

Penerapan Teknologi *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* Pada UMKM Kopi Muria Sebagai Upaya Akselerasi Produksi Kopi

Hermawan Dwi Ariyanto ¹, Siswo Sumardiono ², Ireng Sigit Atmanto ³, Elsan Febiyanti ⁴, Rega Ardiansyah ⁵

Kata Kunci:

Kopi;
roasting;
kualitas;
produktivitas.

Keywords:

coffee;
roasting;
quality;
productivity.

Correspondensi Author

Jurusan Teknologi Industri,
Sekolah Vokasi Universitas
Diponegoro, Semarang, Indonesia.
Email: hd.ariyanto@live.undip.ac.id

History Artikel

Received: 20-10-2022;
Reviewed: 14-12-2022;
Revised: 10-02-2023
Accepted: 24-04-2023
Published: 27-04-2023

Abstrak. Tujuan utama dari kegiatan ini adalah meningkatkan produktivitas UMKM mitra melalui akselerasi produksi kopi menggunakan mesin *roasting* dengan teknologi *re-circulating fluidized bed* dan sistem pemasaran berbasis *e-commerce*. Target yang ingin dicapai melalui penerapan mesin sangrai (*roaster*) yang dilengkapi dengan *re-circulating fluidized bed* di UMKM mitra adalah peningkatan produktivitas dan efisiensi produksi. Teknologi mesin *roasting* yang akan diterapkan ini dilengkapi dengan pengaturan suhu, laju alir udara pemanas dan proses pendinginan secara simultan, sehingga dapat menghemat energi yang dibutuhkan hingga lebih dari 30% dan menghasilkan produk dengan kualitas unggul. Selain itu, pengembangan jaringan pemasaran berbasis *e-commerce* diharapkan dapat mendongkrak penjualan di tengah keterbatasan saat *new normal*. Marketing plan yang akan dijalankan adalah dengan menggunakan *e-commerce*.

Abstract. The main objective of this activity is to increase the productivity of MSME partners through accelerating coffee production using roasting machines with re-circulating fluidized bed technology and an e-commerce based marketing system. The target to be achieved through the implementation of a roaster equipped with a re-circulating fluidized bed in partner SMEs is to increase productivity and production efficiency. The roasting machine technology that will be applied is equipped with temperature regulation, heating air flow rate and simultaneous cooling process, so that it can save the required energy by more than 30% and produce superior quality products. In addition, the development of an e-commerce-based marketing network is expected to boost sales amid the limitations of the new normal. The marketing plan that will be implemented is to use e-commerce.



PENDAHULUAN

Dataran tinggi Muria khususnya di Kabupaten Kudus memiliki potensi yang bagus akan hasil alam, salah satunya adalah kopi. Dengan demografi yang sangat mendukung serta luas lahan mencapai 452 ha, kawasan ini dapat memproduksi biji kopi dengan kualitas tinggi sekitar 1,5-2 ton per tahunnya. Jenis kopi yang dihasilkan adalah robusta dan arabika. Ketinggian dari Gunung Muria sendiri adalah setinggi 1625 mdpl yang mana sebenarnya mampu dan cocok ditanami oleh jenis kopi arabika dan robusta, namun dewasa ini masyarakat hanya menanam dan berkebun jenis robusta saja (Astjario & Kusnida, 2016). Kopi arabika adalah jenis kopi terbaik yang hanya mampu tumbuh dan berbuah pada ketinggian sekitar 1000-meter hingga 1500-meter diatas permukaan laut dengan kondisi curah hujan sekitar 1000-1500 mm/tahunnya. Suhu lingkungan yang cocok untuk tumbuhnya kopi arabika ini adalah berkisar 16-21 °C. Kopi ini memiliki kandungan kafein sekitar 0,8-1,4%. Saat ini kopi arabika telah menguasai sebagian besar pasar kopi dunia oleh karena itu harga kopi arabika jauh lebih tinggi dibanding jenis kopi lainnya (Hayati *et al.*, 2012). Sedangkan, kopi robusta merupakan jenis kopi yang mampu tumbuh di ketinggian dibawah 1000 m dengan curah hujan maksimal sebesar 2000 mm/tahun. Suhu lingkungan yang baik untuk tumbuhnya kopi robusta ini berkisar pada suhu 22-28 °C (Nurdiansyah *et al.*, 2017). Menurut Edvan *et al.* (2016), kopi robusta memiliki sifat diantaranya: (a) memiliki potensi sebagai obat penyakit (HIV); (b) Bisa ditanam pada daerah yang mempunyai bulan kering 3-4 bulan secara berturut-turut dengan 3-4 kali hujan kiriman; (c) Hasil produksinya lebih tinggi daripada kopi arabika dan kopi liberika dengan rata-rata \pm 9-13 ku/ha/th. Apabila dikelola dengan sungguh-sungguh dapat berproduksi 20 ku/ha/th; (d) Kualitas buah yang dihasilkan lebih tinggi dari kopi liberika namun lebih rendah daripada kopi arabika; (e) Rendemen yang dihasilkan biji kopi robusta yaitu sekitar \pm 22% (perbandingan antara berat biji kopi dengan biji kopi yang telah menjadi bubuk).

Secara lokasi daerah Muria ini terletak 18 km sebelah utara dari pusat kota

Kudus. Selain budidaya kopi, di Lereng Gunung Muria juga terdapat Makam Sunan Muria sebagai kawasan religi yang menjadi daya tarik bagi para peziarah maupun wisatawan untuk datang dan berkunjung ke daerah Muria (Rizqi, 2020). Hal ini menjadi peluang dan menambah potensi pengembangan Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) kopi di daerah tersebut menjadi terbuka lebar untuk lebih dikenal dan menambah penghasilan warga sekitar selaku pelaku UMKM. Namun sejak memasuki masa pandemi COVID-19 yang mewabah di Indonesia tahun 2020, kegiatan perekonomian menurun drastis karena wisata yang ada di daerah Muria ini ditutup dan tidak ada pengunjung yang berwisata ke daerah tersebut selama kurang lebih 2 tahun lamanya sehingga berdampak pada penurunan angka penjualan produk UMKM kopi di Kawasan Colo.

Menurut Nazarudin (2020), dua diantara UMKM Kopi yang terdampak pandemi COVID-19 adalah Kopi Itheng Agro Mulyo dan Kopi Tastyco yang berada di lereng Gunung Muria. Saat ini kedua UMKM tersebut mengalami berbagai permasalahan seperti penurunan penjualan, permodalan, distribusi terhambat, kesulitan bahan baku, produksi menurun hingga penurunan profit secara signifikan. Kopi Itheng Argo Mulyo dan Kopi Tastyco merupakan produk unggulan UMKM Kopi Muria milik Abdul Rohman (Kopi Itheng Argo Mulyo) dan Shinta Dwi Mutiarani (Tastyco) yang berada di Desa Colo yang saat ini mencoba bertahan di tengah kesulitan yang ada. Sejak pandemi, praktis hampir seluruh proses produksi berhenti bahkan sejumlah alat produksi dijual untuk menyambung hidup.

Sejak tahun 2022, dimana seiring dibukanya kawasan wisata Muria khususnya di daerah Colo, permintaan akan produk kopi robusta dan arabika di desa muria ini mulai meningkat. Tetapi karena proses produksi yang masih rendah, permintaan ini tidak dapat dipenuhi secara maksimal karena keterbatasannya alat yang lebih modern dan canggih yang dimiliki. Normalnya, proses produksi kopi robusta muria di kedua UMKM tersebut masih dilakukan secara manual atau konvensional sehingga belum bisa menghasilkan kopi dengan kuantitas

maksimal dengan waktu yang singkat dan kualitas terbaik sesuai dengan keinginan pasar.

Di samping itu, kapasitas produksi yang hanya 1 kg per/hari yang mengakibatkan produktivitasnya menjadi rendah. Ditambah lagi pemasaran berbasis online masih terdapat banyak kendala seperti kurang memahaminya teknis penjualan secara online, banyaknya persyaratan dan dibutuhkannya seseorang yang khusus mengendalikan akun sosial media tersebut sehingga target penjualannya mampu menjangkau semua konsumen baik di pasar lokal, nasional bahkan di luar negeri.

UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo dan Kopi Tastyco saat ini sangat sulit untuk meningkatkan produktivitas, karena terkendala pada peralatan yang dimilikinya, diantaranya mesin sangrai (*roaster*) untuk meningkatkan cita rasa kopi dan grinder biji kopi yang masih konvensional serta manajemen maupun pemasaran konvensional dan belum maksimal. Namun demikian, persoalan krusial di UMKM mitra yang saat ini harus segera teratasi adalah terletak pada lamanya waktu penyangraian dan kualitas kopi yang dihasilkan yang paling menghambat dalam peningkatan produktivitas usaha kopi. Kualitas kopi ditentukan oleh *flavor* dan aroma yang terbentuk selama proses penyangraian. Penyangraian biji kopi ditandai dengan aroma wangi biji kopi, cita rasa yang pas, dan warna biji kopi yang semula berwarna kehijauan berubah warna menjadi coklat kehitaman (Lestari, 2016). Di antara keseluruhan tahapan produksi kopi, proses penyangraian biji kopi (*roasting*) merupakan salah satu tahapan terpenting yang dapat menentukan kualitas kopi yang dihasilkan. Proses penyangraian ini akan menjadi penentuan aroma dan citarasa kopi dalam biji kopi dengan perlakuan panas.

Proses penyangraian yang ada di UMKM Mitra masih menggunakan alat sangrai (*roaster*) sederhana dan tidak dapat diatur suhu serta waktunya sehingga kualitas kopi tidak terkontrol. Di samping itu, alat *roaster* sederhana ini belum dapat menghemat energi sehingga *cost* produksi masih cukup tinggi. Ditambah lagi, kapasitas produksi yang masih kecil membuat produksi kopi robusta muria masih sangat terbatas. Oleh karenanya, alat sangrai (*roaster*) yang dapat

diatur kondisi operasinya dengan penerapan teknologi serta kapasitas yang lebih besar sangat diperlukan guna menunjang proses produksi kopi di sentra UMKM Kopi Muria.

Secara ilmiah, proses penyangraian biji kopi dengan suhu dan waktu tertentu dapat menghasilkan aroma dan rasa yang khas dari kopi (Baggenstoss et al., 2008). Lebih lanjut, proses penyangraian di suhu 225-230 °C selama 22-28 menit akan menghasilkan aroma, *flavor* dan warna yang terbaik (Baggenstoss et al., 2008). Di samping itu, proses penyangraian juga menentukan tingkat keamanan dari kopi yang dikonsumsi. Biji kopi yang telah kering biasanya mengandung *ochratoxin* yang diproduksi oleh jamur (mikotoksin) yang bersifat toksik dan karsinogenik pada ginjal (Mendes et al., 2001). Proses *roasting* dengan suhu 223 °C selama 14 menit dapat menurunkan jumlah *Ochratoxin* hingga 80% (Mendes et al., 2001). Penyangraian pada suhu 200 °C selama hingga mencapai tingkat *roasting medium* dapat memberikan aktivitas antioksidan kopi terhadap kerusakan sel (Blanc et al., 1998). Maka solusi yang dihadirkan untuk menjawab permasalahan di UMKM mitra adalah dengan (a) perbaikan proses produksi melalui inovasi teknologi *re-circulating fluidized bed* mesin *roaster* (aspek proses produksi) serta (b) perbaikan dan pendampingan digital marketing sebagai upaya mendorong ekonomi produktif di tengah pandemi COVID-19 (aspek teknologi pemasaran dan distribusi). Pengembangan inovasi mesin *roasting* dengan *re-circulating fluidized bed* di UMKM mitra merupakan sebuah langkah terobosan yang sangat menarik, karena mampu meningkatkan produktivitas, kualitas serta efisiensi dari segi tekno-ekonomi. Penelitian mengenai kondisi optimum proses sangrai (*roasting*) biji kopi telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya (Baggenstoss et al., 2008; Del et al., 2002). Suhu operasi yang optimum untuk mendapatkan kualitas terbaik kopi khususnya rasa dan aroma kopi yang khas adalah 170-220 °C (Blanc et al., 1998). Oleh karenanya, kontrol suhu saat proses *roasting* merupakan hal yang sangat penting. Proses keluarnya rasa dan aroma pada biji kopi sangat bergantung pada proses pemanasan saat biji kopi disangrai. Hasil riset tersebut menjadi dasar dalam pengembangan inovasi mesin *roasting* ini. Kombinasi hasil

riset dan penerapan teknologi *roasting* skala laboratorium yang telah dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi inovasi mesin *roasting* yang akan dirancang dan dipabrikasi ini sangat aplikatif serta memenuhi spesifikasi SNI. Dampak penerapan teknologi mesin *roasting* dengan *re-circulating fluidized bed* di UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo dan Kopi Tastyco adalah dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas kopi yang dihasilkan.

Riset pendahuluan berskala laboratorium dan simulasi proses menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) telah dilakukan dan menghasilkan data-data pendukung seperti: karakteristik mesin *roasting*, kondisi optimum mesin *roasting* untuk menghasilkan kopi berkualitas tinggi, serta data teknis desain mesin *roasting* (Dharmawan *et al.*, 2018; Herawati *et al.*, 2019). Teknologi mesin *roasting* dengan *re-circulating fluidized bed* ini sudah teruji pada skala laboratorium dan data-data yang didapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan desain, pabrikasi serta uji *performance* dari alat tersebut. Penerapan teknologi *fluidized bed* juga sudah diterapkan dan mendapatkan hasil yang sangat bagus (Alonso *et al.*, 2013; Chiang *et al.*, 2017; Handayani *et al.*, 2015).

Kondisi operasi *roasting* (kecepatan udara, profil suhu dan waktu) pada pengolahan biji kopi memegang peranan penting untuk menghasilkan aroma dan rasa pada biji kopi. Sejumlah penelitian telah melaporkan pengaruh kondisi operasi *roasting*, termasuk cara pengadukan selama proses *roasting* dan proses pendinginan, sangatlah berpengaruh pada pembentukan aroma dan rasa pada biji kopi (Baggenstoss *et al.*, 2008; Cristo *et al.*, 2006). Desain mesin *roasting* dengan *re-circulating fluidized bed* berkapasitas 2 kg/batch akan dilakukan di Laboratorium Komputasi Teknologi Rekyasa Kimia Industri Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro. Desain mesin *roasting* berdasarkan hasil riset Tim Pelaksana meliputi perhitungan dimensi utama masing-masing komponen diikuti dengan penggambaran detail alat.

METODE

Metode pengabdian yang dilakukan adalah dengan cara mengenalkan dan memberikan edukasi dan memberikan alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* di UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo. Adapun pola kerangka pemecahan masalah yang dilakukan sebagai berikut:

- Melakukan survei kepada UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo.
- Menyusun rumusan kegiatan yang akan dilakukan, terutama bentuk dan desain alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* yang akan di buat sebagai upaya Akselerasi Produksi Kopi di UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo.
- Melakukan koordinasi baik kepada pemilik UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo, bengkel alat pembuatan alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster*, dan khalayak sasaran terkait pelaksanaan kegiatan.
- Melakukan koordinasi, pembagian tugas dan tata laksana kegiatan meliputi tempat, dan perlengkapan yang dibutuhkan.
- Melakukan kegiatan pengabdian dengan edukasi dan pemberian alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* sebagai upaya Akselerasi Produksi Kopi di UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo.
- Melakukan evaluasi dan pencatatan kegiatan secara sistematis, terstruktur dan kontinyu sebagai dokumen pengabdian masyarakat sebagai upaya Akselerasi Produksi Kopi di UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo.

Riset pendahuluan berskala laboratorium dan simulasi process menggunakan *Computational Fluid Dynamics* (CFD) telah dilakukan dan menghasilkan data-data pendukung seperti: karakteristik mesin *roasting*, kondisi optimum mesin *roasting* untuk menghasilkan kopi berkualitas tinggi, serta data teknis desain mesin *roasting*. Teknologi mesin *roasting* dengan *re-circulating fluidized bed* ini sudah teruji pada skala laboratorium dan data-data yang didapat digunakan sebagai acuan untuk melakukan desain, pabrikasi serta uji *performance* dari alat tersebut. Penerapan teknologi *fluidized bed*

juga sudah diterapkan dan mendapatkan hasil yang sangat bagus.

Kondisi operasi *roasting* (kecepatan udara, profil suhu dan waktu) pada pengolahan biji kopi memegang peranan penting untuk menghasilkan aroma dan rasa pada biji kopi. Sejumlah penelitian telah melaporkan pengaruh kondisi operasi *roasting*, termasuk cara pengadukan selama proses *roasting* dan proses pendinginan, sangatlah berpengaruh pada pembentukan aroma dan rasa pada biji kopi. Desain mesin *roasting* berdasarkan hasil riset Tim Pelaksana meliputi perhitungan dimensi utama masing masing komponen diikuti dengan penggambaran detail alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Proses pabrikasi alat *roasting*



Gambar 1. Pabrikasi alat *re-circulating fluidized bed roaster*

Pabrikasi alat *roasting* ini membutuhkan waktu selama kurang lebih 1 bulan. Selama pabrikasi alat ini tidak ada kendala dikarenakan desain yang sudah dibuat sudah sangat jelas, dan sebelum pabrikasi telah dipresentasikan desain yang sudah dibuat kepada pembengkel. Material yang digunakan dalam pembuatan alat ini telah diperisapkan dan telah didiskusikan dengan pembengkel sehingga akan cocok dengan kebutuhan *roasting* biji kopi.

b. Uji kendala dan performa alat *roasting*

Dalam pelaksanaan uji kendala dan performa terhadap alat *roasting* yang sudah dibuat yakni pertama, biji kopi

dikupas terlebih dahulu dari kulitnya. Kedua, biji kopi terpisah dari kulit terluarnya atau biasa disebut kulit ceri, biji kopi dijemur terlebih dahulu supaya kering, penjemuran dapat berlangsung selama 2 sampai 4 hari tergantung cuaca dan panas matahari. Ketiga, selama penjemuran biji kopi, maka dilakukan pengupasan tahap kedua. Tujuan dari pengupasan tahap kedua ini adalah untuk memisahkan biji kopi dari kulit cangkangnya. Keempat, setelah pengupasan tahap kedua biji kopi disortir atau *grading*. Tujuan dilakukannya sortasi atau *grading* ini supaya ukuran biji kopi dapat dibedakan alat *roasting* dapat menyangrai biji kopi dengan sangat baik dan untuk mengeliminasi biji kopi yang tidak layak masuk mesin sangrai. Apabila telah dilakukan semua tahapan tersebut maka biji kopi siap di masukan mesin sangrai.



Gambar 2. Proses *grading* biji kopi sebelum disangrai

Suhu dan waktu optimum yang didapatkan selama beberapa kali percobaan *roasting* 1 kg biji kopi yakni 227 °C selama 26 menit, hal ini sejalan dengan teori Baggenstoss *et al.* (2008) bahwa proses penyangraian di suhu 225-230 °C selama 22-28 menit akan menghasilkan aroma, flavor dan warna yang terbaik. Biji kopi yang dihasilkan pada suhu 227 °C dan selama 26 menit yakni warna biji kopi yang merata sempurna, aroma khas kopi yang lebih harum dan kuat serta rasa yang sangat pas. Berbeda dengan biji kopi yang disangrai secara manual menghasilkan warna biji kopi yang kurang merata sehingga rasa kurang pas dan juga dibutuhkan waktu yang lama dalam proses penyangraian.

c. Proses penyerahan alat *roasting*

Penyerahan alat *roasting* ini dilaksanakan pada hari Minggu, 18 September 2022 di UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo Sejahtera milik Abdul Rohman dan UMKM Kopi Muria Tastyco milik Shinta Dwi Mutiarani yang berada di Desa Colo, Kabupaten Kudus.

Terdapat dua alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* yakni alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* warna merah untuk UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo Sejahtera dan alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* warna hitam untuk UMKM Kopi Muria Tastyco. Penyerahan alat tersebut diikuti dengan penandatanganan berita acara oleh kualitas kopi, karena kualitas kopi ditentukan oleh flavor dan aroma yang terbentuk selama proses penyangraian. Di antara keseluruhan tahapan produksi kopi, proses penyangraian biji kopi (*roasting*) merupakan salah satu tahapan terpenting yang dapat menentukan kualitas kopi yang dihasilkan. Sedangkan proses penyangraian yang ada di UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo dan UMKM Kopi Muria Tastyco masih menggunakan alat sangrai (*roaster*) sederhana dan tidak dapat diatur suhu serta waktunya sehingga kualitas kopi tidak terkontrol. Di samping itu, alat *roaster* sederhana ini belum dapat menghemat energi sehingga *cost* produksi masih cukup tinggi.

Pemilik UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo Sejahtera yakni Abdul Rohman maupun pemilik UMKM Kopi Muria Tastyco yakni Shinta Dwi Mutiarani, merasa sangat senang dan terbantu dengan adanya alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* ini, karena sangat membantu dalam proses *roasting* biji kopi yang semula dilakukan dengan peralatan tradisional (manual) yang mana akan menghabiskan waktu yang sangat banyak serta kualitas dari biji kopi yang dihasilkan belum tentu bagus dan merata. Alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* ini seaakan membukakan jalan kembali dan menghidupkan semangat untuk memproduksi kopi yang lebih berkualitas setelah kurang lebih selama 1,5 tahun produksi kopi pada kedua UMKM mengalami kemunduran akibat pandemi COVID-19 yang mewabah di seluruh dunia.

pemilik UMKM dan ketua Pengabdian Masyarakat yakni Hermawan Dwi Ariyanto, Ph.D. Lalu dilanjutkan running alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* sekaligus pengarahan mengenai pengoperasian alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster*. Alat tersebut dapat bekerja dengan baik dan dapat mempersingkat waktu penyangraian serta *flavor* maupun aroma yang dihasilkan tetap memiliki khas tersendiri.

d. Dampak program pengabdian

Dengan adanya alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* ini akan memperbaiki



Gambar 4. Penandatanganan berita acara serah terima alat *Re-Circulating Fluidized Bed Roaster* di UMKM Kopi Tastyco dan UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo

SIMPULAN DAN SARAN

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan di daerah Muria, Kudus, Jawa Tengah ini telah mencapai tujuan dari kegiatan pengabdian. Dimana tujuan utama dari kegiatan pengabdian ini yakni meningkatkan produktivitas Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) mitra melalui akselerasi produksi kopi menggunakan mesin *roasting* dengan teknologi *re-circulating fluidized bed*. Dengan bantuan alat *roasting* biji kopi ini sangat membantu UMKM Kopi Itheng Argo Mulyo Sejahtera milik Abdul Rohman dan UMKM Kopi Muria Tastyco milik Shinta Dwi Mutiarani. Semula kedua UMKM melakukan penyangraian terhadap biji kopi secara manual dengan peralatan tradisional dan sekali penyangraian alat tradisional tersebut hanya dapat menampung 1 kg biji kopi. Sekarang dengan alat *roasting* ini sekali penyangraian dapat langsung 2 kg biji kopi. Waktu penyangraian juga lebih cepat yakni 26 menit/ kg, biji kopi yang dihasilkan lebih

baik dibandingkan dengan biji kopi yang disangrai dengan alat tradisional.

Saran untuk pengabdian masyarakat selanjutnya yakni diperlukan bantuan alat pengemasan kopi untuk mendukung UMKM dalam menjalankan pemasaran melalui *e-commerce (digital marketing & digital payment)*.

DAFTAR RUJUKAN

Alonso, et., al. (2013). Modeling and validation of heat and mass transfer in individual coffee beans during the coffee roasting process using computational fluid dynamics (CFD). *Chimia (Aarau)*, 67(4), 4291–4294.

Astjario & Kusnida. (2016). Penafsiran Struktur Geologi Semenanjung Muria Dari Data Citra Satelit. *Jurnal Geologi Kelautan*, 5(2), 63–71. <https://doi.org/10.32693/jgk.5.2.2007.135>

Baggenstoss, et., al. (2008). Application of Different Time-Temperature. *Coffee Roasting and Aroma Formation*, 56(14), 5836–46.

Blanc, et., al. (1998). Behavior of Ochratoxin a during Green Coffee Roasting and Soluble Coffee Manufacture. *J Agric Food Chem*, 46(2), 673–675.

Chiang, et., al. (2017). Detailed Simulation of Fluid Dynamics and Heat Transfer in Coffee Bean Roaster. *J Food Process Eng*, 40(2).

Cristo, et., al. (2006). Transverse flow of coffee beans in rotating roasters. *J Food Eng.*, 75(1), 142–148.

Del, et., al. (2002). Effect of roasting on the antioxidant activity of coffee brews. *J Agric Food Chem*, 50(13), 3698–3703.

Dharmawan, et., al. (2018). Determining Optimum Point of Robusta Coffee Bean Roasting Process for Taste Consistency. *Pelita Perkeb (a Coffee Cocoa Res Journal)*, 34(1), 59–65.

Handayani, et., al. (2015). Efficacy of zeolite adsorption on the green tea production by fluidized bed dryer. *Res. J. Appl. Sci*, 9(12), 1128–1131.

Hayati, et., al. (2012). SIFAT KIMIA DAN

EVALUASI SENSORI BUBUK KOPI ARABIKA. *J.Floratek*, 7, 66–75.

Herawati, et., al. (2019). Critical roasting level determines bioactive content and antioxidant activity of Robusta coffee beans. *Food Sci Biotechnol [Internet].*, 28(1), 7–14.

Lestari, P. (2016). *Teknologi Pengolahan Kopi*. Argo Industri Press: Bogor.

Nazarudin, A. (2020). Terdampak COVID-19, Disbudpar Kudus Usulkan Penurunan Target Retribusi Objek Wisata. Antara Jateng. <https://jateng.antaranews.com/berita/330790/terdampak-covid-19-disbudpar-kudus-usulkan-penurunan-target-retribusi-objek-wisata>

Nurdiansyah, et., al. (2017). PENGARUH UKURAN PARTIKEL LIMBAH KOPI TERHADAP KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK PADA PANEL KOMPOSIT. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 2460–0385. <https://doi.org/10.19184/rotor.v0i0.7676>

Rizqi, F. (2020). Ditutup 3 Bulan, Pasar Makam Sunan Muria Mulai Operasi Lagi. Mitrapost.Com. <https://mitrapost.com/2020/06/29/ditutup-3-bulan-pasar-makam-sunan-muria-mulai-operasi-lagi/>