

NASKAH ORISINAL

Inovasi Pengembangan Alat *Roasting* Kopi Berbasis Mekanis Dan *Monitoring*

Rizky Chandra Ariesta* | Mohammad Nurul Misbah | Naila Maharani Vianahar | Ahmat Safa'at | Achmad Zubaydi | Windha Umi Alifia | Adi Novitarini Putri | Dony Setyawan | Septia Hardy Sujiatanti | Teguh Putranto | Kevinaura Rachman Daudy

Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Korespondensi

*Rizky Chandra Ariesta, Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Alamat e-mail: chandra@its.ac.id

Alamat

Laboratorium Struktur Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.

Abstrak

Sektor kopi nasional, meskipun berposisi sebagai produsen global, masih menghadapi tantangan substansial pada level Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), terutama terkait konsistensi mutu dan nilai tambah produk. Di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, kendala utama yang teridentifikasi adalah praktik *roasting* yang masih tradisional dan tidak terstandar, mengakibatkan fluktuasi kualitas dan kesulitan menembus pasar premium. Selain itu, akses terhadap alat *roasting* modern berbiaya tinggi menjadi hambatan finansial yang signifikan bagi pelaku UMKM skala kecil. Kegiatan pengabdian masyarakat ini merespons kebutuhan tersebut melalui intervensi komprehensif: pengembangan alat *roasting* kopi inovasi berbasis monitor mekanis sederhana dan pelaksanaan program edukasi terstruktur. Alat inovasi dirancang dengan konsep *compact integrated layout*, menampilkan efisiensi ruang optimal, serta menggunakan *borosilicate glass* sebagai *roasting chamber* untuk transparansi visual dan monitor proses yang stabil. Selain pendampingan alat, *workshop* teori dan praktik diselenggarakan untuk meningkatkan pemahaman peserta mengenai parameter *roasting* (suhu, waktu, *crack*). Luaran yang diharapkan memicu kemandirian produksi melalui pemanfaatan teknologi tepat guna yang terjangkau.

Kata Kunci:

Efisiensi Ruang, Monitor proses, *Roasting* kopi, Teknologi tepat guna, UMKM.

1 | PENDAHULUAN

1.1 | Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas unggulan Indonesia yang memiliki peran strategis dalam sektor pertanian maupun perekonomian nasional. Indonesia menempati posisi sebagai salah satu produsen kopi terbesar di dunia, dengan kontribusi signifikan terhadap pasar ekspor maupun konsumsi domestik, terutama untuk varietas Arabika dan Robusta^[1]. Namun, kualitas dan konsistensi cita rasa kopi Indonesia masih menjadi tantangan yang perlu diatasi, terutama pada level petani dan pelaku Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah (UMKM), yang sebagian besar masih mengandalkan metode tradisional dalam proses pengolahan pascapanen^[2]. Faktor penentu kualitas kopi tidak hanya bergantung pada budidaya dan penanganan pascapanen awal, melainkan juga pada tahap *roasting* sebagai proses kritis yang menentukan profil rasa, aroma, serta nilai jual produk akhir^[3].

Di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, yang dikenal sebagai salah satu sentra kopi potensial di Jawa Timur, sebagian besar petani dan pelaku UMKM masih menghadapi keterbatasan dalam penguasaan teknik *roasting* yang terstandar. Praktik *roasting* umumnya dilakukan secara tradisional, tanpa panduan parameter yang jelas seperti suhu, waktu, dan identifikasi tahap *crack*. Akibatnya, kualitas produk yang dihasilkan sering tidak konsisten, sulit bersaing dengan standar industri, dan kurang mampu menembus pasar premium. Kondisi ini berdampak pada rendahnya nilai tambah produk kopi, sehingga posisi tawar petani dan UMKM tetap lemah dalam rantai pasok.

Selain keterbatasan pada aspek keterampilan, ketersediaan alat *roasting* modern dengan monitor mekanis dan sistem *monitoring* yang terjangkau juga masih minim. Peralatan *roasting* komersial umumnya berharga mahal, sehingga tidak sesuai dengan kapasitas finansial UMKM skala kecil. Oleh karena itu, diperlukan intervensi teknologi yang aplikatif, mudah digunakan, serta didukung oleh modul panduan praktis yang dapat membantu petani dan UMKM meningkatkan pemahaman serta konsistensi dalam proses *roasting*. Upaya ini menjadi langkah strategis untuk memperkuat daya saing kopi lokal sekaligus mendorong kemandirian ekonomi masyarakat.

1.2 | Solusi Permasalahan atau Strategi Kegiatan

Permasalahan utama mitra di Kecamatan Singosari adalah keterbatasan penguasaan teknik *roasting* yang terstandar serta terbatasnya akses terhadap alat yang sesuai dengan kapasitas UMKM. Proses *roasting* yang masih dilakukan secara tradisional menyebabkan suhu, waktu, aliran udara, dan tingkat kematangan biji sulit dikendalikan secara konsisten. Sebagai solusi, kegiatan pengabdian diarahkan pada pengembangan dan penerapan alat *roasting* berbasis *fluidized bed* atau *hot-air* dengan sistem *monitoring* sederhana, disertai transfer pengetahuan dan pelatihan operasional kepada mitra.

Peta jalan kegiatan terdiri atas lima tahap, yaitu identifikasi kebutuhan, perancangan alat, pengujian fungsi, transfer teknologi, serta evaluasi dan pendampingan. Identifikasi dilakukan melalui observasi dan diskusi dengan mitra untuk mengetahui metode *roasting*, kapasitas produksi, kendala operasional, serta kebutuhan pengguna. Hasil identifikasi digunakan sebagai dasar penentuan dimensi, kapasitas, keamanan, konsumsi energi, kemudahan pengoperasian, dan perawatan alat.

Tahap berikutnya mencakup perancangan dan pengujian alat. Sistem bekerja dengan mengalirkan udara panas dari *blower* menuju *roasting chamber*, sehingga biji bergerak dan menerima panas secara lebih merata. Alat dilengkapi pemanas, saluran udara, pemisah kulit ari, ruang *roasting* transparan, dan sistem *monitoring* suhu serta waktu. Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh komponen berfungsi, mengetahui kestabilan suhu, pergerakan biji, durasi *roasting*, serta perubahan warna dan aroma sebelum alat diterapkan kepada mitra.

Transfer teknologi dilakukan secara partisipatif melalui penyampaian materi, demonstrasi, praktik langsung, dan pendampingan. Peserta diperkenalkan pada prinsip kerja alat, fungsi komponen, parameter suhu dan waktu, aliran udara, perubahan warna dan aroma, serta tahapan *first crack* dan *second crack*. Pelatihan operasional mencakup pemeriksaan awal alat, persiapan biji, pengaktifan *blower* dan pemanas, pengamatan proses, pencatatan parameter, penghentian pemanasan, pendinginan biji, serta pembersihan dan perawatan alat.

Evaluasi dilakukan melalui observasi kemampuan peserta dalam mengoperasikan alat, mengenali parameter *roasting*, menerapkan prosedur keselamatan, dan menghasilkan tingkat *roasting* yang relatif seragam. Masukan mitra dikumpulkan melalui diskusi dan kuesioner untuk menilai kemudahan penggunaan dan kesesuaian teknologi dengan kebutuhan usaha. Selanjutnya,

pendampingan dilakukan agar mitra mampu menggunakan, merawat, dan mencatat hasil setiap *batch* secara mandiri sehingga teknologi dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan untuk meningkatkan konsistensi mutu dan nilai tambah kopi Singosari.

1.3 | Target Luaran

Kegiatan pengabdian masyarakat ini ditujukan untuk meningkatkan kapasitas petani dan pelaku UMKM kopi di Kecamatan Singosari melalui luaran sebagai berikut:

1. Minimal 80% peserta mampu memahami parameter dasar *roasting*, meliputi suhu, waktu, tahapan *crack*, serta perbedaan tingkat *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*, berdasarkan hasil evaluasi setelah kegiatan.
2. Tersedianya satu unit alat *roasting* kopi berbasis *fluidized bed* yang telah diuji fungsi dan dapat dioperasikan sesuai prosedur oleh minimal 80% peserta.
3. Tersusunnya dokumen pendukung berupa SOP pengoperasian, panduan perawatan, dan lembar pencatatan proses *roasting* untuk mendukung penggunaan alat secara berkelanjutan.
4. Terlaksananya penyerahan alat kepada mitra yang dibuktikan melalui dokumentasi kegiatan, berita acara serah terima, dan penetapan operator dari pihak mitra.

2 | TANTANGAN DAN PELUANG PENGEMBANGAN

Proses *roasting* merupakan tahap penting dalam pengolahan pascapanen kopi karena menentukan aroma, rasa, warna, tingkat keasaman, dan *body* melalui reaksi Maillard, karamelisasi, pelepasan karbon dioksida, serta pembentukan senyawa volatil. Keberhasilan proses ini dipengaruhi oleh suhu, waktu, distribusi panas, dan aliran udara, sedangkan *first crack* dan *second crack* menjadi indikator perubahan struktur biji dan tingkat kematangan sangrai^[4].

Pada tingkat UMKM dan kelompok tani, *roasting* masih banyak dilakukan menggunakan wajan terbuka yang tidak mampu mengendalikan suhu dan perpindahan panas secara konsisten. Kondisi tersebut menyebabkan mutu antarbatch berfluktuasi dan menyulitkan produk memenuhi standar pasar kopi premium^[5]. Untuk mengatasi kendala tersebut, teknologi *roasting* mekanis dikembangkan agar distribusi panas lebih merata, parameter proses lebih terkendali, dan hasil *roasting* dapat direplikasi dengan lebih konsisten^[6].

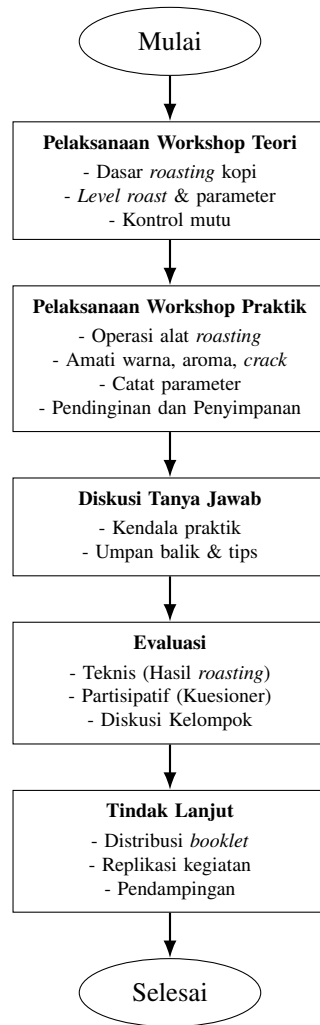
Pengembangan teknologi selanjutnya mencakup penggunaan sensor suhu, sistem pemantauan digital, dan konektivitas *IoT* untuk merekam kurva pemanasan, durasi proses, *rate of rise*, serta titik *crack*. Namun, biaya perangkat dan keterbatasan pengetahuan teknis masih menjadi hambatan bagi UMKM. Oleh karena itu, diperlukan teknologi tepat guna yang sederhana, terjangkau, dan mudah dioperasikan, tetapi tetap mampu membantu pengendalian suhu, waktu, dan distribusi panas. Melalui sistem *monitoring* sederhana, alat *roasting* diharapkan mendukung peningkatan keterampilan operator serta konsistensi mutu kopi pada skala UMKM dan kelompok tani^[4-7].

3 | METODE KEGIATAN

4 | HASIL DAN DISKUSI

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, dengan melibatkan petani dan pelaku UMKM kopi sebagai mitra. Pelaksanaan kegiatan terdiri atas tahap persiapan, *workshop*, evaluasi, dan tindak lanjut. Pada tahap persiapan, tim melakukan survei kebutuhan mitra, menyusun *booklet* panduan, menyiapkan lembar pencatatan, serta menyiapkan alat *roasting* berbasis mekanis dengan sistem *monitoring* sederhana.

Workshop dilaksanakan melalui sesi teori, demonstrasi, dan praktik langsung. Materi mencakup prinsip dasar *roasting*, pengaruh suhu dan waktu, perbedaan *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*, pengenalan tahap *crack*, prosedur keselamatan, serta pengoperasian alat. Pada sesi praktik, peserta secara bergantian mengoperasikan alat, memantau suhu dan waktu, mengamati perubahan warna dan aroma, serta mencatat hasil *roasting* pada lembar *monitoring*.



Gambar 1 Diagram Alir Pengabdian Masyarakat.

Pada akhir *workshop* dilakukan evaluasi untuk mengukur pemahaman dan keterampilan peserta. Evaluasi pengetahuan dilakukan melalui tes singkat dengan batas ketuntasan nilai 75, sedangkan keterampilan dinilai melalui observasi tahapan pengoperasian alat. Kegiatan dinyatakan berhasil apabila minimal 80% peserta mencapai nilai ketuntasan dan mampu melaksanakan minimal 80% tahapan operasional secara benar. Penilaian hasil *roasting* juga dilakukan berdasarkan keseragaman warna, aroma, dan tingkat kematangan biji.

4.1 | Rencana Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian masyarakat telah dilaksanakan di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, dengan melibatkan petani dan pelaku UMKM kopi sebagai mitra. Kegiatan dilakukan melalui *workshop* yang terdiri atas penyampaian materi mengenai parameter *roasting*, demonstrasi penggunaan alat, dan praktik langsung pengoperasian mesin *roasting* berbasis *fluidized bed*. Peserta juga memperoleh penjelasan mengenai pengaturan suhu dan waktu, tingkat *roasting*, prosedur keselamatan, serta pencatatan hasil proses untuk menjaga konsistensi mutu kopi.

4.2 | Inovasi Alat *Roasting* Kopi

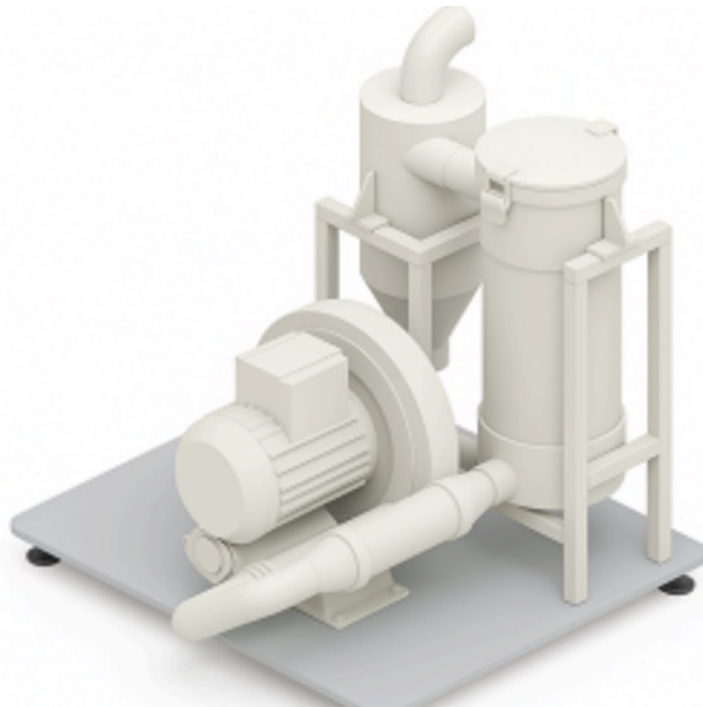
Pemahaman mengenai parameter dasar *roasting* kopi menjadi fondasi penting dalam kegiatan pengabdian ini. Proses *roasting* merupakan transformasi fisika-kimia pada biji kopi hijau (*green beans*) yang sangat dipengaruhi oleh pengaturan suhu, waktu,

serta tahapan yang ditandai dengan fenomena *crack*. Secara umum, parameter tersebut berperan dalam menentukan karakter sensoris kopi, baik dari segi warna, aroma, maupun cita rasa.



Gambar 2 Tim pengabdian bersama mitra pada kegiatan *workshop* alat *roasting* kopi di Kecamatan Singosari.

Terdapat tiga tingkatan utama dalam proses *roasting*, yaitu *light roast*, *medium roast*, dan *dark roast*. *Light roast* umumnya berhenti setelah *first crack* dan menghasilkan cita rasa lebih asam dengan aroma *floral*. *Medium roast* dicapai dengan memperpanjang durasi setelah *first crack* dan sebelum *second crack*, yang menghasilkan keseimbangan rasa asam, manis, dan pahit. Sementara itu, *dark roast* dicapai dengan melampaui *second crack*, yang memberikan rasa lebih pahit, *body* lebih tebal, namun kehilangan sebagian kompleksitas aroma. Alat *roasting* kopi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Alat *Roasting* Kopi.

Selain *level roast*, monitor mutu juga menjadi aspek penting. Faktor teknis seperti kestabilan suhu, durasi pemanasan, serta kemampuan mendeteksi *first crack* dan *second crack* menentukan konsistensi hasil. Oleh karena itu, setiap *batch roasting* perlu didokumentasikan melalui pencatatan suhu, waktu, serta karakteristik sensoris pada *form* evaluasi sederhana. Ringkasan parameter dasar *roasting* kopi ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Ringkasan Parameter Dasar *Roasting* Kopi

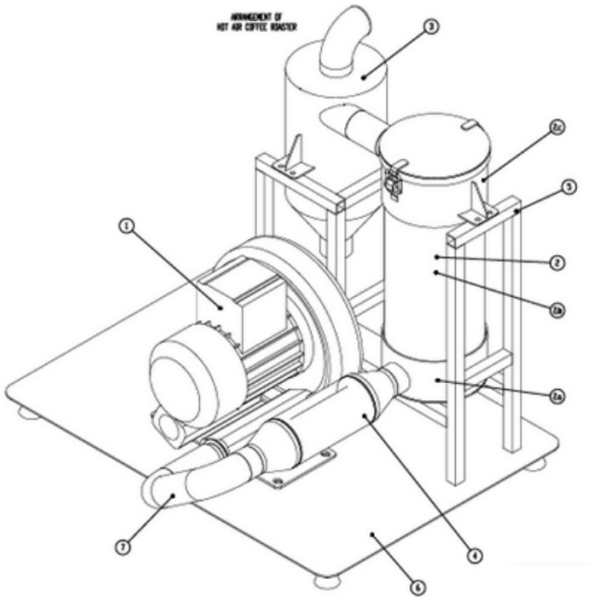
No.	Level Roast	Suhu Kisaran Roast (°C)	Indikator Utama	Karakter Rasa/Aroma
1.	Light Roast	180–200	First crack mulai terdengar	Asam, floral, ringan
2.	Medium Roast	200–220	Setelah first crack, sebelum second crack	Seimbang, manis, body sedang
3.	Dark Roast	220–240	Second crack terdengar	Pahit, body tebal, aroma kuat

Dengan pemahaman ini, peserta nantinya diharapkan mampu mengaitkan fenomena visual, aroma, dan suara *crack* dengan karakter mutu kopi. Subbab ini sekaligus menjadi landasan bagi pemanfaatan alat *roasting* inovasi, yang dirancang untuk membantu petani dan UMKM mengendalikan parameter *roasting* secara lebih konsisten.

4.3 | Spesifikasi Alat *Roasting* Inovasi

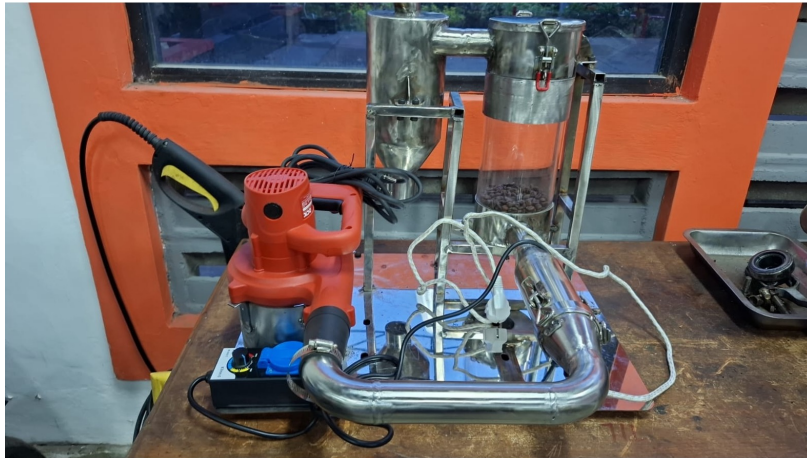
Sebagai tindak lanjut atas permasalahan yang dihadapi mitra, tim pengabdian mengembangkan alat *roasting* kopi berbasis *fluidized bed* atau sistem udara panas. Alat ini dirancang sebagai teknologi tepat guna yang dapat digunakan oleh petani dan pelaku UMKM kopi dengan mempertimbangkan aspek kemudahan pengoperasian, ukuran yang ringkas, kemudahan perawatan, serta kesesuaiannya untuk produksi skala kecil. Selain digunakan dalam proses *roasting*, alat tersebut dimanfaatkan sebagai media praktik dalam kegiatan transfer teknologi kepada mitra.

Tahap pengembangan diawali dengan penyusunan rancangan tiga dimensi yang memuat tata letak dan hubungan antarbagian alat. Rancangan tersebut digunakan sebagai acuan dalam proses fabrikasi, penempatan komponen, serta pemeriksaan kesesuaian dimensi sebelum alat dirakit. Komponen utama yang ditampilkan dalam rancangan meliputi *blower*, pemanas, jaringan pipa udara, ruang *roasting*, pemisah kulit ari, rangka penyangga, dan *base plate*.



Gambar 4 Spesifikasi Alat *Roasting* Inovasi.

Berdasarkan rancangan tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 4, tim pengabdian melakukan proses fabrikasi, perakitan, dan integrasi komponen hingga menghasilkan satu unit prototipe alat *roasting* kopi. Hasil realisasi alat ditampilkan pada Gambar 5. Spesifikasi prototipe telah mengikuti rancangan awal, terutama pada penempatan *blower*, saluran udara panas, *roasting chamber* transparan, pemisah kulit ari, dan rangka penyangga. Beberapa penyesuaian teknis dilakukan selama proses fabrikasi, terutama pada sambungan pipa, kedudukan komponen, dan penataan kabel, untuk meningkatkan kestabilan, keamanan, serta kemudahan pengoperasian alat.



Gambar 5 Prototipe alat *roasting* kopi berbasis *fluidized bed* yang digunakan dalam kegiatan pengabdian masyarakat.

Prinsip kerja alat memanfaatkan aliran udara panas yang dihasilkan melalui kombinasi *blower* dan pemanas listrik. Udara dari *blower* dialirkan melewati elemen pemanas, kemudian diteruskan melalui jaringan pipa menuju bagian bawah *roasting chamber*. Aliran udara panas tersebut menyebabkan biji kopi bergerak dan menerima panas secara relatif merata selama proses *roasting*. Berdasarkan mekanisme tersebut, alat ini secara teknis lebih tepat dikategorikan sebagai *fluidized bed roaster* atau *hot-air roaster*, bukan *drum roaster*, karena pergerakan biji tidak dihasilkan oleh putaran drum, melainkan oleh dorongan aliran udara panas.

Roasting chamber menggunakan kaca borosilikat transparan dengan ketebalan 5 mm dan tinggi 200 mm. Material transparan dipilih agar operator dapat mengamati pergerakan biji, perubahan warna, pelepasan kulit ari, dan perkembangan tingkat kematangan selama proses berlangsung. Komponen penutup, rangka, saluran, serta pemisah kulit ari menggunakan material SUS 304 yang memiliki ketahanan terhadap panas dan relatif mudah dibersihkan.

Sistem pengaliran udara menggunakan *blower* berdaya 180 W dengan kapasitas aliran $26 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan tekanan maksimum 9 kPa, sedangkan sumber panas menggunakan pemanas keramik berdaya 500 W. Seluruh komponen dipasang pada *base plate* berukuran $400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$ sehingga membentuk konfigurasi yang terintegrasi dan tidak membutuhkan area kerja yang luas. Desain tersebut memudahkan proses pemindahan, pemeriksaan komponen, pengoperasian, dan perawatan alat oleh mitra. Rincian setiap komponen dan spesifikasi teknis alat disajikan pada Tabel 2.

Kelebihan alat ini terletak pada kesederhanaan konstruksi, biaya produksi yang lebih rendah dibanding mesin komersial, serta kemudahan perawatan. Dari perspektif *engineering*, integrasi drum berputar dengan monitor suhu analog memberikan kemampuan reproduksi parameter *roasting* (suhu, waktu, dan tahap *crack*) secara lebih stabil dibandingkan metode tradisional menggunakan wajan terbuka. Dengan demikian, inovasi ini dapat diposisikan sebagai teknologi tepat guna yang relevan untuk UMKM dan kelompok tani, sekaligus mendukung proses edukasi yang berorientasi pada peningkatan kualitas produk.

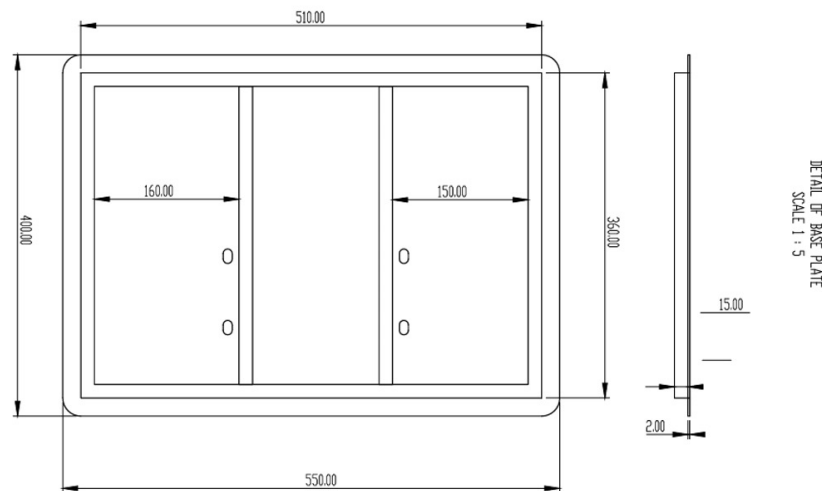
4.4 | Efisiensi Ruang Dan Optimalisasi Desain Mesin *Roasting* Kopi

Mesin *roasting* kopi ini dikembangkan sebagai teknologi tepat guna dengan menekankan efisiensi ruang, integrasi komponen, dan kemudahan pengoperasian. Seluruh komponen mekanik dan elektrikall ditempatkan dalam satu konfigurasi terpadu pada *base plate* berukuran $400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$. Konsep *compact integrated layout* tersebut memungkinkan alat ditempatkan pada

Tabel 2 Spesifikasi Teknis Alat *Roasting* Kopi Inovasi

Item No.	Nama Item	Deskripsi	Jumlah
1.	<i>Air Blower</i>	Sunsun PG 180, 180 W, 26 CMH, 9 KPA	1
2.	<i>Roasting Chamber Assy.</i>	-	1
2a.	<i>Lower Cap</i>	SUS 304 Plate, T = 2 mm	1
2b.	<i>Main Chamber</i>	Borosilicate Glass t = 5 mm, H = 200 mm	1
2c.	<i>Upper Cap</i>	SUS 304 Plate, T = 2 mm	1
2d.	<i>Filling Cap</i>	SUS 304, T = 2 mm, C/W <i>Toggle Clamp</i>	1
3.	<i>Debris Separator</i>	- SUS 304 Plate, T = 2 mm - 1.5" Pipe, SUS 304, T = 1 mm - 1.5", Elbow, SUS 304, T = 1 mm (1 Pcs)	1
4.	<i>Heater</i>	- Ceramic Heater 500 W - 2.5" Pipe, SUS 304, T = 1 mm - Conc. Reducer 1.5" × 2.5", T = 1 mm, SUS 304 (2 Pcs)	1
5.	<i>Support</i>	Rec. Hollow Pipe 15 mm × 15 mm, T = 1.5 mm	1
6.	<i>Base Plate</i>	- Rec. Hollow Pipe 15 mm × 15 mm, T = 1.5 mm - SUS 304 Plate, T = 2 mm, 400 mm × 600 mm - Rubber Pad (6 Pcs)	1
7.	<i>Pipeline</i>	- 1.5" Pipe, SUS 304, T = 1 mm - 1.5" Elbow, SUS 304, T = 1 mm (2 Pcs)	1

area produksi yang terbatas, seperti meja kerja UMKM atau ruang produksi rumah tangga, tanpa memerlukan unit pendukung yang terpisah. Penempatan *blower*, pemanas, jaringan pipa, *roasting chamber*, dan pemisah kulit ari dalam satu sistem juga memudahkan proses pemindahan, pemeriksaan, serta perawatan alat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.

**Gambar 6** Detail Alas Alat *Roasting* Kopi.

Dari aspek teknis, alat bekerja menggunakan mekanisme *fluidized bed* dengan mengalirkan udara panas dari *blower* melalui elemen pemanas menuju bagian bawah *roasting chamber*. Aliran udara tersebut membantu menggerakkan biji kopi sekaligus mendistribusikan panas selama proses *roasting*. Ruang *roasting* menggunakan kaca borosilikat dengan ketebalan 5 mm dan

tinggi 200 mm, sehingga perubahan warna, pergerakan biji, pelepasan kulit ari, dan perkembangan tingkat kematangan dapat diamati secara langsung. Komponen penunjang seperti *lower cap*, *upper cap*, *debris separator*, dan rangka menggunakan material SUS 304 yang tahan panas serta mudah dibersihkan.

Berdasarkan hasil pengoperasian, alat mampu mencapai suhu maksimum 200 °C. Suhu tersebut memungkinkan proses pemanasan berlangsung secara lebih terkendali dibandingkan metode tradisional menggunakan wajan terbuka. Sistem pengaliran udara menggunakan *blower* berdaya 180 W, sedangkan sumber panas menggunakan pemanas keramik berdaya 500 W, sehingga total daya terpasang alat sebesar 680 W. Apabila seluruh komponen bekerja secara penuh selama satu jam, konsumsi energi maksimum alat diperkirakan sebesar 0,68 kWh. Namun, kebutuhan energi aktual setiap *batch* bergantung pada lama pemanasan dan durasi *roasting* yang diterapkan.

Dari sisi produksi, penggunaan *roasting chamber* transparan memudahkan operator memantau perubahan warna dan kondisi biji tanpa menghentikan proses. Aliran udara panas juga membantu mengurangi pemanasan yang terkonsentrasi pada satu bagian, sehingga proses *roasting* dapat berlangsung lebih seragam. Dengan demikian, efisiensi alat tidak hanya ditunjukkan oleh kebutuhan ruang yang relatif kecil, tetapi juga melalui pengendalian suhu hingga 200 °C, penggunaan daya yang terukur, kemudahan pemantauan, serta integrasi seluruh komponen dalam satu unit.

Namun, kapasitas produksi per *batch*, waktu *roasting*, dan persentase penyusutan berat belum boleh dicantumkan sebelum ada data pengujian. *Reviewer* dapat mempertanyakan angka tersebut apabila tidak disertai catatan uji. Minimal lakukan satu pengujian dengan mencatat berat awal, berat akhir, dan waktu *roasting* agar efisiensi produksi dapat dijelaskan lebih kuat.

4.5 | Tantangan Dan Peluang Pengembangan

Penerapan alat *roasting* pada UMKM kopi di Kecamatan Singosari masih menghadapi beberapa tantangan, terutama variasi mutu bahan baku, perbedaan kadar air biji, keterampilan operator dalam mengatur suhu dan waktu, serta keterbatasan kapasitas alat. Konsistensi hasil *roasting* juga memerlukan pencatatan profil setiap *batch*, kalibrasi komponen, dan pemeliharaan *blower* maupun pemanas secara berkala. Selain itu, ketergantungan terhadap energi listrik dan belum seragamnya standar mutu kopi lokal dapat memengaruhi keberlanjutan penggunaan alat pada skala produksi.

Di sisi lain, alat *roasting* berbasis *fluidized bed* membuka peluang hilirisasi kopi lokal menjadi produk bernilai tambah, terutama kopi *specialty* dengan profil *roasting* yang lebih terkontrol dan dapat diulang. Pengembangan selanjutnya dapat diarahkan pada peningkatan kapasitas, penambahan sensor suhu digital, penyimpanan data *roasting*, serta penyusunan standar operasional berdasarkan karakter biji kopi Singosari. Dukungan kemitraan antara perguruan tinggi, kelompok tani, UMKM, dan pelaku pemasaran juga diperlukan untuk memperkuat pengemasan, identitas merek, serta akses pasar produk kopi lokal.

5 | KESIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, telah menghasilkan satu unit prototipe alat *roasting* kopi berbasis *fluidized bed* sebagai teknologi tepat guna bagi petani dan pelaku UMKM kopi. Alat dirancang dengan konfigurasi terintegrasi pada *base plate* berukuran 400 mm × 600 mm, menggunakan *blower* berdaya 180 W dan pemanas keramik 500 W, dengan total daya terpasang sebesar 680 W. Berdasarkan hasil pengoperasian, alat mampu mencapai suhu hingga 200 °C dan memungkinkan perubahan warna, pergerakan biji, serta tingkat kematangan kopi diamati secara langsung melalui *roasting chamber* berbahan kaca borosilikat. Alat tersebut telah digunakan dalam kegiatan *workshop* sebagai sarana demonstrasi dan praktik operasional bagi mitra.

Transfer teknologi dilaksanakan melalui penyampaian materi, demonstrasi alat, praktik *roasting*, diskusi, dan evaluasi pemahaman peserta. Kegiatan juga menghasilkan media edukasi berupa *booklet* panduan, prosedur pengoperasian, dan lembar pencatatan proses *roasting* yang diserahkan kepada mitra untuk mendukung penggunaan alat secara berkelanjutan. Dengan demikian, kegiatan tidak hanya menghasilkan prototipe alat, tetapi juga memberikan pengetahuan dan keterampilan dasar kepada mitra dalam mengendalikan suhu, waktu, dan tingkat *roasting* secara lebih terukur dibandingkan metode tradisional.

Pengembangan selanjutnya perlu diarahkan pada pengujian kapasitas produksi per *batch*, kestabilan suhu selama proses *roasting*, konsumsi energi aktual, persentase penyusutan berat biji, serta keseragaman hasil *roasting*. Penambahan sensor suhu digital dan sistem pencatatan data juga diperlukan untuk meningkatkan ketepatan pemantauan dan memudahkan replikasi profil *roasting*.

Pendampingan berkala kepada mitra tetap diperlukan agar pengoperasian dan pemeliharaan alat dapat dilakukan secara mandiri dan konsisten.

6 | UCAPAN TERIMA KASIH

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Konstruksi dan Kekuatan Kapal, Departemen Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, atas dukungan fasilitas dan teknis dalam pengembangan alat *roasting* kopi. Apresiasi juga disampaikan kepada mitra petani dan pelaku UMKM kopi di Kecamatan Singosari, Kabupaten Malang, atas partisipasi aktif selama pelaksanaan kegiatan. Kegiatan ini didanai melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat ITS berdasarkan Surat Keputusan Nomor 808/IT2.IX.4.1.1/B/TU.00.09/VI/2025.

Referensi

1. International Coffee Organization. Coffee Market Report: Global Supply Chain and Production Ranking. ICO Publications; 2022.
2. World Coffee Research. Indonesia Coffee Sector Report. World Coffee Research Institute; 2023.
3. Clarke RJ, Macrae R. Coffee: Chemistry, Quality and Processing. Springer Publishing; 2018.
4. Hakim AA, Indrawan W, Nurdiansyah R. Pengembangan Heat Pump Dryer dengan Sistem Swirling Fluidized Bed untuk Pengeringan Cascara Kopi. Jurnal Teknologi Pangan Terapan 2021;5(2):45–54.
5. Negara B, Syahputra M, Ramdani F. Rancang Bangun Mesin Sortasi Biji Kopi Menggunakan Energi Surya untuk UMKM. Jurnal Rekayasa Teknologi Industri 2022;4(1):67–74.
6. Bustomi F, Winarno A, Suryanto D. Desain Mesin Roasting Kopi Berbasis Monitor Suhu Analog untuk Skala Produksi UMKM. Jurnal Inovasi Mekanika dan Sistem Termal 2023;7(3):89–97.
7. Adziiimaa MR, Rachmadiani S. Portable IoT-Based Coffee Roaster for Temperature Monitoring and Profile Replication. Jurnal Teknologi dan Otomasi Cerdas 2024;6(1):12–21.

Cara mengutip artikel ini: Ariesta, R. C., Misbah, M. N., Vianahar, N. M., Safa'at, A., Zubaydi, A., Alifia, W. U., Putri, A. N., Setyawan, D., Sujiatanti, S. H., Putranto, T., Daudy, K. R., (2026), Inovasi Pengembangan Alat *Roasting* Kopi Berbasis Mekanis Dan *Monitoring*, *Sewagati*, 10(4):913–922, <https://doi.org/10.12962/j26139960.v10i4.9535>.