

Pengaruh Lama Penyimpanan Buah Kopi Arabika (*Coffea Arabica L.*) Petik Merah Terhadap Kinerja Mesin *Pulper* Pengupas Kulit Daging Buah Secara Basah

The Effect Of Storage Duration Of Red Picked Arabica Coffee (Coffea Arabica L.) On The Performance Of Wet Fruit Skin And Flesh Pulper Machine

Ni Made Tuhu Yuliani, Yohanes Setiyo*, I Wayan Widia

Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

*email: yohanes@unud.ac.id

ABSTRAK

Lama penyimpanan buah kopi Arabika petik merah mempengaruhi karakteristik fisik buah sebelum pengupasan secara basah. Penyimpanan menyebabkan perubahan kadar air dan sifat *reologi* buah, yang mempengaruhi koefisien gesek dan efektivitas mesin *pulper*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh lama penyimpanan terhadap kinerja mesin *pulper* dan mutu biji kopi hasil pengupasan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan empat perlakuan yaitu, tanpa penyimpanan (P0), penyimpanan tiga hari (P1), lima hari penyimpanan (P2), dan tujuh hari penyimpanan (P3). Setiap perlakuan dilakukan ulangan 5 kali dan setiap sampel percobaan menggunakan 5 kg buah kopi Arabika petik merah. Buah kopi dengan kadar air awal 55% disimpan hingga kadar air 45–50% sebelum dikupas menggunakan mesin *pulper* berkapasitas 300 kg/jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas kerja mesin menurun dari 290 kg/jam (P0) menjadi 204 kg/jam (P3), dengan efisiensi 68,0–96,7%. Semakin lama disimpan, kadar air berkurang, meningkatkan gesekan dan memperlambat pengupasan. Buah kopi Arabika petik merah yang disimpan 3 hari menghasilkan karakteristik hasil pengupasan yang optimal yang dicirikan oleh persentase biji terkelupas sempurna 99,16%, persentase buah kulit kopi 42,4%, biji tercampur kulit 0,77%, dan biji pecah 0,26%, memenuhi batas maksimum biji pecah 1% menurut SNI 01-2907-2008. Sementara penyimpanan tujuh hari (P3) meningkatkan persentase biji pecah menjadi 1,15%, melebihi batas standar. Semakin lama penyimpanan, kadar air menurun, kulit mengeras, dan gaya gesek meningkat, menyebabkan kinerja mesin menurun dan kualitas hasil pengupasan memburuk. Disimpulkan bahwa penyimpanan selama tiga hari merupakan perlakuan optimal untuk mempertahankan kualitas biji kopi Arabika serta efisiensi kerja mesin *pulper*.

Kata Kunci: lama penyimpanan buah kopi, kinerja pengupasan, mesin *pulper*, kopi Arabika petik merah.

ABSTRACT

The storage period of red-picked Arabica coffee cherries affects the physical characteristics of the cherries before wet pulping. Storage causes changes in the moisture content and rheological properties of the cherries, which affect the friction coefficient and effectiveness of the *pulper* machine. This study aims to evaluate the effect of storage period on the performance of the *pulper* machine and the quality of the peeled coffee beans. The study used a Completely Randomized Design with four treatments: no storage (P0), three days of storage (P1), five days of storage (P2), and seven days of storage (P3). Each treatment was replicated five times, and each experimental sample used 5 kg of red-picked Arabica coffee cherries. Coffee cherries with an initial moisture content of 55% were stored until they reached 45–50% moisture content before being peeled using a *pulper* machine with a capacity of 300 kg/hour. The results showed that the machine's working capacity decreased from 290 kg/hour (P0) to 204 kg/hour (P3), with an efficiency of 68.0–96.7%. The longer the storage period, the lower the moisture content, increasing friction and slowing down the pulping process. Red picked Arabica coffee cherries stored for 3 days produced optimal peeling characteristics characterized by a percentage of perfectly peeled beans of 99.16%, a percentage of coffee skinned fruit of 42.4%, beans mixed with skin of 0.77%, and broken beans of 0.26%, meeting the maximum limit of broken beans of 1% according to SNI 01-2907-2008. Meanwhile, seven days of storage (P3) increased the percentage of broken beans to 1.15%, exceeding the standard limit. The longer the storage period, the water content decreased, the skin hardened, and the friction force increased, causing machine performance to decrease and the quality of the peeling results to deteriorate. It was concluded that three days of storage was the optimal treatment to maintain the quality of Arabica coffee beans and the efficiency of the *pulper* machine.

Keywords: coffee fruit storage time, peeling performance, pulper machine, red-picked Arabica coffee.

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas utama dalam perdagangan internasional. Indonesia menempati peringkat keempat sebagai negara penghasil kopi terbesar di dunia, setelah Brasil, Vietnam, dan Kolombia, dengan kontribusi sebesar 6,4% terhadap produksi kopi global (Suherman et al., 2023). Perkebunan kopi memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia karena berkontribusi dalam perolehan devisa, penciptaan lapangan kerja, pertumbuhan ekonomi, serta peningkatan pendapatan bagi masyarakat yang terlibat dalam industri kopi. Tanaman kopi di Indonesia tersebar diberbagai wilayah, terutama Sumatra, Jawa, Bali, Sulawesi, dan Nusa Tenggara. Sekitar 95% dari total lahan perkebunan kopi merupakan milik petani rakyat, sementara perkebunan besar umumnya berada di Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Salah satu jenis kopi unggulan Indonesia adalah kopi Arabika (*Coffea arabica* L.) Kintamani, yang dikenal memiliki nilai ekonomi tinggi serta cita rasa dan aroma khas. Kopi Arabika Kintamani dari Bali telah mendapatkan sertifikasi Indikasi Geografis (IG) karena mutu dan keunikan rasa yang dipengaruhi oleh kondisi agroekologi setempat (Jampur et al., 2019). Keberhasilan ini menunjukkan bahwa kualitas kopi tidak hanya ditentukan oleh faktor geografis dan varietas, tetapi juga oleh penanganan pascapanen yang tepat (Widia et al., 2022).

Pengolahan pascapanen kopi terdiri dari beberapa metode, di antaranya adalah metode kering (*dry process*), semi-basah, dan basah (*wet process*). Metode basah banyak diterapkan pada pengolahan kopi Arabika karena mampu menghasilkan mutu biji kopi yang bersih dan berkualitas tinggi. Salah satu tahap krusial dalam metode ini adalah pengupasan kulit daging buah menggunakan mesin *pulper*. Mesin ini berfungsi untuk memisahkan biji kopi dari kulit dagingnya secara mekanis dan efisien. Keberhasilan proses pengupasan sangat tergantung pada kondisi fisik buah kopi saat dikupas, seperti kelembapan, kekerasan, dan integritas jaringan buah (Wibowo & Palupi, 2022).

Lama waktu penyimpanan buah kopi petik merah setelah panen menjadi salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi karakteristik fisik buah, dan pada akhirnya mempengaruhi performa mesin *pulper*. Buah kopi yang disimpan terlalu lama cenderung mengalami perubahan fisiologis dan biokimiawi, seperti pelunakan jaringan, peningkatan kadar air, dan fermentasi dini. Hal ini dapat menyebabkan biji rusak, pengupasan tidak sempurna, atau bahkan menyumbat mesin, sehingga

menurunkan efisiensi kerja mesin *pulper*. Sebaliknya, jika buah kopi terlalu cepat diproses setelah dipetik, kulit dan daging buah cenderung masih keras, yang juga menyulitkan proses pemisahan dan meningkatkan risiko kerusakan mekanis pada mesin maupun biji kopi itu sendiri (Nugrahapsari et al., 2019). Di daerah Kintamani, penyimpanan buah kopi setelah panen selama 3, 5, hingga 7 hari merupakan praktik umum yang dilakukan petani. Praktik ini biasanya dilakukan untuk menyesuaikan waktu pengolahan dengan ketersediaan tenaga kerja dan kapasitas mesin *pulper* di tingkat petani, sehingga buah dari beberapa hari panen dapat dikumpulkan dan diproses sekaligus. Selain itu, petani juga percaya bahwa penyimpanan beberapa hari membantu proses pelayuan alami yang dapat mempermudah proses pengupasan karena buah menjadi sedikit lebih lunak.

Kondisi tersebut menunjukkan perlunya penentuan waktu penyimpanan yang ideal sebelum buah kopi diproses menggunakan mesin *pulper*. Penyesuaian waktu ini bertujuan agar kondisi fisik buah kopi sesuai untuk pengupasan, sehingga dapat memaksimalkan efisiensi mesin, meminimalkan kerusakan biji, dan menghasilkan mutu biji kopi yang optimal. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh lama penyimpanan buah kopi Arabika petik merah terhadap kinerja mesin *pulper* dalam proses pengupasan secara basah menjadi penting untuk dilakukan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan teknologi pascapanen kopi, khususnya dalam meningkatkan efisiensi dan mutu hasil olahan kopi Arabika di tingkat petani dan pengolah (Ali et al., 2023).

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2024 di Laboratorium Rekayasa Alat dan Ergonomika, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat utama yang digunakan adalah mesin pengupas kulit kopi. Peralatan pendukung adalah: timbangan duduk digital (*grand scale* A12E), keranjang serbaguna, *stopwatch*, dan kamera. Bahan utama penelitian adalah kopi Arabika dengan spesifikasi: (1) berat rata-rata 1,5-2 g/buah, (2) kerapatan massa 2.0 – 2.5 g/cm³, (3) kadar air 55% w.b, (4) warna lebih dari 90% merah. Buah kopi Arabika merupakan hasil dari budidaya petani Desa Belacan, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli

Pelaksanaan Penelitian

Proses pengolahan buah kopi Arabika dimulai dengan tahap pemanenan dan sortasi, dimana buah kopi dikelompokkan berdasarkan tingkat kematangan yang ditandai dengan warna merah. Setelah pemanenan, buah kopi Arabika disimpan dalam karung goni sesuai dengan perlakuan, diruang dengan suhu 27°C dan kelembapan relatif 60-70% untuk menjaga kualitas buah kopi. Lama penyimpanan dalam penelitian ini dibedakan menjadi empat perlakuan, yaitu tanpa penyimpanan atau hari ke-0 (P0) sebagai kontrol, penyimpanan selama 3 hari (P1), penyimpanan selama 5 hari (P2), dan penyimpanan selama 7 hari (P3). Kadar air buah kopi Arabika dipastikan berada 45-50% sebelum proses pengupasan untuk mempertahankan kualitasnya. Penimbangan dilakukan untuk menghitung total produksi buah kopi Arabika yang dipanen, di mana setiap ulangan menggunakan 5 kg buah kopi Arabika dan total lima ulangan membutuhkan 25 kg buah kopi Arabika.

Proses selanjutnya adalah pengupasan kulit buah kopi Arabika menggunakan mesin *pulper* berkapasitas 300 kg/jam, yang dirancang dengan motor berkapasitas 1400 rpm dan tegangan 220 V, serta dilengkapi dengan *V-belt* untuk menggerakkan

sistem pengupasan. Mekanisme pengupasan dimulai dengan menghidupkan mesin *pulper* hingga putaran silinder stabil, kemudian memasukkan buah kopi ke hopper pengumpanan. Buah kopi akan masuk ke ruang pengupasan akibat putaran silinder, di mana kulit buah kopi akan terpisah menjadi dua komponen: kulit dan biji kopi. Biji kopi Arabika kemudian dibawa ke tempat penampung akibat gaya sentrifugal dari silinder pengupas, sementara kulit buah kopi akan dikumpulkan di tempat penampung kulit. Motor listrik berfungsi sebagai sumber tenaga utama, dan sistem transmisi puli serta *V-belt* membantu mengatur kecepatan putaran mesin. Dengan sistem ini, energi listrik dikonversi menjadi energi kinetik untuk menggerakkan silinder pengupas dengan kecepatan yang telah disesuaikan.

Pengamatan parameter dalam penelitian ini meliputi Kadar air diukur menggunakan moisture meter karena berpengaruh pada mutu penyimpanan. Waktu pengupasan dihitung berdasarkan durasi proses dibandingkan total waktu operasi mesin. Efektivitas mesin dinilai melalui persentase buah yang terkelupas sempurna, jumlah kulit yang terpisah, serta biji yang masih tercampur kulit atau mengalami kerusakan. Efisiensi pengupasan diukur dari perbandingan berat kopi sebelum dan sesudah dikupas untuk menilai kinerja mesin. Pelaksanaan penelitian seperti Gambar 1.

Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil pengamatan selama penelitian akan dianalisis secara statistik dengan *Analysis of Variance* (ANOVA) dengan menggunakan taraf kepercayaan 5%. Berdasarkan hasil Anova F hitung Perlakuan lebih besar dari F tabel 1% sehingga perlakuan berbeda sangat nyata, karena perlakuan berbeda nyata maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji Beda Nyata Jujur (BNJ).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Spesifikasi Mesin *Pulper* Dan Komponennya

Spesifikasi mesin *pulper* yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1. Mesin ini berperan penting dalam proses dan kuantitas biji kopi yang dihasilkan. Prinsip kerja mesin pengupas kulit kopi mengandalkan putaran motor penggerak untuk memutar poros pada rol penggilas.

Gaya sentrifugal (fg) yang dihasilkan oleh perputaran silinder pengupasan menarik buah kopi ke ruang pengupasan. Dengan massa silinder 246,62 kg, kecepatan sudut 35,50 rad/s, dan jari-jari 0,1 m, gaya ini menghasilkan fg 31,080,29 N. Kecepatan sudut $\omega = 2\pi n$, dan $n = 339$ rpm. Di dalam hopper, buah kopi bergerak ke bawah akibat gravitasi karena sudut kemiringan silinder (β) lebih besar dari sudut curah buah kopi (α). Dalam ruang pengupasan, buah mengalami gaya gesek dari dua sisi: plat tetap dan silinder berputar. Gaya gesek (fk) dihitung sebagai $fk = \mu k.N$, dengan gaya normal $N = m.g$ sebesar 2414,34 N dan koefisien gesek $\mu k = 0,3$, sehingga $fk = 725,80$ N. Karena $fg > fk$, kulit kopi terkelupas dari biji.

Biji kopi keluar lebih dahulu Karena massanya yang lebih besar dan permukaannya yang lebih halus, biji kopi keluar lebih dahulu dibandingkan kulitnya. Selain itu, biji kopi dipisahkan dengan gaya sentrifugal, di mana biji yang lebih berat memiliki inersia yang lebih besar, sehingga terdorong lebih cepat melalui unit pengeluaran biji. Sementara itu, kulit kopi tertahan lebih lama sebelum keluar melalui unit pengeluaran kulit

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Waktu Pengupasan

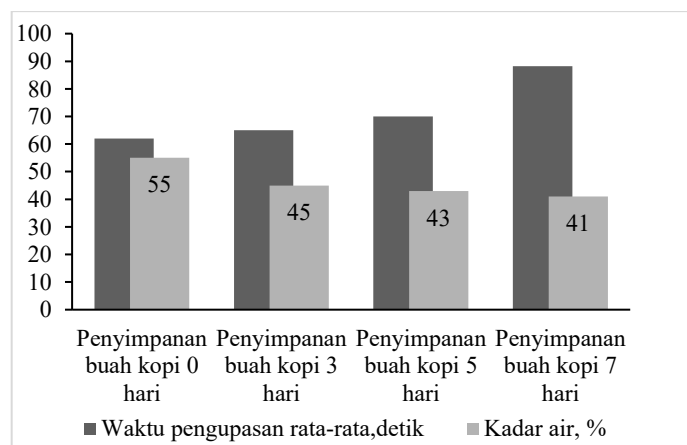
Proses fisiologis tetap terjadi pada buah kopi jenis Arabika hasil petik merah selama penyimpanan. Proses fisiologis tersebut adalah reespirasi atau pernafasan dan reaksi pelunakan kulit buah kopi. Kedua proses ini berdampak pada karakteristik fisik kulit daging buah kopi akibat perubahan kadar air dan perubahan tekstur kulit buah kopi arabika.

Penurunan kadar air menyebabkan biji kopi menjadi keras dan kering sehingga meningkatkan koefisien

gerak kulit daging buah kopi Arabika dan meningkatkan gaya untuk mengupas kulit tersebut dari biji kopi Arabika. Selain itu, kedua hal tersebut menyebabkan peningkatan waktu pengupasan.

Tabel 1. Data hasil pengukuran Spesifikasi mesin *pulper* dan komponennya.

Unit	Spesifikasi	Keterangan
Sumber daya	Motor Listrik 1 HP, kecepatan putar poros 1440 rpm	Sumber tenaga
Unit transmisi daya	Belt pully, reduksi putaran dari motor listrik ke silinder pengupas 1/4	Transmisi daya dari motor listrik ke sinder pengupas
Unit Pengumpan (hopper)	Kapasitas 5 kg, sudut curah 45°	Pengumpanan buah kopi
Unit pengupas	Silinder dengan diameter 20 cm, putaran silinder. 339 rpm, spasi Antara silinder dengan plat tetap 0,6 cm	Untuk proses pengupasan
Unit pengeluaran kulit kopi	Lebar 27,5 cm	Jalur keluar kulit kopi
Unit pengeluaran biji kopi	Lebar 4 cm	Jalur keluar biji kopi
Kerangka utama	Besi siku dengan dimensi kerangka: panjang 75 cm, lebar 66 cm dan tinggi 67 cm	Rangka utama mesin
Mesin pengupas secara keseluruhan	300 kg/jam	Kapasitas pengolahan kopi



Gambar 1. Hubungan lama penyimpanan dengan waktu pengupasan 5 kg buah kopi petik merah

Hasil analisis sidik ragam (Gambar 1) menunjukkan bahwa semakin lama kopi Arabika disimpan, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk proses pengupasan.

Penurunan kadar air menyebabkan biji kopi menjadi keras dan kering sehingga meningkatkan koefisien gerak kulit daging buah kopi Arabika dan meningkatkan gaya untuk mengupas kulit tersebut dari biji kopi Arabika. Selain itu, kedua hal tersebut menyebabkan peningkatan waktu pengupasan. Hasil analisis sidik ragam (Gambar 1) menunjukkan bahwa semakin lama kopi Arabika disimpan, semakin lama pula waktu yang dibutuhkan untuk proses pengupasan.

Pada perlakuan tanpa penyimpanan (P0) sebagai control, waktu pengupasan 5 kg buah kopi tercatat

yang terendah, yaitu 62,0 detik. hal ini disebabkan oleh kondisi biji buah kopi Arabika yang masih

segar, dengan kadar air sekitar 55% dan tekstur biji relative lunak. Buah kopi Arabika yang baru dipetik memiliki kelembapan yang tinggi membuat buah kopi Arabika tetap kenyal dan mudah terlepas karena lapisan kulitnya belum mengalami pengerasan atau perubahan struktural yang signifikan.

Pada perlakuan penyimpanan selama tiga hari (P1) dan penyimpanan selama lima hari (P2), waktu pengupasan meningkat menjadi 70,00 detik. peningkatan ini disebabkan oleh perubahan kondisi fisik buah kopi Arabika selama penyimpanan. Pada hari ketiga hingga kelima, kadar air pada buah kopi Arabika berkurang hingga 45%, menyebabkan tekstur biji mulai sedikit mengeras dibandingkan

kondisi segar pada P0. Penurunan kadar air ini membuat lapisan pelindung lebih sulit terkelupas, meskipun masih relatif mudah untuk dikupas dibandingkan dengan penyimpanan yang lebih lama. Peningkatan waktu pengupasan mencapai 88,20 detik. penurunan kadar air yang lebih lanjut menyebabkan tekstur biji kopi semakin keras dan kering, sehingga proses pengupasan menjadi semakin sulit.

Kapasitas Kerja Mesin *Pulper*

Kapasitas kerja mesin *pulper* adalah jumlah buah kopi Arabika yang dapat dikupas oleh mesin dalam satuan waktu (kg/jam). Kapasitas ini dipengaruhi oleh spesifikasi mesin, kondisi fisik buah kopi, dan kelancaran aliran bahan saat proses berlangsung. Dari Gambar 2 mesin *pulper* berkapasitas kerja 204-290 kg/jam atau memiliki efisiensi kerja 68,0 – 96,7% hasil perlakuan P0, P1 dan P3 lebih baik dengan hasil pengujian (Wiranata et al., 2021), Pengupasan buah kopi Arabika menggunakan mesin *pulper* dengan kapasitas 233 – 239 kg/jam. Kapasitas kerja atau waktu pengupasan mengalami penurunan dengan bertambahnya lama penyimpanan. Semakin lama penyimpanan buah kopi Arabika, semakin sulit proses penyupasan akibat perubahan fisik yang meningkatkan gaya gesek antara biji dan rol penggilas mesin *pulper*. Oleh karena itu, untuk mendapatkan hasil pengupasan yang optimal dengan waktu yang efisien, penyimpanan biji kopi Arabika tidak lebih dari tujuh hari. Hal ini sejalan (Ernawati, 2014) dan (Wiranata et al., 2021). Perubahan kadar air, tekstur, serta kesulitan dalam pengupasan akibat penyimpanan lebih lama.

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Daging Kulit Buah Terkelupas Sempurna

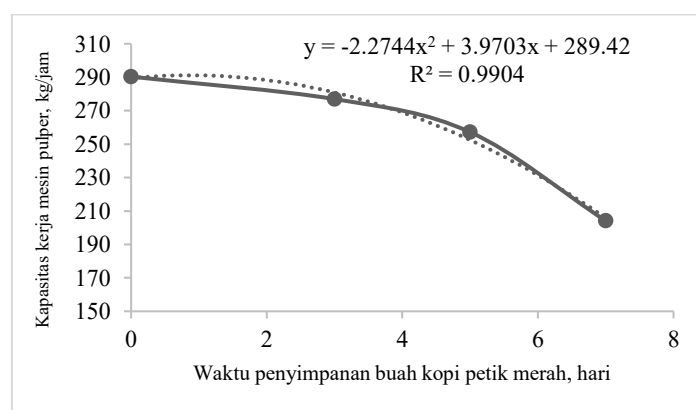
Kualitas kerja mesin *pulper* dinilai dengan parameter jumlah biji kopi terkupas sempurna. Mengacu pada

standar yang ditetapkan dalam SNI 7601:2010, persentase minimum biji kopi bersih yang memenuhi standar mutu adalah 85%.

Hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan yang diberikan terhadap biji kopi Arabika berpengaruh sangat nyata terhadap persentase biji kopi Arabika yang terkelupas sempurna. Hal ini ditunjukkan oleh nilai F_{hitung} sebesar 65,29, yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan F_{tabel} pada taraf signifikan 5% (3,24) dan 1% (5,29). Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 1%, perbedaan antara perlakuan sangat signifikan.

Uji lanjut (BNJ) menunjukkan bahwa perlakuan P0 (tanpa penyimpanan), P1 (tiga hari penyimpanan), dan P2 (lima hari penyimpanan) memiliki notasi huruf yang sama (a), yang menunjukkan bahwa persentase daging kulit buah kopi yang terkelupas sempurna tidak berbeda nyata antara ketiga perlakuan. Persentase tertinggi diperoleh oleh P2, sebesar 99,23%, diikuti oleh P1, sebesar 99,16%, dan P0, sebesar 99,03%.

Namun, pada perlakuan P3 (tujuh hari penyimpanan), persentase daging kulit buah yang terkelupas sempurna menurun signifikan menjadi 98,16% (notasi b), yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Penurunan ini disebabkan oleh pengerasan kulit akibat penurunan kadar air selama penyimpanan, yang meningkatkan daya rekat antara kulit dan biji serta meningkatkan gaya gesek selama proses pengupasan. Dalam kondisi ini, gaya gesek bekerja melawan gaya sentrifugal yang dihasilkan oleh mesin *pulper*, sehingga menghambat proses pelepasan kulit dan menurunkan efektivitas pengupasan.



Gambar 2. Hubungan lama penyimpanan buah kopi petik merah dengan kapasitas kerja mesin *pulper*

Tabel 2. Pengaruh lama penyimpanan terhadap persentase daging kulit buah terkelupas sempurna.

Perlakuan	Persentase daging kulit buah terkupas sempurna %
Penyimpanan buah kopi 0 hari (P0)	99.03 ± 0.88 ^a
Penyimpanan buah kopi 3 hari (P1)	99.16 ± 1.09 ^a
Penyimpanan buah kopi 5 hari (P2)	99.23 ± 1.66 ^a
Penyimpanan buah kopi 7 hari (P3)	98.16 ± 0.72 ^b

Keterangan:*) Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perberbedaan tidak nyata ($P > 0.05$)

Berdasarkan hasil dari sidik ragam, perlakuan terbaik dalam penelitian ini adalah P2 (buah kopi Arabika disimpan lima hari) dengan persentase biji kopi Arabika yang terkelupas sempurna sebesar 99,23%. Nilai ini telah memenuhi standar SNI 7601:2010, yang mensyaratkan persentase minimum sebesar 85%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Akbar et al., 2020), yang menyatakan bahwa kualitas pengupasan biji kopi ditentukan oleh efektivitas pemisahan antara biji yang terkelupas

sempurna dan bahan lainnya yang keluar dari outlet mesin *pulper*. Dalam penelitian tersebut, hasil pengupasan menggunakan mesin *pulper* mencapai tingkat keberhasilan sebesar 85,75%, yang menunjukkan bahwa proses mekanis dapat memberikan hasil optimal dalam pemisahan biji kopi dari kulitnya. Sebaliknya, perlakuan terburuk adalah penyimpanan selama tujuh hari (P3) dengan persentase biji kopi terkelupas sempurna terendah, yakni 98,16%.

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Kulit Buah Kopi

Lama penyimpanan buah kopi sebelum pengupasan merupakan faktor penting yang dapat memengaruhi kualitas hasil pengolahan biji kopi Arabika. Selama penyimpanan, terjadi berbagai perubahan fisik dan kimia, seperti fermentasi alami dan penurunan kadar air, yang dapat memengaruhi kemudahan pengupasan kulit kopi. Menurut standar mutu kopi Indonesia (SNI 01-2907-2008), persentase kulit kopi yang terlepas selama proses pengupasan seharusnya berada dalam kisaran 40-45%. Persentase ini mencerminkan sejauh mana kulit kopi dapat dipisahkan dari biji selama proses pengupasan.

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA), nilai F_{hitung} sebesar 20,05, yang jauh lebih besar dibandingkan dengan F_{tabel} pada taraf signifikan 5% (3,24) dan 1% (5,29), menunjukkan bahwa lama penyimpanan memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap persentase kulit kopi yang terpisah dari bijinya.

Uji lanjut (BNJ) menunjukkan bahwa perlakuan P0 (tanpa penyimpanan memiliki persentase kulit terpisah tertinggi, yaitu 44,04% (notasi c) yang berada dalam kisaran standar mutu kopi Indonesia (SNI 01-2907-2008) 40-45%. ini adalah perbedaan signifikan dari semua perlakuan lainnya. Kadar air pada P0, tekstur kulit menjadi lebih lembut dan elastis. Akibatnya, gaya adhesi antara kulit dan biji berkurang. Dalam kondisi ini kulit dapat dengan mudah dipisahkan dari biji melalui gaya sentrifugal dan gaya gesek yang dihasilkan oleh silinder pengupas. Persentase kulit kopi menurun menjadi 42,40% pada penyimpanan tiga hari (P1) dan lima hari (P2), yang tidak berbeda nyata satu sama lain

tetapi berbeda nyata dengan P0 dan P3. Penurunan ini disebabkan oleh penurunan kadar air, yang menyebabkan daya rekat antara kuli dan biji meningkat. Akibatnya pengupasan+-+ menjadi kurang efektif. Persentase kulit terpisah turun lebih lanjut menjadi 39,98% pada penyimpanan tujuh hari (P3) (notasi a). Ini adalah penurunan yang signifikan dibandingkan dengan semua perlakuan lainnya. Kadar air yang lebih rendah meningkatkan adhesi antara kulit dan biji. Akibatnya, mesin *pulper* kurang melepaskan kulit secara menyeluruh. Fermentasi alami selama penyimpanan juga mengubah jaringan buah, sehingga kulit terlepas sebelum masuk ke ruang pengupasan. Akibatnya, kulit yang masih tersisa pada biji kopi tidak dapat dikupas dengan baik oleh mesin pulper.

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Buah Kopi Tercampur Kulit Daging Buah

Buah kopi tercampur kulit daging buah merupakan biji kopi Arabika yang masih tertutup atau tercampur dengan kulit setelah proses pengupasan (BSN, 2010). Keberadaan biji yang masih terbungkus kulit ini dapat dipengaruhi lama penyimpanan sebelum pengupasan. Semakin lama buah kopi disimpan setelah dipanen, semakin besar perubahan sifat fisik kulit dan biji akibat proses fermentasi alami dan penurunan kadar air

Berdasarkan hasil dari analisis sidik ragam (ANOVA), nilai F_{hitung} sebesar 7,21 lebih tinggi dibandingkan F_{tabel} pada taraf signifikan 5% (3,24) dan 1% (5,29), ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan sangat nyata antara perlakuan penyimpanan..

Tabel 3. Pengaruh lama penyimpanan terhadap persentase kulit buah kopi.

Perlakuan	Persentase kulit buah kopi, %
Penyimpanan buah kopi 0 hari (P0)	44.04 ± 0.79 ^c
Penyimpanan buah kopi 3 hari (P1)	42.04 ± 1.13 ^b
Penyimpanan buah kopi 5 hari (P2)	42.40 ± 0.49 ^b
Penyimpanan buah kopi 7 hari (P3)	39.98 ± 0.78 ^a

Keterangan:*) Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perberbedaan tidak nyata ($P > 0.05$)

Hasil uji lanjut (BNJ) menunjukkan bahwa perlakuan P0, P1, dan P2 memiliki notasi huruf (a) yang sama, menunjukkan bahwa perlakuan ini tidak berbeda nyata satu sama lain dalam hal persentase biji kopi yang masih tertutup kulit. Pada perlakuan P0 (tanpa penyimpanan), kadar air yang tinggi membuat kulit lebih lunak dan elastis, sehingga pengupasan lebih efektif, dan persentase biji kopi yang masih tertutup kulit adalah 0,70%. Penyimpanan selama tiga (P1) dan lima hari (P2) tidak menyebabkan peningkatan yang signifikan secara statistik dibandingkan P0, dengan persentase masing-masing 0,77% dan 0,84%.

Seiring bertambahnya lama penyimpanan, kadar air dalam buah kopi Arabika menurun akibat penguapan, menyebabkan kulit menjadi lebih keras dan meningkat daya rekatnya terhadap biji. Pada penyimpanan tujuh hari (P3), persentase biji kopi yang masih tertutup kulit meningkat secara signifikan menjadi 1,24% (notasi b), yang berbeda nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya. tekstur kulit semakin kering dan keras, gaya sentrifugal yang bekerja pada biji kopi Arabika saat pengupasan menjadi kurang efektif dalam sepenuhnya memisahkan kulit dari bijinya, sehingga lebih banyak serpihan kulit yang tetap melekat setelah proses pengupasan. Hal ini menyebabkan peningkatan persentase biji yang masih tertutup kulit menjadi 1,24%, yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Pengaruh Lama Penyimpanan Terhadap Persentase Biji Kopi Pecah.

Persentase biji kopi Arabika yang pecah selama proses pengupasan merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas akhir kopi. Berdasarkan standar mutu kopi Indonesia (BSN 2009), batas

maksimum biji pecah hasil pengupasan mekanis adalah 1%.

Hasil sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa perlakuan penyimpanan pasca panen berpengaruh signifikan terhadap persentase biji pecah, dengan $F_{hitung} = 21,41$ yang lebih besar dari $F_{tabel} 1\% = 5,29$, ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang sangat nyata antara perlakuan penyimpanan.

Pada tabel 5 menunjukkan kelompok perlakuan yang berbeda secara signifikan. perlakuan P1, yang disimpan selama tiga hari, memiliki persentase biji pecah terendah (0,26%) dan sangat berbeda dari perlakuan lainnya (notasi a). perlakuan P0 yang disimpan tanpa penyimpanan, memiliki persentase biji pecah 0,53% (notasi bc), yang tidak berbeda dengan P1 tetapi berbeda dengan P2 dan P3. Perlakuan P2, yang disimpan selama lima hari, meningkatkan persentase biji pecah menjadi 0,72% (notasi c) yang berbeda dengan P1. Sementara itu, penyimpanan selama tujuh hari (P3) menghasilkan persentase biji pecah tertinggi 1,15% (notasi d).

Selama penyimpanan kadar air turun, menyebabkan peningkatan P3 yang signifikan. Ini karena struktur seluler biji menjadi rapuh dan biji lebih rentan pecah karena tekanan mesin *pulper*. Tingkat kekerasan biji meningkat seiring dengan waktu penyimpanan, yang meingkatkan kesulitan dalam proses pengupasan dan meningkatkan resiko kerusakan mekanis. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Widyotomo, 2020) yang menunjukkan bahwa persentase biji pecah sebesar 1% masih berada dalam batas yang dapat diterima.

Tabel 4. Pengaruh lama penyimpanan terhadap persentase buah kopi tercampur kulit daging buah.

Perlakuan	Persentase buah kopi tercampur kulit daging buah %
Penyimpanan buah kopi 0 hari (P0)	0.70 ± 0.02 ^a
Penyimpanan buah kopi 3 hari (P1)	0.77 ± 0.22 ^a
Penyimpanan buah kopi 5 hari (P2)	0.84 ± 0.16 ^a
Penyimpanan buah kopi 7 hari (P3)	1.24 ± 0.30 ^b

Keterangan: *) Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perberbedaan tidak nyata ($P > 0.05$)

Tabel 5. Pengaruh lama penyimpanan terhadap persentase biji kopi pecah.

Perlakuan	Persentase biji kopi pecah, %
Penyimpanan buah kopi 0 hari (P0)	0.53 ± 0.06 ^{bc}
Penyimpanan buah kopi 3 hari (P1)	0.26 ± 0.06 ^a
Penyimpanan buah kopi 5 hari (P2)	0.72 ± 0.35 ^c
Penyimpanan buah kopi 7 hari (P3)	1.15 ± 0.02 ^d

Keterangan: *) Huruf yang sama dibelakang nilai rata-rata pada kolom yang sama menunjukkan perberbedaan tidak nyata (P > 0.05)

Oleh karena itu, penyimpanan selama tiga hari (P1) adalah metode terbaik karena menghasilkan persentase biji pecah terendah dan berbeda nyata dengan metode lainnya. Penyimpanan lebih dari lima hari, bagaimanapun, meningkatkan risiko pecahnya biji secara signifikan, terutama pada penyimpanan tujuh hari, yang melebihi batas standar mutu kopi Indonesia (SNI 01-2907-2008).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian penyimpanan buah kopi Arabika berpengaruh terhadap kinerja mesin *pulper*, terutama dalam hal lama pengupasan dan kapasitas kerja. Semakin lama buah kopi disimpan, kadar airnya berkurang, menyebabkan buah kopi menjadi keras dan meningkatkan hambatan gesek, sehingga proses pengupasan memerlukan waktu lebih lama. Pada penyimpanan tiga hari (P1), waktu pengupasan paling singkat, yaitu 62 detik, sedangkan setelah lima hari penyimpanan (P2), durasi meningkat menjadi 88,2 detik. Kapasitas kerja mesin pun menurun, dari 204–290 kg/jam pada P1 menjadi lebih rendah seiring bertambahnya waktu penyimpanan.

Hasil penyimpanan buah kopi Arabika selama tiga hari menghasilkan kinerja pengupasan yang optimal, dengan persentase biji terkelupas sempurna mencapai 99,16%, persentase buah kulit kopi 42,4%, persentase buah kopi tercampurkulit daging buah 0,77%, dan persentase biji kopi pecah 0,26%. Sedangkan penyimpanan lebih dari lima hari dapat menurunkan kualitas pengupasan akibat perubahan fisik pada buah kopi.

Saran

Dilakukan pengujian berbagai metode penyimpanan, seperti variasi suhu dan kelembapan, guna menentukan kondisi optimal yang mampu mempertahankan kualitas biji kopi Arabika secara maksimal.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, F. B., Yusuf, A., Thoriq, A., & Sugandi, W. K. (2020). Analisis Teknik dan Uji Kinerja Mesin Pengolah Kopi (Pulper dan Huller) Mobile pada Alat Mekanis Multiguna Pedesaan (AMMDes) Pengolahan Kopi (Studi Kasus di PT Kreasi

Mandiri Wintor Indonesia, Kab. Bogor, Jawa Barat). *Agroteknika*, 3(1), 42–55.

BSN (Badan Standardisasi Nasional), 2010. SNI 7601:Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi Basah Tipe Silinder Horizontal-Unjuk Kerja dan Metode Uji.Jakarta, Indonesia: Badan Standardisasi Nasional.

BSN. (2008). Standar Nasional Indonesia Biji Kopi 01-2907-2008. Badan Standarisasi Nasional Indonesia. Jakarta.

Ernawanti, E. (2014) Kualitas kopi arabika hasil penyimpanan dengan metode perendaman untuk pengaturan waktu pengupasan kulit buah basah.

Hendrawan, A. B., 2021. Analisis Jarak Celah Pengupas Dengan Variasi Putaran Poros Pengupas Pada Mesin Pengupas Kopi Basah (Pulper). *Nozzle: Journal Mechanical Engineering*, 10(2), 62-65.

Jampur, R., Yudiari, N., & Pratiwi, L. P. K. (2019). Faktor-faktor yang Mempengaruhi Persepsi Petani terhadap Peran Sertifikasi Indikasi Geografis Kopi Arabika di Desa Catur, Kecamatan Kintamani, Kabupaten Bangli. *Agrimeta*, 9(18).

Kembaren, E. T., & Muchsin, M. (2021). Pengelolaan Pasca Panen Kopi Arabika Gayo Aceh. *jurnal visioner & strategis*, 10(1), 29–36.

Nasution, A. Y., & Effendi, R. (2018). Perancangan alat pengupas kulit kopi basah dengan kapasitas 120 kg/jam. *Jurnal Teknik Mesin*, 7(2), 140-146.

Nugrahapsari, R. A., Setiani, R., Marwoto, B., Anwarudinsyah, J., & Prabawati, S. (2019). penilaian keberlanjutan sistem usaha kentang dengan kriteria multidimensi: studi kasus di dataran tinggi dieng, wonosobo. *Jurnal Agro Ekonomi*, 38(1), 1–13.

Suherman, R. F., Hikmah, S. Q., & Firmansyah, R. (2023). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Ekspor Kopi Indonesia dipasar Internasional. *Ekonomi Manajemen Dan Sosial*, 6(2), 51–61.

- Wibowo, Y., & Palupi, C. B. (2022). analisis nilai tambah pengolahan biji kopi arabika (studi kasus: rumah kopi banjarsengon, jember). *jurnal agroteknologi*, 16(01), 37–48.
- Widia, I. W., Duniaji, A. S., & Arnomi, N. L. E. (2022). *Kopi bali: sains, industri kreatif dan entrepreneur milenial*.
- Widyotomo, S. (2020). Karakterisasi kinerja mesin pengupas kulit buah kopi basah tipe silinder horisontal. *Enjiniring*, 8, 27–38.
- Wiranata, T., Sumiati, R., Rakiman, & Yetri, Y. (2021). Rancang bangun mesin pulper kopi menggunakan penggerak motor listrik.
- Wicaksana, A. A. 2019. Uji Kinerja dan Analisis Ekonomi Mesin Pengupas Buah Kopi (Pulper). In Seminar Nasional Teknologi Komputer & Sains (*Sainteks*), 1(1).