



Desain dan Analisa Pengaruh Jumlah Mata Pisau Serta Ukuran Mesh terhadap Kapasitas Bubuk Cabai yang dihasilkan pada Mesin Penepung Cabai Tipe Disk Mill Ffc 15

Haidar Alia Fika Rahma ^{1*}, Ach. Muhib Zainuri ²

^{1,2} Politeknik Negeri Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: haidaraliya.fikarahma@gmail.com

Abstract. *Post-harvest handling of chili in Indonesia is still largely done manually, requiring a relatively long processing time and producing products with a non-uniform level of fineness. This condition impacts low production efficiency and the quality of processed chili. Therefore, the application of appropriate technology in the form of a chili flour machine is needed to increase production capacity and consistency. This study aims to analyze the effect of the number of blades and mesh size on the production capacity of a disk mill type FFC 15 chili flour machine. The research method used was an experiment with a factorial design, involving two variations in the number of blades, namely three and four blades, and three variations in mesh size, namely 0.5 mm, 1 mm, and 3 mm. Each treatment combination was carried out three times. The results showed that the number of blades and mesh size had a significant effect on the machine's production capacity. The best treatment combination was obtained by using four blades with a mesh size of 3 mm, which resulted in a production capacity of 6.84 kg/hour and a Composite Desirability value of 0.983. These results indicate that proper arrangement of machine components can increase the efficiency of post-harvest chili processing.*

Keywords: *Chili Flour Machine; Indonesia; Mesh Size; Number of Blades; Production Capacity.*

Abstrak. Penanganan pascapanen cabai di Indonesia hingga saat ini masih banyak dilakukan secara manual, sehingga memerlukan waktu pengolahan yang relatif lama dan menghasilkan produk dengan tingkat kehalusan yang tidak seragam. Kondisi tersebut berdampak pada rendahnya efisiensi produksi serta mutu hasil olahan cabai. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi tepat guna berupa mesin penepung cabai untuk meningkatkan kapasitas dan konsistensi hasil produksi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh jumlah mata pisau dan ukuran mesh terhadap kapasitas produksi mesin penepung cabai tipe disk mill FFC 15. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan rancangan faktorial, melibatkan dua variasi jumlah mata pisau, yaitu tiga dan empat bilah, serta tiga variasi ukuran mesh, yakni 0,5 mm, 1 mm, dan 3 mm. Setiap kombinasi perlakuan dilakukan sebanyak tiga kali replikasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah mata pisau dan ukuran mesh memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas produksi mesin. Kombinasi perlakuan terbaik diperoleh pada penggunaan empat mata pisau dengan ukuran mesh 3 mm, yang menghasilkan kapasitas produksi sebesar 6,84 kg/jam dan nilai Composite Desirability sebesar 0,983. Hasil ini menunjukkan bahwa pengaturan komponen mesin yang tepat dapat meningkatkan efisiensi pengolahan cabai pascapanen.

Kata Kunci: Indonesia; Jumlah Mata Pisau; Kapasitas Produksi; Mesin Penepung Cabai; Ukuran Mesh.

1. LATAR BELAKANG

Cabai merupakan komoditas pertanian vital yang nilai ekonominya dapat ditingkatkan melalui pengolahan pascapanen, salah satunya dengan mengolahnya menjadi bubuk cabai (Winarno, 2018). Proses pengecilan ukuran menjadi bubuk memerlukan mesin penepung yang efisien dan andal, di mana mesin *disk mill* tipe FFC 15 banyak digunakan oleh Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM) karena kemudahan operasional dan biaya perawatannya yang relatif rendah (Sutrisno & Nugroho, 2020). Kinerja mesin ini, khususnya kapasitas produksi, sangat dipengaruhi oleh konfigurasi internal seperti jumlah mata pisau dan ukuran saringan (*mesh*) yang digunakan. Jumlah mata pisau berperan dalam meningkatkan intensitas pemotongan dan penghancuran bahan, sedangkan ukuran *mesh* menentukan batas ukuran

partikel yang dapat lolos dari ruang penepungan, sehingga secara langsung memengaruhi kecepatan proses, keseragaman hasil, dan output produksi mesin (Hendrawan et al., 2021).

Meskipun berbagai penelitian telah menguji kinerja mesin *disk mill* pada beragam bahan dan menganalisis pengaruh ukuran saringan (*mesh*) secara terpisah, masih terdapat kesenjangan dalam literatur terkait analisis sinergis dan interaksi antara variasi jumlah mata pisau sebagai faktor desain dengan variasi ukuran *mesh* sebagai faktor proses (Montgomery, 2019; Sutrisno & Nugroho, 2020). Fluktuasi kapasitas produksi dan ketidakstabilan proses penepungan merupakan permasalahan krusial yang sering dihadapi UMKM, terutama dalam menjaga konsistensi output dan efisiensi waktu produksi (Hendrawan et al., 2021). Oleh karena itu, urgensi penelitian ini terletak pada upaya menemukan konfigurasi mesin yang optimal guna memaksimalkan kapasitas produksi sekaligus menjaga stabilitas proses. Kebaruan penelitian ini ditunjukkan melalui penerapan metode *Design of Experiment* (DOE) faktorial untuk memetakan secara sistematis dan presisi pengaruh interaksi simultan antara jumlah mata pisau dan ukuran *mesh* pada mesin *disk mill* tipe FFC 15 yang diaplikasikan pada proses penepungan cabai menjadi bubuk.

Berdasarkan uraian di atas, penelitian ini bertujuan: (1) Untuk menganalisis pengaruh tunggal dan interaksi antara jumlah mata pisau dan ukuran mesh terhadap kemampuan produksi bubuk cabai, serta (2) Untuk menentukan konfigurasi optimal dari kedua faktor tersebut yang menghasilkan kapasitas produksi tertinggi dengan stabilitas proses yang terjamin.

2. KAJIAN TEORITIS

Konsep Dasar Pengecilan Ukuran dan Mesin *Disk Mill*

Pengecilan ukuran (*size reduction*) merupakan operasi unit penting dalam teknik pengolahan, bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan material dan mengubah sifat fisik produk, seperti bubuk cabai. Proses ini membutuhkan energi besar dan melibatkan mekanisme tegangan yang diberikan pada material, yaitu kompresi, benturan (*impact*), gesekan (*attrition*), dan pemotongan (*cutting*). Mesin *Disk Mill* Tipe FFC 15 adalah salah satu jenis mesin penggiling yang secara dominan mengandalkan prinsip benturan (*impact*) dan gesekan untuk menghancurkan bahan baku menjadi partikel halus. Mesin ini bekerja dengan memutar cakram (*disk*) yang dilengkapi mata pisau atau pemukul pada kecepatan tinggi, menyebabkan benturan berulang antara material dengan permukaan disk dan antar partikel itu sendiri, hingga material cukup halus untuk lolos melalui saringan. Kinerja utama mesin ini didefinisikan oleh kemampuan produksi (kapasitas), yaitu jumlah massa material yang diproses per satuan waktu (kg/jam), dan efisiensi energi yang digunakan.

Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kinerja Mesin Penepung

Kinerja mesin *disk mill* dipengaruhi oleh faktor desain mesin dan sifat material. Dalam konteks desain, dua parameter kritis adalah konfigurasi alat pemukul dan saringan (*mesh*).

Pengaruh Jumlah Mata Pisau

Mata pisau pada mesin *disk mill* berfungsi sebagai elemen utama pemukul dan pemotong. Berdasarkan prinsip mekanika fluida dan mesin-mesin pengolahan (Juvinall & Marshek, 2012), peningkatan jumlah mata pisau (sebagai bagian dari modifikasi desain) akan meningkatkan frekuensi tumbukan yang diterima material di dalam ruang giling. Frekuensi tumbukan yang lebih tinggi per satuan waktu akan mempercepat laju fragmentasi material. Namun, peningkatan jumlah pisau juga harus mempertimbangkan ruang bebas di dalam mesin, karena terlalu banyak pisau dapat meningkatkan resistensi aerodinamis dan potensi *clogging* (penyumbatan), yang justru menurunkan efisiensi. Dalam penelitian ini, diperkirakan bahwa penambahan mata pisau dari 3 menjadi 4 bilah akan meningkatkan energi kinetik yang tersedia untuk menghancurkan cabai, sehingga mampu meningkatkan kapasitas produksi.

Pengaruh Ukuran Saringan (Mesh)

Saringan (*mesh*) adalah penentu akhir ukuran partikel produk (Lendra, 2024). Ukuran *mesh* mengacu pada jumlah bukaan per inci linier. Semakin kecil angka *mesh* (misalnya 7 *mesh*), semakin besar ukuran lubang saringan, dan sebaliknya (35 *mesh* berarti lubang lebih kecil). Lubang saringan yang lebih besar akan memfasilitasi material untuk lolos lebih cepat, yang secara langsung mengurangi waktu tinggal material di dalam mesin. Waktu tinggal yang lebih singkat ini berbanding lurus dengan peningkatan kapasitas produksi mesin. Sebaliknya, saringan yang sangat halus akan memperlambat laju lolosnya material, yang menyebabkan material tertahan dan digiling lebih lanjut, meningkatkan energi yang terbuang dan berpotensi menimbulkan panas. Penelitian sebelumnya (Johanes Panggabean, 2013) pada biji kopi juga mengonfirmasi hubungan negatif antara kehalusan saringan dan kapasitas mesin.

Analisis Interaksi dan Stabilitas Proses

Dalam sistem yang kompleks seperti mesin pengolahan, kinerja optimum sering kali dicapai bukan hanya dari efek tunggal masing-masing faktor, melainkan dari efek interaksi antar faktor tersebut. Interaksi antara jumlah mata pisau dan ukuran *mesh* menjadi krusial. Kombinasi mata pisau yang banyak (meningkatkan laju fragmentasi) dengan ukuran *mesh* yang besar (mempercepat laju lolos) diperkirakan akan menghasilkan efek sinergis, yang mampu memberikan peningkatan kapasitas yang lebih besar dibandingkan efek aditif kedua faktor. Untuk memastikan keandalan hasil, pengukuran stabilitas proses menggunakan Koefisien Variasi (KV) dan kapabilitas proses menggunakan indeks Cp dan Cpk sangat penting (Sahir,

2022). Nilai KV yang rendah dan Cp/Cpk di atas 1,0 menunjukkan bahwa proses tersebut stabil dan mampu bekerja secara konsisten sesuai batas spesifikasi yang ditetapkan.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan Desain Eksperimental Faktorial (*Factorial Design*) 2x2 dengan tiga kali ulangan (replikasi) untuk menganalisis efek tunggal dan interaksi antara dua variabel bebas terhadap variabel terikat. Variabel bebas yang diuji adalah Jumlah Mata Pisau (A) (Level 1: 3 bilah; Level 2: 4 bilah) dan Ukuran Mesh (B) (Level 1: 35 mesh; Level 2: 7 mesh). Variabel terikat yang diukur adalah Kemampuan Produksi mesin penepung cabai (kg/jam). Populasi penelitian adalah proses penepungan cabai kering menggunakan mesin *disk mill* FFC 15. Sampel penelitian diambil dari 4 kombinasi perlakuan yang diuji secara berulang. Pengumpulan data kuantitatif primer dilakukan melalui pengukuran massa bubuk yang dihasilkan dengan timbangan digital dan pengukuran waktu proses dengan stopwatch

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan data eksperimental dan pengujian kinerja mesin dilakukan di Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang. Proses pengumpulan data dilaksanakan dalam rentang waktu Agustus hingga September 2025. Bahan baku yang digunakan adalah cabai kering yang diperoleh dari distributor lokal dengan kadar air yang seragam untuk meminimalkan variasi material.

Proses pengumpulan data dilakukan melalui pengujian kinerja mesin *disk mill* FFC 15 dengan menguji setiap kombinasi perlakuan sebanyak tiga kali ulangan (replikasi). Mesin dioperasikan pada putaran yang konstan. Data hasil pengujian tersebut kemudian disusun dan disajikan dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pengujian.

Jumlah Mata Pisau	Ukuran Mesh	Waktu	Kapasitas/gram		
			I	II	III
3	35	3 Menit	303	305	302
	18	3 Menit	320	322	325
	7	3 Menit	335	338	334
4	35	3 Menit	340	342	339
	18	3 Menit	360	364	361
	7	3 Menit	385	382	388

Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan jumlah mata pisau dan ukuran *mesh* berpengaruh terhadap kapasitas bubuk cabai yang dihasilkan pada mesin penepung tipe *disk mill FFC 15*. Pada tiga mata pisau, kapasitas rata-rata meningkat dari 303,3 g (35 *mesh*) menjadi 335,7 g (7 *mesh*). Sedangkan pada empat mata pisau, kapasitas naik dari 340,3 g menjadi 385,0 g pada *mesh* yang sama. Nilai standar deviasi yang relatif kecil (1,53–3,00) menunjukkan hasil pengujian yang konsisten. Secara keseluruhan, semakin banyak mata pisau dan semakin besar ukuran *mesh*, maka kapasitas produksi bubuk cabai cenderung meningkat.

Analysis of Variance					
Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Model	3	12346,2	4115,39	309,58	0,000
Linear	3	12346,2	4115,39	309,58	0,000
Mata Pisau	1	7896,1	7896,06	593,97	0,000
Mesh	2	4450,1	2225,06	167,38	0,000
Error	14	186,1	13,29		
Total	17	12532,3			

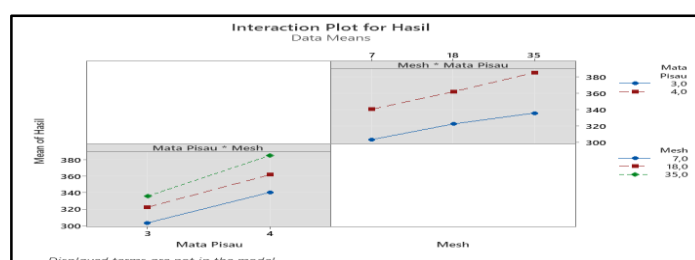
Gambar 1. ANOVA.

Hasil *Analysis of Variance* (ANOVA) menunjukkan bahwa model secara keseluruhan signifikan dengan nilai $P\text{-Value} = 0,000 < 0,05$, artinya variabel-variabel dalam model berpengaruh terhadap hasil. Faktor mata pisau dan *mesh* masing-masing memiliki nilai $P\text{-Value} = 0,000$, sehingga keduanya memberikan pengaruh signifikan terhadap hasil proses. Interaksi antara mata pisau dan *mesh* juga signifikan ($p\text{-value} = 0,000$), menunjukkan adanya pengaruh kombinasi keduanya terhadap hasil.

Model Summary			
S	R-sq	R-sq(adj)	R-sq(pred)
3,64605	98,51%	98,20%	97,55%

Gambar 2. Model Summary.

Model Summary menunjukkan bahwa model regresi memiliki kemampuan prediktif yang sangat baik dan mampu menjelaskan hampir seluruh variasi data yang terjadi.



Gambar 3. Intraction Plot.

Berdasarkan *Interaction Plot*, terlihat bahwa garis antar faktor tidak sejajar, menandakan adanya interaksi antara jumlah mata pisau dan ukuran *mesh*. Hal ini berarti pengaruh ukuran *mesh* terhadap hasil bergantung pada jumlah mata pisau yang digunakan. Kombinasi antara penggunaan 4 mata pisau dan ukuran 7 *mesh* memberikan hasil tertinggi dibanding kombinasi lainnya. Dengan kata lain, interaksi antara kedua faktor ini berperan penting dalam menentukan hasil optimum pada proses tersebut.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa faktor jumlah mata pisau dan ukuran mesh pada mesin penepung cabai tipe disk mill FFC 15 memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap Kemampuan Produksi, dan kedua faktor tersebut menunjukkan efek interaksi yang signifikan (P-Value 0,000). Efek sinergis ini menghasilkan konfigurasi optimal pada kombinasi 4 mata pisau dan 7 mesh, yang memberikan Kemampuan Produksi tertinggi sebesar 6,84 kg/jam, meningkat hingga 215,14% dari kondisi terendah.

Sebagai rekomendasi terapan, disarankan bagi UMKM pengguna mesin disk mill FFC 15 untuk mengadopsi konfigurasi 4 mata pisau yang dikombinasikan dengan saringan 7 mesh untuk memaksimalkan kapasitas produksi dan menjamin konsistensi hasil. Meskipun penelitian ini berhasil mencapai tujuan utama, terdapat keterbatasan yaitu tidak mencakup analisis daya yang dikonsumsi dan suhu operasi mesin pada setiap variasi perlakuan. Oleh karena itu, rekomendasi untuk penelitian masa depan adalah menguji lebih lanjut pengaruh jumlah mata pisau dan mesh terhadap konsumsi energi spesifik (kWh/kg) dan efisiensi termal untuk mendapatkan model optimal yang mempertimbangkan aspek ekonomi dan kualitas produk akhir.

DAFTAR REFERENSI

- Hendrawan, Y., Rachmawati, R., & Santoso, B. (2021). Pengaruh jumlah pisau dan ukuran saringan terhadap kinerja mesin penepung bahan pertanian. *Jurnal Keteknik Pertanian*, 9(2), 85–92. <https://doi.org/10.19028/jtep.09.2.85-92>
- Johansen. (2023). *Studi kinerja mesin disk mill FFC-15 untuk proses penggilingan bahan sereal* (Skripsi). Universitas Brawijaya.
- Juvinall, R. C., & Marshek, K. M. (2012). *Fundamentals of machine component design* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2014). *A textbook of machine design* (15th ed.). Eurasia Publishing House.
- Lendra. (2024). *Analisis efisiensi penepungan dengan variasi ukuran saringan pada mesin disk mill FFC-15* (Skripsi). Universitas Negeri Yogyakarta.

- Lubis, M. I. A. (2023). *Uji teknis mesin disk mill FFC-15 pada proses pengecilan ukuran gula tebu* (Skripsi). Universitas Andalas.
- Montgomery, D. C. (2019). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Mott, R. L. (2014). *Machine elements in mechanical design* (6th ed.). Pearson Education.
- Panggabean, J. (2013). *Pengaruh variasi ukuran mesh terhadap kualitas biji kopi pada mesin penggiling multifuser* (Skripsi). Universitas Sumatera Utara.
- Prayuda. (2025). *Desain mesin penggiling cabai untuk skala UMKM* (Skripsi). Universitas Negeri Surabaya.
- Ramadhan, M. R. (2024). *Analisis mutu bubuk cabai berdasarkan metode pengeringan dan ukuran partikel* (Skripsi). Universitas Negeri Surabaya.
- Sahir. (2022). *Metodologi penelitian teknik dan industri*. Deepublish.
- Sutrisno, S., & Nugroho, A. (2020). Rancang bangun dan uji kinerja mesin penepung tipe disk mill untuk skala UMKM. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Agroindustri*, 9(1), 45–53. <https://doi.org/10.21776/ub.jtma.2020.009.01.6>
- Winarno, F. G. (2018). *Teknologi pengolahan hasil pertanian*. PT Gramedia Pustaka Utama.