

Implementasi Sistem Gasifikasi untuk Pengeringan Biji Kopi

Arinal Hamni¹⁾, Gusri Akhyar Ibrahim²⁾, Suryadiwansa Harun³⁾

¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung
arinal.hamni@yahoo.com

²Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung
gusri.akhyar@eng.unila.ac.id

³Jurusan Teknik Mesin, Universitas Lampung
adisurya@yahoo.com

Abstract

Sebagai salah satu daerah produksi kopi, Provinsi Lampung telah menjadi sentra pengelolaan kopi, yang terbentang sepanjang bukit barisan. Dua kabupaten penghasil kopi adalah Kabupaten Lampung Barat dan Tanggamus, yang rata-rata produksinya mencapai 1,2 ton setiap 1 hektar lahan perkebunan. Proses pengolahan kopi terdiri dari pengolahan primer maupun sekunder, yang mana pada tahap primer proses pengeringan adalah proses yang paling penting. Oleh karena itu, untuk perbaikan proses pengolahan kopi biji menjadi biji kopi kering yang berstandar dilakukan dengan introduksi teknologi pengering sistem gasifikasi yang dikombinasi dengan alat penukar kalor. Udara yang masuk ke ruang pengering adalah udara segar (bersih) yang terbebas dari efek pembakaran. Alat pengering sistem gasifikasi ini dapat menghasilkan suhu di dalam ruangan melebihi 50°C, kondisi ini sudah lebih baik untuk proses pengeringan jika dibandingkan dengan proses pengeringan yang dilakukan secara hamparan di atas tanah atau semen. Suhu masih bisa ditingkatkan dengan pengaturan kecepatan dan jumlah udara panas yang dialirkan ke ruang pengering. Sedangkan reaktor gasifikasi mampu menghasilkan suhu tinggi pada pipa keluar reaktor yaitu sekitar 350 °C. Penyaluran udara panas ke alat penukar kalor akan memanaskan udara di dalam pipa kecil penukar kalor. Udara panas bersih di dalam pipa kecil yang disalurkan ke dalam ruang pengering dapat mencapai suhu 55 °C.

Keywords: pengering, gasifikasi, kopi, reaktor, penukar kalor.

PENDAHULUAN

Proses pengolahan produksi biji kopi mentah (hasil petikan dari pohon) menjadi kopi bubuk bercita rasa tinggi melibatkan serangkaian kegiatan yang berkesinambungan. Masing-masing tahapan kegiatan dilakukan secara terpisah dan menggunakan peralatan yang berbeda-beda dengan sistem operasi yang terpisah, akan tetapi mempunyai potensi untuk diintegrasikan satu dengan yang lainnya. Tahap awal adalah proses pemetikan biji kopi dari pohon kopi yang dilakukan oleh para petani kopi secara manual. Tahapan selanjutnya dilakukan secara berurutan, yang dapat dibagikan kepada dua kelompok besar yaitu proses pengolahan kopi primer dan proses pengolahan kopi sekunder [1]. Proses pengolahan kopi primer, secara berurutan, adalah proses pengeringan tahap pertama hingga mencapai kandungan kadar air 25%, proses pengupasan kulit buah, pengeringan tahap kedua sehingga kandungan kadar air 12% dan proses penyortiran [2]. Sementara itu, proses pengolahan kopi sekunder adalah proses penyangraian, pendinginan, pengilingan menjadi bubuk kopi, pengepakan dan pengemasan serta pemasaran. Salah satu proses pengolahan biji kopi yang sangat penting dan krusial adalah proses pengeringan karena hasil dari capaian proses pengeringan akan menentukan kualitas biji kopi untuk proses berikutnya, termasuk mengolah biji

kopi menjadi kopi bubuk. Setelah biji kopi dikeringkan hingga mencapai kadar air 12,5%, proses selanjutnya adalah proses pengolahan untuk menjadi kopi bubuk [3].

Proses pengeringan menggunakan sistem gasifikasi dapat menghasilkan kualitas pengeringan yang lebih baik dan seragam pada semua biji kopi, selanjutnya proses pengolahan dapat menjamin kebersihan dan higienis [4]. Pengeringan model ini memanfaatkan panas hasil pembakaran limbah kopi sebagai sumber panas untuk proses pengeringan [5]. Hal ini dilakukan sebagai salah satu teknik pengeringan kopi yang ramah lingkungan dan memanfaatkan sumber daya energi yang tersedia (teknik sederhana dan biaya rendah). Ini tidak hanya dapat dilakukan pada siang hari, tetapi juga dapat dilakukan pada musim hujan atau malam sumber panas yang digunakan adalah sumber panas gasifikasi. Dengan demikian dapat dikatakan proses pengeringan dapat dilakukan sepanjang waktu, selama limbah kulit kering kopi masih tersedia. Bahan baku untuk pembakaran tidak hanya bergantung pada limbah kulit kopi kering, akan tetapi juga dapat digunakan sekam padi, yang tersedia di banyak tempat. Selain tunggu gasifikasi yang hendak introduksi, industri mitra juga memerlukan alat penukar kalor, agar udara panas pengering dapat dikontrol sesuai dengan kadar suhu yang diperlukan.

Teknologi tepat guna yang akan diaplikasikan terdiri daripada dua jenis yaitu alat pengering sistem pemanas gasifikasi dan alat penukar kalor sebagai pentransfer panas di dengan udara bersih [6]. Alat pengering ini terdiri dari reactor gasifikasi, alat penukar kalor dan ruangan pengeringan. Limbah kopi kering dibakar di dalam reactor gasifikasi sehingga menghasilkan gas yang dapat dibakar langsung. Kemudian api hasil pembakaran digunakan untuk memanaskan pipa-pipa, yang mana di dalam pipa tersebut dialirkan udara segar menggunakan blower. Di dalam ruangan pengering biji kopi dihamparkan dengan ketebalan tertentu agar diperoleh pendistribusian panas yang merata. Bahkan akan lebih baik biji kopi dihamparkan secara bertingkat untuk memanfaatkan panas secara maksimal.

Fungsi utama tungku gasifikasi (*gasifire*) adalah untuk membakar bahan limbah kopi sehingga menghasilkan panas sebagai sumber panas alat pengering [7, 8]. Tungku gasifikasi ini (sistem gasifikasi) ini sangat diperlukan dikala tiada sumber panas matahari atau musin hujan. Sistem kerja alat tungku gasifikasi ini diawali dengan memasukan bahan limbah kopi ke ruangan pembakaran. Kemudian bahan limbah kopi dibakar untuk mendapatkan gas yang disalurkan ruang, dimana alat penukar kalor diletakan. Gas inilah yang kemudian dibakar untuk memanaskan pipa-pipa pada alat penukar kalor. Pipa-pipa kecil pada alat penukar kalor dimangalami panas tinggi, kemudian udara dilewatkan di dalam pipa tersebut, yang kemudian dialirkan ke ruangan pengering.

Artikel ini bertujuan untuk mendisain dan membuat alat pengering kopi sistem gasifikasi yang digunakan untuk mempercepat proses pengeringan biji. Mengimplementasikan alat pengering yang mempunyai kapasitas lebih tinggi dan dengan hasil yang lebih baik. Menggunakan sumber panas buatan yang tidak bergantung pada sumber panas matahari.

METODOLOGI

Metode pelaksanaan kegiatan ini terdiri dari: (1) disain (*design*) alat pengering yang ramah lingkungan untuk mengeringkan kopi dengan kualitas pengeringan manjadi kadar air 12%, (2) pembuatan alat pengering biji kopi (*fabricate coffee bean drying*) dengan kapasitas pengering mencapai 400 kg per satu kali pengeringan, (3) uji performan (*test performance*) alat, dan (4) Uji kualitas biji kopi yang kering dengan mengukur persentasi kadar air.

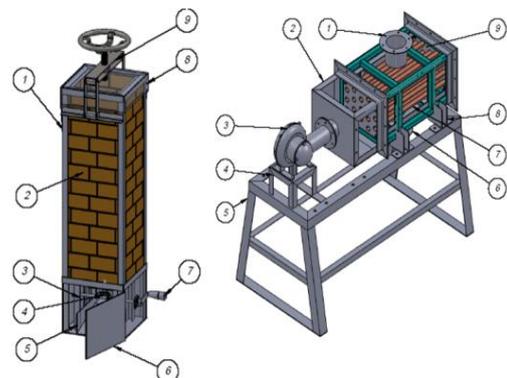
Disain alat pengering, reactor gasifikasi dan mesin penukar kalor, diakukan menggunakan software solid work. Tahap disain dilaksana dengan metode pembuatan komponen alat secara satu

persatu, yang kemudian dirakit menjadi gambar utuh. Proses manufaktur dilakukan di laboratorium proses produksi Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Pengujian tahap awal dilakukan di Laboratorium, dan selanjutnya pengujian secara lengkap dilaksanakan di lokasi yakni Desa Sukajaya, Kecamatan Sumber Jaya, Kabupaten Lampung Barat. Pengambilan data dan uji performansi alat yang dibuat dilakukan menggunakan limbah kopi kering dan implemetasi untuk biji kopi yang telah dikupas kulitnya.

Pengering sistem gasifikasi dibuat dibangun menggunakan dinding triplet sebagai bahan isolator. Reaktor gasifikasi dibuat menggunakan pelat besi di bagian luar sedangkan pada bagian dalam menggunakan bata tahan api. Sebelum udara dimasukan ke ruang pengering, gas panas digunakan untuk memanaskan alat penukar kalor. Dari alat ini udara segar yang bersuhu 50 °C dialirkan ke ruang pengering. Ruang pengering dilengkapi dengan para-para yang terbuat dari bahan kawat aluminium.



Gambar 1. Rancangan ruangan pengering yang dibuat berupa bangun yang terisolasi



Gambar 2. Rancangan Reaktor gasifikasi dan alat penukar kalor, untuk mengalirkan udara ke ruang pengering.

HASIL DAN KESIMPULAN

Pengering Sistem Gasifikasi

Ruang pengering yang digunakan untuk menghamparkan biji kopi berukuran 5m x 2m dan ketinggian 1,5m. Dinding bangunan terbuat dari kerangka kayu yang dilapisi dengan dinding triplet. Penggunaan bahan berjenis triplet bertujuan untuk mengisolasi ruangan agar udara panas yang dihasilkan tidak terkontaminasi oleh udara luar sehingga proses pengeringan dapat berlangsung secara maksimal. Rak tempat menghamparkan terdiri dari dua tingkat dan masing-masing tinggi terdiri dari tiga kotak. Untuk masing-masing kota dapat memuat biji kopi gelondongan 50 – 70 kg, sedangkan bila biji kopi dapat berkapasitas sebesar 100 kg. Dengan demikian kapasitas pengeringan untuk satu kali pengeringan mencapai 600 kg (biji kopi beras) dan 400 kg (biji kopi gelondongan).



Gambar 3. Konstruksi ruangan pengeringan dengan kapasitas 400 kg

Meja pengering berukuran 2m x 1,6m, tempat menghamparkan biji kopi terbuat dari kawat berukuran besar yang terbuat dari bahan aluminium. Hal ini dilakukan karena, aluminium tahan terhadap karat, yang bisa menyebabkan kerusakan pada biji kopi. Kawat berlubang yang digunakan dengan ukuran lobang lebih kecil daripada ukuran biji kopi, agar biji kopi tidak terjatuh ke bagian bawah ruang pengering.

Proses pengering berlangsung melalui udara panas yang dialirkan ke bahagian bawah ruang pengering. Selanjutnya, udara panas akan bergerak ke atas melalui biji-biji kopi sepanjang ruang pengering. Udara panas akan berpindah ke biji kopi, dengan demikian biji kopi akan bertambah kering (kadar airnya akan berkurang), hingga berlangsung dalam beberapa waktu. Untuk mencapai kadar air yang diinginkan (12%) memerlukan waktu pengeringan mencapai 30 jam.



Gambar 4. Kipas untuk sirkulasi udara dari ruang pengering ke lingkungan



Gambar 5. Konstruksi dalam ruang pengering dan rak pengeringan



Gambar 6. Biji kopi beras yang dihamparkan di dalam ruangan pengering, berkapasitas 100 kg.

Reaktor Gasifikasi

Reaktor gasifikasi yang dibuat berukuran 50 cm x 50 cm x 150 cm (p x l x t) dengan kapasitas bahan baku kulit kopi kering seberat 35-45 kg atau bahan baku sekam padi sebagai alternative. Rangka alat reaktor gasifikasi terbuat dari rangka baja (pelat siku dan pelat strip) dengan ukuran 5 mm x 5 mm x 3 mm, sedangkan dinding reaktor (tunggu) terbuat daripada bata tahan api SK 34. Penggunaan bata tahan api bertujuan untuk mengisolasi ruang, agar panas yang ada di dalam reaktor tidak terlepas ke luar (udara bebas). Suhu di dalam ruangan reaktor bisa mencapai 500 °C, sehingga perlu digunakan bahan yang tahan terhadap suhu tinggi. Bata tahan

api biasa digunakan untuk pembakaran pada suhu tinggi, seperti furnace dan tungku pembakaran. Penutup reaktor dibuat dari pelat baja, yang dilengkapi dengan pengunji, yang berfungsi untuk menutup rapat ruangan agar tidak ada gas yang keluar dari ruang reaktor. Sedangkan bagian bawah reaktor dibuat dari pelat baja, yang dilengkapi dengan pintu pembuangan sisi pembakaran. Pemasangan bata tahan api dilakukan dengan menggunakan semen (mortar) tahan api yang dicampur dengan bahan pengikat sodium silikat (water glass).

Pembakaran bahan baku di dalam ruang bakar, dibantu dengan tiupan udara dari luar menggunakan blower 3 inch, yang disalurkan melalui pipa 4 inch. Sedangkan udara panas (berupa gas) dari ruang bakar disalurkan ke mesin penukar kalor melalui pipa 3 inch. Instalasi pemipanya menggunakan beberapa elbow untuk memindahkan dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah. Jenis pipa yang digunakan adalah pipa galvanis untuk menghindari pipa berkarat, karena suhu di dalam pipa sangat tinggi. Pada suhu tinggi, pipa akan mengalami korosi lebih cepat dibandingkan dengan pipa yang beroperasi pada lingkungan suhu rendah. Oleh karenanya, pemilihan pipa galvanis tahan karat adalah lebih baik terutama kondisi operasi yang tidak stabil.

Pengujian alat reaktor gasifikasi telah dilakukan sehingga telah dapat menghasilkan gas panas. Gas panas ini disalurkan ke ruang pemanasan pada alat penukar kalor. Pada ujung keluar cerobong udara panas (berupa gas dibakar) sehingga menghasilkan panas yang lebih tinggi. Setelah dilakukan pengujian diperoleh panas yang dihasilkan pada pipa keluar reaktor gasifikasi mencapai 350 °C. Udara panas yang dihasilkan pada ujung pipa pembakaran gas mencapai 170 °C, sedangkan udara panas yang dihasil dari pipa-pipa penukar kalor mencapai suhu 55 °C. Udara inilah yang kemudian dialirkan ke ruang pengering, untuk proses pengeringan biji kopi.

Kapasitas penuh pembakaran pada reaktor gasifikasi bisa mencapai 3 jam untuk satu kali pengirisan. Keadaan ini diharapkan dapat mengeringkan biji kopi hingga proses pengering mencapai kandungan kadar air yang diharapkan. Bagaimanapun juga, jika proses pengeringan belum mencapai kandungan kadar air yang diharapkan, maka untuk melanjutkan proses pengering, tungku gasifikasi diisi ulang, dan dilakukan pembakaran lagi. Alternatif lain, tungku gasifikasi dibuat dua buah, sehingga dapat digunakan secara bergantian, sehingga proses pengeringan dapat dilakukan secara berkelanjutan. Namun pembuatan dua buah reaktor gasifikasi akan menyebabkan biaya pembuatan lebih tinggi.



Gambar 7 .Pemasangan bata tahan api pada reaktor gasifikasi dengan semen tahan api dan sodium silikat sebagai pengikat



Gambar 8. Reaktor gasifikasi yang telah dipasang bata tahan api dan dibungkus dengan pelat setebal 1,5 mm



Gambar 9. Pengujian reaktor gasifikasi sehingga telah menghasilkan gas metan

Alat Penukar Kalor

Alat penukar kalor adalah untuk menghasilkan udara panas yang bersih (tidak terkontaminasi oleh pembakaran langsung) yang kemudian akan dialirkan ke ruang pembakaran. Udara panas hasil pembakaran gasifikasi digunakan untuk memanaskan udara yang ada di dalam pipa-pipa berukuran 2 inch. Pipa-pipa besi galvanis digunakan karena bahan ini mempunyai nilai konduktivitas yang baik, sehingga panas yang ditransfer lebih dan proses pengeringan dapat dilakukan secara maksimal. Agar udara panas yang berada di dalam pipa-pipa tersebut dapat dialirkan ke ruang pengering, maka digunakan blower untuk mendorong udara panas ke ruang pengering.



Gambar 10. Alat penukar kalor untuk mengalirkan udara bersih ke ruang pengering

KESIMPULAN

Rumah pengering sistem gasifikasi adalah hasil pembakaran limbah kopi kering sebagai penghasil gas metan. Udara panas dari reactor gasifikasi dialirkan ke alat penukar kalor untuk mendapatkan udara segar yang akan digunakan untuk mengeringkan biji kopi yang di hamparkan di para-para di dalam ruangan pengering. Udara panas yang dihasilkan dari reactor gasifikasi mencapai suhu 350 °C, gas panas yang keluar dari pipa mencapai 170 °C dan udara panas yang dialirkan ke ruang pengering mencapai suhu 55 °C. Suhu ini yang digunakan untuk mengering biji kopi hingga mencapai kadar kekeringan yang diperlukan. Untuk bahan baku reaktor (kulit kopi kering) dengan berat 35-45 kg dapat menghasilkan gas panas selama 3 jam.

REFERENSI

- [1] Suryadiwansa, Gusri, Arinal, Yanuar. 2012, Sistem produksi bersih dan terintegrasi untuk pengolahan kopi lampung dalam rangka meningkatkan daya saing dan mutu produk, *Hiba Laporan Program Hi-Link tahun 2012*, Universitas Lampung.
- [2] (<http://iccri.net/pengolahan-kopi/>)
- [3] Gusri, Suryadiwansa, Arinal, 2013, Teknologi pengering kopi atap ganda rmaha lingkungan, *Laporan Program Iptekda LIPI tahun 2012*, Universitas Lampung.
- [4] (<https://www.google.com/#q=Introduction+to+Coffee+Drying>).
- [5] Arinal, Suryadiwansa, Gusri, 2013, IbPE Kopi Lampung siap ekspor, *Program Iptek bagi Produk Ekspor*, Fakultas Teknik Universitas Lampung.
- [6] (<http://digilib.itb.ac.id/files/disk1/618/jbptitbpp-gdl-rizaazhari-30855-3-2008ta-2.pdf>).
- [7] <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/Fredy%20Surahmanto,%20S.T.,M.Eng./STUDI%20PERFORMA%20TUNGKU%20GASIFIKASI%20BIOMASSA.pdf>.
- [8] <http://www.alamtani.com/biji-kopi.html>.