

**PORTABLE DIGESTER SYSTEM SEBAGAI ALTERNATIF
SOLUSI DAMPAK KENAIKAN BBM UNTUK PEMENUHAN
KEBUTUHAN BAHAN BAKAR SKALA RUMAH TANGGA
YANG PRAKTIS DAN MUDAH DIPINDAHKAN**

**Oleh: Pujianto¹⁾, Dyah Purwaningsih¹⁾, dan Sugi Rahayu²⁾
FMIPA¹⁾ dan FIS²⁾ Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail: puji_uny@yahoo.com**

Abstract

This activity aims to: (1) Provide advice to the public about the utilization of biogas from manure residue for the benefit of the farmers and ranchers; (2) Provide an alternative solution of biogas production technologies that do not require farmers and ranchers to construct a plant; (3) Provide information to the public, especially peddlers, on the ergonomic and mobile aspects of portable digester system in supporting new entrepreneurs; (4) Provide trainee for manufacturing and processing skills of portable digester system to farmers and ranchers, especially in Jatisarone Village.

The training was conducted by lecturing, discussion-information, workshops, and limited dissemination. This activity involves 4 students and 37 cattle breeders from 40 targeted participants. The involved cattle ranchers are from Jatisarone Nanggulan Kulonprogo. Activities also involve Local Supervisor of Agriculture and Animal Husbandry (PPL) and village officials. Implementation activities began on June 22, 2012 and went on until the workshop stage.

In general, the training was successful and on target. It can be seen from the increasing knowledge and understanding of the manufacture of portable cattle ranchers digester system at each stage of the PPM. It was clearly visible from their skills to produce the PDS during the workshop.

Keywords: *portable, digester, and training*

A. PENDAHULUAN

1. Analisis Situasi

Embargo minyak bagi Iran secara tidak langsung menimbulkan efek bagi negara-negara berkembang yang sangat tergantung akan Bahan Bakar Minyak (BBM). Harga minyak mentah menjadi melambung

sehingga berefek ke kenaikan harga pada pemenuhan kebutuhan pokok lainnya. Indonesia merupakan salah satu negara yang terkena imbas embargo tersebut. Pemerintah sebagai pengendali roda pemerintahan tidak mungkin secara terus-menerus memberikan subsidi terhadap BBM.

Dampak yang ditimbulkan akibat kondisi tersebut adalah selalu adanya kenaikan harga BBM. Kenaikan BBM selalu diikuti oleh aksi-aksi yang merupakan reaksi masyarakat terhadap efek kenaikan harga BBM tersebut. Tingginya ketergantungan masyarakat terhadap BBM ini disebabkan pola pikir masyarakat yang hanya beranggapan bahwa bahan bakar hanya diperoleh dalam bentuk BBM.

Kondisi di atas sangat memprihatinkan jika melihat potensi kekayaan alam yang dimiliki Indonesia. Kondisi alam yang memungkinkan tumbuhnya berbagai jenis flora sangat potensial untuk dikembangkan peternakan ruminansia. Namun demikian, perkembangan peternakan ruminansia saat ini baru diorientasikan pada pemenuhan kebutuhan akan protein (daging). Masyarakat belum banyak yang memahami manfaat lain dari kotoran ternak ruminansia yang sangat potensial untuk bahan baku utama biogas. Di tengah maraknya isu tentang kenaikan harga bahan bakar minyak (BBM), biogas dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar minyak untuk keperluan sehari-hari. Biogas merupakan salah satu energi yang dapat diperbaharui (*renewable energy*), dengan ketersediaan yang melimpah dan mudah pemanfaatannya.

Saat ini, teknologi biogas bukan lagi menjadi teknologi baru bagi masyarakat Indonesia, terlebih lagi bagi masyarakat yang sebagian besar mempunyai hewan ternak se-

perti sapi. Bahkan, belakangan ini ditemukan teknologi tepat guna berupa reaktor biogas plastik yang sangat sederhana dan mudah dipraktikkan masyarakat. Dengan panjang 5 meter, lebar 1 meter dan kedalaman 1 meter, maka kotoran sebanyak 40 kg (2 ember) yang telah dicampur air dengan perbandingan 1:1 dimasukkan ke dalam bak input, dilakukan setiap hari. Kotoran sebanyak itu cukup dipenuhi dua ekor sapi (Wariyanto, 2006). Hal ini berbeda dengan reaktor biogas yang biasa digunakan untuk skala besar. Namun demikian, yang paling banyak digunakan justru menggunakan tipe digester dalam skala besar, dan tentunya melibatkan jumlah sapi yang banyak. Semakin besar digester yang dikembangkan maka akan semakin besar pula gas metan yang dihasilkan. Dengan teknologi yang mudah dan murah tersebut, banyak warga atau lembaga tertentu membuat instalasi biogas dengan harapan sebagai sumber energi yang dapat menggantikan minyak tanah. Tetapi dengan teknologi yang murah dan mudah ini malah menjadi sebuah bumerang. Kenyataan di lapangan justru menunjukkan hal yang berbeda dengan apa yang dikatakan “murah dan mudah”. Banyak faktor yang menyebabkan kegagalan dalam instalasi biogas itu sendiri. Kemungkinan kegagalan tersebut disebabkan oleh desain digester. Desain ini erat kaitannya dengan saluran *inlet* dan *outlet* yang kurang sesuai dengan prosedur serta pembangunannya ku-

rang memperhatikan aspek kondisi *anaerob* yang diterapkan digester.

Hal yang selama ini dilupakan masyarakat adalah perannya dalam menggunakan dan merawat teknologi baru tersebut. Perawatan terhadap reaktor gas tersebut tentunya membutuhkan kerja sama di antara anggota masyarakat. Hal ini membutuhkan sistem koordinasi dan cenderung susah. Apalagi alat yang berupa reaktor biogas merupakan sarana untuk kepentingan umum.

Apabila melihat kondisi di atas, maka dibutuhkan suatu alat serupa reaktor biogas dengan model sederhana dan mudah dipindahkan sehingga lebih praktis. Keinginan untuk membuat *digester portable* (reaktor jinjing) yang memiliki karakter *plug and play* merupakan upaya perwujudan terhadap kebutuhan reaktor gas yang lebih praktis tersebut.

Pada tahun 2008 Tim Pengabdian telah melakukan pelatihan pembuatan biogas dari kotoran ternak di desa Jatisarone Kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulon Progo (dibiayai dengan dana PPM Reguler). Hasil pelatihan memberikan dampak bahwa sekitar 60% penduduk di desa Jatisarone telah memanfaatkan hasil limbah kotoran ternaknya sebagai bahan pembuatan biogas. Bahkan, Pemerintah desa Jatisarone saat ini telah menunjuk Bapak Jumadi sebagai model yang telah memiliki ternak sapi 25 ekor agar memanfaatkan limbah kotoran sapi untuk menghasilkan biogas.

Selain itu, pada pelatihan tersebut juga disampaikan kepada warga desa tersebut aspek sosio-kultural penerapan teknologi baru kepada masyarakat yang ternyata merupakan suatu tantangan tersendiri akibat rendahnya latar belakang pendidikan, pengetahuan dan wawasan yang mereka miliki. Tidak pernah terbayangkan bahwa kotoran sapi dapat menghasilkan api. Selain itu, juga timbulnya perasaan jijik terhadap makanan yang dimasak menggunakan biogas. Pada program pengabdian tersebut juga telah dilatihkan tentang penghitungan konversi energi yang dihasilkan dari biogas hasil kotoran sapi tersebut dan bagaimana mensosialisasikan produk biogas tersebut kepada masyarakat sehingga dapat dijadikan sebagai rintisan wirausaha baru.

Tim Pengabdian telah melakukan wawancara dengan Penyuluh Pertanian Lapangan (PPL) di kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulon Progo yaitu Bapak Sumardi tentang kemungkinan pembuatan alat penampung biogas *portable* yang praktis dan mudah dipindahkan. Tim Pengabdian telah berhasil mengembangkan suatu alat penampung biogas sederhana yang diberi nama "*Portable Digester System*" yang telah diujicobakan dalam skala laboratorium. Terkait dengan hal itu, maka tim Pengabdian tertarik untuk melakukan uji alat penampung tersebut di desa Jatisarone, Kecamatan Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo.

Bapak Sumardi sangat tertarik dan mendukung rencana tersebut. Kelebihan *portable digester system* memungkinkan bagi penggunaannya untuk memindahkan digester sesuai kebutuhannya sangat sesuai dengan kebutuhan warga khususnya di sekitar Jatisarono yang seringkali masih trauma akan ledakan tabung gas jika menggunakan tabung gas elpiji. Masyarakat pedagang keliling dapat menikmati dampak sifat *portable digester* yang dikembangkan Tim. Para petani yang merasa dirugikan karena sebagian lahan pekarangannya digunakan sebagai sumur reaktor permanen juga akan mendapatkan keuntungan karena *portable digester system* tidak memerlukan lahan pekarangan sebagai tempat menanam sumur reaktor. Mengingat volume kotoran ternak sapi yang diperlukan untuk membuat *portable digester system* tidak harus dalam jumlah besar maka bagi masyarakat peternak sapi yang hanya memiliki ternak dengan jumlah terbatas juga dapat membuat sistem digester ini tanpa harus menunggu atau menampung kotoran ternak dengan kapasitas yang besar. Keuntungan lainnya adalah waktu yang diperlukan untuk membuat digester hingga timbulnya gas sebagai bahan bakar tidak terlalu lama apabila dibandingkan dengan digester model konvensional. Berdasarkan pertimbangan kelebihan-kelebihan *portable digester system* dan tingginya kebutuhan bahan bakar serta melimpahnya potensi penyedia bahan ba-

kar gas (BBG) di Desa Jatisarono tersebut, Tim melakukan pelatihan pembuatan *portable digester system* bagi warga desa Jatisarono.

2. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah seperti telah diuraikan di atas, dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut.

- a. Belum dipahaminya teknologi pengolahan kotoran ternak sebagai sumber utama bahan bakar biogas di desa Jatisarono
- b. Keterbatasan jumlah ternak dan luas area pekarangan masih menjadi kendala bagi usaha pembuatan sumur reaktor biogas di desa Jatisarono
- c. Sumur reaktor permanen bagi instalasi biogas menyebabkan sulitnya menggunakan biogas untuk keperluan *mobile* bagi para pedagang keliling
- d. Belum dipahaminya teknik pembuatan *digester system* secara *portable* oleh warga desa Jatisarono

3. Tujuan Kegiatan

Tujuan kegiatan pengabdian ini seperti berikut.

- a. Memberi masukan kepada masyarakat tentang pemanfaatan residu biogas dari kotoran ternak bagi kepentingan masyarakat petani dan peternak.
- b. Memberikan solusi alternatif teknologi pembuatan biogas yang tidak memerlukan lahan peka-

- rangan bagi masyarakat petani dan peternak.
- c. Memberikan informasi kepada masyarakat khususnya para pedagang keliling tentang aspek ergonomi dan mobile dari *portable digester system* yang menguntungkan bagi perintisan wirausaha baru.
 - d. Melatihkan keterampilan pembuatan dan pengolahan *portable digester system* yang mudah dipindahkan bagi masyarakat petani dan peternak, khususnya di Desa Jatisarano.
 - e. Program yang dijalankan dapat dijadikan sebagai media penghubung antar keluarga dalam pengelolaan dan penyaluran biogas yang dihasilkan sehingga dapat terbentuk atmosfir sosio-kultural yang harmonis dan berkesinambungan.
 - f. Meningkatkan pendapatan masyarakat petani dan peternak sapi di daerah mitra sehingga dapat meningkatkan kesejahteraan keluarga.

4. Manfaat Kegiatan

Manfaat pelaksanaan kegiatan ini sebagai berikut.

- a. Hasil kegiatan yang telah dilakukan diharapkan dapat menjadi solusi alternatif untuk mereduksi ketergantungan warga terhadap BBM.
- b. Instalasi pembuatan *portable digester system* dapat digunakan sebagai rintisan kegiatan sistem pengelolaan limbah ternak yang berdaya guna dan ramah lingkungan.
- c. Teknologi pembuatan biogas yang dihasilkan dapat dijadikan sebagai sumber belajar (*real teaching*) bagi dunia pendidikan dalam rangka mewujudkan pendidikan berbasis riset.
- d. Memotivasi masyarakat desa untuk merintis wirausaha baru di bidang pembuatan *portable* biogas.

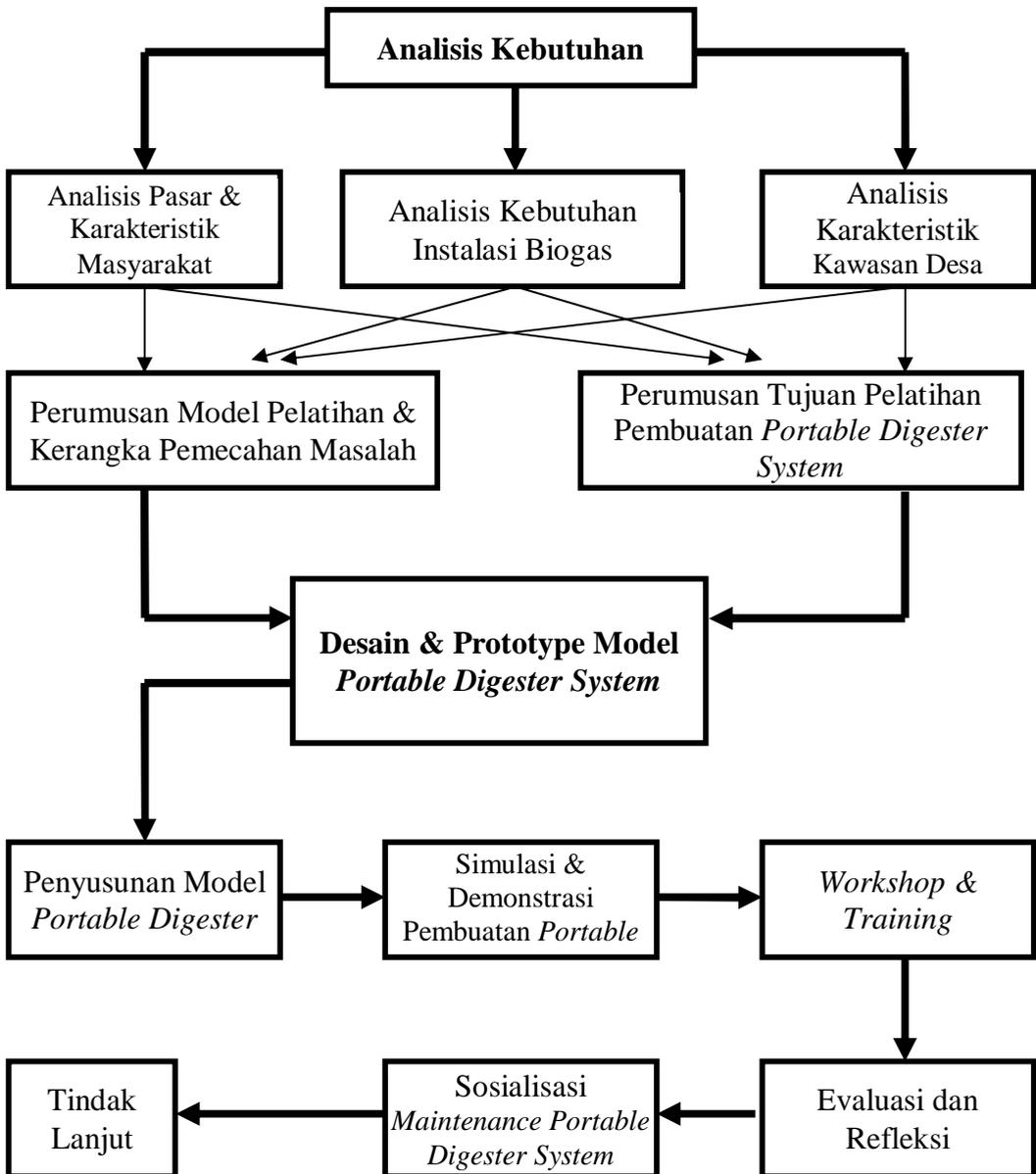
5. Kerangka Pemecahan Masalah

Seperti telah diuraikan pada bagian pendahuluan bahwa terdapat limbah kotoran ternak (sapi) yang cukup melimpah di Desa Jatisarano, Kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulon Progo. Melimpahnya jumlah limbah tersebut belum diiringi dengan sistem pengelolaan dan pemanfaatan yang baik. Tawaran Petugas Penyuluh Lapangan di daerah setempat untuk membuat suatu instalasi biogas masih mengalami kendala, yaitu adanya keterbatasan lahan pekarangan serta jumlah ternak yang dimiliki warga. Pemahaman warga mengenai instalasi biogas masih terbatas pada penanaman sumur reaktor yang ditanam di area pekarangan. Permasalahan lain adalah ketika warga memerlukan volume biogas untuk kapasitas konsumsi bagi para pedagang keliling belum difasilitasi melalui pembuatan instalasi biogas permanen. Pengetahuan, *skill* dan wawasan yang dimiliki Tim mengenai pembuatan instalasi biogas

secara *portable* menjadi solusi atas beberapa permasalahan yang dialami masyarakat peternak dan petani di Desa Jatisarone terkait dengan aspek pemenuhan kebutuhan

akan bahan bakar untuk skala rumah tangga.

Adapun secara sistematis kerangka pemecahan masalah yang akan dilakukan dalam kegiatan ini adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram Pemecahan Masalah

6. Khalayak Sasaran-Antara yang Strategis

Tim Pengabdian telah melakukan analisis kebutuhan (*need assessment*) untuk menentukan khalayak sasaran agar kegiatan ini sesuai dengan target yang telah ditetapkan dan tidak salah sasaran. Sasaran penyuluhan dan pemberian pelatihan keterampilan ini adalah para peternak sapi di Desa Jatisarone, Kecamatan Nanggulan Kabupaten Kulon Progo. Hal ini dikarenakan hampir seluruh penduduk di Desa Jatisarone bermatapencaharian sebagai peternak selain matapencaharian utama sebagai petani. Pemilihan sasaran kegiatan ini diambil dengan pertimbangan mereka dapat memberikan informasi tentang penerapan teknologi biogas yang mereka miliki kepada keluarga, tetangga maupun peternak sapi lain di sekitar Desa Jatisarone.

7. Keterkaitan

Kegiatan penerapan IPTEK ini akan bekerja sama dengan Petugas Penyuluh Lapangan (PPL) dan masyarakat Desa Jatisarone, Kecamatan Nanggulan, Kabupaten Kulon Progo sehingga mereka dapat menentukan waktu yang tepat untuk pelaksanaan kegiatan ini. Selain itu, pada pelaksanaannya dilakukan koordinasi dengan dinas peternakan setempat dan bekerjasama dengan peternak sapi terkait dalam pembuatan alat *portable digester system*.

B. METODE PENGABDIAN

Metode kegiatan ini meliputi ceramah, diskusi-informasi, *workshop*, dan disseminasi terbatas. Secara lebih rinci metode yang digunakan dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Menjelaskan kepada peserta pelatihan mengenai berbagai macam cara mengelola limbah ternak sapi dan pembuatan biogas.
2. Diskusi-informasi membahas cara mengatasi kesulitan dalam memulai pembuatan biogas serta menjelaskan cara mengatasinya sehingga dapat dihasilkan biogas yang ramah lingkungan.
3. Para peserta diberi kesempatan untuk mencoba merancang, dan membuat alat yang digunakan dalam pembuatan biogas.
4. Hasil uji coba selanjutnya dipresentasikan untuk bahan diskusi dan selanjutnya siap didiseminasikan di lingkungan rumah tangga lainnya.
5. *Workshop* pembuatan *portable digester system* yang melibatkan seluruh peserta kegiatan.

Tindak lanjut kegiatan ini diharapkan para petani dan peternak di Desa Jatisarone, Kecamatan Nanggulan kabupaten Kulon Progo dapat membentuk kelompok usaha pembuatan biogas. Hal ini dimaksudkan untuk perintisan wirausaha dan mereduksi masalah sosio-kultural yang ditimbulkan oleh limbah ternak sapi. Kegiatan ini juga dapat ditindaklanjuti sebagai salah satu kegiatan pemberdayaan masyarakat kampus yang

diimplementasikan dalam bentuk kolaborasi kegiatan hasil riset dan terapannya di masyarakat. Harapannya, masyarakat dapat menjadikan perguruan tinggi sebagai salah satu rujukan bagi solusi atas permasalahan yang dihadapi masyarakat di lapangan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil

Program ini diawali dengan analisis kebutuhan yang dilakukan dengan pengamatan dan diskusi informasi antara Tim Pengabdian, Petugas Penyuluh Lapangan dan aparat Desa Jatisarone terkait dengan program pembuatan *portable digester*. Hasil analisis ini selanjutnya digunakan sebagai dasar dan bahan pertimbangan mengenai kebutuhan apa sajakah yang diperlukan oleh masyarakat peternak sapi dalam instalasi pembuatan *portable digester*. Berdasarkan diskusi dengan beberapa peternak sapi dapat diketahui bahwa masih diperlukannya suatu program pelatihan mengenai pembuatan *portable digester* dalam skala kecil sebab adanya keterbatasan lahan yang dimiliki warga apabila membuat digester yang permanen.

Sebagai tindak lanjut dari tahap analisis kebutuhan dirancangkanlah suatu program untuk memfasilitasi kebutuhan masyarakat peternak sapi di Desa Jatisarone seperti diuraikan di atas, Bentuk program tersebut berupa pelatihan pembuatan "*Portable Digester System*" sebagai salah satu sarana pemenuhan kebu-

tuhan bahan bakar skala rumah tangga. Implementasi dari rancangan program pelatihan adalah dengan mengundang sejumlah peternak sapi di desa Jatisarone yang sebagian besar merupakan memiliki profesi ganda yaitu petani dan peternak sapi.

Realisasi pelaksanaan program terdiri atas program sosialisasi dan *workshop*. Tahap awal sosialisasi program, yaitu sosialisasi ke beberapa aparat Desa Jatisarone selaku pembuat kebijakan termasuk di dalamnya para Petugas Penyuluh Lapangan. Sosialisasi tahap berikutnya adalah dengan mengundang peternak sapi di desa tersebut. Tahap ini dilaksanakan pada tanggal 30 Juni 2012 bertempat di rumah salah satu warga Desa Jatisarone. Kegiatan dihadiri 37 peserta yang merupakan masyarakat peternak sapi dan Petugas Penyuluh Lapangan (PPL). Sebanyak 4 orang mahasiswa yang terdiri dari 3 orang mahasiswa jurusan Pendidikan Kimia dan 1 orang mahasiswa Jurusan Pendidikan Fisika dilibatkan pada program ini. Pada kegiatan ini dipresentasikan mekanisme pembuatan *portable digester system* dan cara perawatannya.

Workshop pembuatan *portable digester system* dilaksanakan pada tanggal 24 September 2012. Kegiatan ini dihadiri oleh 33 peternak sapi, PPL dan pejabat aparat desa Jatisarone dengan melibatkan mahasiswa Prodi Kimia dan Fisika yang membantu dalam pelaksanaan *workshop*. Kegiatan dinonitor oleh petugas monev dari LPM UNY.

Hasil pelaksanaan menunjukkan adanya respon positif dari peserta. Hal ini dapat dilihat dari jumlah peserta yang memenuhi undangan Tim pengabdian yaitu 37 orang pada sosialisasi program dan 33 orang ketika pelaksanaan program dari 40 peserta yang ditargetkan pada tahap perencanaan. Kegiatan telah melibatkan mahasiswa sebanyak 4 orang yang membantu proses sosialisasi maupun tutorial perencanaan instalasi *portable digester*. Indikator-indikator tersebut telah menunjukkan bahwa program pengabdian yang dilaksanakan telah memenuhi target yang direncanakan oleh Tim Pengabdian. Namun demikian, *portable digester system* yang berhasil dibuat hanya 1 buah. Hal ini dikarenakan hasil yang telah dibuat tersebut dapat digunakan sebagai acuan dan contoh untuk pembuatan digester serupa yang dapat dikembangkan oleh para peserta.

Adapun pelaksanaan program ini secara lebih rinci dapat diuraikan sebagai berikut.

1. Sosialisasi dan perencanaan program telah dilaksanakan pada tanggal 26 Juni 2012 dengan sasaran Petugas Penyuluh Lapangan, perwakilan masyarakat peternak sapi dan aparat desa Jatisarone.
2. Tahap sosialisasi pembuatan *portable digester system* ke masyarakat peternak sapi dilaksanakan pada tanggal 30 Juni 2012 diikuti oleh 37 peserta dan melibatkan 4

mahasiswa Prodi Kimia dan Fisika FMIPA UNY.

3. Pelaksanaan *workshop* pembuatan *portable digester system* dan cara perawatannya dilaksanakan pada tanggal 24 September 2012 diikuti 33 peternak sapi Desa Jatisarone yang sebelumnya telah mengikuti kegiatan sosialisasi. Kegiatan ini melibatkan petugas PPL dan 4 mahasiswa Prodi Kimia dan Fisika UNY.

Keseluruhan kegiatan tersebut dimonitor oleh perwakilan LPM UNY. Hasil pengamatan dan evaluasi terhadap pelaksanaan program menunjukkan bahwa kegiatan yang dikembangkan Tim Pengabdian sangat membantu warga dalam pembuatan digester. Warga memiliki keterampilan dan pengetahuan baru bahwa digester tidak harus dibuat dalam bentuk sumur permanen yang membutuhkan lahan pekarangan luas.

2. Evaluasi Pelaksanaan Program

Evaluasi dilakukan baik pada tahap pelaksanaan program maupun pasca pelaksanaan program. Salah satu indikator hasil evaluasi pelaksanaan program adalah hasil jawaban dari sebaran angket kepuasan responden yang mengungkapkan bahwa program yang diselenggarakan oleh Tim Pengabdian sangat membantu peternak sapi dalam memanfaatkan kotoran sapi sebagai sumber bahan bakar biogas secara *portable*. Beberapa faktor yang mendukung keberhasilan program ini antara lain seperti berikut.

- a. Tersedianya SDM baik untuk perancangan maupun pembuatan media *Portable Digester System*.
- b. Kerja sama antara Tim PPM, peternak sapi, petugas PPL, mahasiswa, dan desa mitra PPM.
- c. Alur kerja/mekanisme pembuatan *Portable Digester System* mudah dipahami oleh peserta kegiatan PPM.
- d. Ketersediaan bahan, sarana prasarana dapat digunakan untuk mendukung pembuatan *Portable Digester System*.
- e. Terjalannya kerjasama dan koordinasi yang baik antara LPM, masyarakat peternak sapi dan desa mitra.

Secara umum dapat dikatakan bahwa pelaksanaan program telah terlaksana sesuai target yang ditetapkan Tim Pengabdian pada awal program. Sejumlah 33 peternak sapi mengalami peningkatan keterampilan dalam mengembangkan instalasi *portable digester system* jika dibandingkan dengan keadaan sebelum diadakannya kegiatan ini.

D. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengamatan dan analisis terhadap keterlaksanaan program dapat disimpulkan seperti berikut.

1. Pengetahuan peserta pelatihan tentang konsep dasar dan prinsip mengenai cara pembuatan *portable digester system* mengalami peningkatan setelah mengikuti program pelatihan.

2. Keterampilan peserta pelatihan (peternak sapi) dalam mengembangkan instalasi *portable digester system* meningkat.
3. Motivasi peserta pelatihan untuk mengembangkan *portable digester system* di desa mitra meningkat. Peningkatan ini dapat dilihat dari adanya antusiasme dari peserta pelatihan selama pelaksanaan program.

DAFTAR PUSTAKA

Dampak Pemanasan Global bagi Indonesia. Artikel Digital, Diakses dari <http://handy.hageman.com/index.php/2007/12/01/dampak-pemanasan-global-bagi-indonesia/>, Tanggal 21 April 2011.

Energi. Artikel Digital, Diakses dari <http://www.energi.lipi.go.id/utama.cgi?cetakartikel&1123717100>, Tanggal 21 April 2011.

Kotoran Ternak sebagai Pupuk dan Sumber Energi. Arsip Digital, Diakses dari <http://www.disnak.jabarprov.go.id/data/arsip>, Tanggal 21 April 2011.

Pemanasan Global dan Dampaknya. *Kompas*, 1 Desember 2007.

Sumber Energi Alternatif. *Kompas*. 23 Maret 2008.

Teknologi Pengolahan Limbah. Artikel Digital, Diakses dari <http://www.majarikanayakan.c>

om/2008/01/teknologi-peng-olahan-limbah-b3/, tanggal 21 April 2008.

Teknologi Biogas. Artikel Digital. Diakses dari (http://www.petra.ac.id/science/applied_technology/biogas98/biogas.htm), Tanggal 21 April 2008.

Wariyanto, Agus. 2006. *Biogas, Alternatif Pengganti Minyak Tanah*. Diambil dari <http://www.suaramerdeka.com/harian/0605/22/ragam01.htm>

Yunus, 1987. *Biogas*. Yogyakarta: UGM Press.