



Analisis Mengenai Alat Pembuat Bubuk Model Hammer Mill Untuk Biji Kopi

Ismayati Sutina Azis¹, Cornelius Uten², Rifaldy Ramadhan Latief³

^{1,2,3}Politeknik ATI Makassar

¹ismayatisutinaazis@atim.ac.id, ²cornelius@atim.ac.id, ³rifaldy@atim.ac.id,

ABSTRAK

Pengolahan biji kopi secara tradisional, khususnya proses penyangraian (*roasting*) dan pembubukan (*grinding*), umumnya membutuhkan waktu lama, tenaga besar, dan dinilai kurang efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin integrasi penyangrai dan pembubuk kopi guna meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam proses pengolahan biji kopi. Metode penelitian yang digunakan adalah metode rancang bangun (*design and build*). Spesifikasi alat menggunakan penggerak motor listrik 0,5 HP dengan sistem transmisi sabuk tipe V-A. Konstruksi utama terdiri dari poros, bantalan, tabung penyangrai, tabung pembubuk (*hammer mill*), serta rangka berbahan besi siku 40x40 mm. Hasil pengujian penyangraian dengan kapasitas 500 gram menunjukkan tiga tingkatan kematangan: *light roast* dicapai pada suhu 87,65°C selama 5 menit (warna cokelat muda), *medium roast* pada suhu 124,34°C selama 15 menit (warna kecokelatan dengan aroma sedang), dan *dark roast* pada suhu 131,7°C selama 20 menit (warna cokelat tua dengan aroma dan rasa kuat). Sementara itu, pengujian unit pembubuk dengan kecepatan putar 1400 rpm dan massa awal 200 gram menunjukkan hasil massa akhir sebesar 95 gram dalam waktu 5 menit, dan meningkat menjadi 189 gram dalam waktu 10 menit.

Kata kunci: *Hammer Mill*, Suhu Penyangrai, Waktu Penyangraian, Pembubukan, Kopi.

1. PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang memiliki nilai tambah tinggi setelah melalui proses pengolahan pascapanen. Tahapan krusial dalam pengolahan ini adalah penyangraian (*roasting*) dan penggilingan (*grinding*). Kedua proses tersebut tidak hanya mengubah karakteristik fisik dan kimia biji kopi, tetapi juga sangat menentukan nilai ekonomi kopi di tingkat konsumen akhir. Transformasi dari biji kopi mentah menjadi bubuk siap saji memberikan peluang peningkatan nilai tambah yang signifikan bagi pelaku usaha, terutama petani dan UMKM, yang selama ini masih banyak mengandalkan penjualan dalam bentuk biji mentah [1]. Meskipun potensinya besar, proses penyangraian dan penggilingan kopi di Indonesia masih dominan dilakukan secara tradisional dan terpisah. Metode tradisional memiliki berbagai kendala, antara lain inkonsistensi hasil, efisiensi waktu dan tenaga yang rendah, serta potensi penurunan mutu akibat proses yang tidak terstandarisasi [2]. Di sisi lain, teknologi modern yang tersedia di pasaran sering kali menjadi kendala bagi pelaku usaha kecil karena harga yang tinggi, konsumsi daya yang besar, dan kapasitas yang terbatas [3]. Kehadiran teknologi tepat guna berupa mesin penyangrai dan pembubuk kopi terintegrasi menjadi solusi relevan. Integrasi proses dalam satu sistem diharapkan mampu meningkatkan efisiensi, menjaga konsistensi mutu, serta mendorong produktivitas. Mesin yang dirancang dengan baik harus mampu menghasilkan tingkat kematangan sangrai dan kehalusan bubuk yang presisi sesuai kebutuhan pasar [4].

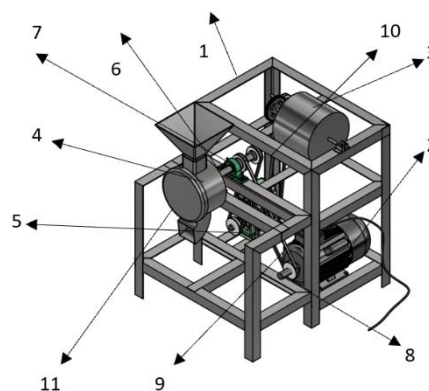


Tinjauan terhadap penelitian sebelumnya menunjukkan adanya beberapa celah pengembangan. Arustiarso[5] mengembangkan mesin penyangrai berkapasitas 10 kg dengan bahan bakar arang kayu. Walaupun biaya operasionalnya rendah, penggunaan arang menimbulkan polusi asap yang berdampak buruk bagi kesehatan lingkungan serta menyulitkan pengontrolan suhu yang berakibat pada ketidakkonsistenan hasil sangrai. Sementara itu, Siregar et al. [6] merancang mesin penggiling dengan kapasitas 250 gram/5 menit yang mampu mengatur tingkat kehalusan, namun masih menggunakan motor bensin yang kurang ramah lingkungan dan bergantung pada bahan bakar fosil. Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan inovasi alat yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Penelitian ini mengusulkan penggunaan metode *Hammer Mill* untuk proses pembubukan dan metode drum untuk penyangraian. Menurut Liu [7], *hammer mill* adalah jenis *mechanical impact mill* yang efisien untuk *general-purpose grinding* pada bahan dengan kekerasan sedang seperti biji kopi kering, karena kemudahannya dalam pengaturan ukuran partikel. Sedangkan metode drum dipilih karena mampu memberikan pemanasan yang merata, stabil, dan terkendali, sehingga cocok untuk skala UMKM yang membutuhkan keseragaman hasil [8]. Penerapan mesin terintegrasi ini diharapkan mendorong kemandirian pelaku usaha dalam mengolah kopi, sehingga tidak lagi bergantung pada pasar komoditas primer dan mampu meningkatkan daya saing serta nilai ekonomi produk lokal [9].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental melalui pendekatan rancang bangun (*design and build*). Tahapan penelitian disusun secara sistematis mulai dari studi literatur hingga pengujian kinerja mesin.

2.1 Metode Perancangan



Gambar 1. Perancangan Alat

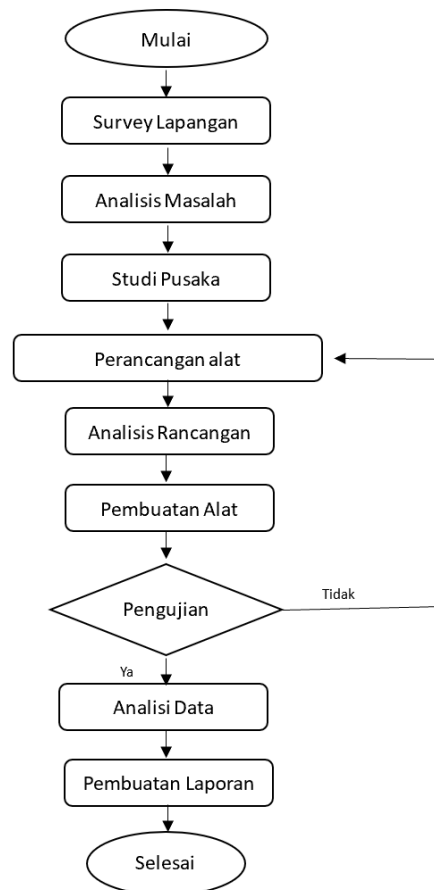
Keterangan gambar :

1. Rangka merupakan struktur utama yang berfungsi sebagai penopang seluruh komponen mesin agar tetap kokoh, stabil, dan mampu meredam getaran yang timbul selama proses pengoperasian mesin berlangsung [10].
2. Motor Penggerak adalah alat elektromekanis yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik putar, yang kemudian digunakan sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan mekanisme penyangraian dan pembubukan [11].
3. Tabung Penyangrai adalah wadah berbentuk silinder yang berputar dan dipanaskan, dirancang untuk menampung biji kopi selama proses penyangraian agar panas dapat terdistribusi secara merata ke seluruh permukaan biji [12].
4. Tabung Pembubuk (*grinding chamber*) adalah ruang tertutup tempat terjadinya proses penghancuran biji kopi oleh pisau atau pemukul (*hammer*), yang dilengkapi dengan saringan untuk menentukan ukuran kehalusan bubuk kopi [13].
5. Reducer (Gearbox) adalah perangkat transmisi yang berfungsi untuk menurunkan kecepatan putaran (*rpm*) dari motor penggerak sekaligus meningkatkan torsi, agar putaran tabung penyangrai sesuai dengan kebutuhan proses yang lambat dan stabil [14].
6. Poros merupakan elemen mesin berbentuk batang silindris yang berputar, berfungsi untuk meneruskan daya dan putaran dari sumber penggerak ke elemen mesin lainnya seperti puli atau tabung [15].
7. *Bearing* adalah elemen mesin yang berfungsi menumpu poros yang berbeban agar dapat berputar dengan lancar, serta mengurangi gesekan antara komponen yang diam dan komponen yang bergerak [16].



8. *Pulley* adalah roda yang berputar pada sebuah poros dan memiliki alur pada kelilingnya, digunakan sebagai tempat dudukan sabuk untuk mentransmisikan daya dari poros penggerak ke poros yang digerakkan [17].
9. *V-belt* adalah sabuk transmisi yang terbuat dari karet dan bahan penguat, memiliki penampang berbentuk trapesium (huruf V) yang dipasang pada puli untuk memindahkan putaran antar poros dengan efisiensi yang baik dan slip yang minim [18].
10. Roda gigi adalah komponen mesin berbentuk roda bergerigi yang berpasangan, digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran secara presisi tanpa slip, sering digunakan di dalam sistem *gearbox* atau transmisi langsung [19].

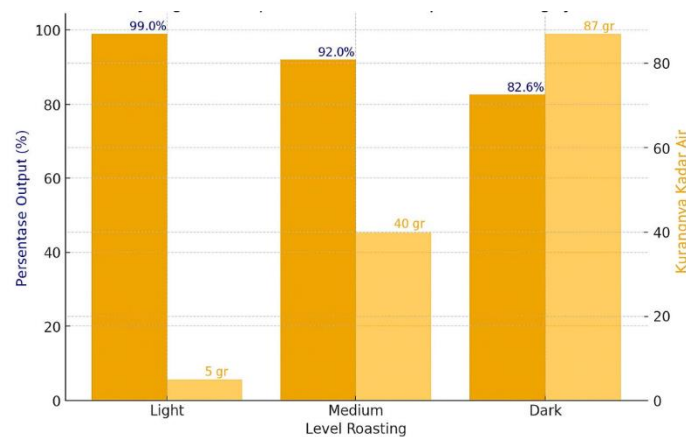
2.2 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



3. HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3. Grafik hasil penyangrai kopi



Gambar 4. Gambar hasil penyangrai kopi light, medium dan dark roast

Analisis Proses Penyangraian (*Roasting*) Pengujian penyangraian dilakukan dengan massa awal biji kopi sebanyak 500 gram. Pengamatan dilakukan terhadap perubahan suhu biji, durasi waktu, perubahan warna fisik, dan penyusutan massa (*mass loss*) pada tiga tingkatan sangrai: *Light*, *Medium*, dan *Dark Roast*. Suhu awal biji kopi sebelum disangrai tercatat pada suhu ruang rata-rata 33,2°C.

Tahap *Light Roast* Pada tahap awal penyangraian, perubahan warna menjadi coklat muda (*Light Roast*) tercapai dalam waktu 5 menit. Pada titik ini, suhu biji kopi tercatat mencapai 87,65°C. Secara fisik, biji kopi mulai menguning kecokelatan yang menandakan terjadinya reaksi *Maillard* awal. Pada tahap ini, terjadi penyusutan massa sebesar 17 gram, sehingga massa akhir menjadi 483 gram. Penurunan massa ini dominan disebabkan oleh penguapan kadar air bebas dalam biji kopi.

Tahap *Medium Roast* Proses berlanjut ke tahap *Medium Roast* yang tercapai pada menit ke-15. Suhu biji kopi mengalami kenaikan signifikan hingga mencapai 124,34°C. Karakteristik fisik biji kopi berubah menjadi coklat yang lebih pekat dengan aroma yang mulai keluar namun belum terlalu kuat (keseimbangan antara keasaman/acidity dan tubuh/body). Pada level ini, terjadi penyusutan massa total sebesar 64 gram dari massa awal, menyisakan berat kopi sebanyak 436 gram. Penyusutan ini terjadi karena pelepasan air terikat dan pelepasan gas CO₂ hasil pirolisis.

Tahap *Dark Roast* Tahap akhir adalah *Dark Roast*, yang tercapai pada menit ke-20. Suhu biji kopi tercatat mencapai puncaknya pada 131,7°C. Secara visual, biji kopi berwarna coklat tua dan permukaan biji mulai berminyak (*oily*) akibat keluarnya minyak esensial kopi ke permukaan. Aroma dan rasa yang dihasilkan sangat kuat dengan karakter pahit (*bitter*) yang dominan. Pada tahap ini, penyusutan massa mencapai angka terbesar yaitu 87 gram, sehingga hasil akhir sangrai adalah 413 gram.



Gambar 5. Gambar hasil pembubukan biji kopi

Analisis Proses Pembubukan (*Grinding*) Pengujian mesin pembubuk menggunakan metode *Hammer Mill* dilakukan menggunakan biji kopi hasil sangrai level *Dark Roast*. Pengujian dilakukan dengan massa input biji kopi sangrai sebanyak 200 gram.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu menyelesaikan proses pembubukan dalam waktu 10 menit. Bubuk kopi yang dihasilkan memiliki tingkat kehalusan yang mampu lolos pada saringan *mesh* 80. Dari 200 gram massa awal, diperoleh massa akhir bubuk kopi sebanyak 189 gram. Hal ini menunjukkan adanya kehilangan massa (*loss*) sebesar 11 gram yang tertinggal di dalam ruang penggilingan atau menjadi debu halus, dengan efisiensi rendemen mesin sebesar 94,5%.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Kinerja Penyangraian (*Roasting*): Alat mampu mencapai tiga tingkatan sangrai dengan spesifikasi waktu dan suhu yang berbeda pada kapasitas 500 gram. *Light Roast*: Dicapai dalam waktu 5 menit pada suhu biji 87,65°C dengan penyusutan massa 17 gram. *Medium Roast*: Dicapai dalam waktu 15 menit pada suhu biji 124,34°C dengan penyusutan massa 64 gram. *Dark Roast*: Dicapai dalam waktu 20 menit pada suhu biji 131,7°C dengan penyusutan massa 87 gram. Kinerja Pembubukan (*Grinding*): Unit pembubuk dengan metode *Hammer Mill* mampu menggiling biji kopi sangrai (*dark roast*) hingga mencapai kehalusan setara *mesh* 80. Dari uji coba massa awal 200 gram, proses selesai dalam waktu 10 menit dengan hasil akhir 189 gram bubuk kopi, yang menunjukkan efisiensi mesin sebesar 94,5%.

4.2 Saran

- Sistem Kontrol Suhu: Disarankan untuk menambahkan sistem kontrol suhu otomatis (seperti *thermostat* digital atau PID) pada ruang penyangrai agar suhu dapat terjaga lebih stabil dan presisi tanpa perlu pengaturan manual gas yang intensif.
- Isolasi Panas: Perlu penambahan lapisan isolator (*glass wool* atau sejenisnya) pada dinding luar tabung penyangrai untuk mengurangi kehilangan panas ke lingkungan dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan bakar.
- Minimalkan *Loss* Pembubukan: Masih terdapat kehilangan massa sebesar 11 gram pada proses pembubukan. Disarankan untuk memperbaiki desain ruang giling dan corong keluar (*outlet*) agar tidak ada bubuk yang tertinggal atau beterbangan keluar (debu) untuk meningkatkan rendemen hingga mendekati 100%.
- Variasi Kecepatan Putar: Penelitian selanjutnya dapat menambahkan *Dimmer* atau *Inverter* untuk mengatur kecepatan putaran motor (RPM), sehingga pengguna dapat bereksperimen dengan kecepatan giling yang berbeda untuk mendapatkan variasi kehalusan bubuk kopi.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mita *et al.*, "Analisis nilai tambah pengolahan kopi," *Nama Jurnal*, 2017.
- [2] Irwan dan Panggabean, "Kendala proses penyangraian kopi tradisional," *Nama Jurnal*, 2024.
- [3] J. Beno *et al.*, "Rancang bangun alat penyangrai kopi untuk UMKM," *Nama Jurnal*, 2022.
- [4] Ii, "Analisis tingkat kematangan penyangraian dan kehalusan bubuk kopi," *Nama Jurnal/Penerbit*, 2020. (Catatan: Mohon cek kembali nama penulis "Ii", apakah mungkin maksudnya "Ali" atau "Li"?)
- [5] Arustiarso, "Rancang bangun mesin penyangrai kopi kapasitas 10 kg berbahan bakar arang kayu di Kabupaten Alor," *Prosiding/Jurnal*, 2015.
- [6] A. M. Siregar *et al.*, "Rancang bangun mesin penggiling kopi kapasitas 250 gram menggunakan motor bensin," *Nama Jurnal*, 2022.
- [7] Z. Liu, *Powder Technology and Hammer Mill Principles*. Penerbit/Kota: Nama Penerbit, 2017.
- [8] Hidayat *et al.*, "Efektivitas metode drum pada mesin penyangrai kopi," *Nama Jurnal*, 2020.
- [9] J. Pardosi *et al.*, "Peningkatan nilai ekonomi melalui pengolahan kopi mandiri," *Nama Jurnal*, 2022.
- [10] R. S. Khurmi and J. K. Gupta, *A Textbook of Machine Design*. New Delhi: Eurasia Publishing House, 2018.
- [11] S. J. Chapman, *Electric Machinery Fundamentals*, 5th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- [12] P. J. Fellows, *Food Processing Technology: Principles and Practice*, 4th ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2017.
- [13] W. L. McCabe, J. C. Smith, and P. Harriott, *Unit Operations of Chemical Engineering*, 7th ed. New York: McGraw-Hill, 2014.
- [14] R. L. Mott, *Machine Elements in Mechanical Design*, 6th ed. New Jersey: Pearson Education, 2018.
- [15] Sularso dan K. Suga, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, edisi ke-12. Jakarta: Pradnya Paramita, 2018.
- [16] J. E. Shigley, *Shigley's Mechanical Engineering Design*, 11th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- [17] M. F. Spotts, *Design of Machine Elements*, 8th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2019.
- [18] V. B. Bhandari, *Design of Machine Elements*, 4th ed. New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2017.
- [19] R. L. Norton, *Machine Design: An Integrated Approach*, 6th ed. New Jersey: Pearson, 2020.

