

OPTIMASI MESIN PULPER SILINDER GANDA (PUL-1K) TERHADAP KUALITAS PENGUPASAN KOPI DENGAN METODE BOX BEHNKEN DESIGN

Muhammad Mukti Ali¹, Yuni Hermawan², Gaguk Jatisukamto², Mahros Darsin², Sumarji², Intan Hardiatama²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik, Universitas Jember

² Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin - Fakultas Teknik, Universitas Jember

Email: yunikaka@unej.ac.id

ABSTRACT

The expansion of plantation area increased by 74.33% with a growth rate of 1.61%, in 1980 the area of coffee plantation area was 707,464 ha, while in 2016 the area was 1,233,294 ha. The majority of the coffee cherries produced are robusta coffee cherries and grow at an altitude of 400-700 m above sea level with a temperature of 21-24°C. A wet coffee berry skin peeler is used to separate the coffee fruit skin, the stripping quality results depend on the use of shaft rotation and the gaps of the peelers, and the gaps of the hoppers. Experimental testing method using the Behnken box design method using shaft rotation of 300 rpm, 400 rpm, and 500 rpm, gaps of the peelers 3 mm, 4 mm, and 5 mm, and 5 cm, 7 cm, and 9 cm of hopper gaps. The gaps of the hoppers has the greatest impact on the results of stripping quality with the smallest P-Value of 0.001 and the largest T-Value of -6.66. The best stripping quality results were obtained in the 6th experiment with shaft rotation of 400 rpm, 3 mm gaps of the peelers, and 5 cm hopper spacing with a stripping value of 87.5%. The predicted variant of the shaft rotation factor is 382.828 rpm, the gaps of the peelers is 3 mm, and the gaps of the hoppers is 5 cm. It is predicted that the results of the stripping quality will reach 88.16%

Keywords: quality, stripping, rotation, peelers, hopper.

PENDAHULUAN

Indonesia termasuk salah satu negara penghasil buah kopi terbesar di dunia, mayoritas buah kopi yang dihasilkan adalah buah kopi robusta, tumbuh pada ketinggian 400-700 m di atas permukaan laut pada suhu 21-24°C (Budiyanto *et al.*, 2019) [1]. Perkembangan area perkebunan kopi di Indonesia meningkat pesat dalam kurun waktu 35 tahun (1980-2016), perluasan perkebunan meningkat sebesar 74,33% dengan laju pertumbuhan 1,61%, pada tahun 1980 luas lahan perkebunan kopi yaitu 707.464 ha sedangkan tahun 2016 luasnya 1.233.294 ha, dengan laju peningkatan hasil produksi kopi dengan rata-rata perkembangan produksi mencapai 2,44% (Wulandari *et al.*, 2022) [2].

Teknologi di bidang manufaktur kian hari semakin berkembang, dengan meningkatnya produk yang dihasilkan oleh proses manufaktur secara konvensional maupun non konvensional, industri pada dasarnya di bidang manufaktur tidak sedikit, mereka berupaya untuk meningkatkan mutu produk hasil produksi yang dilakukan (Hermawan, 2012) [3]. Kemajuan teknologi saat ini sangat pesat, terlebih lagi perkembangan industri dengan menerapkan penggunaan teknologi dalam setiap kegiatan produksi, dengan perkembangan teknologi maka diikuti dengan peningkatan kualitas produksi hingga siklus produksi, waktu proses produksi sangat

berperan dalam kualitas maupun kuantitas suatu produk, semakin cepat periode produksi, maka semakin meningkat kuantitas produksinya, akan tetapi laju periode produksi tidak menjamin peningkatan kualitas produksi (Hermawan, 2009) [4]. Pengolahan kopi basah sangat berpengaruh pada mutu biji kopi yang dihasilkan, kendala yang dihadapi dalam proses pengupasan kulit buah kopi adalah waktu dan energi yang masih terlalu besar sehingga proses pengupasan kulit buah kopi dirasa kurang efisien (Purnomo *et al.*, 2018) [5].

Mesin pengupas kulit buah kopi basah digunakan untuk melepaskan kulit buah dari bagian kopi berkulit cangkang, untuk tipe, bentuk dan konstruksi mesin ini sangat beragam, dan pada umumnya dikategorikan pada jumlah silinder pengupasnya, apabila digerakkan oleh sebuah motor bakar berdaya 4-5 HP akan mampu menghasilkan kapasitas kerja antara 1.200-1.300 kg/jam, tingkat kehilangan hasil pada tahapan proses pengupasan kulit buah dapat ditekan dengan cara menerapkan mesin pengupas kulit buah kopi dengan jumlah silinder pengupas antara 2-3 buah [6]. Mesin tersebut dapat memisahkan kulit buah basah lebih baik, menekan jumlah buah tidak terkelupas dan biji pecah dengan cara mengatur jarak celah antara silinder pengupas (rotor) dan plat tetap (stator) yang berbeda antara silinder yang satu dengan silinder

yang lain (Widyotomo *et al.*, 2009; Widyotomo, 2010) [7].

Riri (2016) melakukan penelitian dengan menggunakan parameter yang tersedia pada mesin *pulper*, dengan cara mengatur putaran poros dan celah pengupas untuk mendapatkan hasil kualitas pengupasan yang lebih baik [8]. Firmansyah (2021) melakukan analisis terhadap jarak celah pengupas dengan variasi putaran poros pengupas [9]. Lusi (2020) memberikan pelatihan terhadap petani kopi dalam rangka penggunaan mesin *pulper* dan limbah yang dihasilkan pada pengolahan pascapanen kopi [10].

Dengan menggunakan sentuhan teknologi tepat guna pascapanen kopi diharapkan dapat meningkatkan produktivitas melalui mekanisasi proses pascapanen kopi. Menentukan kualitas biji kopi dimulai sejak pemilahan kategori biji kopi, pemisahan biji dengan kulit (*pulping*), grading biji kopi, mesin pengering biji kopi hingga penggilingan dan pengemasan produk dari biji kopi [11].

Putaran poros tidak dapat digunakan dalam kondisi putaran tinggi secara terus-menerus, akan berdampak dan berpengaruh terhadap hasil biji kopi yang akan diolah, jangka waktu pakai mesin juga dapat terganggu apabila menggunakan putaran poros tinggi secara intensif [12]. Jarak celah antara silinder pengupas (rotor) dengan plat setengah lingkaran (stator) juga berdampak pada hasil pengupasan, apabila jarak celah antara rotor dan stator terlalu kencang atau sempit, maka dapat menimbulkan buah kopi menjadi rusak hingga pecah, sedangkan jarak celah rotor dan stator terlalu renggang atau lebar, dapat menyebabkan kulit buah kopi tidak terkelupas dan tidak terjadi pemisahan antara kulit buah kopi dengan biji [13]. Jarak celah pada saluran masuk (*hopper*) diduga tidak memiliki pengaruh terhadap kualitas pengupasan, katup dapat diatur sebagai pintu masuk serta celah bagi buah kopi menuju unit pengupas, dampak yang ditimbulkan terhadap mesin apabila jarak celah masuk dibuka terlalu lebar yaitu dapat menghambat putaran poros hingga buah kopi akan saling berhimpitan [14]. Untuk daripada itu, tujuan penelitian pada kali ini yaitu untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan dari penggunaan jarak celah saluran masuk (*hopper*) dan menentukan optimasi variasi putaran poros (rotor), pengaturan jarak celah pengupas (stator), serta jarak celah saluran masuk (*hopper*) terhadap kualitas pengupasan buah kopi pada mesin pengupas kulit buah kopi [15].

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di perkebunan kopi milik KUB Srikandi pada bulan Maret–April 2023 di Jl. Nasional III, Dusun Barurejo, Kalibaru Manis, Kec. Kalibaru, Kabupaten Banyuwangi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, dengan menggunakan beberapa variabel, mulai dari putaran poros sebesar 300 rpm,

400 rpm, dan 500 rpm, jarak celah pengupasan 3 mm, 4 mm, dan 5 mm, dan jarak celah *hopper* pada 5 cm, 7 cm, dan 9 cm. Validasi data pengujian terhadap keseluruhan proses pengupasan akan dianalisis oleh sistem *software* Minitab menggunakan metode *Box Behnken Design* dengan ANOVA (Analisis Varian), melakukan 2 15 kali percobaan dengan kombinasi dari level dan faktor.

Tabel 1. Faktor dan level

Variabel Bebas	Faktor		
	-1	0	1
Putaran Poros (rpm) (X ₁)	300	400	500
Jarak Celah Pengupas (mm) (X ₂)	3	4	5
Jarak Celah Hopper (cm) (X ₃)	5	7	9

Alat

1. Mesin *Pulper* silinder ganda (PUL-1K);
2. Tachometer digital;
3. Meteran dan jangka sorong;
4. Timbangan.



Gambar 1. Mesin *pulper* silinder ganda (PUL-1K)

Bahan

Buah kopi robusta matang berwarna merah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian pengupasan kulit buah kopi menggunakan mesin *pulper* silinder ganda dengan kapasitas 1.000 kg/jam, material buah kopi robusta matang berwarna merah dengan 15 kali percobaan dan satu kali pengulangan, berat buah kopi dalam satu percobaan adalah 1 kg. Penelitian digunakan untuk dapat menemukan optimasi level faktor pada mesin pulper dengan varian dari putaran poros, jarak celah pengupas, dan jarak celah *hopper*.

Tabel 2. Desain eksperimen

Per-cobaan	Berat Bahan (kg)	Faktor Parameter			Persentase Tiap Kategori (%)		
		Putaran Poros (rpm)	Celah Pengupas (mm)	Jarak Celah Hopper (cm)	K1	K2	K3
1	1	300	4	9			
2	1	300	4	5			
3	1	400	4	7			
4	1	500	4	9			
5	1	400	4	7			
6	1	400	3	5			
7	1	400	4	7			
8	1	500	5	7			
9	1	400	5	9			
10	1	400	3	9			
11	1	500	4	5			
12	1	500	3	7			
13	1	400	5	5			
14	1	300	3	7			
15	1	300	5	7			

Kategori kualitas hasil pengupasan:

K1 = Kulit buah kopi terkelupas secara sempurna menjadi biji kopi tanpa kulit buah yang menempel;

K2 = Kulit buah kopi terkelupas sebagian dan masih menempel pada biji kopi;

K3= Kulit buah kopi tidak terkelupas sama sekali dan kulit menempel sempurna.

Tabel 3. Hasil penelitian

No	Faktor			Pengujian I (%)			Pengujian II (%)			Rata-rata (%)		
	¹ A (rpm)	² B (mm)	³ C (cm)	K1	K2	K3	K1	K2	K3	K1	K2	K3
1	300	4	9	73	12	15	75	13	12	74	12,5	13,5
2	300	4	5	82	10	8	83	10	7	82,5	10	7,5
3	400	4	7	82	11	7	81	12	7	81,5	11,5	7
4	500	4	9	74	11	15	73	11	16	73,5	11	15,5
5	400	4	7	83	9	8	82	10	8	82,5	9,5	8
6	400	3	5	87	8	5	88	7	5	87,5	7,5	5
7	400	4	7	82	10	8	82	11	7	82	10,5	7,5
8	500	5	7	76	13	11	76	12	12	76	12,5	11,5
9	400	5	9	72	11	17	73	12	15	72,5	11,5	16
10	400	3	9	80	11	9	81	7	12	80,5	9	10,5
11	500	4	5	83	10	7	84	9	7	83,5	9,5	7
12	500	3	7	81	12	7	82	10	8	81,5	11	7,5
13	400	5	5	80	7	13	79	9	12	79,5	8	12,5
14	300	3	7	85	8	7	86	9	5	85,5	8,5	6
15	300	5	7	81	7	12	80	8	12	80,5	7,5	12
Rata-rata				80	10	9,93	80,3	10	9,6	80,2	10	9,8

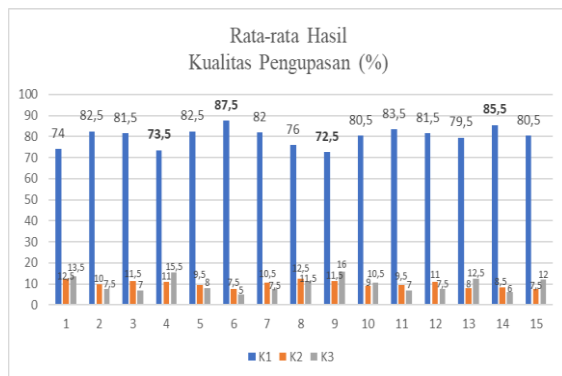
Kode faktor:

¹A = Putaran Poros (rpm)

²B = Jarak Celah Pengupas (mm)

³C = Jarak Celah Hopper (cm)

Hasil pengupasan K1 tertinggi didapati pada percobaan ke-6 dengan hasil 87,5%, disusul oleh percobaan ke-14 dengan 85,5%. Hasil pengupasan kualitas K1 terendah dimiliki oleh percobaan ke-9 yaitu 72,5%, disusul percobaan ke-4 sebesar 73,5%.



Gambar 2. Grafik kualitas hasil pengupasan

Grafik kualitas hasil pengupasan rata-rata dari pengujian pertama dan pengulangan pengujian, hasil pengupasan K1 tertinggi didapati pada percobaan ke-6 dengan hasil 87,5%, disusul oleh percobaan ke-14 dengan hasil 85,5%. Hasil pengupasan K1 dengan kualitas terendah dimiliki oleh percobaan ke-9 yaitu 72,5%, kemudian disusul oleh percobaan ke-4 sebesar 73,5%.

Tabel 4. Hasil analisis varian faktor

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	9	262,917	29,213	10,13	0,010
Linear	3	243,250	81,083	28,12	0,001
Putaran Poros	1	10,125	10,125	3,51	0,120
Celah Pengupas	1	105,125	105,125	36,46	0,002
Jarak Hopper	1	128,000	128,000	44,39	0,001
Square	3	17,167	5,722	1,98	0,235
Putaran Poros*Putaran Poros	1	4,333	4,333	1,50	0,275
Celah Pengupas*Celah Pengupas	1	0,641	0,641	0,22	0,657
Jarak Hopper*Jarak Hopper	1	12,410	12,410	4,30	0,093
2-Way Interaction	3	2,500	0,833	0,29	0,832
Putaran Poros*Celah Pengupas	1	0,000	0,000	0,00	1,000
Putaran Poros*Jarak Hopper	1	2,250	2,250	0,78	0,417
Celah Pengupas*Jarak Hopper	1	0,250	0,250	0,09	0,780
Error	5	14,417	2,883		
Lack-of-Fit	3	13,750	4,583	13,75	0,069
Pure Error	2	0,667	0,333		
Total	14	277,333			

P-Value merupakan probabilitas nilai mean dari eksperimen dengan signifikansi, yang memiliki pengaruh dan dampak terhadap proses pengupasan. Apabila hipotesis nol benar maka parameter akan sama dengan atau lebih besar dari nilai sebenarnya. *P-Value* terkecil dimiliki oleh jarak celah hopper (0,001), lalu jarak celah pengupas (0,002), dan putaran poros (0,120).

Tabel 5. Rangkuman model penelitian

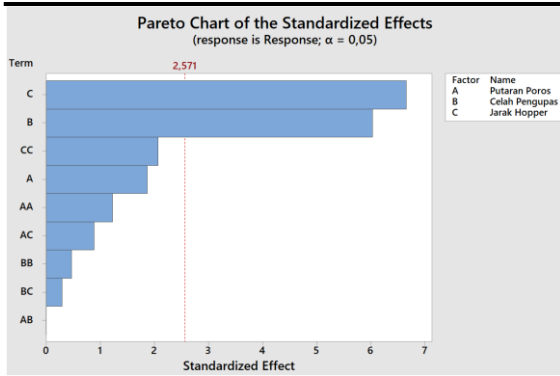
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
1,69804	94,80%	85,44%	20,13%

Hasil proses pengujian memberikan gambaran tentang analisis hasil pengupasan atas penggunaan faktor dan level. *R-sq* merupakan suatu nilai terkait proporsi variabel independent yang dapat mempengaruhi variabel dependen, sehingga dapat mengukur seberapa besar hubungan linier bebas terhadap variabel terikat.

Tabel 6. Koefisien pengujian

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-Value	VIF
Constant	81,667	0,980	83,30	0,000	
Putaran Poros	-1,125	0,600	-1,87	0,120	1,00
Celah Pengupas	-3,625	0,600	-6,04	0,002	1,00
Jarak Hopper	-4,000	0,600	-6,66	0,001	1,00
Putaran Poros*Putaran Poros	-1,083	0,884	-1,23	0,275	1,01
Celah Pengupas*Celah Pengupas	0,417	0,884	0,47	0,657	1,01
Jarak Hopper*Jarak Hopper	-1,833	0,884	-2,07	0,093	1,01
Putaran Poros*Celah Pengupas	0,000	0,849	0,00	1,000	1,00
Putaran Poros*Jarak Hopper	-0,750	0,849	-0,88	0,417	1,00
Celah Pengupas*Jarak Hopper	0,250	0,849	0,29	0,780	1,00

T-Value merupakan rasio penyimpangan nilai taksiran suatu parameter dari nilai hipotesis terhadap kesalahan standard, nilai ini akan menentukan dukungan atau tolakan terhadap hipotesis. *T-Value* akan menunjukkan perbandingan nilai mean sampel pertama dengan sampel kedua. *T-Value* tertinggi dimiliki oleh jarak celah hopper (-6,66), lalu jarak celah pengupas (-6,04), dan putaran poros (-1,87).



Gambar 4. Varian faktor parameter berdampak

Grafik efek standard faktor akan menjelaskan dampak dari tiap-tiap faktor terhadap hasil pengupasan, faktor yang memiliki dampak terbesar terhadap pengupasan yaitu jarak *hopper*, disusul celah pengupas dan putaran poros. Grafik hasil dampak penggunaan faktor terhadap proses pengupasan berdasarkan *T-Value* yang didapat pada Tabel 5. Koefisien pengujian.

Tabel 7. Tujuan dan nilai prediksi

Response	Goal	Lower	Target	Upper	Weight	Importance
Response	Maximum	73	88	88,16	1	1

Hasil target terendah yaitu sebesar 73%, lalu target tertinggi dimiliki persentase 88%, dan diprediksi meningkat menjadi 88,16%

Tabel 8. Prediksi level faktor optimal

Variable	Setting
Putaran Poros	382,828
Celah Pengupas	3
Jarak Hopper	5

Prediksi penggunaan level faktor optimal terhadap mesin pulper dalam proses pengupasan kulit buah kopi diprediksi meningkatkan hasil kualitas pengupasan. Penggunaan optimal level faktor untuk putaran poros sebesar 382,828 rpm, lalu jarak celah pengupas optimum pada jarak 3 mm, dan jarak celah *hopper* untuk penggunaan optimum pada jarak 5 cm. *Setting* merupakan rekomendasi dalam mengatur penggunaan level faktor dengan penggunaan level faktor optimal, sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi.

Tabel 9. Prediksi hasil pengupasan

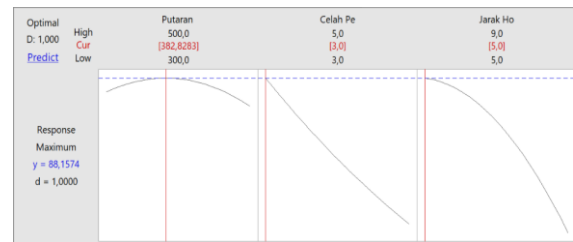
Response	Fit	SE Fit	95% CI	95% PI
Response	88,16	1,48	(84,35; 91,97)	(82,36; 93,95)

Prediksi hasil pengupasan terhadap mesin pulper dalam proses pengupasan kulit buah kopi diprediksi akan meningkat. Penggunaan level faktor optimal sesuai prediksi dapat meningkatkan hasil pengupasan menjadi 88,16%. *Fit* merupakan prediksi hasil pengupasan dengan penggunaan level faktor optimal.

Tabel 10. Optimasi level faktor dan prediksi hasil

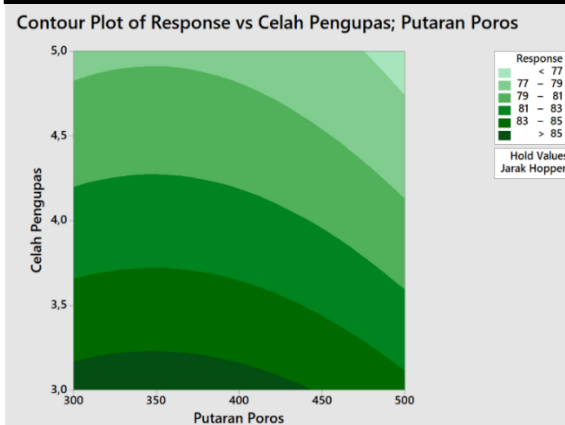
Solution	Putaran Poros	Celah Pengupas	Jarak Hopper	Response Fit	Composite Desirability
1	382,828	3	5	88,1574	1

Kondisi optimum putaran poros sebesar 382,828 rpm, kondisi optimum jarak celah pengupas pada jarak 3 mm, dan untuk penggunaan optimum jarak celah *hopper* pada jarak 5 cm. Hal tersebut diprediksi dapat meningkatkan hasil menjadi 88,16% untuk hasil kualitas K1. *Response Fit* merupakan nilai prediksi hasil kualitas pengupasan dengan penggunaan level faktor optimal, sehingga dapat meningkatkan kualitas produksi.



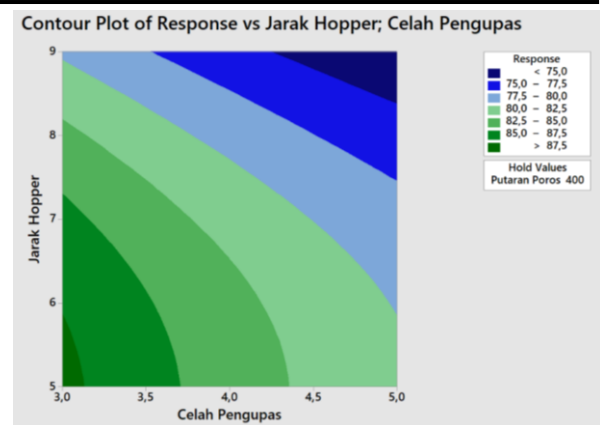
Gambar 5. Optimasi respon dan prediksi level - faktor

Penggunaan level faktor optimal dengan kombinasi setiap level diharapkan akan meningkatkan hasil pengupasan. Gambar 3 menjelaskan terkait kurva penggunaan level setiap faktor, variasi level faktor memiliki dampak dan pengaruh tersendiri terhadap hasil pengupasan. Kurva putaran poros menurun sejalan dengan penggunaan level faktor tersebut, penggunaan putaran poros <350 rpm akan menyebabkan penurunan kualitas pengupasan, putaran poros >400 rpm maka kualitas pengupasan akan menurun. Variabel putaran poros yaitu 300, 400 dan 500 rpm, dan didapati hasil putaran poros ideal yaitu 382,83 rpm. Kurva jarak celah pengupas menurun dengan penambahan jarak celah, jarak celah 3 mm memiliki nilai tertinggi pada kurva, hasil pengupasan akan semakin menurun seiring penambahan jarak celah, penggunaan jarak celah >3 mm akan menyebabkan kualitas pengupasan menurun. Celah pengupas terdiri dari 3, 4, dan 5 mm, sehingga disarankan untuk menggunakan jarak celah pengupas 3 mm. Kurva jarak celah *hopper* menurun dengan penambahan celah, jarak celah 5 cm memiliki nilai tertinggi pada kurva, hasil pengupasan akan semakin menurun seiring penambahan jarak celah, penggunaan jarak celah >5 cm akan menyebabkan kualitas pengupasan menurun. Celah *hopper* terdiri dari 5, 7, dan 9 cm, sehingga disarankan untuk menggunakan jarak celah *hopper* 5 cm. Prediksi *response maximum* memperkirakan bahwa hasil kualitas pengupasan menjadi 88,16% dan meningkat.



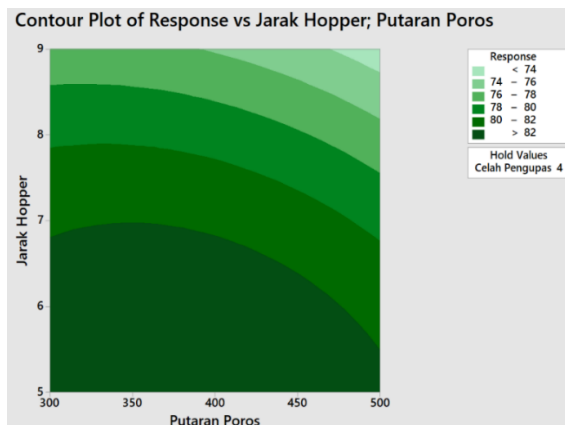
Gambar 6. Grafik *contour plot*: putaran poros dan jarak celah pengupas

Grafik hubungan antara putaran poros (rpm) dengan jarak celah pengupas (mm), ditandai dengan area berwarna hijau pekat merupakan ideal penggunaan level dari kedua faktor tersebut. Putaran poros 300-440 rpm dengan jarak celah pengupas 3 mm menjadi kombinasi penggabungan level dari faktor tersebut untuk kualitas pengupasan ideal. Semakin pudar warna pada grafik menunjukkan penurunan kualitas hasil pengupasan pada penggunaan level dari kedua faktor tersebut.



Gambar 8. Grafik *contour plot*: jarak celah pengupas dan jarak celah *hopper*

Grafik hubungan antara jarak celah pengupas (mm) dengan jarak celah *hopper* (cm), ditandai dengan area berwarna hijau pekat merupakan ideal penggunaan level dari kedua faktor tersebut. Jarak celah pengupas 3 mm dengan jarak celah *hopper* 5-5,8 cm menjadi kombinasi penggabungan level dari faktor tersebut untuk kualitas pengupasan ideal. Semakin pudar warna pada grafik menunjukkan penurunan kualitas hasil pengupasan pada penggunaan level dari kedua faktor tersebut.



Gambar 7. Grafik *contour plot*: putaran poros dan jarak celah *hopper*

Grafik hubungan antara putaran poros (rpm) dengan jarak celah *hopper* (cm), ditandai dengan area berwarna hijau pekat merupakan ideal penggunaan level dari kedua faktor tersebut. Putaran poros 300-500 rpm dengan jarak celah *hopper* 5-6,7 cm menjadi kombinasi penggabungan level dari faktor tersebut untuk kualitas pengupasan ideal. Semakin pudar warna pada grafik menunjukkan penurunan kualitas hasil pengupasan pada penggunaan level dari kedua faktor tersebut.

Pembahasan

Berdasarkan hipotesis terkait penggunaan optimasi parameter mesin *pulper* yang menjadi acuan variabel dalam penelitian kali ini, dimana hipotesis yang menjadi dugaan terhadap hasil penelitian berdasarkan atas penelitian terdahulu dan teori-teori penelitian sebelumnya. Hasil penelitian mendukung dan menegaskan hipotesis yang ditetapkan adalah benar terbukti adanya, hasil penelitian mendukung terkait putaran poros dan jarak celah pengupas, akan tetapi menolak dan membantah hipotesis untuk jarak celah *hopper*.

Widyotomo (2009) mengemukakan bahwa tidak ada jaminan penggunaan putaran poros akan meningkatkan hasil kualitas pengupasan, pemaparan tersebut sepenuhnya berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan untuk mencari korelasi antara putaran poros tinggi dengan peningkatan kualitas pengupasan. Putaran poros tinggi menyebabkan produksi semakin meningkat diakibatkan kapasitas pengolahan pada unit pengupas semakin cepat, tetapi tidak dengan kualitas pengupasan. Widyotomo memaparkan penggunaan putaran poros disesuaikan dengan proses pengolahan, dengan diharapkan akan meningkatkan hasil kualitas pengupasan. Tidak hanya itu, Widyotomo (2009) juga menjelaskan terkait jarak celah pengupas yang dinilai berpengaruh dan berdampak terhadap hasil kualitas pengupasan. Dimana apabila jarak celah terlalu lebar maka buah kopi dengan ukuran kecil tidak akan mengalami proses pengupasan dan mengalir menuju saluran keluar biji kopi, apabila terlalu sempit maka

akan menyebabkan kecacatan terhadap biji kopi akibat terhimpit maupun pecah.

Riri (2016) melakukan pengujian dengan variasi parameter putaran poros dan jarak celah pengupas, hasil kualitas pengupasan tertinggi didapat dari penggunaan putaran poros sebesar 420 rpm dan jarak celah pengupas 2 mm sebesar 68%, untuk hasil kualitas pengupasan terendah didapat pada penggunaan putaran poros 560 rpm dan jarak celah pengupas 7 mm sebesar 12%. Firmansyah (2021) melakukan pengujian dengan variasi parameter putaran poros dan jarak celah pengupas, hasil kualitas pengupasan tertinggi didapat dari penggunaan putaran poros sebesar 365 rpm dengan jarak celah pengupas 2 mm sebesar 86%, untuk hasil kualitas pengupasan terendah didapat pada penggunaan putaran poros sebesar 697 rpm dengan jarak celah pengupas 3 mm sebesar 40%. Hasil dari penelitian diatas ini sangat mendukung teori yang telah disampaikan oleh Widoyotomo (2009).

Penggunaan kombinasi parameter dengan hasil kualitas K1 tertinggi didapati pada percobaan ke-6 dengan putaran poros sebesar 400 rpm, jarak celah pengupas 3 mm, dan jarak celah *hopper* sejauh 5 cm dengan hasil kualitas pengupasan rata-rata sebesar 87,5%. Penggunaan parameter dengan hasil kualitas pengupasan K1 tertinggi selanjutnya disusul dengan percobaan ke-14 dengan poros sebesar 300 rpm, jarak celah pengupas 3 mm, dan jarak celah *hopper* sejauh 7 cm dengan hasil kualitas pengupasan rata-rata sebesar 85,5%. Hasil kualitas pengupasan dengan kualitas K1 terendah dimiliki penggunaan kombinasi level faktor pada percobaan ke-9 dengan putaran poros sebesar 400 rpm, jarak celah pengupas 5 mm, dan jarak celah *hopper* sejauh 9 cm dengan hasil kualitas pengupasan rata-rata sebesar 72,5%. Penggunaan level faktor dengan hasil kualitas pengupasan terendah selanjutnya disusul percobaan ke-4 dengan putaran poros sebesar 500 rpm, jarak celah pengupas 4 mm, dan jarak celah *hopper* sejauh 9 cm dengan hasil kualitas pengupasan rata-rata sebesar 73,5%.

Hasil dari penelitian yang dilakukan pada mesin *pulper* silinder ganda yaitu penggunaan putaran poros dengan kecepatan tinggi dalam proses pengupasan menyebabkan penurunan kualitas pengupasan kulit buah kopi. Hasil penelitian terhadap variabel putaran poros mendukung hipotesis dan menyebabkan penurunan kualitas pengupasan buah kopi, hal ini sesuai dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan. Penggunaan jarak celah pengupas yang lebar dalam proses pengupasan menghasilkan penurunan kualitas pengupasan kulit buah kopi, jarak celah pengupas lebar menyebabkan kualitas pengupasan kulit buah kopi menjadi rendah. Dengan hasil penelitian ini, terkait penggunaan variabel jarak celah pengupas lebar mendukung hipotesis untuk dampak kualitas pengupasan menurun dan menjadi rendah. Hasil penelitian terkait penggunaan jarak celah *hopper*

dalam proses pengupasan adalah bertolak belakang dengan hipotesis terkait dugaan dampak yang ditimbulkan terkait kualitas pengupasan kulit buah kopi. Dugaan awal mengenai jarak celah *hopper* hanya berpengaruh terhadap laju aliran kapasitas buah kopi menuju unit pengupas, jarak celah *hopper* dianggap tidak memiliki dampak terhadap hasil kualitas pengupasan kulit buah kopi. Setelah penelitian dilakukan dan didapati hasil kualitas pengupasan kulit buah kopi, maka hasil penggunaan variabel jarak celah *hopper* menyangkal dan menolak hipotesis pengujian. Fakta aktual dijumpai bahwasanya jarak celah *hopper* sangat berdampak dan berpengaruh terhadap hasil kualitas pengupasan kulit buah kopi, penggunaan jarak celah *hopper* lebar menyebabkan kualitas pengupasan rendah, hasil tersebut menyebabkan penurunan kualitas pengupasan terhadap buah kopi. Semakin lebar penggunaan jarak celah *hopper* maka menyebabkan penumpukan buah kopi pada unit pengupas, hal tersebut menjadi penyebab rendahnya kualitas pengupasan, tingkat laju aliran kapasitas proses pengupasan pada unit pengupas menghasilkan buruknya proses pengupasan yang terjadi.

Jarak celah *hopper* memiliki dampak terbesar terhadap hasil kualitas pengupasan dengan mendapatkan *P-Value* terkecil yaitu 0,001 dan *T-Value* terbesar yaitu -6,66. Hasil analisis lanjutan menetapkan bahwa hasil pengujian memiliki keakuratan validasi data sebesar 94,80%, optimasi level pada faktor dengan nilai prediksi penggunaan level tiap faktor untuk kualitas pengupasan tertinggi didapatkan dengan menggunakan putaran poros sebesar 382,828 rpm, lalu jarak celah pengupas sebesar 3 mm, dan jarak celah *hopper* sejauh 5 cm. Hasil prediksi ini dapat menghasilkan kualitas pengupasan lebih baik dari target yang telah dicapai semula sebesar 87,5% menjadi 88,16%. Optimasi respon dan prediksi parameter menampilkan kurva dengan level tiap faktor yang memberikan dampak dalam pengupasan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa prediksi penggunaan kombinasi level tiap faktor tertinggi adalah penggunaan 382,828 rpm, 3 mm, dan 5 cm dengan perkiraan hasil akhir kualitas pengupasan mencapai 88,16%.

KESIMPULAN

1. Jarak celah *hopper* memiliki dampak terbesar terhadap hasil kualitas pengupasan dengan mendapatkan *P-Value* terkecil yaitu 0,001 dan *T-Value* terbesar yaitu -6,66.
2. Hasil kualitas pengupasan tertinggi pada percobaan ke-6 dengan putaran poros 400 rpm, jarak celah pengupas 3 mm, dan jarak celah *hopper* 5 cm dengan nilai pengupasan sebesar 87,5%. Hasil kualitas pengupasan terendah pada percobaan ke-9 dengan putaran poros 400 rpm, jarak celah pengupas 5 mm, dan jarak celah *hopper* 9 cm dengan nilai pengupasan sebesar 72,5%. Keakuratan hasil pengujian mencapai

94,80% dengan prediksi varian faktor yaitu putaran poros 382,828 rpm, jarak celah pengupas 3 mm, dan jarak celah *hopper* 5 cm, memungkinkan hasil kualitas pengupasan K1 mencapai 88,16%.

Desa Kalibaru Manis. Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6.

SARAN

1. Diperlukan mengetahui dampak yang ditimbulkan kandungan buah kopi terhadap komponen mesin *pulper*.
2. Menghitung durasi waktu proses pengupasan kulit buah kopi terhadap pengaruh hasil kualitas pengupasan.
3. Menghitung pengaruh berat buah kopi terhadap hasil akhir kualitas pengupasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiyanto. E., dkk. 2019. *Upaya Peningkatan Kualitas dan Kapasitas Produksi Mesin Pengupas Kulit Kopi Kering*. Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro. TURBO Vol. 8 No. 1.
- [2] Wulandari. R., dkk. 2022. *Peningkatan Produktivitas Kopi dengan Inovasi Mesin Huller dan Pullper Two in One*. Pekodimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat.
- [3] Hermawan, Y. 2012. *Pengaruh Putaran Spindel, Gerak Makan Dan Kedalaman Potong Terhadap Getaran Spindle Head Hasil Proses Drilling*. Jurnal Rotor, Volume 5 Nomor 1.
- [4] Hermawan, Y. dan Astika. I. M. 2009. *Optimasi Waktu Siklus Pembuatan Kemasan Produk Chamomile 120 Ml Pada Proses Blow Molding*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM Vol. 3 No. 1, April 2009 (18 – 25).
- [5] Purnomo. J. S., dkk. 2018. *Analisis Mesin Pengupas Biji Kopi Basah Jenis Arabica Dengan Variasi Putaran Pengupas*. JURNAL MER-C NO. 2/VOL. 1.
- [6] Widyotomo, S., dkk. 2009. *Kinerja Pengupas Kulit Buah Kopi Segar Tipe Silinder Ganda Horizontal*. Pelita Perkebunan, 25(1), 56—76.
- [7] Widyotomo, S. 2010. *Karakterisasi Kinerja Mesin Pengupas Kulit Buah Kopi Basah Tipe Silinder Horizontal*. Jurnal Enjineering Pertanian.
- [8] Riri, L. M. Kaharuddin. 2016. *Analisa Pengaruh Jarak Celah Pengupas Dan Putaran Poros Terhadap Kualitas Pengupasan Pada Mesin Pengupas Kulit Biji Kopi*. Skripsi Jurusan Teknik Mesin. Universitas Halu Oleo. Kendari.
- [9] Firmansyah. F., dkk. 2021. *Analisa Jarak Celah Pengupas Dengan Variasi Putaran Poros Pengupas Pada Mesin Pengupas Kopi Basah (Pulper)*. D3 Teknik Mesin, Politeknik Harapan Bersama Tegal.
- [10] Lusi, N., dkk. 2020. *Teknologi Pulper Biji Kopi Dalam Upaya Peningkatan Produktivitas Kopi X-Barue Pada Asosiasi Petani Kopi*