

PEMANFAATAN KOTORAN SAPI SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF PADA PROSES PEMBAKARAN

I.B. Suryaningrat dan Iwan Taruna
Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
Email: suryaningrat2@yahoo.com

Abstrak

Proses pembakaran gerabah dilakukan dengan menggunakan tungku tradisional yang menyerupai bentuk silinder besar yang terbuat dari tanah liat. Proses pembakaran yang lama dan membutuhkan bahan bakar kayu dengan jumlah yang besar ini merupakan masalah yang harus dicari penyelesaiannya. Untuk menyelesaikan permasalahan perlu diterapkan suatu bentuk bahan bakar alternatif yang dapat mengganti kayu bakar. Pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan bakar alternatif pada proses pembakaran gerabah merupakan cara untuk menyelesaikan permasalahan tersebut. Pada kegiatan ini dirancang alat press untuk membuat briket kotoran sapi yang digunakan untuk proses pembakaran. Selain itu juga dirancang rumah pengering untuk mengeringkan gerabah dan bahan baku kotoran sapi di musim hujan. Hasil kegiatan menunjukkan beberapa hal yaitu adanya penghematan ekonomi, panas pembakaran yang tinggi, pembakaran lebih cepat, asap yang dihasilkan sedikit, bentuknya yang seragam karena pembuatannya dengan alat, tidak menimbulkan pencemaran dan pengrusakan lingkungan. Sementara rumah pengering dapat mempercepat proses pengeringan sebelum pembakaran gerabah dan dapat digunakan untuk menengeringkan briket sebelum digunakan.

PENDAHULUAN

Gerabah merupakan hasil kerajinan dengan prospek cukup baik untuk dikembangkan mengingat potensi pasar yang semakin luas penggunaannya seperti souvenir, patung guci, hiasan dinding, vas bunga, pot bunga, peralatan dapur dan lain sebagainya. Pemesan sebagian besar menginginkan gerabah yang masih polos. Pemesan yang akan melukis dan mengecat gerabahnya dan kemudian menjual langsung ke konsumen. Dengan cara ini pemesan akan mendapat keuntungan lebih besar. Pemasaran gerabah meliputi Jember, Bondowoso, Situbondo, Banyuwangi, Surabaya dan Bali. Permintaan terbesar berasal dari pengusaha di Bali dalam bentuk souvenir.

Pengrajin gerabah terbesar di Kabupaten Jember terletak di Desa Kesilir. Hal ini sangat didukung oleh potensi daerah yang mempunyai jenis tanah liat yang cocok untuk bahan baku gerabah. Gerabah untuk peralatan dapur dan barang-barang kasar, bahan bakunya berupa campuran tanah liat hitam yang telah dihaluskan dengan pasir halus

(1:2). Sedangkan untuk barang-barang yang halus seperti: patung, ukir, guci, souvenir dan lain-lain bahan baku berupa campuran tanah liat hitam, tanah liat kuning, dan pasir halus (1:1:3). Proses pembuatan yang cukup berat dirasakan oleh pengrajin adalah pelumatan bahan baku gerabah. Namun proses pelumatan bahan yang sebelumnya manual telah diselesaikan dengan mesin pelumat melalui program IBM tahun 2010.

Sementara proses lain dari pembuatan gerabah selanjutnya yang membutuhkan perhatian adalah proses pembakaran. Proses ini cukup membutuhkan waktu yang lama sekitar 1 hari (12 jam) pembakaran terus menerus. Pada proses pembakaran ini para pengrajin di desa Kesilir biasanya menggunakan kayu bakar atau jerami. Bila dikonversi, dengan menggunakan bahan bakar tersebut, maka membutuhkan jumlah kayu bakar dan biaya yang cukup besar. Namun mereka mencari kayu bakar sendiri disekitar tempat tinggalnya di desa Kesilir.

Proses pembakaran dilakukan dengan menggunakan tungku tradisional yang menyerupai bentuk silinder besar (pada gambar) yang terbuat dari tanah liat. Bahan gerabah yang telah dijemur kemudian dimasukkan kedalam tungku tersebut untuk menjalani proses pembakaran. Bahan gerabah dibakar sampai berubah menjadi warna merah. Proses pembakaran yang lama dan membutuhkan bahan bakar kayu dengan jumlah yang besar ini sebenarnya merupakan masalah yang harus dicari penyelesaiannya.

Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut maka perlu diterapkan suatu bentuk bahan bakar alternatif yang dapat mengganti kayu bakar. Pemanfaatan kotoran sapi sebagai bahan bakar alternatif pada proses pembakaran gerabah merupakan cara yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.



Proses pembuatan gerabah



Tungku proses pembakaran gerabah



Gerabah yang telah selesai dibakar

Setelah dihadapkan pada kenyataan krisis dimana daya serap pasar ekspor terhadap gerabah yang menurun dratis. Pengrajin gerabah rupanya terus dibayangi persoalan kenaikan harga BBM ditambah lagi harga kayu bakar semakin naik karena pasokannya kian terbatas, padahal kayu bakar merupakan salah satu kebutuhan utama dalam proses pembuatan gerabah. Biasanya warga mendapatkan kayu bakar untuk satu truknya dengan harga Rp 600 ribu, sekarang naik sampai Rp 1 juta. Untuk satu truk biasanya habis dalam waktu tiga hari. Ini juga tergantung cuaca, kalau tidak hujan, kayu bisa dipakai sampai empat hari.

Pembuatan gerabah atau keramik, mulai dari proses penggilingan hingga penjemuran produk biasanya memakan waktu 2-4 hari. Produk yang telah dijemur itu kemudian dibakar selama 12 jam, sebelum akhirnya proses finishing, sementara itu harga gerabah oleh pengrajin sudah tidak bisa dinaikkan lagi untuk menutupi ongkos pengeluaran yang kian membengkak.

Peternakan sapi atau kepemilikan sapi di desa Kesilir dan sekitarnya dari tahun ke tahun semakin besar jumlahnya. Hampir disetiap rumah atau keluarga di desa Kesilir memiliki ternak sapi bahkan sampai ada yang memiliki lebih dari 1 ekor sapi. Namun sampai saat ini jumlah sapi yang banyak tersebut sebagai potensi di desa Kesilir belum dimanfaatkan secara maksimal. Penambahan jumlah tersebut menyebabkan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi antara lain menyebabkan bau tidak sedap yang mengganggu kenyamanan lingkungan sekitar, endemik bibit penyakit, dan air resapan tanah dan sungai menjadi beracun dan bau. Dalam kotoran sapi terkandung gas metana

(CH₄) apabila dibuang secara bebas ke atmosfer akan menyebabkan efek rumah kaca, proses ini berakibat suhu bumi menjadi tinggi, ini adalah yang disebut dengan pemanasan global (*global warming*), yang secara langsung meningkatkan intensitas frekuensi angin topan, merubah komposisi hutan, mengurangi produksi pertanian, menghancurkan biota laut sehingga ikan mengalami kekurangan makanan dan ekosistem laut menjadi hancur. Alasan tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bahwa kotoran sapi lebih baik dimanfaatkan daripada dibiarkan menumpuk. Beberapa cara pemanfaatan kotoran sapi antara lain dengan mengolah kotoran sapi menjadi bahan bakar alternatif untuk proses pembakaran dalam pembuatan gerabah. Untuk menghilangkan kesan jorok atau jijik maka kotoran sapi dapat dikemas dalam bentuk briket. Pembuatan briket dari kotoran sapi adalah sebagai berikut ini.

1. Kotoran sapi dikumpulkan dengan menggunakan sarung tangan atau sekop. Jika sudah kering atau mengeras, haluskan dengan menumbuknya
2. Masukkan kedalam wadah, lalu tambahkan air secukupnya
3. Setelah itu, aduk-aduk sampai terlihat halus dan lembut, ambil sedikit demi sedikit kemudian diletakkan pada alas penjemur dari plastik, kira-kira sebesar telapak tangan
4. Kemudian dijemur sampai kering, briket siap untuk dimanfaatkan.

METODOLOGI

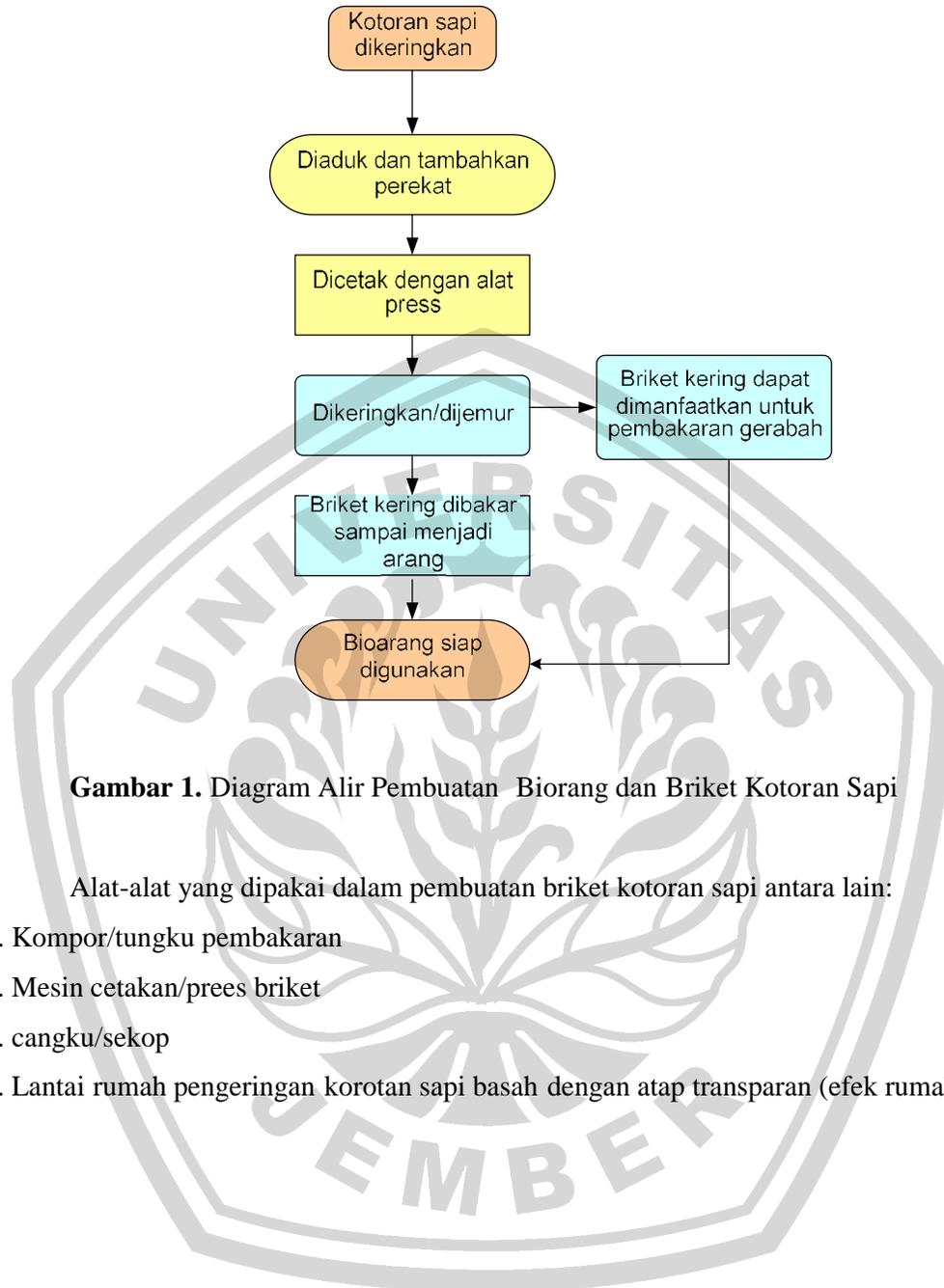
Untuk mewujudkan tersedianya bahan bakar briket kotoran sapi tersebut maka perlu disusun metode pendekatan sehingga program ini dapat berjalan dengan baik. Langkah-langkah dalam memenuhi kebutuhan bahan bakar briket kotoran sapi untuk proses pembakaran gerabah adalah sebagai berikut.

1. Untuk optimalisasi pemanfaatan limbah kotoran sapi serta untuk meningkatkan aktivitas ekonomi mitra maka dibentuk 2 kelompok kegiatan yaitu:
 - a. Kelompok yang bergerak dalam produksi briket berbahan kotoran sapi.
 - b. Kelompok yang bergerak dalam bidang usaha pembuatan gerabah dengan memanfaatkan briket sebagai bahan bakar pembakaran gerabah.
2. Sosialisasi dan pelatihan teknik pembuatan briket kotoran sapi dan bahan limbah pertanian lainnya seperti daun kering, kulit kopi, ranting, serbuk gergaji, sekam padi, batok kelapa dan lain-lain.
3. Pemberian alat pengepress briket kepada mitra untuk dijadikan percontohan.

4. Pemberian rumah pengeringan dengan atap transparan (efek rumah kaca) yang bertujuan untuk mengeringkan gerabah basah dan bahan baku kotoran sapi di musim hujan, sehingga stock bahan baku kotoran sapi kering tetap tersedia.

Briket Kotoran Ternak

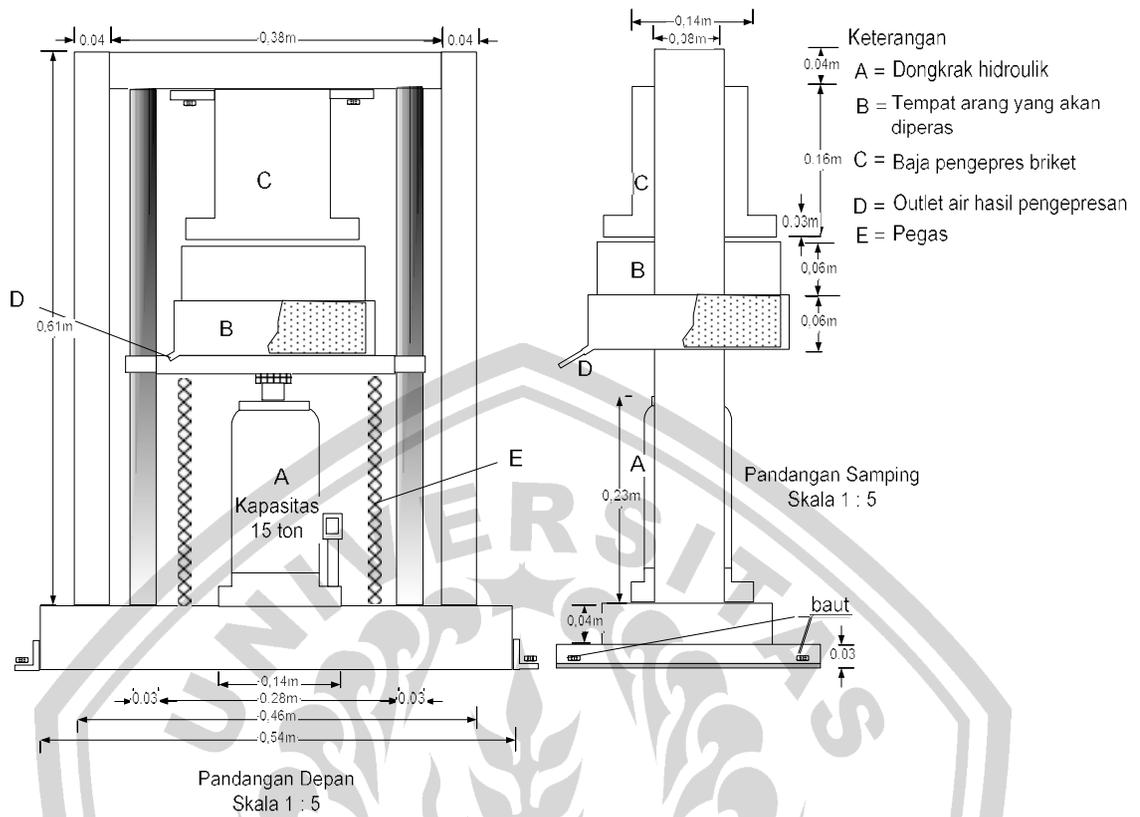
Selain penghasil gas, bio, kotoran ternak juga dapat menghasilkan biorang. Penggunaan kotoran ternak sebagai bahan pembuatan biorang tidak saja sebagai merupakan cara pemanfaatan energi yang lebih baik tetapi juga dapat mengurangi pencemaran lingkungan yang ditimbulkan oleh kotoran ternak. Pembuatan biorang berbeda dengan pembuatan biogas. Dimana pembuatan biorang dilakukan dengan merubah kotoran ternak dalam bentuk briket dengan menggunakan alat cetak. Briket yang sudah terbentuk dikeringkan dengan sinar matahari. Setelah kering, briket tersebut dimasukkan ke dalam alat pemanas. Alat pemanas diletakkan diatas kompor atau tungku. Setelah briket berubah jadi arang yang ditandai dengan habisnya asap yang keluar pada tempat pemanas. Lalu alat pemanas di buka dan briket yang masih membara disemprot dengan air. Briket yang sudah jadi arang ini dapat dipakai sebagai bahan bakar untuk memasak atau kebutuhan rumah tangga. Kelebihan biorang dari arang kayu biasa adalah : (1) Dapat menghasilkan panas pembakaran yang tinggi, (2) Asap yang dihasilkan sedikit, (3) Bentuknya lebih seragam karena pembuatannya dengan dicetak menggunakan alat, (4) Tampilan arangnya lebih menarik, (5) Pembuatan bahan baku dari bahan yang tidak menimbulkan masalah dan dapat mengurangi pencemaran lingkungan, (6) Kedua jenis bahan bakar ini yaitu bio gas dan biorang pada kondisi tertentu dapat menggantikan fungsi minyak tanah dan kayu sebagai sumber energi bahan bakar untuk keperluan rumah tangga. (Ridwan, 2006). Langkah-langkah pembuatan briket kotoran sapi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



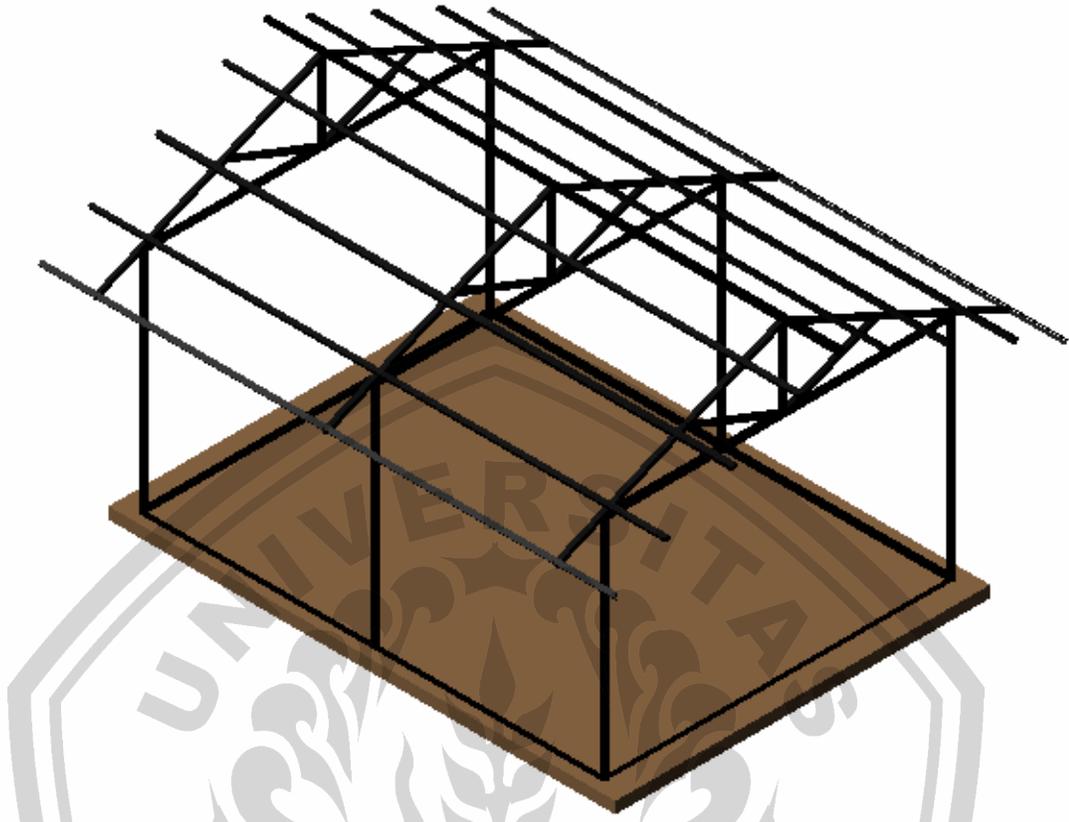
Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Biorang dan Briket Kotoran Sapi

Alat-alat yang dipakai dalam pembuatan briket kotoran sapi antara lain:

1. Kompor/tungku pembakaran
2. Mesin cetakan/prees briket
3. cangku/sekop
4. Lantai rumah pengeringan korotan sapi basah dengan atap transparan (efek rumah kaca)



Gambar 2. Alat Pengepres Briket



Gambar 3. Rumah Pengeringan Efek Rrumah Kaca Ukuran 4 x 5m

Target luaran yang diharapkan dari kegiatan ini adalah :

- ❖ Terciptanya sumber energi yang ramah lingkungan dan murah bagi pengrajin gerabah (mitra) di desa Kesilir dengan memanfaatkan kotoran sapi.
- ❖ Terpenuhinya rumah pengeringan korotan sapi basah bagi pengrajin gerabah (mitra) di desa Kesilir, sehingga biaya operasional pembuatan gerabah lebih efektif dan efisien.
- ❖ Aktivitas sosial ekonomi masyarakat desa Kesilir menjadi lebih berkualitas melalui kelompok usaha kecil pembuatan briket kotoran sapi dan pengrajin gerabah.

GAMBARAN PENERAPAN IPTEKS YANG AKAN DITERAPKAN

Kegiatan penerapan iptek ini meliputi beberapa kegiatan antara lain: sosialisasi, pelatihan teknis pembuatan pengering efek rumah kaca dan instalasinya, pembuatan briket dari kotoran sapi. Pemberian alat pengering efek rumah kaca dan alat press/cetak briket.

LOKASI PELAKSANAAN

Kegiatan Iptek ini akan dilaksanakan di Desa Kesilir Kecamatan Wuluhan Kabupaten Jember. Jarak antara lokasi kegiatan dengan Universitas Jember adalah 45 km. Kondisi jalan dari lokasi ke Universitas Jember merupakan jalan aspal sejauh 45 km yang dapat dilalui oleh jenis kendaraan roda empat maupun semua jenis kendaraan roda dua. Lokasi pengabdian dapat ditunjukkan pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Peta Lokasi Wilayah Mitra di Kabupaten Jember

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengabdian kali ini, difokuskan pada pengrajin gerabah yang ada di desa Kesilir Kecamatan wuluhan Kabupaten Jember. Kegiatan yang telah dilakukan tim pelaksana dimulai dari peninjauan ke lokasi mitra yaitu Kelompok Pengrajin Gerabah desa Kesilir-Wuluhan yang diketuai oleh ibu Suminem. Hal ini dilakukan untuk diskusi dengan mitra tentang permasalahan yang dihadapi serta penyampaian program Iptek bagi Masyarakat. Kunjungan ini dilakukan untuk melihat langsung proses pembakaran gerabah

secara manual dengan tungku. Dari pengamatan ini dapat dicapai kesepakatan bagaimana penyelesaian masalah yang terjadi yaitu pembuatan mesin press bahan gerabah dan rumah pengering gerabah dan bahan briket.

Koordinasi dengan tim pelaksana juga dilakukan untuk mendiskusikan tentang perancangan mesin press briket dan rumah pengering yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Diskusi ini mencakup desain alat, bahan-bahan yang dibutuhkan, pembuatan alat, waktu yang dibutuhkan, bengkel teknik yang digunakan untuk pengerjaan alat, serta prediksi waktu pengerjaan.

Kunjungan kembali ke mitra untuk diskusi dilakukan setelah ada desain alat yang akan dibuat. Pada diskusi ini dilakukan penjelasan kepada mitra tentang kelebihan dan kesesuaian alat yang akan dibuat, misalnya kesesuaian tekanan mesin press saat digunakan mencetak briket. Mitra menghendaki agar mesin dapat disesuaikan besarnya briket dan dimensi dari rumah pengering, sehingga sesuai dengan kebutuhan bahan gerabah. Selain itu juga didiskusikan kemungkinan adanya perubahan desain yang kurang sesuai. Dari diskusi ini untuk memastikan bahwa desain telah sesuai dengan kebutuhan mitra.

Selanjutnya tim berkoordinasi kembali dan dilanjutkan dengan pengerjaan alat di bengkel. Sebelum mesin mulai dibuat, tim pelaksana melakukan diskusi dengan pihak bengkel yang akan melakukan pembuatan mesin. Diskusi dilakukan untuk membicarakan desain alat, kebutuhan bahan, peralatan yang dibutuhkan, dan kemungkinan kesulitan yang terjadi pada saat pengerjaan alat. Selain itu juga mendiskusikan letak rumah pengering beserta dimensinya. Sehingga dari hasil diskusi diharapkan tidak ditemukan kesulitan yang berarti pada saat pengerjaan pembuatan mesin press briket dan rumah pengering.

Perancangan Mesin Press Briket Kotoran Sapi

Pengerjaan alat dilakukan dengan pembuatan masing-masing bagian. Dimulai dari pembuatan kerangka besi sebagai tempat dudukan alat. Pembuatan kerangka dudukan mesin disesuaikan dengan kebutuhan mitra, sehingga terasa nyaman bila digunakan untuk mencetak bahan briket. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan dudukan mesin press, yang dihubungkan dengan suspensi dan tuas pengungkit. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan pencetak briket sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Bentuk briket yang

dicetak berbentuk tabung dengan ukuran pipa 3 dim dan tinggi sekitar 20cm. Ukuran ini disesuaikan dengan ukuran lubang pada tunggu yang digunakan dalam proses pembakaran. Jumlah cetakan yang bisa dibentuk ada 3 buah. Sehingga setiap kali dilakukan proses cetak, maka dapat dihasilkan 3 buah briket. Tuas pengungkit dibuat dengan kemiringan tertentu sesuai dengan kebutuhan mitra. Panjang pengungkit juga disesuaikan dengan pengguna sehingga tidak mengganggu kenyamanan. Namun demikian, kemiringan pengungkit juga disesuaikan dengan kebutuhan kekuatan tekan terhadap bahan sehingga dapat dihasilkan briket yang padat. Selanjutnya dilakukan pelatihan tentang bagaimana penggunaan mesin press.

Pelatihan Mesin Press

Pelatihan penggunaan mesin press briket meliputi:

1. Pembuatan campuran bahan briket. Untuk pembuatan bahan briket sebenarnya mitra sudah banyak yang mengetahui. Mereka sudah berpengalaman dalam pembuatan briket. Penyiapan kotoran sapi dilakukan oleh mitra. Kemudian dilakukan pencampuran dengan perekat dan dijemur.
2. Pemasukan bahan briket yang akan di press. Mitra dijelaskan tentang bagaimana memasukkan bahan pada cetakan pipa. Bahan dimasukkan sebatas tinggi yang telah ditentukan ke dalam cetakan. Setelah semua cetakan terisi dengan baik, maka disiapkan untuk menarik tuas.
3. Penggunaan tuas dimulai dengan menarik perlahan ke arah bawah sampai dengan bahan menjadi padat. Setelah padat tuas dilepaskan. Kemudian bahan yang ada di cetakan didorong keluar dan briket sudah jadi.
4. Kemungkinan kerusakan mesin. Mitra juga diberikan informasi tentang kemungkinan terjadinya kerusakan pada mesin. Karena bagian tuas menjadi bagian yang terus menerus digunakan, maka kemungkinan kerusakan pada tuas lebih besar dibandingkan dengan bagian lain. Namun jika seandainya terjadi kerusakan, mitra sudah memahami bagaimana mengatasi peralatan yang rusak tersebut. Namun penahan pada tuas sudah disiapkan dengan menggunakan bahan yang kuat.

Dalam pelatihan tersebut mitra (pengrajin gerabah) dipersilahkan untuk mencoba mesin press briket yang mudah digunakan. Briket yang sudah jadi kemudian dicoba untuk

digunakan dalam proses pembakaran. Bara yang dikeluarkan briket cukup besar untuk proses pembakaran. Dengan briket ini mitra dapat menghemat penggunaan bahan-bahan kering seperti ranting dan daun-daunan kering dari sekitar rumah mitra. Jika dirupiahkan maka penggunaan briket ini dapat menghemat sampai sekitar Rp 600 ribu setiap bulannya. Hal ini merupakan upaya untuk mengalihkan bahan bakar dengan menggunakan kotoran sapi yang merupakan potensi di tempat mitra.

Perancangan Rumah Pengering

Untuk rumah pengering dilakukan penentuan lokasi dan dimensi yang sesuai dengan kebutuhan mitra. Hal ini dilakukan berkaitan dengan pembuatan landasan (pondasi) rumah pengering. Kegiatan dimulai dengan pembuatan pondasi (landasan) yang terbuat dari batu bata dengan ukuran ruang 2,5m x 2,8 m. Hal ini dilakukan dengan mempertimbangkan permintaan mitra yaitu letak rumah pengering yang berdekatan dengan tungku tempat pembakaran dan tempat penjemuran gerabah. Sehingga penggunaan rumah pengering dilakukan dengan mudah. Selain itu letak pengering disesuaikan dengan anggota kelompok pengrajin gerabah yang berdekatan antar anggota kelompok. Bagian tepi pondasi dinaikkan sekitar 50cm untuk melindungi rumah pengering dari aliran air yang sering terjadi ketika hujan. Di bagian tepi pondasi dibuat beberapa lubang untuk jalan air seandainya ada air yang masuk ke rumah pengering ketika hujan.

Kemudian dilanjutkan dengan pengerjaan kerangka rumah yang terdiri dari kerangka besi. Kerangka rumah pengering dibuat dengan dimensi 2,5 x 2,8m dengan tinggi 2m. Di bagian atas terdapat tempat aliran udara sehingga panas (suhu) ruang pengering dapat diatur dengan membuka dan menutup bagian ini. Pintu rumah pengering dibuat berhadapan dengan tungku tempat proses pembakaran gerabah sehingga memudahkan pekerjaan pembuatan gerabah. Di dalam ruang pengering terdapat beberapa rak untuk menaruh gerabah yang terbuat dari besi yang disesuaikan antara jumlah gerabah dengan kemampuan ruangan dalam proses pengeringan. Terdapat 3 susun rak di bagian kanan dan kiri rumah pengering dengan lebar 50cm. Seluruh bagian rumah pengering ditutup dengan bahan polycarbonat yang transparan. Khusus bagian atas ditutup dengan bahan yang lebih tebal sehingga lebih tahan panas.

Pelatihan Rumah Pengering

Pelatihan rumah pengering kepada pengrajin meliputi:

1. Pemasangan kerangka rumah pengering pada pondasi, dilakukan bersama-sama mitra pengrajin gerabah. Hal ini dilakukan agar mitra mengetahui bagian-bagian dari rumah pengering, sekaligus untuk menimbulkan rasa memiliki diantara mitra. Dengan ikut serta dalam pemasangan kerangka ini diharapkan mitra dapat memahami kegunaan setiap bagian yang ada.
2. Penggunaan rumah pengering, hal ini ditujukan untuk menjelaskan kepada mitra tentang bagaimana menggunakan rumah pengering terkait pengaturan bahan pada rak yang ada di dalam. Sebelum digunakan, diatas rak harus dilengkapi dengan alas yang terbuat dari kayu atau bambu sesuai dengan kebutuhan mitra. Dengan cara menata bahan tersebut maka jumlah bahan gerabah yang akan dikeringkan bisa dapat disesuaikan dengan kemampuan proses pengeringan.
3. Pengaturan suhu ruang sesuai kebutuhan. Hal ini berkaitan dengan kebutuhan suhu untuk proses pengeringan yang cenderung tidak terlalu panas. Sehingga diperlukan untuk membuka sebagian tutup memberikan kesempatan terjadinya proses sirkulasi udara di dalam rumah pengering.
4. Kemungkinan kerusakan yang terjadi. Memberikan pemahaman tentang bagian-bagian rumah pengering yang berpotensi terjadi kerusakan karena pemakaian dan pengaruh waktu pemakaian. Hal ini misalnya terjadinya kerusakan pada atap, tutup rumah (polycarbonate), bagian atap rumah pengering, serta pintu. Hal ini juga disertai dengan bagaimana cara mengatasi jika kerusakan terjadi.

Dari pelaksanaan pelatihan tampak para pengrajin sangat antusias mengikuti setiap bagian yang dijelaskan. Hal ini nampak dari banyaknya anggota pengrajin yang ikut dalam pelatihan. Hal ini disebabkan karena baru pertama kali digunakannya rumah pengering dalam membantu sebelum proses pembakaran.

KESIMPULAN

Dari kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Secara keseluruhan kegiatan dapat dikatakan berhasil untuk dilaksanakan dan memenuhi tujuan awal yaitu merancang bahan bakar alternatif dari kotoran sapi

- (briket) dan merancang rumah pengering untuk bahan gerabah sebelum pembakaran.
2. Mesin press dan rumah pengering telah diserahkan kepada mitra disertai dengan kegiatan pelatihan kepada mitra tentang penggunaan mesin.
 3. Mitra telah menggunakan alat press pembuatan briket serta rumah pengering untuk proses pengeringan gerabah sebelum pembakaran.

Daftar Pustaka

- Eko Ananto, dkk (1991), Pengembangan Alat dan Mesin Penunjang Industri Pertanian: Lokakarya dan Ekspose Alat dan Mesin Menunjang Industri Pertanian, Bogor.
- Badan Penelitian Pengembangan Pertanian, (1998), Inovasi Teknologi Pertanian, Departemen Pertanian, Jakarta
- Besari, M.S (2008), Teknologi Nusantara, Penerbit Salemba, Jakarta.
- Budianto, D (1995), Mesin Tangan Industri Kayu, Kanisius, Yogyakarta.
- Hussain, S.V (2003), Small Scale Industries, Prabat Kumar Sharma, Delhi, India.
- Mehanna, S (1991), Small Scale Machinery, American University in Cairo, Social Research Center, Cairo.
- Widarto, L (1996), Teknologi Tepat Guna Membuat Gerabah, Kanisius, Yogyakarta.