

PEMANFAATAN BIOGAS SEBAGAI BAHAN BAKAR PENERING SKALA RUMAH TANGGA

¹Sriharti, ²Ari Rahayuningtyas

^{1,2}Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna – LIPI, Jl. KS. Tubun No. 5 Subang

E-mail : 1sriharti2002@yahoo.com

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan biogas yang dihasilkan dari limbah organik, sebagai bahan bakar pengering infra merah skala rumah tangga. Digester biogas yang digunakan berbentuk kubah terbuat dari fibreglass kapasitas 5,5 m³, penampung gas terbuat dari soft PVC kapasitas 5,6 m³. Pengering inframerah yang digunakan mempunyai dimensi 2 x 2 x 2 m, terdiri dari 44 loyang, kapasitas 50 kg. Perparameter proses yang diamati meliputi suhu, nilai pH, produksi biogas, suhu pengering, kadar air irisan pisang dan konsumsi biogas yang digunakan pengering. Pengering infra merah skala rumah tangga digunakan untuk mengeringkan irisan pisang sebanyak 12 kg, dengan ketebalan 2 mm, pada suhu ± 55 °C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi biogas yang dihasilkan rata-rata sekitar 1,333 m³ per hari, pada suhu lingkungan 26 – 33 °C dan nilai pH netral yaitu 7,02 – 7,48. Kadar air awal irisan pisang sebesar 75,37 %, dikeringkan selama 3,5 jam, kadar air yang dicapai sebesar 22,38 %, konsumsi biogas yang digunakan sebanyak 5,313 m³. Hasil akhir dari proses pengeringan irisan pisang sebanyak 3,5 kg, mengalami penyusutan berat sebesar 70,83 %.

Kata kunci : bahan bakar, irisan pisang, pemanfaatan biogas, pengering infra merah, skala rumah tangga

1. Pendahuluan

Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan meningkatnya kesejahteraan, maka kebutuhan energi semakin meningkat. Indonesia sebagai negara dengan jumlah penduduk terbanyak keempat di dunia tergolong negara yang tergantung pada sumber energi fosil, terutama minyak bumi yang merupakan energi tidak terbarukan. Penggunaan energi dari minyak bumi terus mengalami peningkatan, konsumsi minyak bumi Indonesia saat ini sudah mencapai 1,6 juta barel per hari (bph) dan akan meningkat menjadi 2,2 juta bph pada 10 tahun mendatang (Michael, A., 2016).

Salah satu upaya untuk menghemat bahan bakar minyak adalah dengan mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui. Energi alternatif yang dapat dikembangkan dengan teknologi tepat guna dan relatif sederhana adalah biogas. Biogas merupakan energi yang layak digunakan baik secara teknik, ekonomi maupun sosial untuk mengatasi kekurangan bahan bakar sekaligus sebagai upaya dalam penanganan limbah organik.

Biogas adalah campuran gas yang mudah terbakar dihasilkan oleh aktivitas bakteri anaerob atau fermentasi dari bahan-bahan organik diantaranya kotoran hewan kotoran manusia, limbah domestik, sampah yang dapat terdegradasi atau limbah organik yang dapat terdegradasi dalam kondisi anaerob. Komposisi biogas terdiri dari gas metan (CH₄) 55 – 75 %, karbondioksida (CO₂) 24 – 45 %, Nitrogen (N₂) 0 – 0,3 %, Hidrogen (H₂) 1 – 5 %, Hidrogen Sulfida (H₂S) 0 – 3 %, Oksigen (O₂) 0,1 – 0,5 % (Monnet, 2003). Biogas memiliki berat 20 % lebih ringan dibandingkan udara, memiliki suhu pembakaran 650 sampai 750 °C. Biogas tidak berbau dan tidak berwarna yang bila dibakar menghasilkan nyala api berwarna biru. Nilai kalor biogas 5.000 – 6.513 kcal/m³, gas metan murni 8900 kcal/m³ dengan efisiensi pembakaran 60 % pada konvensional kompor biogas konvensional (Schnurer and Jarvis, 2009).

Biogas sangat potensial sebagai sumber energi terbarukan, dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak, penerangan, proses pengeringan, menjalankan generator untuk pembangkit tenaga listrik.

Pada penelitian ini biogas dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk pengereng infra merah. Pengereng infra merah mampu menghasilkan produk pertanian kering yang berkualitas lebih baik dan higienis, daya simpan lama, nilai gizi yang stabil/terjaga karena perubahan karakteristik fisik dan kimia minimal. Teknologi infra merah sangat efisien karena panas radiasi langsung menembus bagian dalam molekul dan memutus ikatan molekul air pada molekul bahan tanpa melalui media perantara (udara) seperti halnya pada proses konveksi dan konduksi. Pengereng infra merah yang digunakan skala rumah tangga dengan kapasitas 50 kg per proses. Bahan yang dikeringkan adalah irisan pisang mentah. Pengeringan menurut Henderson dan Perry (1976) merupakan proses pengeluaran air dari suatu bahan pertanian menuju kadar air keseimbangan dengan udara sekeliling atau pada tingkat kadar air dimana mutu bahan pertanian dapat dicegah dari serangan jamur, enzim dan aktifitas serangga. Sedangkan menurut Brooker *et al.* (1981), proses pengeringan adalah proses pengambilan dan penurunan kadar air sampai batas tertentu, sehingga dapat memperlambat laju kerusakan bahan pertanian akibat aktifitas biologi dan kimia sebelum bahan diolah atau dimanfaatkan lebih lanjut. Keuntungan pengeringan menurut Heldman dan Singh (1981) adalah memperpanjang masa simpan dan penurunan mutu sekecil-kecilnya, memudahkan pengangkutan karena berat bahan lebih ringan dan volume lebih kecil, menimbulkan aroma yang khas pada bahan tertentu, mutu lebih baik dan nilai ekonomi lebih tinggi.

Tujuan penelitian adalah untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar pengereng infra merah pada skala rumah tangga, untuk pengeringan irisan pisang.

2. Metodologi

2.1 Digester Biogas

Digester yang digunakan berbentuk kubah terbuat dari fibreglass ukuran tinggi 2,2 meter, diameter 1,8 meter, kapasitas 5,5 m³. Tipe kubah (*fixed dome*) karena model ini merupakan model yang paling populer di Indonesia, dimana instalasi digester $\frac{3}{4}$ tertanam di tanah, dapat menghemat tempat, dapat mempertahankan suhu digester stabil dan mendukung pertumbuhan bakteri metan.

Digester dilengkapi dengan pipa pemasukan (*inlet*) untuk pemasukan bahan baku biogas dan pipa pengeluaran (*outlet*) untuk pengeluaran sisa fermentasi biogas. *Outlet* bekerja berdasarkan prinsip kesetimbangan tekanan hidrostatik.

Digester dilengkapi dengan pengaduk, yang terbuat dari besi siku. Tujuan pengadukan agar tidak terbentuk scum, untuk mengurangi pengendapan dan meningkatkan produktifitas dan menjamin padatan tetap dalam bentuk suspensi (Hadi and El-Azeem, 2008).

Digester ini dilengkapi dengan katup pengaman untuk pengatur tekanan gas dalam digester. Katup pengaman ini menggunakan prinsip pipa T, bila tekanan gas dalam saluran gas lebih tinggi dari kolom air, maka gas akan keluar melalui pipa T, sehingga tekanan dalam digester akan turun.

2.2 Tong pengaduk bahan baku biogas.

Kotoran sapi ditampung dalam tong plastik kapasitas 200 liter yang dilengkapi dengan pengaduk yang terbuat dari pipa PVC. Tujuan pengadukan agar limbah organik yaitu kotoran sapi dan air tercampur secara sempurna, sehingga proses pencernaan

anaerob dapat berlangsung lebih cepat. Pengadukan secara manual dengan cara memutar pengaduk.

2.3 Penampung biogas

Penampung gas terbuat dari soft PVC kapasitas 5,652 m³, antara digester dengan penampung gas dihubungkan dengan slang plastik ½ inchi. Keluaran gas terbuat dari slang plastik ½ inchi. Penampung gas diletakkan pada ketinggian 1,5 meter dari permukaan tanah. Biogas yang tertampung dalam penampung gas selanjutnya disalurkan dengan menggunakan slang plastik yang dapat digunakan sebagai bahan bakar pengering infra merah.

2.4 Pemanfaatan biogas sebagai bahan bakar pengering.

Biogas dalam penampung gas dihubungkan dengan gas meter untuk mengukur konsumsi gas yang digunakan sebagai bahan bakar pengering infra merah. Untuk memanfaatkan biogas sebagai bahan bakar pengering digunakan compressor, tekanan gas yang keluar dari kompresor sekitar 2 – 7 kg/cm², sedangkan tekanan gas yang masuk ke gasolec 0,2 – 0,4 kg/cm².

2.5 Pengisian bahan baku biogas.

Digester diisi dengan kotoran sapi pedaging dan dicampur dengan air. Kotoran sapi berasal dari peternakan sapi SMK II (STMPER) dan peternakan sapi di Cikole. Kotoran sapi dicampur air dengan perbandingan 1 : 2, agar diperoleh berat kering sekitar 9 %. Setelah terbentuk metan, pengisian selanjutnya menggunakan sampah taman berupa rumput-rumputan dengan perbandingan rumput dan air 1 : 2.

2.6 Pengukuran biogas.

Produksi biogas yang dihasilkan diukur dengan menggunakan gas meter dengan spesifikasi sebagai berikut : Q_{\max} 6m³/h, Q_{\min} 40 dm³/h, P_{\max} 50 kPa, V 0,7 dm³.

2.7 Pengering infra merah

Pemanfaatan biogas digunakan sebagai bahan bakar untuk alat pengering infra merah tipe rak. Pengering didisain pada kapasitas 50 kg kg/proses dengan dimesnsi 2 x 2 x 2 meter, kapasitas rak 44 buah. Pengering dilengkapi dengan exhaust fan , kipas angin dan panel untuk mengontrol suhu dan kelembaban ruang pengering. Kipas digunakan untuk meratakan udara panas dalam ruang pengering (Afifah, N., dkk., 2015). Sebagai pemanas digunakan gasolec tipe S8, karena mudah didapatkan dan sesuai untuk LPG dan natural gas. Gasolec memiliki kapasitas 3,5 kW/jam dengan tekanan operasi 350 – 1400 mbar (Gasolec, 2015). Pemanas berada di dalam ruang pengering dan langsung memanaskan kawat frame berbahan logam, sehingga memancarkan panas dan produk akan kering lebih seragam.

2.8 Bahan untuk pengeringan

Bahan yang digunakan untuk pengeringan adalah buah pisang mentah. Pisang dikupas dan diiris tipis dengan menggunakan alat slicer, ketebalan irisan sekitar 2 mm. Irisan pisang sebanyak 0,4 kg diratakan dalam tiap loyang, jumlah irisan pisang 12 kg. Sebanyak 30 loyang dimasukkan kedalam pengering dan ditetapkan sebagai jam ke nol.

Setiap setengah jam diukur temperatur dan kelembaban relatifnya dan diambil sampel untuk dianalisa kadar airnya dengan metode gravimetri.

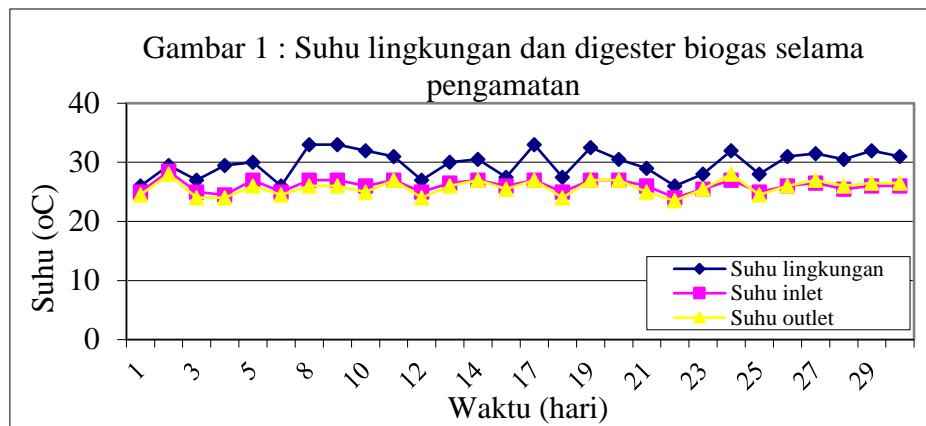
2.9 Pengukuran

Parameter yang diamati dalam pemanfaatan biogas adalah produksi biogas, suhu udara, suhu inlet dan outlet digester, nilai pH. Parameter untuk untuk pengeringan adalah suhu pengering, kelembaban, kadar air dan konsumsi bahan bakar biogas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Temperatur

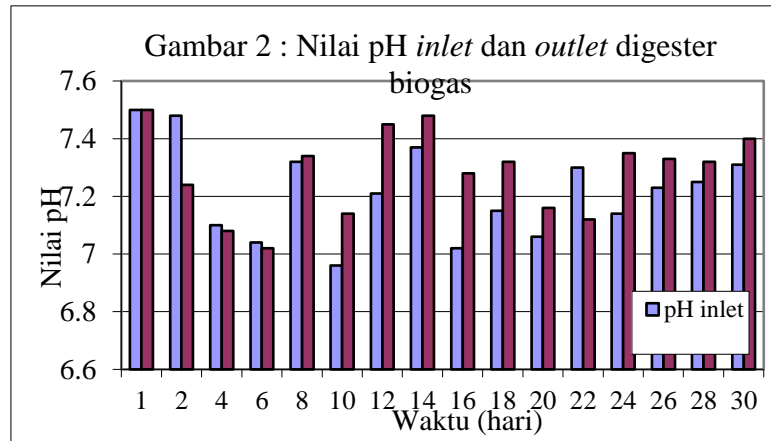
Temperatur merupakan salah satu faktor yang penting pada proses fermentasi biogas, karena temperatur mempengaruhi perkembangan mikroorganisme pembentuk biogas. Mikroorganisme pembentuk biogas membutuhkan temperatur ideal agar proses pembentukan biogas berjalan optimal. Hal ini sesuai dengan pendapat Jewel *et. al.* (1982), tempeartur selama proses fermentasi berlangsung sangat penting, karena berkaitan dengan kemampuan hidup bakteri pemroses biogas, temperatur lingkungan ideal sekitar 27 – 28 °C, dengan temperatur tersebut proses pembuatan biogas akan berjalan sesuai waktunya.



Gambar 1 menunjukkan suhu lingkungan dan suhu digester yaitu *inlet* dan *outlet* selama pengamatan. Pada gambar 1 terlihat bahwa kondisi temperatur berfluktuasi, temperatur lingkungan berada pada kisaran 26 – 33 °C, temperatur inlet 24 – 28,5 °C dan outlet 24 – 28 °C.

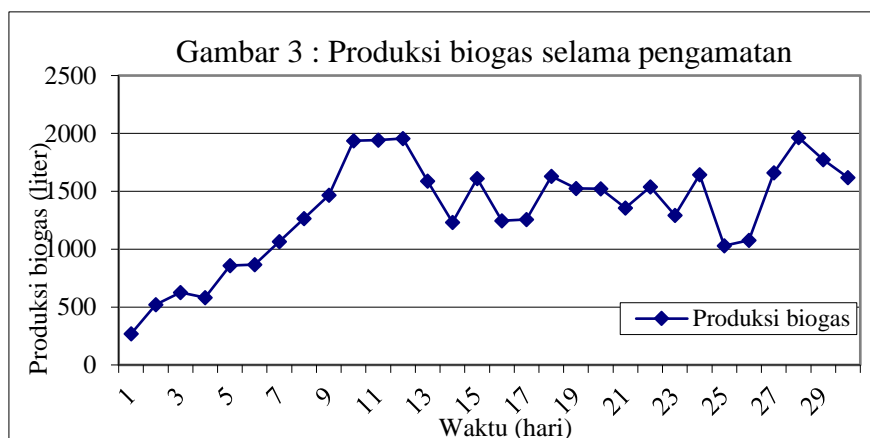
3.2 pH

Nilai pH sangat mempengaruhi kualitas biogas yang dihasilkan seperti yang dinyatakan oleh ESCAP (1984) bahwa salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas biogas adalah nilai pH bahan isian. Saseray *et al.* (2012) menyatakan bahwa bakteri metanogenik sangat peka terhadap derajat keasaman, sehingga pada kondisi pH yang tidak optimal dapat mempengaruhi produksi gas yang dihasilkan. Bakteri pembentuk biogas bekerja optimum pada kisaran pH 6,5 – 8 (Van Lier *et al.*, 2001 dalam Zhao, C., 2011). Gambar 2 menunjukkan nilai pH pada *inlet* dan *outlet* digester. Nilai pH pada inlet dan outlet berfluktuasi, namun berada dalam nilai kisaran optimum untuk pembentukan biogas. Nilai pH *inlet* berkisar antara 7,1 – 7,48 dan *outlet* sebesar 7,2 – 7,5.



3.3 Produksi biogas

Produksi biogas terbentuk pada hari pertama setelah digester terisi penuh dengan kotoran sapi dan dapat dibakar dengan nyala berwarna biru kemerahan, yang menunjukkan bahwa kadar metan sekitar 48 %, namun biogas dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada hari ke 4 dengan nyala berwarna biru, menurut Hammad *et al.* (1990) dalam Hermawan (2007), biogas dapat terbakar dengan baik jika kandungan metan telah mencapai 57 %, sedangkan menurut Hessami (1996) biogas dapat terbakar dengan baik jika kandungan metan telah mencapai minimal 60 %. Gambar 3 menunjukkan produksi biogas selama pengamatan. Produksi biogas menunjukkan kecenderungan peningkatan dari hari pertama sampai hari ke 12 dan pada hari ke 13 menunjukkan penurunan sampai hari ke 15, hal ini disebabkan substrat yang berupa kotoran sapi dan rumput-rumputan telah mengalami dekomposisi menghasilkan biogas, setelah bahan terdekomposisi kekurangan nutrisi untuk menghasilkan biogas, sehingga dilakukan pengisian dengan menggunakan sampah taman berupa rumput-rumputan, maka produksi biogas meningkat kembali. Pada digester biogas dilengkapi dengan alat pengaduk yang menyebabkan kontak substrat dengan populasi bakteri meningkat dan menghasilkan homogenitas kondisi limbah organik Pengadukan menjamin bahwa padatan tetap dalam bentuk suspensi, sehingga akan menghindari pembentukan *dead zone* oleh sedimentasi dari partikel padat lainnya (Maroney dan Colorado, 2009, dalam Triakuntini, dkk, 2013).

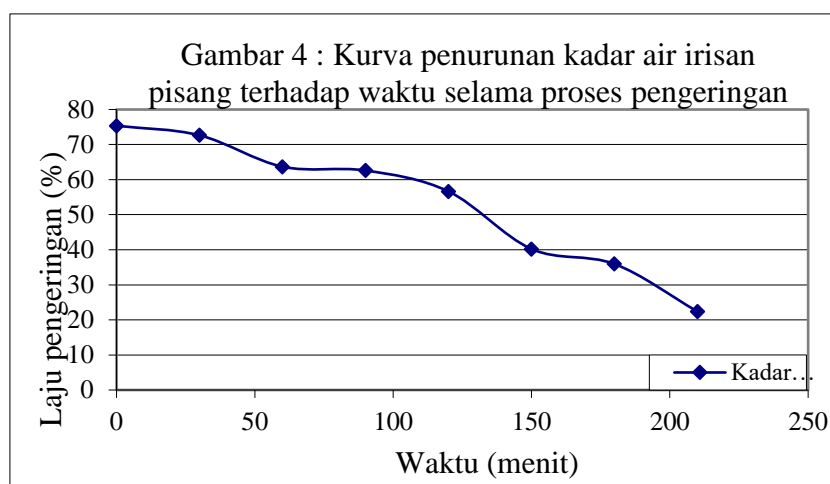


3.4 Pengeringan

Pengeringan infra merah dilakukan dengan bahan bakar biogas yang dihubungkan dengan gasolec, untuk meningkatkan tekanan biogas digunakan compressor pada tekanan 7 kg/cm². Saat gasolec dinyalakan, kawat frame berubah warna menjadi merah, kawat frame akan memancarkan panas dan gelombang infra merah. Lapisan dalam dinding ruang pengering yang menggunakan plat stainless steel juga membantu dalam memantulkan infra merah, sehingga gelombang infra merah yang berada dalam ruang pengering dapat semaksimal mungkin dimanfaatkan untuk proses pengeringan bahan. Dimensi ruang pengering cukup besar, maka kemarataan udara panas dalam ruang pengering menjadi hal penting agar penguapan air dari irisan pisang merata pada semua rak. Kipas difungsikan untuk meratakan udara panas yang ada dalam ruang pengering.

Gambar 4 menunjukkan kurva penurunan kadar air irisan pisang terhadap waktu selama proses pengeringan. Kadar air pisang menunjukkan penurunan sehubungan dengan waktu pengamatan selama 3,5 jam pada temperatur ruang pengering 50 – 60 °C dan kelembaban 22,2 – 36 %. Kisaran temperatur ini merupakan temperatur optimum untuk pengeringan bahan pertanian (Thompson, 1995). Pada awal proses pengeringan, terjadi penurunan kadar air yang lambat, karena massa air bahan yang terdapat dalam permukaan irisan pisang sangat besar. Pada proses pengeringan, suhu udara pengering memegang peranan yang penting dalam menentukan cepat lambatnya kadar air yang diinginkan tercapai. Semakin besar suhu ruang pengering semakin besar pula penurunan kadar air.

Pada pengeringan selama 3,5 jam mampu menurunkan kadar air irisan pisang sebesar 52,99 %, dari kadar air awal 75,37 % sampai mencapai kadar air akhir 22,38 %. Terjadi penyusutan irisan pisang sebesar 70,83 % dari berat awal 12 kg, pada akhir pengamatan menjadi 3,5 kg.



3.5 Konsumsi bahan bakar biogas.

Tabel 1 menunjukkan laju konsumsi bahan bakar biogas selama pengeringan (3,5 jam), untuk penyalaan dan pengaturan besarnya api / penyalaan memerlukan konsumsi biogas sebesar 674 liter, sedangkan untuk menjalankan pengering infra merah memerlukan biogas sebesar 611 liter sampai 721 liter per 0,5 jam, bila dikonversikan ke

LPG rata-rata sebesar 0,364 kg. Jumlah konsumsi biogas untuk pengeringan irisan pisang selama 3,5 jam sebesar 5.313 liter, bila dikonversikan ke LPG sebesar 2,55 kg.

Hasil penelitian Rahayuningtyas (2015) menunjukkan bahwa untuk pengeringan irisan pisang menggunakan pengering infra merah konsumsi LPG sebesar 1,5 kg selama 3 jam pada suhu pengeringan ± 60 %, kadar air awal irisan pisang 78 % dan kadar air akhir 20 %.

Konsumsi bahan bakar biogas ditentukan oleh jumlah bahan yang dikeringkan, kadar air awal dan akhir bahan serta suhu pengeringan. Hal ini terlihat pada konsumsi biogas total untuk pengeringan 12 kg irisan singkong sebesar 5,484 m³ selama 3 jam, konsumsi rata-rata per 30 menit sebesar 0,914 m³ pada kadar air awal 57,12 % hingga kadar air akhir yang dicapai 14,865 % pada suhu pengeringan 60 °C dan kelembaban 23,2 – 36.

Tabel 1 : Laju konsumsi bahan bakar biogas selama pengeringan

Waktu pengeringan	Konsumsi biogas (liter)
• 0 jam (penyalan gasolec)	674
• 0,5 jam	720
• 1 jam	721
• 1,5 jam	719
• 2 jam	611
• 2,5 jam	615
• 3 jam	596
• 3,5 jam	657
Jumlah	5.313

4. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biogas mulai terbentuk 1 hari pertama setelah digester terisi penuh, namun baru dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar pada hari ke 4, produksi biogas rata-rata per hari sebesar 1,333 m³ pada kondisi suhu lingkungan 26 – 33 °C, suhu inlet 24 – 28,5 °C, suhu outlet 24 – 28 °C dan nilai pH netral yaitu 7,02 – 7,48.
2. Hasil pengujian irisan pisang dengan menggunakan pengering infra merah skala rumah tangga, dari 12 kg irisan pisang dikeringkan pada suhu 50 – 60 °C dan kelembaban 22,2 – 36 %, mengalami penyusutan sebesar 70,83 % , berat kering 3,5 kg, pada kadar air awal 75,37 % hingga kadar air akhir 22,38 %.
3. Laju konsumsi biogas sebesar 0,611 – 0,721 m³ atau rata-rata 0,663 m³ per 30 menit, konsumsi biogas total selama proses pengeringan 3,5 jam sebesar 5,313 m³.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Kepala Pusat Pengembangan Teknologi Tepat Guna sebagai penyandang dana kegiatan penelitian melalui program Pemanfaatan limbah organik untuk produksi biogas, rekan-rekan teknisi Edi Jaenudin, Khudaifani dan rekan-rekan Bengkel Mekanik Logam yang telah membantu dalam kegiatan ini.

Daftar pustaka

- Afifah, N., Rahayuningtyas, A., Haryanto, A. Dan Kuala, S.I., 2015, Pengereng Lapisan Tipis Irisan Singkong Menggunakan Pengereng Infrared, Pangan Media Komunikasi dan Informas, Vol. 24, No. 3, hal. 167 – 246.
- Michael, A., 2016, RI Punya Cadangan Minyak 21,5 Miliar Barel yang Belum Bisa Diambil, diakse dari finance.detik.com/read/2016/05/25/173253/1034/ri-punya-cadangan-minyak-21,5-barel-yang-belum-bisa-diambil, pada tanggal 26 Agustus 2016.
- Brooker, D.B., Bakker, A. And Hall, C.W., 1981, *Drying Cereal Grains*, Avi Publishing Company Inc., West Port, Connecticut.
- ESCAP 1984, Update Guidebook on Biogas Development, Energy Resources Development Series No. 27, Economic and Social Commission for Asia and the Pasific, United Nations, Bangkok, New York.
- Gasolec, 2015, Specificatio of Gasolec S8, <http://www.gasolec.com/124/fotoalbum/index.htm?engels&infrared heaters&4&4> (diakses pada tanggal 11 Agustus 2016).
- Hadi, A. and El-Azeem, A., 2008, Effect of Heating, Mixing and Digester Type on Biogas Production from Buffalo Dung, Jurnal Agriculture Faculty, Suez-Canal University Mesir.
- Heldman, D.R. and Singh, R.P., 1981, *Food Process Engineering*, The Avi Publishing Co. Inc., westport, Connecticut.
- Henderson, S.M. and Perry, R.L., 1976, *Agricultural Process Engineering*, The Avi Publishing Co. Inc., westport, Connecticut.
- Hermawan, B., Lailatul, Q., Candrarini, P., Evans, S.P., 2007, Sampah Organik Sebagai Bahan Baku Biogas, Jurusan Kimia FMIPA UNILA, Lampung.
- Jewell, W.J., Adams, B.A., Eckstrom, B.P., Fanfoni, K.J., Kabrick, R.M. and Sherman, D.E., 1982, *The Feasibility of Biogas P roduction on Farms*, Departement of Agricultural Engineering Cornell University, Ithaca, New York.
- Monnet, 2003, *An Introduction to Anaerobic Digestion of Organic Waste*, Chemical Engineering Journal.
- Rahayuningtyas, A., 2015, Uji kinerja pengereng tipe rak berbahan bakar biogas untuk pengerengan produk pertanian, Unpublished.
- Schnurer, A. and Jarvis, A., 2009, *Microbiological Handbook of Biogas Plants Swedish Waste Management*, Swedish Gas Centre Report 2007, Svenskt Gastensiskt Center AB.
- Saseray, D., Triatmojo, S. dan Pertiwiningrum, 2012, Pemanfaatan faeces babi (*Sus sp*) sebagai sumber gas bio dengan penambahan ampas sagu (*Metroxylon sp*) pada taraf rasio C/N yang berbeda, Buletin Peterakan, Vol. 36 (3) : 66 – 74.
- Thompson, A.K., 1995, *Banana Processing, Bananas and Plantains*, Chapman and Hall, London.
- Triakuntini, E., Sudarno, S. dan Sutrisno, 2013, Pengaruh Pengenceran dan Pengadukan pada Produksi Biogas dari Limbah Rumah Makan dengan Menggunakan Starter Ekstrak Rumen Sapi, Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.2, No.4.
- Zhao, C., 2011, Effect of Temperature on Biogas Production in Anaerobic Treatment of Domestic Wastewater UASB Systems in Hammarby Sjostadsverk.