

LAPORAN AKHIR
HASIL KEGIATAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
IPTEKS BAGI MASYARAKAT



I_bM PEMANFAAT LIMBAH CAIR PROSES
PENGOLAHAN BUAH KOPI SEBAGAI SUMBER
ENERGI ALTERNATIF PADA PROSES
PENGOLAHAN KOPI DAN KEPERLUAN RUMAH
TANGGA

Oleh :

Dr. Elida Novita, S.TP, M.T NIDN. 0030117302

Wahyuningsih, SP., MT NIDN 0030117204

Penelitian Ini Dibiayai
oleh DP2M DIKTI

LEMBAGA PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS JEMBER
Nopember, 2015

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : IbM PEMANFAAT LIMBAH CAIR PROSES
PENGOLAHAN BUAH KOPI SEBAGAI SUMBER
ENERGI ALTERNATIF PADA PROSES
PENGOLAHAN KOPI DAN KEPERLUAN RUMAH
TANGGA

Peneliti/Pelaksana
Nama Lengkap : Dr. ELIDA NOVITA
Perguruan Tinggi : Universitas Jember
NIDN : 0030117302
Jabatan Fungsional : Lektor Kepala
Program Studi : Teknik Pertanian
Nomor HP : 0811354686
Alamat surel (e-mail) : elida_novita@yahoo.com

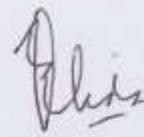
Anggota (1)
Nama Lengkap : Dr. SRI WAHYUNINGSIH
NIDN : 0030117204
Perguruan Tinggi : Universitas Jember
Institusi Mitra (jika ada)
Nama Institusi Mitra : Suwarno
Alamat : Sidomulyo, Silo, Jember, Jawa Timur
Penanggung Jawab : -
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 1 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp 46.500.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp 46.500.000,00

Mengetahui,
Dekan



(Dr. Yuli Witono, S.TP., M.P)
NIP/NIK 196912121998021001

Jember, 30 - 6 - 2015
Ketua,



(Dr. ELIDA NOVITA)
NIP/NIK 197311301999032001

RINGKASAN

Desa Sidomulyo merupakan salah satu desa sentra penghasil kopi di Kecamatan Silo yang mengalami perkembangan cukup pesat dalam sistem pertaniannya. Petani kopi di desa tersebut telah mampu menerapkan sistem agribisnis, memiliki pabrik mini kopi, dan agroindustri hilir kopi. Selain itu terdapat juga lembaga penunjang seperti Koperasi Buah Ketakasi serta kelompok tani kopi (Novita, 2012). Produksi kopi di Desa Sidomulyo diusahakan di atas lahan dengan luas total 170 ha dengan potensi produksi 180 ton.

Menurut Novita (2012), Mulato dan Suharyanto (2010), meskipun proses olah basah yang diterapkan petani menghasilkan limbah cair, akan tetapi limbah hasil pengolahan kopi ini adalah limbah cair organik yang memiliki potensi cukup besar untuk menghasilkan bioenergi. Salah satu proses biokonversi limbah cair pengolahan kopi adalah proses pengolahan anaerobik yang mampu menghasilkan biogas.

Target luaran yang diharapkan dari kegiatan ini adalah : (a) Terciptanya sumber energi yang ramah lingkungan dan murah bagi masyarakat Sidomulyo dengan memanfaatkan limbah majemuk kotoran ternak dan limbah kopi yang dikenal dengan biogás; (b) Terpenuhinya kebutuhan bahan bakar pengganti kayu bakar bagi kelompok tani dan masyarakat Sidomulyo untuk keperluan usaha produk kopi bubuk; (c) Aktivitas sosial ekonomi masyarakat Desa Sidomulyo menjadi lebih berkualitas.

Langkah-langkah pendekatan program IbM dapat diuraikan sebagai berikut: (a) Untuk optimalisasi pemanfaatan biogas dan peningkatan aktivitas ekonomi masyarakat maka dibentuk 2 kelompok kegiatan, kelompok pertama adalah kelompok yang bergerak dalam unit produksi biogas dan memanfaatkan biogas tersebut untuk kegiatan rumah tangga dan pengolahan kopi bubuk, sementara kelompok kedua memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar kegiatan pengolahan biji kopi menjadi produk kopi bubuk kemasan (pengolahan kopi sekunder); (b) Sosialisasi teknis pembuatan reaktor/biodigester biogas; (c) Sosialisasi dan pemberian pelatihan teknis instalasi kompor gas untuk keperluan rumah tangga dan pengolahan kopi bubuk.

Hasil yang telah dicapai dalam kegiatan Ipteks bagi Masyarakat (IbM) ini antara lain: (a) perancangan reaktor biogas; (b) pembuatan dan perakitan reaktor biogas; (c) Instalasi jaringan pipa biogas; (e) uji fungsional reaktor biogas; dan (f) pelatihan dan sosialisasi perawatan, operasional serta pemanfaatan reaktor biogas sebagai sumber energi untuk keperluan rumah tangga dan *home industry*.

PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karuniaNya sehingga kegiatan pengabdian pada masyarakat yang berjudul **I_bM PEMANFAAT LIMBAH CAIR PROSES PENGOLAHAN BUAH KOPI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA PROSES PENGOLAHAN KOPI DAN KEPERLUAN RUMAH TANGGA** dengan sumber dana DP2M DIKTI dapat terlaksana.

Kegiatan pengabdian ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, oleh karena itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada.

1. Pihak Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember yang telah mendukung serta memberikan ijin pelaksanaan kegiatan ini.
2. Lembaga Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jember yang telah memberikan mediasi dengan DP2M DIKTI dalam perolehan dana kegiatan pelaksanaan pengabdian ini.
3. DP2M DIKTI Kemenristek dan Pendidikan Tinggi dengan para reviewernya, yang telah memilih kegiatan ini untuk didanai, mengingat masyarakat yang termarjinalkan perlu dibantu dengan kegiatan semacam ini.
4. Bapak Warno, sebagai mitra yang telah bekerjasama dengan baik sehingga kegiatan ini dapat terlaksana.
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah turut berpartisipasi demi suksesnya kegiatan ini.

Tim pelaksana kegiatan menyadari bahwa di dalam laporan ini masih banyak kesalahan dan kekurangan. Untuk itu kritik dan saran dari pembaca sangat dibutuhkan demi pengembangan kegiatan hasil kegiatan ini. Harapan tim pelaksana, semoga hasil pengabdian ini dapat bermanfaat bagi masyarakat Desa Sidomulyo, Kec. Silo, Kab. Jember.

Jember, Nopember 2015

Tim Pelaksana Kegiatan IbM

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Analisis Situasi	1
1.2 Permasalahan Mitra	2
II. TARGET DAN LUARAN.....	4
III. METODE PELAKSANAAN	6
3.1 Pengembangan Teknologi Biogas	6
3.2 Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga.....	7
IV. KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI.....	11
4.1 Road Map LPM	11
4.2 Sumber Daya Manusia.....	12
V. HASIL YANG DICAPAI.....	13
5.1 Perencanaan Reaktor Biogas	14
5.2 Instalasi Reaktor Biogas	16
5.3 Pengoperasian dan Pemeliharaan Reaktor Biogas.....	18
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	22
DAFTAR PUSTAKA	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tim Pelaksana IbM.....	12
---------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Digester tipe fixed dome	4
Gambar 2.	Komponen – komponen Biodigester	5
Gambar 3.	Kombinasi Manometer dan Klep Pengaman	5
Gambar 4.	Instalasi Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga.....	7
Gambar 5.	Klep Pengaman Gas Sebelum Masuk ke Tabung Penampung Gas	8
Gambar 6.	Tahapan proses menjadi biogas	9
Gambar 7.	Pengoperasian Kompor Biogas.....	9
Gambar 8	Sebelum Menggunakan Energi Biogas Setelah Menggunakan Energi Biogas.....	10
Gambar 9.	Road Map LPM Universitas Jember.....	11
Gambar 10.	Diagram Alir Kegiatan Ipteks	15
Gambar 11.	Peenggalian Lubang Reaktor dan Pemasangan Dinding Batu Bata pada Reaktor Biogas di Lokasi Pengabdian	16
Gambar 12.	Pemasangan Pipa Inlet pada Reaktor Biogas	17
Gambar 13.	Pekerjaan Plesterisasi Dinding dan Lantai Reaktor.....	17
Gambar 14.	Pekerjaan Plesterisasi Kubah Reaktor	18
Gambar 15.	Instalasi Pipa Saluran Gas dan Manometer	18
Gambar 16.	Lokasi Pipa U, Kran Penutupan Saluran Biogas, dan Kran Pembungan Air	19
Gambar 17.	Proses Pengisian Kotoran Ternak ke Dalam Reaktor sebagai Starter	20

I_bM PEMANFAAT LIMBAH CAIR PROSES PENGOLAHAN BUAH KOPI SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PADA PROSES PENGOLAHAN KOPI DAN KEPERLUAN RUMAH TANGGA

I. PENDAHULUAN

1.1 Analisis Situasi

Desa Sidomulyo memiliki keadaan geografis berupa dataran rendah dengan ketinggian tanah \pm 300 - 500 m dari permukaan laut. Jarak dari Desa Sidomulyo sampai ke pusat pemerintahan Kecamatan Silo adalah \pm 13 km. Jarak Desa Sidomulyo dengan ibukota kabupaten/kotamadya daerah tingkat II adalah \pm 40 km, sedangkan jarak dari Desa Sidomulyo ke ibukota provinsi daerah tingkat I adalah \pm 246 km. Fasilitas sarana dan prasarana yang menghubungkan antara desa dengan desa, desa dengan kabupaten, maupun desa dengan ibukota provinsi mudah dijangkau karena banyak tersedia angkutan umum. Jalan aspal dengan sarana dan prasarana yang memadai menghubungkan wilayah Desa Sidomulyo dengan desa-desa lain yang mengelilinginya. Hal ini memungkinkan aktivitas dapat dilakukan dengan baik, walaupun masih terdapat jalan-jalan yang belum beraspal. Desa tidak memiliki masalah dalam jalur perhubungan darat.

Desa Sidomulyo merupakan salah satu desa sentra penghasil kopi di Kecamatan Silo yang mengalami perkembangan cukup pesat dalam sistem pertaniannya. Petani kopi di desa tersebut telah mampu menerapkan sistem agribisnis, memiliki pabrik mini kopi, dan agroindustri hilir kopi. Selain itu terdapat juga lembaga penunjang seperti Koperasi Buah Ketakasi serta kelompok tani kopi (Novita, 2012). Produksi kopi di Desa Sidomulyo diusahakan di atas lahan dengan luas total 170 ha dengan potensi produksi 180 ton.

Sejak tahun 2007, petani kopi di Desa Sidomulyo yang tergabung dalam Koperasi Tani Buah Ketakasi mulai bekerja sama dengan PT. Indocom untuk menghasilkan biji kopi berkualitas tinggi. Biji kopi berkualitas tersebut dipersyaratkan berasal dari proses pengolahan basah. Sehingga kelompok tani harus mulai melakukan perubahan metode proses pengolahan dari proses olah kering menjadi olah basah. Akan tetapi dampak lingkungan yang ditimbulkan dari proses

olah basah ini adalah besarnya volume limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan dan dapat menimbulkan pencemaran lingkungan di Desa Sidomulyo.

Menurut Novita (2012), Mulato dan Suharyanto (2010), meskipun proses olah basah yang diterapkan petani menghasilkan limbah cair, akan tetapi limbah hasil pengolahan kopi ini adalah limbah cair organik yang memiliki potensi cukup besar untuk menghasilkan bioenergi. Salah satu proses biokonversi limbah cair pengolahan kopi adalah proses pengolahan anaerobik yang mampu menghasilkan biogas.

Biogas yang dihasilkan dari limbah pengolahan kopi dapat digunakan sebagai sumber energi untuk memasak 5 liter air dan masak 500 g beras dalam waktu 35 dan 45 menit dengan konsumsi masing-masing sekitar 170 dan 210 liter. Biogas juga dapat digunakan untuk menyangrai 10 kg biji kopi selama 45 menit dengan konsumsi 980 liter. Beberapa hasil penelitian tentang biodigester berbahan baku limbah cair pabrik kopi pada skala laboratorium mampu memproses air limbah pengolahan kopi menjadi biogas dengan laju pembentukan 3 liter/m³ volume reaktor/hari dengan masukan bahan 9-22 kg volume padatan/m³ reaktor/hari. Reaktor biogas bervolume 4 m³ berbahan baku majemuk limbah pengolahan kopi dan kotoran ternak 75 kg/hari, kandungan padatan 12-13% dapat menghasilkan biogas maksimum 0,55 m³/hari/m³ volume digester. Biogas mempunyai nilai panas pembakaran antara 4800 – 6700 kkal/m³ yang dapat dimanfaatkan untuk industri pengolahan kopi bubuk dan rumah tangga petani (Mulato dan Suharyanto, 2010).

2.1. Permasalahan Mitra

Potensi perkebunan kopi di Desa Sidomulyo yang melimpah, kondisi sosial masyarakat yang terbuka untuk perbaikan kualitas kopi perlu dipertahankan dan dijaga keberlanjutannya. Dengan demikian upaya pencegahan pencemaran sekaligus pemenuhan kebutuhan energi yang ramah lingkungan dalam pengolahan kopi hendaknya diupayakan. Berdasarkan kondisi dan situasi tersebut permasalahan prioritas masyarakat mitra adalah sebagai berikut.

1. Masyarakat Desa Sidomulyo umumnya masih tergantung dengan kayu bakar untuk keperluan memasak, sementara jumlah kayu bakar yang tersedia semakin lama semakin menipis.

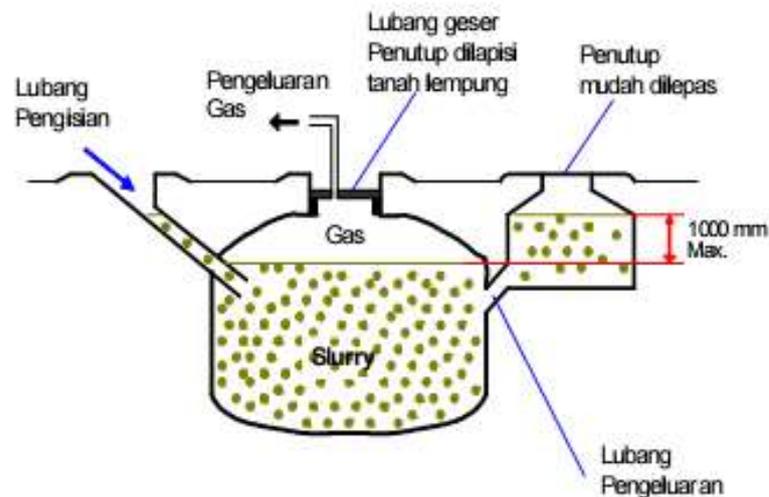
2. Metode pengolahan buah kopi menjadi biji yang diupayakan petani menghasilkan limbah cair dan limbah padat yang dapat mencemari lingkungan.
3. Limbah padat dan limbah cair pengolahan kopi belum dimanfaatkan optimal oleh masyarakat Desa Sidomulyo. Di sisi lain, limbah padat dan limbah cair pengolahan kopi merupakan limbah organik yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber bioenergi.
4. Upaya pengembangan produk kopi bubuk untuk konsumsi domestik membutuhkan kepastian sumber energi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
5. Tingkat pendidikan dan pengetahuan masyarakat tentang teknologi energi alternatif yang terbatas, menyebabkan belum optimalnya pemanfaatan potensi alam sebagai sumber energi alternatif dalam pengembangan usaha masyarakat.

II. TARGET DAN LUARAN

Target luaran yang diharapkan dari kegiatan ini adalah :

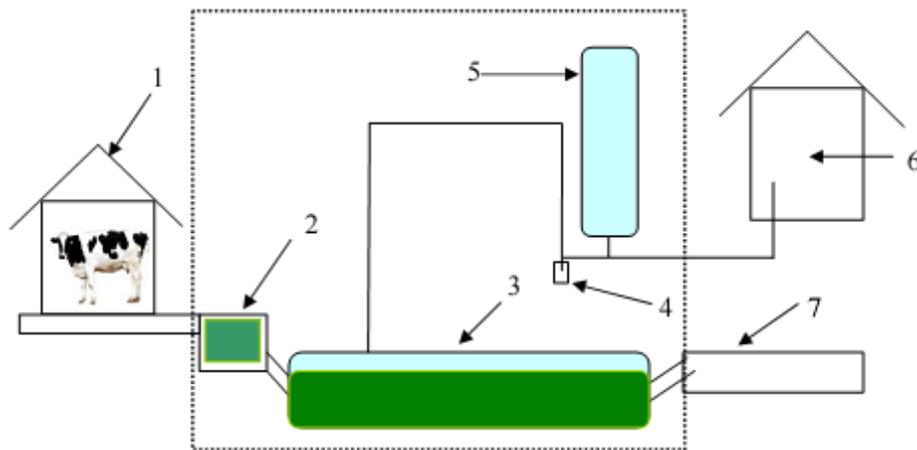
1. Terciptanya sumber energi yang ramah lingkungan dan murah bagi masyarakat Sidomulyo dengan memanfaatkan limbah majemuk kotoran ternak dan limbah kopi yang dikenal dengan biogas
2. Terpenuhinya kebutuhan bahan bakar pengganti kayu bakar bagi kelompok tani dan masyarakat Sidomulyo untuk keperluan usaha produk kopi bubuk.
3. Aktivitas sosial ekonomi masyarakat Desa Sidomulyo menjadi lebih berkualitas.
4. Meningkatkan kualitas biji kopi sekaligus kualitas lingkungan Desa Sidomulyo.

Komponen biodigester dapat dilihat pada Gambar 1 sampai dengan 3 berikut ini.



Keterangan: bagian slurry pada biodigester ini dirancang dengan kapasitas 7m^3 , konstruksi digester ini dibuat dengan pasangan batu bata dan beton bertulang

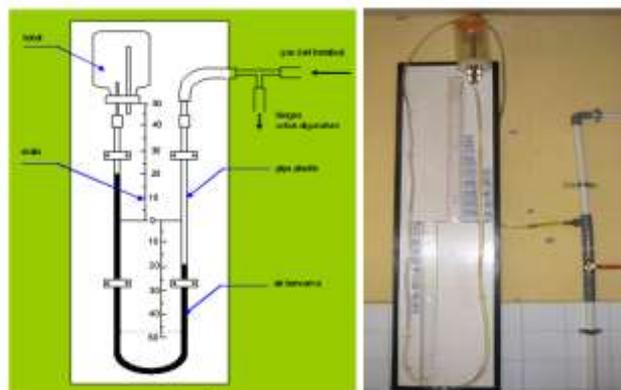
Gambar 1. Digester tipe fixed dome (Sumber: Teguh, dkk., 2006)



Keterangan: (1) kandang sapi; (2) bak pencampuran; (3) biodigester; (4) perangkap uap air; (5) penampung gas; (6) Tempat mesin diesel; (7) Bak sludge.

Gambar 2. Komponen – komponen Biodigester

Seperti terlihat pada Gambar 2 sistem biodigester menyatu dengan kandang. Kotoran sapi yang dihasilkan di kandang dialirkan ke bak pencampur. Dengan memanfaatkan air sisa membersihkan puting sapi dan campuran air seni, kotoran diaduk di bak pencampur untuk memperoleh bahan yang homogen, kemudian dialirkan ke biodigester. Gas bio yang dihasilkan dialirkan menuju penampung gas dengan bantuan pipa penyalur untuk dimanfaatkan lebih lanjut di ruang mesin sedangkan bahan yang telah terproses selama waktu tertentu menjadi sludge akan keluar melalui pipa outlet (diadaptasi dari Amaru, 2004).



Catatan : $1 \text{ kg/cm}^2 = 10\,000 \text{ mmH}_2\text{O} = 0.9678 \text{ atm}$

Gambar 3. Kombinasi Manometer dan Klep Pengaman
(Sumber:Teguh, dkk., 2006)

III. METODE PELAKSANAAN

Untuk mewujudkan tersedianya sumber energi alternatif yang murah dan ramah lingkungan, memenuhi kebutuhan rumah tangga dan pengembangan usaha baru seperti produk kopi bubuk maka perlu disusun langkah-langkah pendekatan sehingga program ini dapat berjalan dengan baik sebagai berikut.

1. Untuk optimalisasi pemanfaatan biogas dan peningkatan aktivitas ekonomi masyarakat maka dibentuk 2 kelompok kegiatan yaitu:
 - a. Kelompok pertama adalah kelompok yang bergerak dalam unit produksi biogas dan memanfaatkan biogas tersebut untuk kegiatan rumah tangga dan pengolahan kopi bubuk (kelompok ke-2).
 - b. Kelompok kedua yang bergerak dalam memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar kegiatan pengolahan biji kopi menjadi produk kopi bubuk kemasan (pengolahan kopi sekunder).
2. Pemberian pelatihan teknis pembuatan reaktor/biodigester biogas.
3. Pemberian pelatihan teknis instalasi kompor gas untuk keperluan rumah tangga dan pengolahan kopi bubuk.

3.1 Pengembangan Teknologi Biogas

Periode panen buah kopi yang berlangsung relatif singkat, antara 5 sampai 6 bulan dalam satu tahun. Oleh karena itu, biodigester yang dirancang di perkebunan kopi harus dapat dioperasikan sepanjang tahun dengan bahan baku majemuk dan tidak hanya mengandalkan pada satu jenis bahan baku. Integrasi ternak dalam pengelolaan kebun kopi dapat meningkatkan ketersediaan, baik jenis maupun jumlah biomassa secara lestari untuk pengoperasian bio-digester sepanjang tahun. Oleh karena itu bahan baku biomassa untuk biodigester limbah cair pengolahan kopi dirancang menggunakan 2 bahan baku (limbah hasil pengolahan kopi dan kotoran ternak).

Pengembangan biodigester berbahan baku kotoran ternak (sapi) telah lama dikembangkan. BBP Mekanisasi Pertanian melalui DIPA 2005 telah melaksanakan kegiatan rekayasa dan pengembangan unit instalasi pemroses biomassa (kotoran sapi) menjadi energi biogas yang berlokasi di Pondok Pesantren Pertanian Darul

Fallah, Ciampea, Bogor. Instalasi pemroses biomassa (*biodigester*) yang digunakan adalah tipe *fixed dome* yang dirancang untuk 10 ekor sapi (dengan kotoran sapi 20 kg/hari/ekor dengan *retention time* 45 hari) maka kapasitas *digester* adalah 18 m³ (Widodo dkk, Tanpa Tahun).

3.2 Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga

Untuk membuat reaktor biogas skala rumah tangga diperlukan beberapa hal berikut (Widodo dkk., 2007 dalam Warta penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol. 29):

1. Volume reaktor (plastik) : 4.000 liter
2. Volume penampung gas (plastik) : 2.500 liter
3. Kompor Biogas : 1 buah
4. Drum pengaduk bahan : 1 buah
5. Pengaman gas : 1 buah
6. Selang saluran gas : + 10 m
7. Kebutuhan bahan baku: kotoran ternak (sebelum panen kopi) dan limbah pengolahan kopi (1 ton limbah kopi).
8. Biogas yang dihasilkan : 4 m³ per hari (setara dengan 2,5 liter minyak tanah).



Gambar 4. Instalasi Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga



Gambar 5. Klep Pengaman Gas Sebelum Masuk ke Tabung Penampung Gas

Cara Pengoperasian Reaktor Biogas Skala Rumah Tangga:

1. Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 1 (bahan biogas). Setelah panen kopi input kotoran ternak diganti dengan limbah kopi.
2. Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui tempat pengisian sebanyak 2000 liter, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor.
3. Setelah kurang lebih 10 hari reaktor biogas dan penampung biogas akan terlihat mengembung dan mengeras karena adanya biogas yang dihasilkan. Biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar, kompor biogas dapat dioperasikan.
4. Sekali-sekali reaktor biogas digoyangkan supaya terjadi penguraian yang sempurna dan gas yang terbentuk di bagian bawah naik ke atas, lakukan juga pada setiap pengisian reaktor.
5. Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak 40 liter setiap pagi dan sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa sludge (lumpur) secara otomatis akan keluar dari reaktor setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.



Gambar 6. Tahapan Proses Menjadi Biogas

Cara Pengoperasian Kompor Biogas:

1. Buka sedikit kran gas yang ada pada kompor (memutar kesebelah kiri)
2. Nyalakan korek api dan sulut tepat diatas tungku kompor.
3. Apabila menginginkan api yang lebih besar, kran gas dapat dibuka lebih besar lagi, demikian pula sebaliknya. Api dapat disetel sesuai dengan kebutuhan dan keinginan kita.



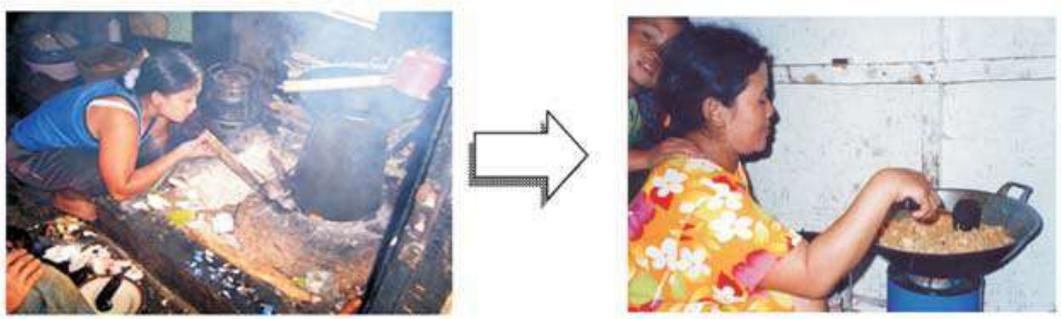
Gambar 7. Pengoperasian Kompor Biogas

Pemeliharaan dan Perawatan Reaktor Biogas:

1. Hindarkan reaktor dari gangguan anak-anak, tangan jahil, ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor dengan cara memagar dan memberi atap supaya air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor.
2. Isilah selalu pengaman gas dengan air sampai penuh. Jangan biarkan sampai kosong karena gas yang dihasilkan akan terbuang melalui pengaman gas.
3. Apabila reaktor tampak mengencang karena adanya gas tetapi gas tidak

mengisi penampung gas, maka luruskan selang dari pengaman gas sampai reaktor, karena uap air yang ada di dalam selang dapat menghambat gas mengalir ke penampung gas. Lakukan hal tersebut sebagai pengecekan rutin.

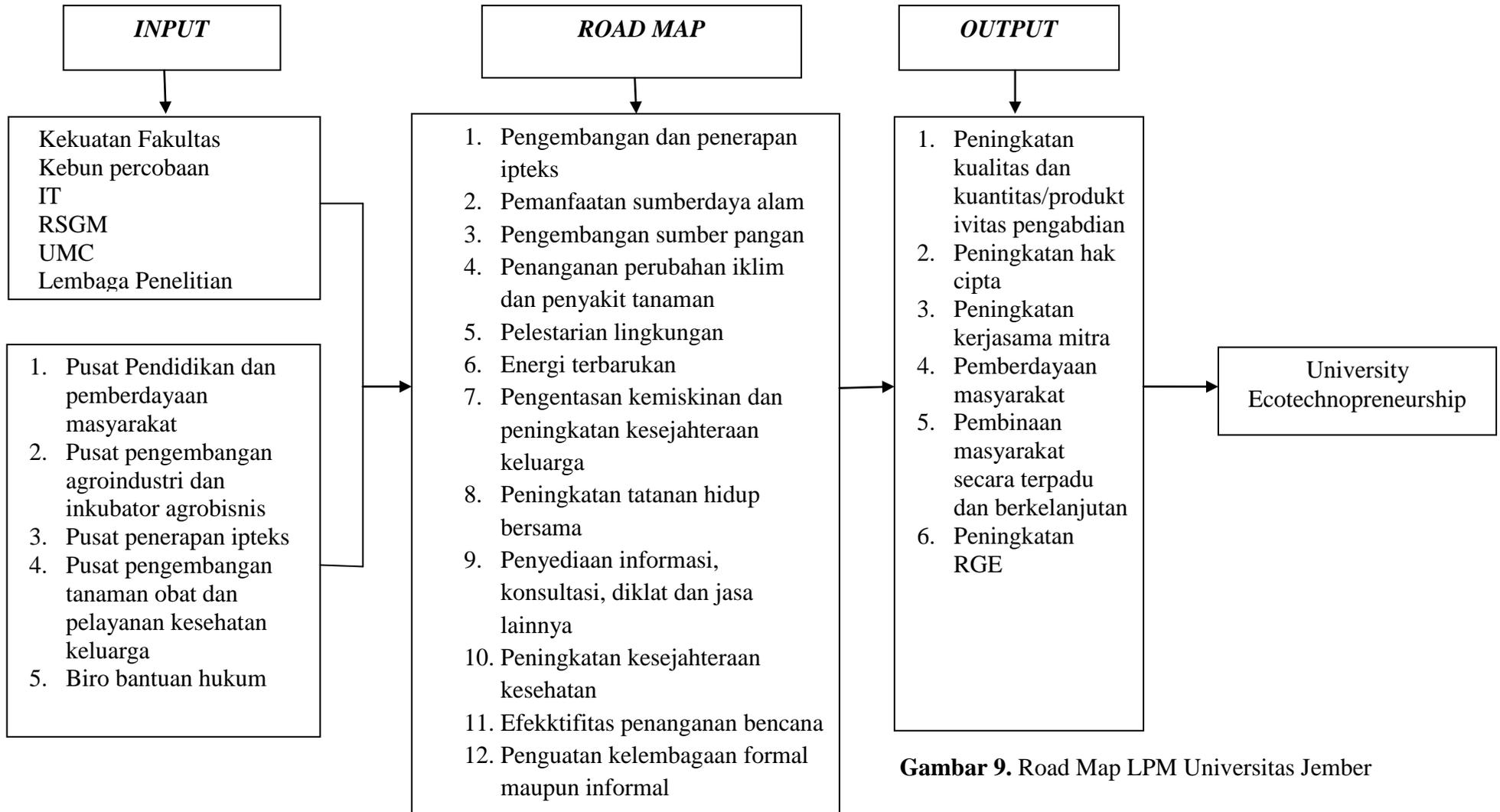
4. Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian disaat tidak ada pengisian reaktor.
5. Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian.
6. Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel.



Gambar 8. Sebelum Menggunakan Energi Biogas dan Setelah Menggunakan Energi Biogas

IV. KELAYAKAN PERGURUAN TINGGI

4.1 Road Map LPM



Gambar 9. Road Map LPM Universitas Jember

4.2 Sumber Daya Manusia

Pelaksana kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Program Ipteks bagi Masyarakat (I_bM) ini terdiri atas 3 orang yaitu ketua dan 2 anggota. Profil tim pelaksana Ipteks sebagai berikut ini.

No	Nama Pelaksana IbM	Pendidikan	Bidang keahlian
1.	Dr.Elida Novita, S.Tp, M.T	IPB (S1) ITS (S2) IPB (S3)	Manajemen Lingkungan
2.	Dr. Sri Wahyuningsih, S.P., M.T	UWK (S1) ITS (S2) ITS (S3)	Konservasi lingkungan
3.	Suhardi, S.T	Univ. Moch Sroedji (S1)	Teknik Sipil

4.3 Sarana dan Prasarana Laboratorium

Sarana dan prasarana pendukung usul kegiatan program Ipteks bagi Masyarakat (I_bM) di Universitas Jember adalah Laboratorium Mekanisasi Pertanian dan Laboratorium Teknik Pengendalian dan Konservasi Lingkungan dengan sarana yang dimiliki antara lain :

- a. Alat hidrolika dan hidrologi yang meliputi saluran simulasi yang dilengkapi dengan bangunan ukur, pompa air dan current meter untuk mengukur kecepatan aliran air, anemometer
- b. Alat – alat kualitas air dan deteksi kandungan limbah
- c. Mekanisasi Pertanian: alat-alat pertukangan dan alat-alat perbengkelan.

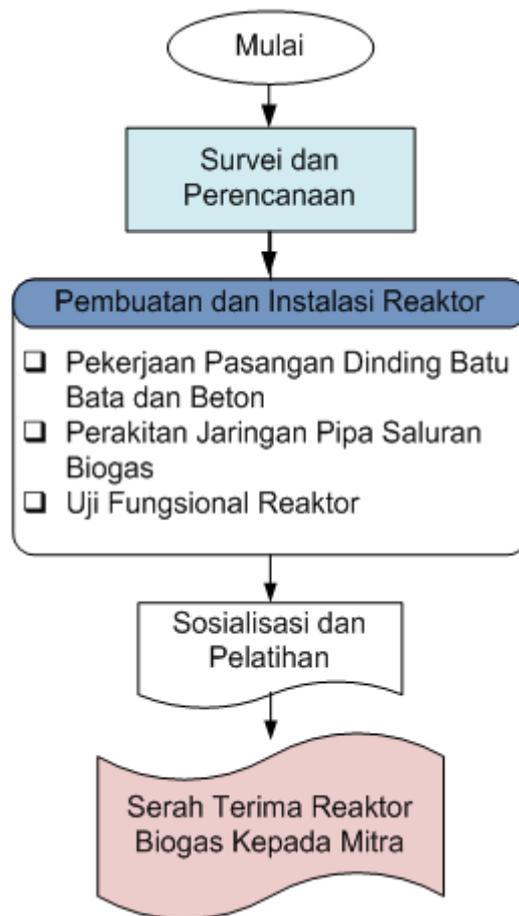
V. HASIL YANG TELAH DICAPAI

Beberapa tahapan pekerjaan dalam kegiatan Ipteks pemanfaatan kotoran sapi dan limbah cair kopi sebagai bahan bakar alternatif (biogas) meliputi perencanaan reaktor biogas yang mempertimbangkan volume reaktor dan kapasitas biogas yang dihasilkan, pembuatan reaktor biogas beserta kelengkapannya, perakitan, dan instalasi biogas di lokasi pengabdian. Dalam proses instalasi reaktor biogas melibatkan peran serta dari mitra, dengan harapan mitra dapat menguasai serta mampu membuat reaktor biogas secara mandiri sehingga penerapan teknologi tepat guna biogas dapat diterapkan secara luas di daerah pedesaan. Setelah kegiatan pembuatan reaktor biogas selesai dan mampu menghasilkan bahan bakar seperti yang diharapkan, selanjutnya dilakukan serah terima kepada mitra untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif untuk penyangraian biji kopi serta untuk keperluan memasak skala rumah tangga.

Ada empat hal yang menyebabkan masyarakat kurang tertarik menggunakan energi alternatif (biogas dari kotoran ternak maupun limbah cair kopi) tersebut, antara lain sebagai berikut.

1. Masalah kebiasaan, masyarakat sudah terbiasa menggunakan gas elpiji atau kayu sebagai bahan bakar, sulit bagi mereka untuk mengubah kebiasaan ini secara drastis dan butuh waktu yang lama.
2. Masalah kepraktisan, menggunakan kayu bakar dan gas elpiji lebih praktis dibandingkan dengan menggunakan biogas, karena mereka belum terbiasa.
3. Ketersediaan energi alternatif (biogas dari kotoran ternak) di pasar tidak terjamin secara berkesinambungan.
4. Tabung yang beredar di pasaran terbuat dari plat baja dengan harga subsidi dan mudah untuk mendapatkannya.

Berdasarkan masalah di atas, untuk membantu pemerintah dalam mendiversifikasi energi bahan bakar gas elpiji ke energi biogas terutama untuk memasak di dapur, maka perlu dirancang alat biogas skala kecil (rumah tangga) yang efisien, praktis, ramah lingkungan dan aman untuk meningkatkan nilai tambah (*Value Added*) dari limbah (kotoran) ternak tersebut. Diagram alir kegiatan Ipteks dapat dilihat pada Gambar 9 berikut ini.



Gambar 9. Diagram Alir Kegiatan Ipteks

5.1 Perencanaan Reaktor Biogas

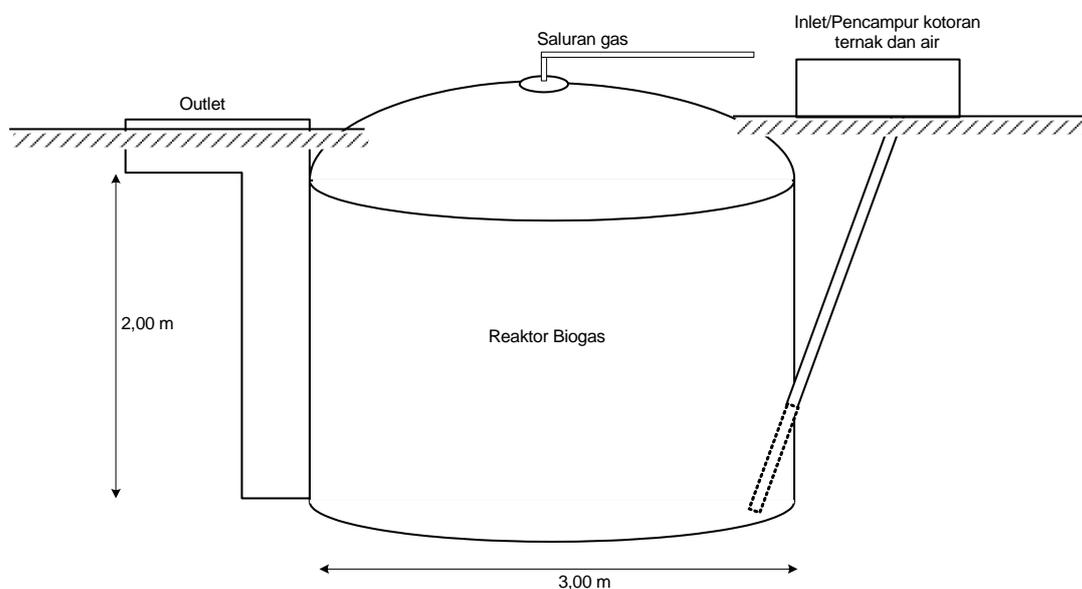
Rekayasa dan pengujian reaktor biogas skala rumah tangga ataupun kelompok tani ternak telah lama diperkenalkan, teknologi biogas telah berkembang sejak lama namun aplikasi penggunaannya sebagai sumber energi alternatif belum berkembang secara luas. Beberapa kendala antara lain kekurangan *technical expertise*, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/ kesalahan konstruksi, disain tidak *user friendly*, penanganan masih secara manual dan biaya konstruksi yang mahal. Pada kegiatan pengabdian ini dirancang reaktor biogas skala rumah tangga dengan kapasitas 6 m³ untuk menampung kotoran sapi sebagai starter dan selanjutnya memanfaatkan limbah pengolahan kopi sebagai bahan produksi biogas terutama di musim panen raya kopi.

Ukuran reaktor dirancang dengan cara memaksimalkan produksi gas

per unit volume reaktor agar biaya konstruksi dapat diminimalisir. Hal ini berkaitan dengan pencernaan secara anaerobik yang tergantung pada aktivitas biologis dari bakteri methanogen yang berkembang lambat, maka ukuran reaktor harus memenuhi kinerja yang diharapkan dan cukup besar ukurannya untuk menghindari terucinya bakteri tersebut keluar dari reaktor (*washed out*) pada daerah tropis yang pada umumnya suhu di dalam reaktor sekitar 25-30°C, *retention time* berkisar antara 40 – 50 hari (Gunnerson and Stuckey,1986)

Konstruksi instalasi reaktor biogas terdiri dari 3 bagian, yaitu (a) unit pencampur, (b) bagian utama reaktor, dan (c) bagian pengeluaran lumpur. Fungsi masing-masing bagian adalah sebagai berikut:

- a. Unit pencampur berfungsi untuk menampung kotoran sapi yang terkumpul dari kandang dan mencampur dengan air dengan perbandingan padatan/air 1:1. Campuran yang menyerupai bubur ini kemudian dimasukkan kedalam digester utama.
- b. Bagian utama reaktor merupakan tempat dimana kotoran mengalami proses fermentasi secara anaerob sehingga dapat menghasilkan biogas. Bagian atas reaktor berbentuk kubah (dome) dengan garis tengah 0,6 meter, sedangkan pada bagian dasarnya berbentuk silinder. tinggi reaktor 2,00 meter. Adapun konstruksi reaktor biogas yang diterapkan dalam kegiatan Ipteks ini tampak seperti pada Gambar 10 berikut ini.



Gambar 10. Konstruksi Reaktor Biogas

5.2 Instalasi Reaktor Biogas

Instalasi biogas mengubah kotoran hewan menjadi gas metana yang mudah terbakar merupakan salah satu teknologi tepat guna yang dapat diterapkan di daerah pedesaan karena limbah hewan khususnya sapi tersedia melimpah. Gas ini dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor gas. Produk samping dari biogas dapat digunakan sebagai pupuk organik.

Pengembangan teknologi biogas (tipe reaktor biogas) selama ini memiliki banyak kendala, antara lain: kekurangan technical expertise, reaktor biogas tidak berfungsi akibat bocor/kesalahan konstruksi, disain tidak user friendly, membutuhkan penanganan secara manual (pengumpanan/mengeluarkan lumpur dari reaktor) dan biaya konstruksi yang mahal. Untuk itu, diperlukan pertimbangan-pertimbangan teknis dan ekonomis dalam menentukan tipe reaktor yang akan dikembangkan. Reaktor biogas ditanam di dalam tanah dengan tujuan untuk mempermudah pengisian kotoran sapi dan memperkuat konstruksi reaktor terhadap tekanan gas yang dihasilkan. Instalasi reaktor biogas dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dapat dilihat pada Gambar 11 s.d 15 berikut ini



Gambar 11. Peenggalian Lubang Reaktor dan Pemasangan Dinding Batu Bata pada Reaktor Biogas di Lokasi Pengabdian



Gambar 12. Pemasangan Pipa Inlet pada Reaktor Biogas



Gambar 13. Pekerjaan Plesterisasi Dinding dan Lantai Reaktor



Gambar 14. Pekerjaan Plesterisasi Kubah Reaktor



Gambar 15. Instalasi Pipa Saluran Biogas dan Manometer

5.2.1 Pengoperasian dan Pemeliharaan Reaktor Biogas

Pengoperasian reaktor biogas khususnya untuk skala rumah tangga sangat mudah dan dapat dilakukan oleh masyarakat luas. Adapun langkah-langkah pengoperasian biogas ini adalah sebagai berikut.

1. Buat campuran kotoran ternak dan air dengan perbandingan 1 : 1 (bahan biogas)
2. Masukkan bahan biogas ke dalam reaktor melalui tempat pengisian, selanjutnya akan berlangsung proses produksi biogas di dalam reaktor.
3. Setelah kurang lebih 15 hari manometer menunjukkan kenaikan tekanan. Pada kondisi dimana tekanan manometer mulai naik, kran pada pipa saluran gas dibuka sedikit beberapa saat untuk mengeluarkan udara yang terjebak di dalam pipa pada saat pemasangan. Apabila manometer menunjukkan tekanan minimal 30, biogas sudah dapat digunakan sebagai bahan bakar kompor untuk keperluan memasak.
4. Apabila pada pipa U pada kubah reaktor berbunyi gemercik air, maka lakukan penutupan kran pada reaktor, selanjutnya kran pembuangan yang berada di dekat reaktor dibuka untuk mengeluarkan air yang ada di dalam pipa saluran biogas. Apabila air di dalam pipa saluran biogas sudah dipastikan keluar, tutup kembali kran air, dan buka kembali kran pada reaktor tersebut.



Keterangan:

a = Pipa U

b = Lokasi kran penutupan saluran biogas pada reaktor

b = Lokasi kran pembuangan air dari pipa saluran biogas

Gambar 16. Lokasi Pipa U, Kran Penutupan Saluran Biogas, dan Kran Pembuangan Air

5. Pengisian bahan biogas selanjutnya dapat dilakukan setiap hari, yaitu sebanyak 40 liter setiap pagi dan sore hari. Sisa pengolahan bahan biogas berupa sludge (lumpur) secara otomatis akan keluar dari reaktor setiap kali dilakukan pengisian bahan biogas. Sisa hasil pengolahan bahan biogas tersebut dapat digunakan langsung sebagai pupuk organik, baik dalam keadaan basah maupun kering.



Gambar 17. Proses Pengisian Kotoran Ternak ke Dalam Reaktor sebagai Starter

Untuk keperluan memasak maka ada beberapa cara yang harus diperhatikan dalam pengoperasian kompor biogas antara lain sebagai berikut ini.

1. Sambungkan selang gas ke kompor biogas, pastikan selang dalam keadaan rapat dan tidak bocor
2. Buka sedikit kran gas yang ada pada kompor (memutar kesebelah kiri)
2. Nyalakan kompor.
3. Apabila menginginkan api yang lebih besar, kran gas dapat dibuka lebih besar lagi, demikian pula sebaliknya. Api dapat disetel sesuai dengan kebutuhan dan keinginan pemakai.

Untuk menjaga kelangsungan dari pemanfaatan bahan bakar biogas ini perlu dilakukan pemeliharaan dan perawatan reaktor biogas secara berkala seperti berikut ini.

1. Hindarkan reaktor dari gangguan anak-anak, tangan jahil, ataupun dari ternak yang dapat merusak reaktor dengan cara memagar dan memberi atap supaya air tidak dapat masuk ke dalam galian reaktor.
2. Pastikan selang manometer terisi air, hendaknya air diberikan pewarna agar perubahan tekanan gas dapat terpantau dengan mudah. Hindari pemanfaatan biogas bila manometer menunjukkan angka 0 – 20 (warna merah). Warna merah pada manometer menunjukkan bahwa cadangan gas pada reaktor sangat sedikit dan perlu dilakukan pengisian kembali kotoran sapi atau limbah cair kopi.
3. Cegah air masuk ke dalam reaktor dengan menutup tempat pengisian disaat tidak ada pengisian reaktor.
4. Berikan pemberat di atas penampung gas (misalnya dengan karung-karung bekas) supaya mendapatkan tekanan di saat pemakaian.
5. Bersihkan kompor dari kotoran saat memasak ataupun minyak yang menempel.

5.2.1 Uji Fungsi Reaktor Biogas

Kegiatan uji fungsi reaktor biogas dilakukan melalui beberapa tahapan antara lain berikut ini.

1. Pastikan tekanan manometer biogas telah mencapai angka ≥ 25 .
2. Hubungkan selang penyalur gas dari reaktor ke kompor.
3. Buka kran yang ada pada pipa saluran gas, hidupkan kompor dengan bantuan korek pemantik
4. Perhatikan api yang dihasilkan pada kompor, bila berwarna biru menunjukkan bahwa biogas berfungsi dengan baik.
5. Biogas dapat dimanfaatkan untuk kegiatan rumah tangga dan *home industry*.



Gambar 18. Nyala Api yang Dihasilkan dari Bioagas

5.2.1 Pelatihan dan Sosialisasi Operasional, Perawatan serta Pemanfaatan Reaktor Biogas.

Pelatihan dan sosialisasi tentang operasional, perawatan serta pemanfaatan reaktor biogas meliputi: (a) pemaparan materi oleh tim pelaksana IbM; (b) diskusi; (c) pengisian kuisisioner; dan (c) praktek modifikasi kompor gas sehingga kompor yang ada dapat dimanfaatkan untuk menggunakan bahan bakar biogas.

Pemaparan materi oleh tim pelaksana IbM melibatkan 15 orang anggota Koperasi Buah Ketakasi dan ibu-ibu di sekitar lokasi pabrik pengolahan kopi yang merupakan usaha pengolahan kopi bubuk yang berada di bawah manajemen Koperasi Buah Ketakasi. Materi yang disampaikan meliputi: (a) pengetahuan umum tentang pembuatan reaktor biogas; (b) operasional, perawatan dan pemanfaatan biogas untuk keperluan rumah tangga dan *home industry*; serta (c) teknis modifikasi kompor gas. Selain itu untuk mengetahui minat dan pengetahuan mitra tentang reaktor biogas, tim pelaksana IbM memberikan kuisisioner kepada peserta tersebut untuk diisi sebagai bahan evaluasi tim pelaksana IbM. Melalui kuisisioner tersebut, tim berharap mendapatkan masukan dan saran dari peserta untuk perbaikan kegiatan di masa mendatang serta mengetahui sejauh mana masyarakat dapat menerima kegiatan pengabdian pembuatan biogas ini.

Berdasarkan hasil kuisisioner diketahui bahwa hampir seluruh peserta yang hadir (98%) menerima adanya upaya pemanfaatan limbah cair dan kotoran ternak yang ada di sekitar mereka untuk menjadi biogas. Dari 98% peserta yang mengembalikan kuisisioner, sekitar 80% adalah petani kopi ataupun yang terlibat langsung dalam pengolahan kopi. Sekitar 45% peserta mampu memahami pentingnya upaya pemanfaatan limbah cair untuk menghindari terjadinya pencemaran lingkungan. Dan peserta masih mengharapkan kegiatan-kegiatan lain yang tidak hanya mampu memanfaatkan limbah dari perkebunan maupun pengolahan kopi tetapi juga memiliki nilai ekonomi dan meningkatkan perekonomian masyarakat.

Hampir 99% peserta mengharapkan biogas yang dihasilkan dapat disalurkan ke rumah-rumah sehingga dapat langsung dimanfaatkan. Oleh karena itu untuk mempermudah ibu-ibu rumah tangga di sekitar pabrik pengolahan kopi, biogas dari reaktor akhirnya dicoba dikemas dengan memanfaatkan ban dalam mobil. Ban dalam tersebut diisi dengan biogas, selanjutnya dengan selang yang telah dihubungkan dengan peralatan yang dapat mengeluarkan biogas dari dalam ban, biogas tersebut telah siap untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar kompor gas yang telah dimodifikasi.



Gambar 19. Sosialisasi Ibm Biogas



Gambar 20. Praktek Modifikasi Kompor Gas



Gambar 21. Praktek Operasional, Perawatan dan Pemanfaatan Biogas



Gambar 22. Praktek Operasional Kompor Gas dengan Memanfaatkan Ban Mobil Bekas sebagai Penampung Sementara Biogas

Berdasarkan hasil pemanfaatan di lapangan untuk sekali pengisian kotoran ternak, biogas yang dihasilkan dan ditampung di ban dalam berukuran diameter luar 60 cm dengan volume tampungan sekitar 0,5 m³ mampu dimanfaatkan oleh masyarakat untuk merebus air selama 3 hari berturut-turut. Selain itu kegiatan penyangraian biji kopi yang semula menggunakan tabung elpiji dicoba diganti menggunakan biogas ternyata mampu dimanfaatkan pemakaian alat selama 3 – 5 hari dengan perkiraan 5 jam kerja optimal. Setelah itu manometer biogas yang dipasang sebagai indikator ketersediaan biogas menunjukkan angka < 30 yang berarti sudah saatnya dilakukan pengisian kembali. Berdasarkan hasil pengamatan ini, tim membuat prosedur secara tak tertulis untuk menjadi saran penggunaan bioreaktor biogas oleh mitra.

Setelah tahapan kegiatan IbM dilaksanakan, selanjutnya dilakukan penyerahan seperangkat alat reaktor biogas kepada mitra seperti tampak pada Gambar 23 berikut ini.



Gambar 23. Serah Terima 1 Unit Biogas

VII. KESIMPULAN DAN SARAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diuraikan dari kegiatan pengabdian Ipteks bagi Masyarakat (IbM) ini antara lain sebagai berikut.

1. Target luaran yang diharapkan adalah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan masyarakat mengenai teknologi pengolahan dan pemanfaatan limbah sapi dan limbah kopi sebagai biogas untuk keperluan rumah tangga
2. Tersedianya biogas dari pemanfaatan limbah bahan organik (kotoran ternak, limbah kopi) untuk dimanfaatkan oleh unit pengolahan kopi bubuk dan masyarakat di sekitar pabrik.
3. Masyarakat dapat merasakan manfaat secara langsung dari alih guna elpiji ke biogas untuk pemanfaatan sehari-hari.
4. Secara tidak langsung dampak positif kegiatan ini adalah dapat mengurangi ketergantungan dari bahan bakar tidak terbarukan dan mengurangi biaya penggunaan elpiji.

Beberapa saran yang dapat diuraikan dalam kegiatan pengabdian Ipteks bagi Masyarakat (IbM) ini antara lain sebagai berikut.

1. Proses pencairan dana IbM diharapkan lebih cepat sehingga target dari kegiatan pengabdian ini bisa maksimal.
2. Perlu dilakukan pembinaan secara berkelanjutan kepada mitra yang melibatkan peran serta LPM.

DAFTAR PUSTAKA

- Gunnerson and Stuckey, 1986. **Anaerobic Digestion Principles and Practices for Biogas Systems**. UNDP Project Management Report Number 5. Washington, D.C., U.S.A.
- Kharistya Amaru, 2004. **Rancang Bangun Dan Uji Kinerja Biodigester Plastik Polyethylene Skala Kecil (Studi Kasus Ds. Cidatar Kec. Cisurupan Kab. Garut)**. Jurusan Teknologi Pertanian -Fakultas Pertanian-Universitas Padjadjaran. Jatinangor.
- Mulato S, Suharyanto E. 2010. **Case Study of Biogas Production From Plant-Based Materials and Animal Manure Resources Available in The Coffee Farm**. Di dalam *Proceedings of 22th International Conference on Coffee Science, 2010*. Bali, Indonesia: ASIC. 3-8 Oktober 2010.
- Novita, E. 2012. **Desain Proses Pengolahan Pada Agroindustri Kopi Robusta Menggunakan Modifikasi Teknologi Olah Basah Berbasis Produksi Bersih**. Disertasi IPB, Bogor.
- Widodo, T.W, Ana N., A.Asari dan Astu Unadi. Tanpa Tahun. **Pemanfaatan Energi Biogas Untuk Mendukung Agribisnis di Pedesaan**. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Serpong
- Widodo, T.W, Asari A, Ana N, Elita R, 2006. **Rekayasa Dan Pengujian Reaktor Biogas Skala Kelompok Tani Ternak**. Balai Besar Pengembangan Mekanisasi Pertanian. Vol. IV, No. 1

LAMPIRAN DOKUMEN KEGIATAN IbM



Diskusi Persiapan Pembuatan Reaktor Biogas



Diskusi Lokasi Reaktor Biogas



Penentuan Lokasi Reaktor oleh Tim Pelaksana IbM dan Mitra



Diskusi antara Tim Pelaksana IbM dan Mitra di Rencana Lokasi Reaktor



Lokasi Pabrik Pengolahan Kopi "Koperasi Buah Ketakasi."



Pembuatan Reaktor Biogas di Belakang Bangunan Pabrik Pengolahan Kopi "Koperasi Buah Ketakasi."



Pemantauan Kegiatan Pembuatan Reaktor Oleh Tim Pelaksana IbM



Pemantauan dan Inspeksi Bangunan Reaktor Biogas sebelum Dimanfaatkan



Diskusi Lapangan dengan Mitra



Limbah Pengolahan di Dekat Reaktor



Pabrik Pengolahan Kopi “Koperasi Buah Ketakasi.”



Pengisian Reaktor dengan Kotoran Sapi