putaran poros mesin pengupas dan jarak celah mata pisau terhadap hasil pengupasan biji kopi. Metode eksperimen dipilih karena memungkinkan pengendalian variabel secara sistematis serta pengamatan langsung terhadap perubahan hasil pengupasan akibat variasi parameter operasi mesin.

Data penelitian diperoleh melalui pengujian langsung mesin pengupas biji kopi, dengan parameter hasil berupa

persentase biji kopi yang terkelupas sempurna, biji rusak, dan biji yang tidak terkelupas. Data tersebut dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan kombinasi parameter operasi mesin yang paling efisien.

Variabel Penelitian

1. Variabel Bebas

- Kecepatan putaran poros mesin pengupas: 300 rpm, 350 rpm, dan 420 rpm.
- Jarak celah mata pisau: 2 mm, 4 mm, dan 6 mm.

2. Variabel Terikat

- Hasil pengupasan biji kopi, dinyatakan dalam persentase biji terkelupas sempurna dan biji tidak terkelupas.

3. Variabel Kontrol

- Jenis dan kondisi biji kopi: kopi Arabika dalam kondisi basah.
- Jumlah bahan uji: 500 gram biji kopi basah setiap percobaan.
- Spesifikasi mesin: mesin pengupas biji kopi bermotor listrik tanpa modifikasi selama pengujian.

Pengendalian variabel dilakukan untuk memastikan bahwa perubahan hasil pengupasan hanya disebabkan oleh variasi kecepatan putaran dan jarak celah mata pisau, sehingga data yang diperoleh bersifat valid dan dapat dianalisis secara kuantitatif.

Waktu dan Tempat Penelitian

Waktu Penelitian

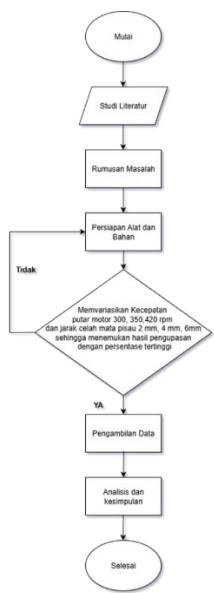
Penelitian dilaksanakan setelah proposal tugas akhir disetujui.

Tempat Penelitian

Pengerjaan alat dan pengujian dilakukan di Gedung K5 Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir metode penelitian dibuat dengan mengonsep seluruh alur penelitian sesuai tahapan penelitian sehingga analisis penelitian dapat dijelaskan dengan jelas berdasarkan alur penelitian. Oleh karena itu, Diagram alir dapat dijelaskan seperti pada Gambar



Gambar 1. Diagram alir penelitian

PROSEDUR PENELITIAN

Penelitian diawali dengan studi literatur untuk mengkaji teori, metode, dan hasil penelitian terdahulu terkait mesin pengupas biji kopi, pengaruh kecepatan putaran, serta jarak celah mata pisau. Studi ini menjadi dasar penentuan parameter eksperimen, desain alat, dan metode analisis.

Tahap berikutnya adalah persiapan alat dan bahan, meliputi mesin pengupas biji kopi dengan pengaturan kecepatan dan jarak celah mata pisau, serta biji kopi Arabika basah dengan kondisi seragam. Alat ukur yang digunakan meliputi timbangan digital, mikrometer, dan stopwatch untuk memastikan keakuratan data.

Selanjutnya dilakukan penentuan variasi parameter, yaitu kecepatan putaran poros sebesar 300 rpm, 350 rpm, dan 420 rpm, serta jarak celah mata pisau sebesar 2 mm, 4 mm, dan 6 mm. Setiap kombinasi parameter diatur sebelum pengujian.

Pengujian mesin dilakukan dengan memasukkan 500 gram biji kopi basah ke dalam mesin untuk setiap kombinasi parameter. Setiap percobaan diulang sebanyak tiga kali guna meningkatkan validitas data. Parameter yang diamati meliputi jumlah biji terkelupas, biji tidak terkelupas, kerusakan biji, dan waktu proses.

Pengumpulan dan analisis data dilakukan dengan menyusun hasil pengujian dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis secara kuantitatif untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan putaran dan jarak celah mata pisau terhadap hasil pengupasan. Analisis ini bertujuan menentukan kombinasi parameter yang menghasilkan tingkat pengupasan tertinggi dengan kerusakan biji minimal.

Tahap akhir adalah penarikan kesimpulan, yaitu menentukan parameter operasi mesin pengupas biji kopi yang paling optimal berdasarkan hasil analisis, kemudian disusun dalam laporan penelitian.

Alat dan Bahan

Alat

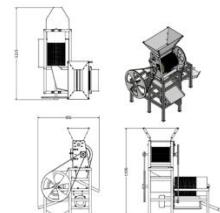
1. Mesin pengupas biji kopi dengan pengaturan kecepatan dan celah mata pisau
2. Timbangan digital
3. Mikrometer
4. Stopwatch (HP)
5. Laptop

Bahan

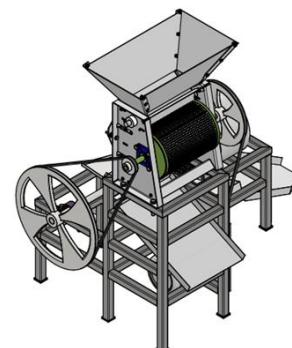
- Biji kopi Arabika basah (500 gram per pengujian)

Desain Mesin

Desain mesin disajikan dalam bentuk **desain 2D** untuk menunjukkan detail komponen dan **desain 3D** untuk memvisualisasikan bentuk serta dimensi mesin pengupas biji kopi.



Gambar 2. Desain 2D Mesin



Gambar 3. Desain 3d mesin pengupas biji kopi

Teknik Analisis Data

Pengujian dilakukan menggunakan massa kopi 500 gram, dengan **3 kali pengulangan** pada setiap kombinasi kecepatan putaran (300, 350, 420 rpm) dan jarak celah mata pisau (2, 4, 6 mm). Data hasil pengujian disajikan dalam tabel dan dianalisis untuk menentukan pengaruh parameter terhadap hasil pengupasan serta kombinasi paling optimal.

Tabel 1. Teknik analisis data

No	Jarak Celah (mm)	Berat Uji (gram)	Persentase Biji Terkulap (%)	Persentase Biji Tidak Terkulap (%)	Waktu (detik/500g)	Kapasitas (kg/jam)
1	2	500	—	—	—	—
2	2	500	—	—	—	—
3	2	500	—	—	—	—

No	Jarak Celah (mm)	Berat Uji (gram)	Persentase Biji Terkupas (%)	Persentase Biji Tidak Terkupas (%)	Waktu (detik/500 g)	Kapasitas (kg/jam)
4	4	500	—	—	—	—
5	4	500	—	—	—	—
6	4	500	—	—	—	—
7	6	500	—	—	—	—
8	6	500	—	—	—	—
9	6	500	—	—	—	—

Tabel ini digunakan untuk mencatat dan menganalisis data hasil pengujian dari ketiga variasi kecepatan putaran motor penggerak yang telah ditentukan secara sistematis dalam penelitian, yaitu 300 rpm (kecepatan rendah) sebagai kondisi baseline untuk membandingkan gaya centrifugal minimum, 350 rpm (kecepatan sedang) sebagai parameter transisi yang menguji peningkatan frekuensi gesekan secara moderat, dan 420 rpm (kecepatan tinggi) sebagai kondisi optimal yang memaksimalkan percepatan radial 4-5 kali gravitasi bumi guna mencapai efektivitas pengupasan biji kopi arabika basah tertinggi, dengan masing-masing variasi diuji pada kombinasi jarak celah mata pisau 2 mm, 4 mm, dan 6 mm sebanyak tiga kali replikasi untuk memastikan validitas statistik dan konsistensi hasil pengukuran persentase biji terkupas sempurna, waktu proses, serta kapasitas kerja mesin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambaran Umum Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental untuk menganalisis pengaruh variasi kecepatan putaran poros (300 rpm, 350 rpm, dan 420 rpm) dan jarak celah mata pisau (2 mm, 4 mm, dan 6 mm) terhadap hasil pengupasan biji kopi Arabika basah. Kombinasi kedua variabel menghasilkan 9 kondisi pengujian, masing-masing diuji sebanyak tiga kali menggunakan sampel 500 gram biji kopi basah.

Parameter kinerja yang diamati meliputi massa biji kopi terkupas sempurna, biji tidak terkupas, waktu pengupasan, dan kapasitas kerja mesin (kg/jam). Seluruh data dicatat secara kuantitatif dan dianalisis untuk menilai efektivitas dan efisiensi proses pengupasan.

Hasil Temuan Penelitian

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kecepatan putaran poros dan jarak celah mata pisau berpengaruh signifikan terhadap kinerja mesin pengupas biji kopi. Peningkatan kecepatan putaran poros cenderung mempercepat waktu pengupasan dan meningkatkan kapasitas kerja mesin, namun tidak selalu diikuti oleh peningkatan kualitas pengupasan apabila jarak celah mata pisau tidak disesuaikan.

Pada jarak celah 2 mm, persentase biji kopi terkupas sempurna relatif lebih tinggi dibandingkan celah 4 mm dan 6 mm, karena intensitas kontak antara mata pisau dan biji kopi lebih besar. Namun, pada kecepatan putaran tinggi, kondisi ini berpotensi meningkatkan gesekan yang dapat mengurangi kestabilan proses.

Sebaliknya, jarak celah 6 mm menghasilkan persentase biji tidak terkupas yang lebih tinggi akibat tekanan dan kontak yang kurang efektif, meskipun waktu pengupasan menjadi lebih singkat sehingga kapasitas mesin meningkat. Hal ini menunjukkan adanya trade-off antara kualitas pengupasan dan kapasitas kerja mesin.

Dari sisi kecepatan putaran, peningkatan dari 300 rpm ke 420 rpm secara konsisten menurunkan waktu pengupasan dan meningkatkan kapasitas kerja mesin. Namun demikian, hasil terbaik diperoleh pada kecepatan putaran menengah dengan jarak celah sedang, yang mampu menghasilkan keseimbangan optimal antara persentase pengupasan yang tinggi dan kapasitas kerja mesin yang memadai.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kinerja mesin pengupas biji kopi ditentukan oleh interaksi antara kecepatan putaran poros dan jarak celah mata pisau, sehingga pengaturan parameter operasi yang tepat menjadi kunci dalam memperoleh proses pengupasan yang efektif, efisien, dan konsisten.

Data Hasil Pengupasan Biji Kopi

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi kecepatan putaran dan jarak celah mata pisau memberikan pengaruh yang signifikan terhadap persentase biji kopi yang terkupas sempurna. Dari analisis data pengujian diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Perhitungan kecepatan motor 300 rpm

No	Jarak Cela (mm)	Berat Uji (gram)	Berat Biji Terkupas (gram)	Berat Biji Tidak Terkupas (gram)	Waktu (detik/500 g)	Kapasitas (kg/jam)
1	2	500	355	145	14,71	122,35
2	2	500	345	155	12,45	144,57
3	2	500	370	130	14,41	124,91
4	4	500	320	180	14,65	122,86
5	4	500	385	215	14,43	124,74
6	4	500	320	180	15,34	117,34
7	6	500	230	270	15,95	112,85
8	6	500	220	280	16,71	107,71

No	Jarak Celah (mm)	Berat Uji (gram)	Berat Biji Terkupas (gram)	Berat Biji Tidak Terkupas (gram)	Waktu (detik/500 g)	Kapasitas (kg/jam)
9	6	500	270	230	16,55	108,76

Rumus Persentase Biji Terkupas Sempurna (%):

$$\% \text{Terkupas} = \left(\frac{\text{Berat biji kopi terkupas sempurna (g)}}{\text{Berat uji total (500 g)}} \right) \times 100$$

Rumus Persentase Biji Tidak Terkupas (%):

$$\% \text{Tidak Terkupas} = 100\% - \% \text{ Biji terkupas}$$

Rumus Kapasitas Mesin (kg/jam):

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Massa pengujian}}{\text{Waktu pengujian (detik)}} \times 3600$$

Rumus Rata-rata per Variabel:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Nilai replikasi 1} + \text{Nilai replikasi 2} + \text{Nilai replikasi 3}}{3}$$



Gambar 4. Desain 3d mesin pengupas biji kopi

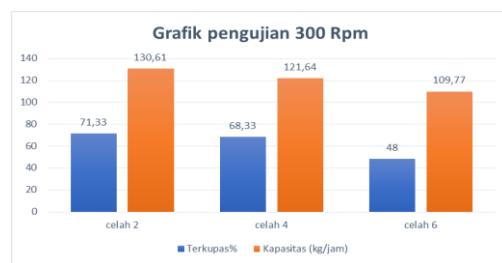
Contoh Perhitungan Manual Untuk No.1 (300 rpm, celah 2 mm):

- Persentase terkupas = $(355/500) \times 100 = 71.00\%$,
- Tidak terkupas = $100\% - 71\% = 29.00\%$,
- Kapasitas = $(0.5/14.71) \times 3600 = 122.37 \text{ kg/jam}$.

Pada replikasi ini, berat terkupas 355 g menunjukkan efektivitas sedang karena celah kecil memberikan tekanan optimal, sementara waktu 14.71 detik menghasilkan kapasitas moderat. Variasi antar replikasi (71-74%) disebabkan fluktuasi alami biji, tapi rata-rata stabil. Tren menurun pada celah 6 mm karena kurangnya gesekan.

Tabel 3. Perhitungan rata-rata 300 rpm

Celah (mm)	Terkupas Rata-rata (%)	Tidak Terkupas Rata-rata (%)	Waktu Rata-rata (detik)	Kapasitas Rata-rata (kg/jam)
2	71,33	28,67	13,95	130,61
4	68,33	31,67	14,80	121,64
6	48,00	52,00	16,40	109,77



Gambar 5. Grafik pengujian 300 Rpm

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa jarak celah pisau sangat memengaruhi hasil pengupasan dan kapasitas kerja mesin pada putaran 300 rpm.

Pada celah 2 mm, persentase biji kopi yang berhasil terkupas cukup tinggi yaitu 71,33%, dengan kapasitas 130,61 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa celah yang lebih sempit membuat bahan lebih banyak bersentuhan dengan mekanisme pengupas, sehingga hasil pengupasan mendapatkan hasil dengan persentase yang tinggi. Ketika celah diperbesar menjadi 4 mm, persentase biji kopi yang terkupas sedikit menurun menjadi 68,33%, sementara kapasitas juga menurun menjadi 121,64 kg/jam. Hal ini terjadi karena kontak antara biji kopi dan mata pisau mulai berkurang. Pada celah 6 mm, terjadi penurunan yang cukup signifikan, di mana persentase terkupas hanya 48%. Kapasitas mesin juga turun menjadi 109,77 kg/jam. Ini menunjukkan bahwa jarak celah yang terlalu besar membuat proses pengupasan kurang efektif.

Tabel 4. Perhitungan kecepatan motor 350 rpm

No	Jarak Celah (mm)	Berat Uji (gram)	Berat Biji Terkupas (gram)	Berat Biji Tidak Terkupas (gram)	Waktu (detik/500 g)	Kapasitas (kg/jam)
1	2	500	365	135	10,98	163,93
2	2	500	365	135	11,48	156,79
3	2	500	360	140	11,90	151,26
4	4	500	310	190	14,49	124,22
5	4	500	310	190	14,06	128,02
6	4	500	280	220	15,36	117,18
7	6	500	135	365	13,41	134,22
8	6	500	115	385	12,6	141,95
9	6	500	95	405	13,20	136,36

Rumus Persentase Biji Terkupas Sempurna (%):

$$\% \text{Terkupas} = \left(\frac{\text{Berat biji kopi terkupas sempurna (g)}}{\text{Berat uji total (500 g)}} \right) \times 100$$

Rumus Persentase Biji Tidak Terkupas (%):

$$\% \text{Tidak Terkupas} = 100\% - \% \text{ Biji terkupas}$$

Rumus Kapasitas Mesin (kg/jam):

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Massa pengujian}}{\text{Waktu pengujian (detik)}} \times 3600$$

Rumus Rata-rata per Variabel:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Nilai replikasi 1} + \text{Nilai replikasi 2} + \text{Nilai replikasi 3}}{3}$$



Gambar 6. Hasil pengujian dengan 350 rpm dan jarak celah 2mm

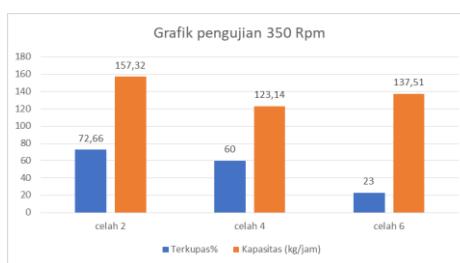
Contoh Perhitungan Manual Untuk No.1 (350 rpm, celah 2 mm):

- Persentase terkupas = $(365/500) \times 100 = 73.00\%$,
- Tidak terkupas = $100\% - 73.00\% = 27.00\%$,
- Kapasitas = $(0.5/10.98) \times 3600 = 163.93 \text{ kg/jam}$.

Replikasi ini tunjukkan peningkatan terkupas dibanding 300 rpm karena kecepatan sedang tingkatkan gesekan tanpa overstress, waktu lebih cepat tingkatkan kapasitas signifikan.

Tabel 5. Perhitungan rata-rata 350 rpm

Celah (mm)	Terkupas Rata-rata (%)	Tidak Terkupas Rata-rata (%)	Waktu Rata-rata (detik)	Kapasitas Rata-rata (kg/jam)
2	72,66	27,34	11,45	157,32
4	60,00	40,00	14,63	123,14
6	23,00	77,00	13,09	137,51



Gambar 7. Grafik pengujian 350 Rpm

Pada putaran 350 rpm, pola pengaruh celah terhadap hasil pengujian masih menunjukkan kecenderungan yang sama. Pada celah 2 mm, persentase biji kopi yang terkupas mencapai 72,66% dengan kapasitas yang cukup tinggi yaitu 157,32 kg/jam. Kondisi ini menunjukkan bahwa kombinasi putaran yang lebih tinggi dengan celah kecil mampu meningkatkan kapasitas kerja mesin. Ketika celah

diperbesar menjadi 4 mm, persentase terkupas menurun menjadi 60%. Kapasitas juga mengalami penurunan menjadi 123,14 kg/jam. Pada celah 6 mm, hasil pengupasan menjadi kurang efektif, ditandai dengan persentase biji kopi terkupas yang rendah yaitu 23%. Meskipun kapasitas tercatat 137,51 kg/jam, namun tingginya bahan tidak terkupas menunjukkan bahwa kualitas proses pengupasan menurun.

Tabel 6. Perhitungan kecepatan motor 420 rpm

No	Jarak Celah (mm)	Berat Uji (gram)	Berat Biji Terkupas (gram)	Berat Biji Tidak Terkupas (gram)	Waktu (detik/500g)	Kapasitas (kg/jam)
1	2	500	445	55	9,24	194,80
2	2	500	435	65	9,41	191,28
3	2	500	460	60	8,78	205,01
4	4	500	275	225	10,31	174,58
5	4	500	325	175	11,21	160,57
6	4	500	365	135	10,91	164,98
7	6	500	200	300	11,35	158,59
8	6	500	145	355	12,42	144,92
9	6	500	105	395	12,17	147,90

Rumus Persentase Biji Terkupas Sempurna (%):

$$\% \text{Terkupas} = \left(\frac{\text{Berat biji kopi terkupas sempurna (g)}}{\text{Berat uji total (500 g)}} \right) \times 100$$

Rumus Persentase Biji Tidak Terkupas (%):

$$\% \text{Tidak Terkupas} = 100\% - \% \text{ Biji terkupas}$$

Rumus Kapasitas Mesin (kg/jam):

$$\text{Kapasitas} = \frac{\text{Massa pengujian}}{\text{Waktu pengujian (detik)}} \times 3600$$

Rumus Rata-rata per Variabel:

$$\text{Rata - rata} = \frac{\text{Nilai replikasi 1} + \text{Nilai replikasi 2} + \text{Nilai replikasi 3}}{3}$$



Gambar 8. Hasil pengujian dengan 420 rpm dan jarak celah 2mm

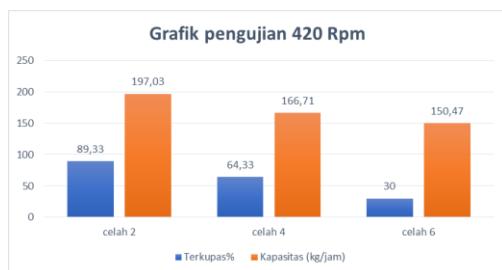
Contoh Perhitungan Manual Untuk No.1 (420 rpm, celah 2 mm):

- Persentase terkupas = $(445/500) \times 100 = 89.00\%$
- Tidak terkupas = $100\% - 89\% = 11.00\%$
- Kapasitas = $(0.5/9.24) \times 3600 = 194.81 \text{ kg/jam}$.

Persentase biji kopi yang terkupas tinggi karena kecepatan memaksimalkan gaya sentrifugal pada celah ketat, pada pengujian dengan kecepatan ini didapatkan waktu tercepat yang dapat meningkatkan kapasitas untuk produksi dalam jumlah yang lebih banyak.

Tabel 7. Perhitungan rata-rata 420 rpm

Celah (mm)	Terkupas Rata-rata (%)	Tidak Terkupas Rata-rata (%)	Waktu Rata-rata (detik)	Kapasitas Rata-rata (kg/jam)
2	89,33	11,00	9,14	197,03
4	64,33	35,77	10,81	166,71
6	30,00	70,00	11,98	150,47



Gambar 9. Grafik pengujian 420 Rpm

Pada putaran tertinggi yaitu 420 rpm, mesin menunjukkan performa pengupasan yang paling baik terutama pada celah kecil. Pada celah 2 mm, persentase bahan yang terkupas sangat tinggi yaitu 89%, dengan kapasitas tertinggi dibandingkan pengujian lain, yaitu 197,03 kg/jam. Hal ini menunjukkan bahwa putaran tinggi dengan celah sempit memberikan proses pengupasan yang sangat efektif dan cepat.

Saat celah diperbesar menjadi 4 mm, persentase terkupas menurun menjadi 64,33%, dan kapasitas turun menjadi 166,71 kg/jam. Walaupun masih cukup baik, efektivitas pengupasan mulai berkurang. Pada celah 6 mm, persentase terkupas turun drastis menjadi 30%, dengan kapasitas 150,47 kg/jam. Ini menunjukkan bahwa meskipun putaran tinggi, celah yang terlalu besar tetap menyebabkan hasil dari proses pengupasan menurun.

Data diatas menunjukkan tren yang jelas bahwa peningkatan kecepatan putaran dari 300 rpm ke 350 rpm menghasilkan peningkatan persentase pengupasan pada celah kecil, dan peningkatan lebih lanjut ke 420 rpm dapat disimpulkan adalah variasi dengan tingkat keberhasilan tertinggi pada celah 2 mm. Fenomena ini mengindikasikan bahwa terdapat titik optimal di sekitar 420 rpm untuk kapasitas tinggi dengan celah optimal. Pengaruh jarak celah mata pisau juga terlihat jelas dari data, semakin kecil jarak celah semakin tinggi persentase biji yang terkupas sempurna pada setiap tingkat kecepatan, karena memberikan tekanan dan gesekan yang lebih besar terhadap biji kopi.

Data Waktu Pengupasan dan Kapasitas Kerja

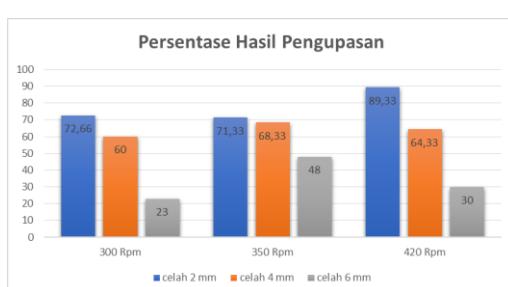
Waktu pengupasan adalah durasi yang dibutuhkan mesin untuk mengolah 500 gram biji kopi basah dari dimasukkan hingga keluar bersih dari kulit tanduknya. Kapasitas kerja dihitung berapa kilogram biji kopi yang bisa diolah per jam berdasarkan rumus sederhana: semakin cepat waktu pengupasan, semakin besar kapasitasnya. Data ini sangat penting bagi petani dan pengusaha kopi karena menentukan apakah mesin cocok untuk skala usaha mereka.

Hasil pada Kecepatan 300 rpm

- Celah 2 mm: Waktu rata-rata 13,86 detik, kapasitas 130,62 kg/jam
- Pada celah paling sempit, biji kopi tertekan kuat antara mata pisau dan dinding mesin. Meskipun putaran lambat, tekanan dari celah kecil membuat proses tetap relatif cepat.
- Celah 4 mm: Waktu rata-rata 14,81 detik, kapasitas 121,65 kg/jam
- Celah sedang memberikan sedikit kelonggaran, menyebabkan sebagian biji tidak mendapat tekanan cukup sehingga proses sedikit lebih lama (naik 6,8% dari celah 2 mm).
- Celah 6 mm: Waktu rata-rata 16,40 detik, kapasitas 109,78 kg/jam
- Celah terlalu lebar membuat banyak biji hanya bergesekan ringan dengan mata pisau. Beberapa biji tersangkut sementara di zona pengupasan, memperlambat proses hingga 18% lebih lama dari celah 2 mm.

Hasil pada Kecepatan 350 rpm

- Celah 2 mm: Waktu rata-rata 11,45 detik, kapasitas 157,33 kg/jam
- Kombinasi terbaik pada kecepatan sedang. Putaran lebih cepat mendorong biji lebih kuat ke mata pisau, celah sempit memastikan kontak maksimal. Proses 17% lebih cepat dari 300 rpm.
- Celah 4 mm: Waktu rata-rata 14,64 detik, kapasitas 123,14 kg/jam
- Kecepatan membantu mengatasi kelonggaran celah sedang, tapi masih ada hambatan karena tekanan tidak sekuat celah 2 mm. Stabil untuk penggunaan harian.



Gambar 10. Grafik Persentase hasil pengupasan

- Celah 6 mm: Waktu rata-rata 13,10 detik, kapasitas 137,52 kg/jam
Menariknya, proses lebih cepat dari 300 rpm meskipun kualitas pengupasan rendah. Biji kopi "meluncur" cepat melalui celah besar tanpa hambatan berarti.

Hasil pada Kecepatan 420 rpm

- Celah 2 mm: Waktu rata-rata 9,14 detik, kapasitas 197,03 kg/jam
Putaran yang tinggi mendorong biji sangat kuat ke mata pisau, celah sempit pastikan pengupasan sempurna sekaligus aliran super lancar.
- Celah 4 mm: Waktu rata-rata 10,81 detik, kapasitas 166,71 kg/jam
Sangat baik untuk produksi sedang. Keseimbangan sempurna antara kecepatan proses dan kemudahan operasi, minim risiko sumbatan.
- Celah 6 mm: Waktu rata-rata 11,98 detik, kapasitas 150,47 kg/jam
Cepat tapi tidak maksimal. Biji bergerak keras melalui celah lebar, banyak keluar tanpa pengupasan sempurna sehingga perlu sortir ulang.

Analisis Temuan dan Interpretasi Data

Pengaruh Kecepatan Putaran terhadap Hasil Pengupasan

Kecepatan putaran motor (RPM) adalah jantung dari mesin pengupas biji kopi. RPM menentukan seberapa cepat drum berputar, seberapa kuat biji kopi didorong ke mata pisau, dan berapa banyak biji yang bisa diolah per jam. Dalam penelitian ini, diuji tiga tingkat kecepatan: 300 rpm (lambat), 350 rpm (sedang), dan 420 rpm (cepat) untuk melihat pengaruhnya terhadap persentase pengupasan dan kapasitas kerja.

Tiga Parameter yang Diamati:

- Persentase biji terkupas sempurna (% biji bersih dari kulit tanduk)
- Waktu pengupasan (detik untuk 500 gram)
- Kapasitas kerja (kg/jam = seberapa produktif mesin)

Hipotesis Awal: Kecepatan lebih tinggi = hasil lebih baik. Tapi hasil penelitian ini menunjukkan hasil yang tidak sesuai dengan perkiraan awal. Berikut analisis detail setiap kecepatan dengan data replikasi 3 kali uji.



Gambar 11. Mengatur kecepatan motor dengan pulley

Kecepatan 300 rpm (Putaran Lambat)

Pada kecepatan 300 rpm mesin berputar relatif lambat. Biji kopi arabika basah masuk ke drum pengupas dan bergerak pelan mengikuti putaran pisau pengupas.

Kecepatan rendah ini memberikan keuntungan waktu kontak lama (rata-rata 14-16 detik per 500 gram) antara biji dengan mata pisau, memungkinkan gesekan berulang yang cukup untuk melepaskan kulit tanduk.

Performa per celah :

- Celah 2 mm: 71,33% terkupas, kapasitas mesin 130,62 kg/jam
- Celah 4 mm: 68,33% terkupas, 121,65 kg/jam
- Celah 6 mm: 48,00% terkupas, 109,78 kg/jam

Pada 300 rpm, gaya sentrifugal lemah (hanya mendorong biji pelan ke dinding penahan). Celah kecil (2-4 mm) masih bisa tekan biji kuat ke mata pisau, tapi celah 6 mm terlalu longgar – biji hanya bergesek ringan tanpa tekanan memadai. Hasilnya, 48% biji keluar dengan kulit masih menempel.

Kecepatan 350 rpm (Putaran Sedang)

350 rpm (kenaikan 17% dari 300 rpm) menghasilkan gaya sentrifugal lebih kuat yang mendorong biji kopi lebih keras ke dinding penahan dan mata pisau. frekuensi gesek naik 17%, waktu kontak per biji turun jadi 11-15 detik. Ini adalah titik keseimbangan alami antara kualitas dan kecepatan.

Performa per celah :

- Celah 2 mm: 72,67% terkupas, 157,33 kg/jam
- Celah 4 mm: 60,00% terkupas, 123,14 kg/jam
- Cela 6 mm: 23,00% terkupas, 137,52 kg/jam

Pada jarak celah 2 mm: persentase biji kopi yang terkupas meningkat 1,34% dari 300 rpm, kapasitas pengupasan meningkat 20% ($130 \rightarrow 157$ kg/jam). Kombinasi tekanan yang baik dan frekuensi gesek ideal hasilkan pengupasan dengan tingkat keberhasilan yang cukup tinggi. Dengan waktu pengupasan rata-rata di 11,45 detik.

Tapi masalah terjadi pada celah 6 mm, kapasitasnya memang meningkat sekitar 25% ($110 \rightarrow 138$ kg/jam) tapi persentasi pengupasan turun drastis 25 poin (48→23%). Biji melewati pisau pengupasan didalam mesin dengan celah yang terlalu lebar, sehingga proses pengupasan kurang efektif.

Kecepatan 420 rpm (Putaran Cepat)

420 rpm (40% lebih cepat dari 300 rpm) ciptakan gaya sentrifugal yang lebih tinggi, biji kopi "dipaku" ke dinding penahan dengan percepatan 4-5 kali gravitasi. Waktu pengupasan meningkat drastis ke 9-12 detik per 500 gram, kapasitas juga ikut meningkat ke angka 150-197 kg/jam. Tapi ada trade-off pada celah besar.

Performa per celah :

- Cela 2 mm: 89,33% terkupas, 197,03 kg/jam
- Cela 4 mm: 64,33% terkupas, 166,71 kg/jam
- Cela 6 mm: 30,00% terkupas, 150,47 kg/jam

Rata-rata: 89,33% terkupas, 197,03 kg/jam

Jarak celah 2mm efektif karena Gaya dorong tinggi + celah sempit menciptakan kombinasi yang sempurna.

Setiap biji tertekan kuat 360° , kulit tanduk lepas bersih dalam waktu yang relatif singkat

Pengaruh Jarak Celah Mata Pisau terhadap Hasil Pengupasan

Jarak celah mata pisau menunjukkan pengaruh yang sangat konsisten terhadap kualitas hasil pengupasan pada setiap variasi kecepatan

Jarak Celah 2 mm - Efektivitas Pengupasan Maksimal

Jarak celah 2 mm secara konsisten menghasilkan persentase pengupasan tertinggi pada semua tingkat kecepatan yang diuji. Pada kombinasi terbaik (420 rpm, 2 mm), mencapai 89,33% biji terkupas sempurna dengan waktu tercepat 9,14 detik (kapasitas 197,03 kg/jam). Jarak celah yang kecil ini memberikan tekanan kontak yang tinggi antara mata pisau dan biji kopi, sehingga kulit tanduk mudah terlepas.

Mekanisme yang terjadi adalah sebagai berikut: jarak celah 2 mm hanya memungkinkan biji kopi dengan ukuran tertentu (6-8 mm) untuk melewati zona pengupasan dengan tepat. Biji kopi yang masuk akan mengalami tekanan yang signifikan antara mata pisau dan baja penekan, menghasilkan kombinasi optimal antara gaya tekan dan gaya gesekan untuk melepaskan kulit tanduk.



Gambar 12. Pengaturan jarak celah 2mm

Jarak Celah 4 mm - Efektivitas Pengupasan Sedang

Jarak celah 4 mm menghasilkan efektivitas pengupasan yang sedang, dengan persentase biji terkupas sempurna berkisar antara 60-68% tergantung pada kecepatan putaran. Pada kombinasi 420 rpm dengan celah 4 mm, menghasilkan 64,33% biji terkupas sempurna (replikasi: 55%, 65%, 73%) dengan kapasitas sangat baik 166,71 kg/jam dan waktu rata-rata 10,81 detik. Kapasitas ini memungkinkan pengolahan 1,3 ton/hari (8 jam kerja), ideal untuk industri menengah yang membutuhkan keseimbangan antara kualitas dan produktivitas.

Pada 350 rpm + celah 4 mm, hasil 60% biji terkupas (replikasi: 62%, 62%, 56%) dengan kapasitas stabil 123,14 kg/jam dan waktu 14,64 detik. Pengaturan ini sangat cocok untuk operasi harian KUD karena minim risiko sumbatan dan biji jarang pecah meskipun perlu sortir tambahan sekitar 35-40% hasil. Jarak celah yang lebih besar ini memungkinkan tekanan kontak yang lebih rendah, sehingga beberapa biji kopi tidak mengalami pengupasan sempurna, tetapi aliran material lebih lancar dan aman untuk pemula.



Gambar 13. Pengaturan jarak celah 4mm

Jarak Celah 6 mm - Efektivitas Pengupasan Rendah:

Jarak celah 6 mm menghasilkan efektivitas pengupasan paling rendah, dengan persentase biji terkupas sempurna berkisar antara 23-48%. Pada kombinasi 300 rpm dengan celah 6 mm, hanya 48% biji yang terkupas sempurna (replikasi: 46%, 44%, 54%) dengan kapasitas terendah 109,78 kg/jam dan waktu 16,40 detik – proses paling lambat karena biji sering tersangkut akibat minim tekanan.

Pada 350 rpm + celah 6 mm, efektivitas crash drastis ke 23% (replikasi: 27%, 23%, 19%) meskipun kapasitas naik jadi 137,52 kg/jam (waktu 13,10 detik). Biji "meluncur" cepat melalui celah lebar tanpa pengupasan efektif. 420 rpm + celah 6 mm sedikit membaik ke 30% (replikasi: 40%, 29%, 21%) dengan kapasitas 150,47 kg/jam (waktu 11,98 detik), tapi tetap buruk karena biji diproyeksikan keluar seperti peluru sebelum sempat bergesek cukup dengan mata pisau. Pada jarak celah ini, tekanan kontak antara mata pisau dan biji kopi menjadi sangat rendah, sehingga banyak biji yang hanya terkelupas sebagian atau tidak terkelupas sama sekali 52-77% hasil perlu pengupasan ulang.



Gambar 14. Pengaturan jarak celah 4mm

Interaksi antara Kecepatan Putaran dan Jarak Celah

Hubungan antara kecepatan putaran motor dan jarak celah mata pisau terhadap hasil pengupasan biji kopi menunjukkan pola interaksi yang spesifik pada setiap kombinasi parameter. Pada celah 2 mm (jarak rapat), peningkatan kecepatan dari 300 rpm (71,33%) ke 350 rpm (72,67%) dan 420 rpm (89,33%) memberikan hasil pengupasan yang baik karena tekanan kontak tinggi dari

celah sempit dipadukan dengan gaya sentrifugal kuat dari putaran cepat, memastikan biji terjepit dan tergesek secara maksimal. Pada celah 4 mm (jarak sedang), hasil relatif stabil di kisaran 64,67-67,33% untuk semua kecepatan karena tekanan kontak yang sedang tidak memberikan peningkatan signifikan meskipun kecepatan meningkat. Namun, pada celah 6 mm (jarak lebar), terjadi fenomena paradoksal di mana kecepatan 300 rpm masih menghasilkan 48% biji yang terkupas, tetapi turun drastis menjadi 23% pada kecepatan 350 rpm dan hanya naik sedikit ke 30% pada kecepatan 420 rpm, disebabkan efek pantulan biji akibat gaya sentrifugal yang tinggi tanpa hambatan kontak yang memadai dari celah lebar. Pola ini menegaskan bahwa jarak celah mata pisau memiliki pengaruh lebih dominan dibandingkan kecepatan putaran, dengan kombinasi 420 rpm + 2 mm sebagai parameter optimal yang memberikan keseimbangan terbaik antara kualitas pengupasan dan kapasitas produksi.

Pemaparan dan Interpretasi Hasil Temuan Tren Umum Hasil Pengupasan

Analisis komprehensif terhadap semua data pengujian mengungkapkan beberapa tren umum yang signifikan :

1. Tren Kurva Pengupasan: Hubungan antara kecepatan putaran dan persentase pengupasan mengikuti pola kurva kuadratik (quadratic curve), di mana terdapat satu titik puncak optimal. Titik ini terletak di 420 rpm + 2 mm celah (89,33% terkupas). Celah 2 mm terus meningkat (71,33% → 72,67% → 89,33%), sementara celah 6 mm mengalami penurunan paradoksal (48% → 23% → 30%) setelah melampaui titik optimal.
2. Pengaruh Dominan Jarak Celah: Meskipun kecepatan putaran penting, data menunjukkan bahwa jarak celah mata pisau memiliki pengaruh yang lebih dominan dan konsisten. Perbedaan persentase pengupasan antara jarak celah 2 mm dan 6 mm mencapai 41-66 poin persentase (89,33% vs 30% pada 420 rpm), sementara perbedaan antara kecepatan 300 rpm dan 420 rpm berkisar 10-20 poin persentase pada jarak celah yang sama (contoh: celah 2 mm: 71,33% → 89,33%).

Trade-off antara Kualitas dan Kapasitas

Terdapat trade-off yang jelas antara kualitas pengupasan (persentase biji terkupas sempurna) dan kapasitas kerja mesin (kg/jam). Kombinasi yang menghasilkan pengupasan berkualitas tinggi (89,33% di 420 rpm, 2 mm) memiliki kapasitas tertinggi (197,03 kg/jam). Sementara itu, kombinasi dengan kapasitas relatif tinggi pada celah lebar (150,47 kg/jam di 420 rpm, 6 mm) menghasilkan kualitas pengupasan yang rendah (30%).

Implikasi Teknis dari Hasil Temuan

Hasil penelitian ini memiliki implikasi teknis yang penting untuk pengoperasian dan optimasi mesin pengupas biji kopi :

Kapasitas Mesin Tidak Linear

Pola naik-turun persentase hasil pengupasan dan kapasitas mesin kopi menunjukkan fenomena menarik yang tidak selalu linear. Ketika kecepatan motor ditingkatkan dari 300 rpm ke 420 rpm, secara logika kapasitas seharusnya terus bertambah. Namun kenyataannya tidak demikian karena pengujian hanya menggunakan 500 gram biji kopi basah pada setiap pengujian. Pada kombinasi kecepatan tinggi (350-420 rpm) dengan celah pisau lebar (6 mm), biji kopi mengalami "bouncing effect" atau pantulan berulang di dalam corong mesin. Dorongan kuat dari putaran cepat justru membuat biji loncat-loncat dan macet sementara di chamber, sehingga aliran biji keluar menjadi lebih lambat meskipun motor berputar maksimal. Akibatnya persentase pengupasan malah turun drastis menjadi 23-30% karena biji terpental keluar sebelum mendapat gesekan cukup dengan mata pisau, meninggalkan 52-77% biji masih berkulit. Sebaliknya kombinasi 420 rpm + celah rapat 2 mm berhasil karena biji terjepit kuat dan mendapat tekanan optimal, menghasilkan 89% biji bersih dengan kapasitas 197 kg/jam. Fenomena ini mengajarkan bahwa kecepatan tinggi efektif hanya bila dipadukan celah yang tepat, sementara celah lebar justru menciptakan kemacetan paradoksal pada volume batch terbatas.

Mekanisme Gaya Geser

Gaya geser dalam proses pengupasan biji kopi basah dihasilkan oleh silinder atau rol bergerigi yang berputar dengan kecepatan tertentu (300-420 rpm). Permukaan gerigi pada rol berfungsi sebagai alat gesek yang melakukan kontak berulang dengan lapisan kulit tanduk biji kopi basah. Mekanisme ini dapat dianalogikan dengan proses penggosokan permukaan kasar secara kontinyu terhadap lapisan luar biji, di mana gerakan rotasi rol menghasilkan gesekan tangensial yang secara bertahap mengikis dan memisahkan kulit tanduk dari permukaan biji. Intensitas gaya geser ini sebanding dengan kecepatan putaran motor, sehingga peningkatan rpm menghasilkan frekuensi dan kekuatan gesekan yang lebih tinggi, memungkinkan pelepasan kulit yang lebih efektif dan efisien pada biji kopi dengan kadar air 45-55% (Abidin and Pangestu 2020).

Mekanisme Tekanan Kontak

Tekanan kontak tercipta akibat jarak celah yang dikontrol antara silinder mata pisau yang berputar dan dinding penahan tetap, yang menjepit biji kopi basah (diameter 6-8 mm) dengan kekuatan tertentu. Pada celah sempit 2 mm, biji mengalami tekanan normal tinggi yang mematahkan ikatan adhesi antara kulit tanduk dan biji kopi basah. Proses ini serupa dengan penekanan mekanis kuat yang merobek lapisan pelindung luar, di mana gaya normal ini bekerja bersamaan dengan gaya geser untuk memastikan pemisahan kulit secara sempurna. Sebaliknya, celah lebar 6 mm hanya memberikan kontak ringan tanpa tekanan yang memadai, menyebabkan biji kopi cenderung meluncur atau memantul tanpa melewati proses pengupasan yang cukup, sehingga persentase biji bersih menurun drastis menjadi 23-48% (Riri, Hasbi, and Kadir 2016).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan pengujian eksperimental terhadap 9 kombinasi parameter kecepatan putaran poros (300, 350, dan 420 rpm) dan jarak celah mata pisau (2, 4, dan 6 mm) dengan tiga kali replikasi pada sampel 500 gram biji kopi Arabika basah, diperoleh bahwa kombinasi kecepatan 420 rpm dan jarak celah 2 mm merupakan kondisi operasi optimal. Kombinasi ini menghasilkan persentase biji terkupas sempurna sebesar 89,33%, dengan waktu pengupasan rata-rata 9,14 detik/500 gram dan kapasitas kerja mesin sebesar 197,03 kg/jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jarak celah mata pisau memiliki pengaruh yang lebih dominan dibandingkan kecepatan putaran poros terhadap keberhasilan pengupasan. Celah 2 mm memberikan tekanan dan gesekan yang cukup untuk mengelupas kulit biji secara efektif tanpa meningkatkan kerusakan, sedangkan celah 6 mm menunjukkan tingkat keberhasilan terendah akibat rendahnya tekanan kontak antara pisau dan biji. Kecepatan putaran yang lebih tinggi meningkatkan kapasitas kerja mesin, namun efektivitas pengupasan sangat bergantung pada kesesuaian jarak celah mata pisau.

Secara keseluruhan, kinerja mesin pengupas biji kopi ditentukan oleh interaksi antara kecepatan putaran dan jarak celah mata pisau, sehingga pemilihan parameter operasi yang tepat menjadi kunci untuk memperoleh hasil pengupasan yang efisien dan konsisten.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, pengaturan kecepatan 420 rpm dengan jarak celah mata pisau 2 mm direkomendasikan sebagai standar operasi mesin pengupas biji kopi basah untuk memperoleh hasil optimal. Penggunaan celah 6 mm sebaiknya dihindari karena menghasilkan tingkat pengupasan yang rendah dan meningkatkan kebutuhan proses ulang.

- Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan:
1. Pengujian pada varietas kopi lain, khususnya kopi robusta, serta variasi kadar air biji.
 2. Perluasan rentang kecepatan putaran dan variasi jarak celah yang lebih detail untuk mendapatkan titik optimum yang lebih presisi.
 3. Pengembangan sistem otomatisasi, seperti pengaturan celah adaptif, kontrol kecepatan berbasis sensor, dan sistem pemisahan biji-kulit otomatis guna meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses.

Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan teknis praktis bagi petani dan pelaku usaha pengolahan kopi dalam meningkatkan kualitas dan produktivitas pengupasan biji kopi, serta mendukung daya saing industri kopi nasional.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Z., & Pangestu, A. (2020). Rancang bangun mesin wet hulling kopi dengan penggerak motor diesel 30 HP. Elemen: Jurnal Teknik Mesin, 7(2), 108–114.

- Adininggar Widayanti, A. (2023). Statistik kopi Indonesia 2022. Badan Pusat Statistik.
<https://www.bps.go.id/id/publication/2023/11/30/abdc293e6c0fc5d45aaa9fe8/statistik-kopi-indonesia-2022.html>
- Alfareza, M. Y., & Ichsan, I. (2024). Pengaruh produksi, konsumsi, dan ekspor kopi terhadap PDB subsektor perkebunan di Indonesia. Jurnal Ekonomi Pertanian Unimal, 7(2), 13–28.
<https://doi.org/10.29103/jepu.v7i2.20282>
- Allen, R. V., Ernita, Y., Novita, S. A., Herdian, F., & Hasman, E. (2024). Pemanfaatan alat pengupas kulit kopi semi mekanis di Situjuah Limo Nagari. Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat, 4.
- Bambang, U., Bintoro, W. M., Widiantoro, H., & Azmy, I. (2023). Pembuatan mesin pengupas biji kopi untuk meningkatkan produksi petani kopi Desa Cikahuripan Sumedang. Abdimasku: Jurnal Pengabdian Masyarakat, 6(2), 511–517.
<http://abdimasku.lppm.dinus.ac.id/index.php/jurnalabdimasku/article/view/1278>
- Budiyanto, E., Yuono, L. D., & Farindra, A. (2019). Upaya peningkatan kualitas dan kapasitas produksi mesin pengupas kulit kopi kering. Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 8(1), 88–98.
<https://www.academia.edu/download/96349315/pdf.pdf>
- Burhanudin, A., Mukhtar, A., Fitriana, S., & Malik, M. (2024). Teknologi mesin pengupas kulit kopi merah kering berbasis teknologi tepat guna dalam peningkatan ekonomi petani kopi di Desa Morobongo Kecamatan Jumo Kabupaten Temanggung. JPkmN.
<https://ejournal.sisfokomtek.org/index.php/jpkm/article/view/5023/3005>
- Efana, A., Madra, S. L. A., Sudarti, & Mahmudi, K. (2025). Peran prinsip mekanika dalam inovasi mesin pulper kopi: Studi literatur dengan analisis komparatif. Jurnal Informasi, Sains dan Teknologi, 8(1), 100–114.
<https://doi.org/10.55606/isaintek.v8i1.319>
- Fahrul, R. S. (2022). Perancangan mesin pengupas kulit kopi basah [Skripsi]. Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Galuh Prayudhia, M. C. (2025). BPS: Ekspor kopi Indonesia meningkat 76,33 persen pada 2024. Antara News.
<https://www.antaranews.com/berita/4864081/bps-ekspor-kopi-indonesia-meningkat-7633-persen-pada-2024>
- Ghazi Maulida, M. G. (2022). Pengoperasian mesin pengupas kulit buah kopi (pulper) dalam proses pengupasan basah kopi Arabika. Kementerian Pertanian.
<https://repository.pertanian.go.id/server/api/core/bitstreams/dcdecfee-3ae3-4109-a620-e8d0cc23bb11/content>
- Ginting, H. B. S. (2022). Analisis pengaruh variasi putaran poros terhadap kualitas pengupasan pada mesin

- pengupas kulit ari kopi kering kapasitas 100 kg/jam [Skripsi]. Universitas Medan Area.
- Hariyadi, D. E. (2022). Pengaruh kemiringan dan jumlah mata pisau terhadap kinerja mesin pencacah rumput kelompok ternak Karya Mulya [Skripsi]. Universitas Tidar.
- Hidayat, D. (2019). Rancang bangun mesin pengupas kulit kopi basah (pulper). Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- Kembaren, E. T., & Muchsin. (2021). Pengelolaan pasca panen kopi Arabika Gayo Aceh. *Jurnal Visioner & Strategis*, 10(1). <https://ojs.unimal.ac.id/visi/article/view/4827/0>
- Maheswara, R. (2025). Produksi kopi Indonesia 2024 tembus 807 ribu ton, tertinggi dalam 10 tahun. Dataloka. <https://dataloka.id/ekonomi/4307/produksi-kopi-indonesia-2024-tembus-807-ribu-ton-tertinggi-dalam-10-tahun/>
- Pranata, H. (2024). Analisis pengaruh jarak celah mata pisau terhadap hasil dan kualitas pengupasan pada mesin pengupas kulit kopi kering.
- Purnomo, J. P., Pramono, C., & Widodo, S. (2018). Analisis mesin pengupas biji kopi basah jenis Arabika dengan variasi putaran pengupas. *Mechanical Engineering Research Collection (MERC)*, 1(2). <https://jom.untidar.ac.id/index.php/merc/article/view/304>
- Rastuti, U., Sutarmin, Purwanto, P., Pratiwi, U., Saputra, D., Pratama, B., & Agustin, R. (2025). Inovasi primer dalam agribisnis kopi Robusta untuk meningkatkan produk unggulan daerah Kabupaten Brebes. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*, 3(1), 135–142.
- Rinaldi, M., Salim, I., Azis, A., & Mursalim. (2024). Rancang model sistem mobile untuk mesin pengupas kopi (pulper). *Jurnal Ilmiah Rekayasa Pertanian dan Biosistem*, 12(1), 14–25. <https://doi.org/10.29303/jrb.v12i1.537>
- Sinaga, R., Siregar, R. T., Zulazmi, M. F., & Ginting, A. O. J. (2024). Modifikasi desain mesin pengupas kulit kopi (huller). *Jurnal Agroteknosains*, 8(1), 56–64.
- Solimah, G., Kurniawan, A. Y., Lasmiyati, Syaipulloh, M., Muslikhah, A. S., Asyanti, R. A., Nusaliyawati, A. S., & Camalia, N. D. (2024). Statistik kopi Indonesia 2023. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/id/publication/2024/11/29/d748d9bf594118fe112fc51e/statistik-kopi-indonesia-2023.html>
- Widyasari, A., Warkoyo, & Mujianto. (2023). Pengaruh ukuran biji kopi Robusta pada kualitas citarasa kopi. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 1–14.
- Widyotomo, S. (2022). Karakterisasi kinerja mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder horisontal. *Jurnal Enjiniring Pertanian*.
- Wiranata, T. E., Sumiati, R., Rakiman, & Yetri, Y. (2021). Rancang bangun mesin pulper kopi menggunakan penggerak motor listrik. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 10(1), 26–32. <https://doi.org/10.23960/jtep.v10i1.26-32>
- Yani Supriyati, Y. (2023). Analisis kinerja perdagangan kopi. Kementerian Pertanian. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/Analisis_Kinerja_Perdagangan_Kopi_2023.pdf