

**POTENSI KADAR AIR SAMPAH SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF BAHAN
BAKAR FOSIL DI TPA CILOWONG**

***POTENTIAL OF LEVEL OF WASTE AS AN ALTERNATIVE ENERGY OF FOSSIL
FUEL IN TPA CILOWONG***

(disubmit 22 Agustus 2018, direvisi 16 September 2018, diterima 1 Desember 2018)

Ade Ariesmayana¹⁾, dan Fitri Dwirani²⁾

^{1,2}Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Banten Jaya,
Jl. Ciwaru II No.73 Kota Serang-Banten
Corresponding Author: adeariesmayana@unbaja.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini memberikan solusi dalam alternatif energi terbarukan dengan memanfaatkan sampah kota (*municipal solid waste*) dari sumber Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPA) Cilowong, Kota Serang. Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik sampah Kota Serang, yang meliputi Uji Proksimat (*proximate analysis*), Uji Ultimat (*ultimate analysis*), Kadar Air Sampah dan Uji Nilai Kalor, serta mengetahui seberapa potensialkah timbunan sampah Kota Serang sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Penelitian dilakukan pada kawasan TPA Cilowong, Kota Serang. Pada laporan ini dibatasi hanya pada perhitungan Kadar Air Sampah. Metode penelitian yang digunakan adalah dengan pengujian laboratorium dan analisis kelayakan karakteristik sampah. Teknik penelitian yaitu dengan melakukan survei dan observasi ke TPAS Cilowong serta wawancara mendalam dengan dinas terkait dan masyarakat yang tinggal di sekitar kawasan tersebut. Hasil penelitian ini adalah kelayakan sampah kota Serang sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

Kata Kunci: Energi Alternatif, Kadar Air Sampah, TPA Cilowong

ABSTRACT

This research provides solutions in alternative renewable energy by utilizing municipal solid waste from the source of the Cilowong Waste Disposal Site (TPA), Serang City. This study aims to examine the characteristics of the city of Serang waste, which includes the Proximate Test (proximate analysis), Ultimate Analysis, Waste Water Content and Calorific Value Test, and find out the potential waste generation of Serang City as an alternative energy to replace fossil fuels. The study was conducted in the Cilowong landfill area, Serang City. This report is limited only to the calculation of Waste Water Content. The research method used is laboratory testing and analysis of the characteristics of waste characteristics. The research technique is by conducting surveys and observations to the Cilowong TPAS as well as in-depth interviews with related agencies and the people living around the area. The results of this study are the feasibility of municipal waste as an alternative energy substitute for fossil fuels.

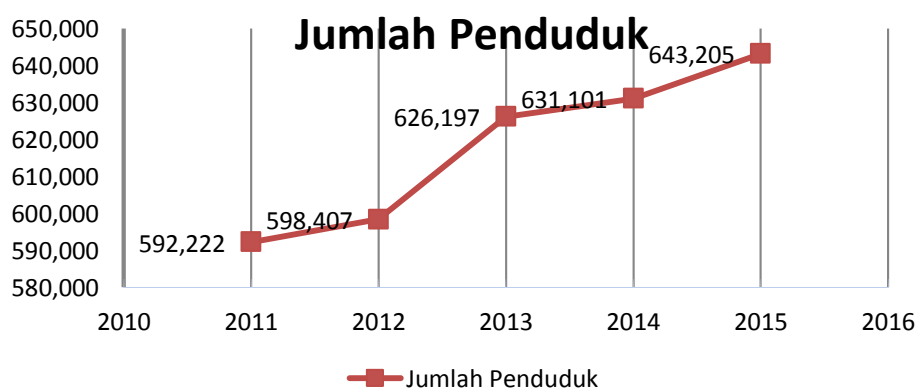
Keywords: Alternative Energy, Waste Water Content, Cilowong Landfill

PENDAHULUAN

Sejak revolusi industri abad ke-18, perubahan tatanan ekonomi masyarakat dunia pun ikut berubah, dari sistem agraris beralih menjadi sistem industrialisasi yang banyak membutuhkan energi bahan bakar minyak bumi, gas dan batubara yang diperoleh dari fosil (alam). Laju pemakaian (konsumsi) energi sampai dengan hari ini telah mengakibatkan terjadinya banyak kerusakan ekosistem di beberapa tempat di belahan dunia. Tercatat Cina, Jepang dan Rusia mengkonsumsi paling banyak energi primer (bahan bakar fosil) dunia sebesar kurang lebih 20%, Amerika Serikat sendiri mengkonsumsi energi primer sebesar 21,6% pada tahun 2007 dan Indonesia hanya mengkonsumsi 1% energi primer dunia, sementara itu 90% produksi energi di bumi berasal dari bahan bakar fosil yang mana kondisi bahan bakar fosil kini semakin langka keberadaannya (Kristanto, 2013). Gambaran ini menjadi tantangan bagi

negara-negara berkembang, seiring pula dengan ledakan penduduk di dunia termasuk Indonesia untuk mencari solusi alternatif energi lain seperti pengelolaan sampah kota (*municipal solid waste management*), dan sumber alternatif energi lainnya didalam mengatasi kelangkaan energi bahan bakar fosil yang terbatas dan tidak dapat diperbarui itu.

Upaya yang kreatif, inovatif dan terus menerus untuk mencari sumber energi baru sebagai energi alternatif yang bersifat terbarukan dan berdampak positif terhadap lingkungan hidup dalam menjawab permasalahan kelangkaan bahan bakar fosil dan mencegah pemanasan global akibat produksi CO-2 hasil pembakaran bahan bakar fosil dari aktivitas industri, transportasi, dan pembakaran sampah, yang juga semakin meningkat. Potensi energi terbarukan yang besar dan belum banyak dimanfaatkan adalah energi dari sampah kota dan limbah yang berasal dari limbah pertanian.



Gambar 1. Grafik Jumlah Penduduk Kota Serang 5 Tahun Terakhir Berdasarkan Sensus Penduduk 2016 (Sumber: BPS Provinsi Banten, 2016)

Kota Serang sendiri berdiri pada tahun 2007 dan merupakan daerah pemekaran dari Kabupaten Serang, serta sebagai sebuah konsekuensi logis atas berdirinya Propinsi Banten. Pada tahun 2014 jumlah penduduk Kota Serang adalah 643.205 orang dan volume timbunan sampah yang dihasilkan oleh Kota Serang perharinya adalah sebanyak 583,34M³/hari (Dinas Tata Kota Serang, 2015). Data Jumlah Penduduk Kota Serang berdasarkan sensus penduduk 2016 diberikan pada Gambar 1.

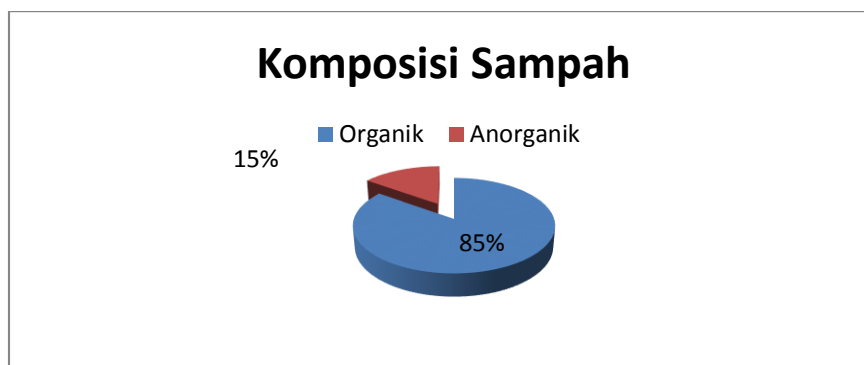
Salah satu energy alternative terbaru adalah *Microbial Fuel Cells* (*MFCs*) *MFCs* merupakan jenis utama dari bioelectrochemical system (*BECs*) yang mengonversi biomassa secara spontan menjadi listrik melalui aktivitas metabolisme mikroorganisme (Pant et al, 2010). *MFCs* dianggap sebagai teknologi berkelanjutan untuk menghadapi peningkatan kebutuhan energi. *MFCs* telah banyak digunakan untuk mengolah air limbah seperti limbah domestik (Liu et al,

2004; Ahn & Logan, 2010), limbah bir (Feng et al, 2008; Abhilasha & Sharma, 2009), limbah wiski (Mohanakrishna et al, 2010), limbah industri gula (Abhilasha & Sharina, 2009), limbah industri kertas (Huang & Logan, 2008), limbah penggilingan padi (Behera et al, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk menguji karakteristik sampah kota Serang, yang meliputi Uji *Proximate Analysis*, Uji *Ultimate Analyisi*, Kadar Air dan Uji Nilai Kalor, pada laporan ini dibatasi hanya pada Kadar Air sampah dan mengetahui seberapa potensialkah timbulan sampah kota Serang sebagai energi alternatif pengganti bahan bakar fosil.

Komposisi Sampah

Komposisi sampah yang dihasilkan rumah tangga sebagian besar merupakan sampah organik seperti sisa makanan, dedaunan, dan yang dapat diurai secara alami, yang terdiri dari 85% organik dan 15% anorganik.



Gambar 2 Diagram Komposisi sampah (Sumber: KLH 2017)

Komposisi sampah juga dipengaruhi oleh beberapa faktor :

1. Cuaca: di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan tinggi.
2. Frekuensi pengumpulan: semakin sampah sering dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan sampah kering lainnya yang sulit terdegradasi.
3. Musim: jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung.
4. Tingkat sosial ekonomi: Daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas dan sebagainya.
5. Pendapatan perkapita: masyarakat dari tingkat ekonomi rendah.
6. Kemasan produk: kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi. Negara maju cenderung tambah banyak yang menggunakan kertas sebagai pengemas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia banyak menggunakan plastic sebagai pengemas.

Kadar Air Sampah

Kadar air sampah merupakan salah satu sifat fisis sampah. Kadar air

menunjukkan kandungan air yang ada dalam sampah. Kadar air sampah domestik berbeda-beda karena beberapa factor yang mempengaruhi, antara lain komposisi sampah, musim tahunan, kelembapan, kondisi cuaca terutama hujan.

Pengukuran kadar air sampah berguna untuk penentuan desain *incinerator* dan operasinya. Karena kadar air sampah berpengaruh terhadap nilai sampah maka berpengaruh terhadap nilai kalor dan karakteristik *ignition* sampah. Kadar air pada sampah juga tergantung pada komposisi sampah karena masing-masing komponen sampah memiliki kemampuan mengikat air yang berbeda-beda.

METODE PENELITIAN

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan beberapa tahapan pengumpulan data, berupa wawancara, pengambilan sampel dan analisa laboratorium. Wawancara dilakukan dengan dinas terkait guna mendapatkan data timbulan sampah dan jam datangnya sampah yang dibuang ke TPA Cilowong dari beberapa tempat pembuangan sampah. Pengambilan sampah dilakukan selama 8 hari berturut-turut berdasarkan SNI 19-3964-1994 guna menggambarkan fluktuasi harian yang ada, dan diambil sebanyak 14 kg, berdasarkan timbulan sampah rata-rata yang diambil selama 8 hari, kemudian dianalisis di

laboratorium untuk mengetahui kadar air sampah.

Dengan mengetahui kadar *moisture* pada sampah, dapat mengetahui seberapa besarkah potensi sampah sebagai alternatif Bahan Bakar Fosil. Kadar *moisture* ditentukan dengan cara menghitung kehilangan berat sampel sampah sebelum dan sesudah dipanaskan. Proses pemanasan atau pengeringan dilakukan secara alamiah dengan suhu 30°C. Adapun langkah kerja penentuan kadar *moisture* pada sampah sebagai berikut:

1. Sampah yang berasal dari TPA dipilah berdasarkan karakteristik sampah
2. Timbang sampel sampah per kategori, ditetapkan sebagai berat basah (a),

3. Lakukan proses pengeringan selama kurang lebih 2 (dua) minggu dalam udara terbuka.
4. Timbang kembali sampel sampah yang sudah kering per kategori, ditetapkan sebagai berat kering (b),
5. Dan catat hasilnya
6. Perhitungan kadar *moisture* pada sampah:

$$\%Moisture = \frac{Berat\ basah\ (a) - Berat\ kering(b)}{Berat\ Basah} \times 100\%$$

$$Kadar\ Moisture = 100\% - \% \text{ kadar}$$

Populasi

Populasi yang menjadi perhatian dalam penelitian ini adalah populasi penduduk kota Serang dan populasi penduduk kecamatan Taktakan.

Tabel 1 Penduduk Kecamatan Taktakan

Uraian	Satuan	2013	2014	2015
Penduduk	Jiwa	84.106	85.878	87.618
- Laki-laki	Jiwa	43.396	44.296	45.172
- Perempuan	Jiwa	40.710	41.582	42.439
Sex Rasio	%	106,60	106,53	106,49
Rata2 Kepadatan	Jiwa/Km ²	1.451	1.481	1.511

Sumber: BPS Kota Serang, 2016

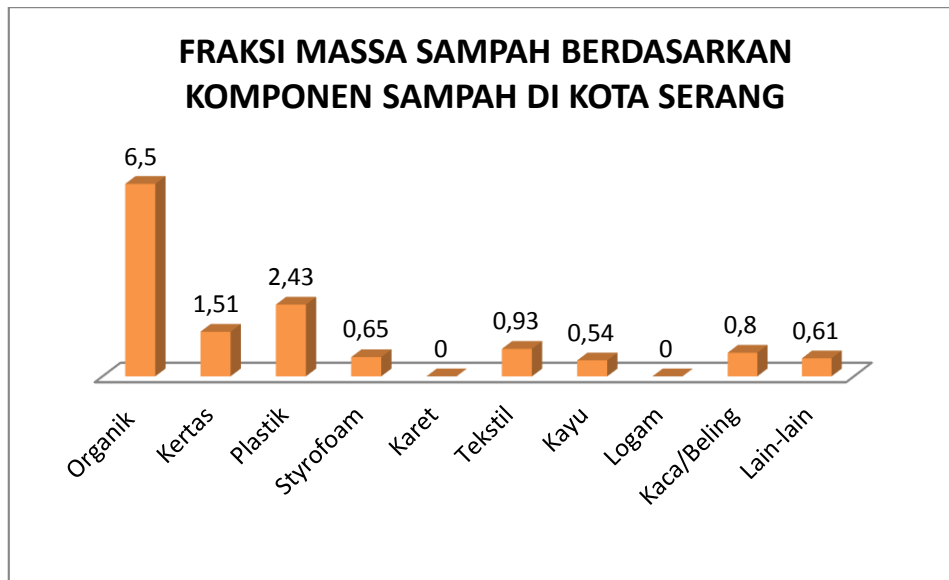
Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah sampel sampah kota yang diambil dari sumber timbunan sampah TPA Cilowong Kecamatan Taktakan, Kota Serang. Sumber timbunan sampah di TPA Cilowong berasal dari Kota Serang dan Kabupaten Serang. Sampel yang di ambil merupakan berbagai macam sampah yang

berada di lokasi penelitian yang diambil secara acak (*random*) dari kendaraan angkut sampah yang baru tiba di lokasi TPA selama 8 (delapan) hari berturut-turut guna menggambarkan fluktuasi harian yang ada, sebanyak kurang lebih 14 kg berdasarkan timbunan sampah rata-rata yang diambil selama 8 hari dengan tata cara pengambilan sampel sampah merujuk

pada SNI 19-3964-1994. Gambar 3 menunjukkan jumlah sampah tertinggi sampai dengan terendah yang diperoleh berdasarkan komponen sampah kota Serang selama 8 (delapan) hari pengambilan dan pemilahan sampel

sampah dari TPA Cilowong. Berdasarkan Tabel 1 dan data pada Gambar 3 maka dapat dijelaskan semakin banyak jumlah penduduk maka akan semakin besar jumlah timbulan sampahnya.



Gambar 3. Fraksi Massa Sampah Kota Serang Berdasarkan Komponen Sampah, Diambil dari Sampel Sampel TPA Cilowong, Kota Serang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penimbangan Sampel Sampah Basah (Berat Basah)

Penimbangan sampel sampah berdasarkan kategori jenis sampah atau komponen sampah, yaitu sampah organik, kertas, plastik, *styrofoam*, karet, tekstil, kayu, logam, kaca atau beling, dan lain-lain yang tidak teridentifikasi seperti puing, abu, dan bagian yang hilang. Hasil pencatatan proses penimbangan sampel sampah basah disajikan pada Tabel 2.

Proses Pengeringan Sampel Sampah

Proses pengeringan sampel sampah dari TPA Cilowong dilakukan di udara terbuka yang terletak di bagian belakang kampus kami, yaitu Universitas Banten Jaya (UNBAJA) dengan kondisi cuaca sekitar 30°C, yang merupakan cuaca yang sangat baik bagi proses pengeringan.

Untuk mendukung proses pengeringan tersebut dibuat tempat pengeringan sementara yang terbuat dari batang bambu dan asbes yang bertujuan untuk melindungi sampel sampah dari

gangguan binatang dan cuaca yang tiba-tiba ekstrim seperti angin terlalu kencang yang dapat menerbangkan sampel sampah, atau hal-hal yang tidak diinginkan seperti hujan yang tiba-tiba.

Karena proses pengeringan dilakukan secara alamiah, maka diperlukan waktu yang cukup lama agar komponen sampah menjadi kering sempurna. Diperlukan waktu minimal dua minggu untuk tiap jenis sampah yang diperoleh. Total keseluruhan waktu adalah 1 (satu) bulan sampai dengan 1,5 (satu setengah)

bulan dengan cuaca berada pada cuaca bulan Juli tahun 2018. Proses pengeringan sampah diberikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Proses Pengeringan Sampah

Tabel 2. Berat Basah Komponen Sampah Kota, TPA Cilowong, Kota Serang

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah	H-1 Kg	H-2 Kg	H-3 Kg	H-4 Kg	H-5 Kg	H-6 Kg	H-7 Kg	H-8 Kg	Rata-rata
1	Oranik	Sisa makanan, sisa sayuran, kulit buah, sabut kelapa, ikan, tulang, lemak, daun pembungkus, kotoran hewan, kotoran manusia	8,8	5,6	14,9	3,4	4,5	5,6	4,2	5,0	6,50
2	Kertas	HVS, karton, Koran, majalah, kertas nasi, kardus, diaper	1,2	1,4	2,3	1,2	1,0	1,5	2,0	1,5	1,51
3	Plastic	Pet botol, HDPE, PVC, LDPE, PP Cup	0,8	1,1	2,7	3,6	2,0	2,5	3,8	3,0	2,43
4	Styrofoam	Poly-Styrene	0,4	0,9	0,7	0,6	0,5	0,5	0,8	0,8	0,65
5	Karet	Karet, sandal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Tekstil	Kain, renda, perca	-	1,6	1,0	0,4	1,0	0,4	1,5	1,5	0,93
7	Kayu	Kayu, bamboo	0,1	1,0	-	-	1,0	-	1,0	1,2	0,54
8	Logam	Kaleng susu, kaleng cat, kaleng makanan, besi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Kaca/beling	Botol beling, gelas, piring beling	0,2	1,2	0,7	1,8	0,5	-	1,5	0,5	0,80
10	Lain-lain	Abu, puing-puing, bagian terpotong	0,5	0,7	0,7	0,5	0,5	0,8	0,7	0,5	0,61
Total Berat Basah (kg)			12	13,5	23	11,5	11	12	15,5	14	14,06

Penimbangan Komponen Sampah Kering (Berat Kering)

Setelah melalui proses pengeringan alamiah yang panjang, maka dilakukan

kembali penimbangan terhadap berat kering sampah setelah pengeringan dirasa maksimal. Hasil pencatatan penimbangan sampel sampah yang telah dikering disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Berat Kering Komponen Sampah Kota dari TPA Cilowong, Kota Serang

No	Jenis Sampah	Komposisi Sampah	H-1 Kg	H-2 Kg	H-3 Kg	H-4 Kg	H-5 Kg	H-6 Kg	H-7 Kg	H-8 Kg	Rata-rata
1	Oranik	Sisa makanan, sisa sayuran, kulit buah, sabut kelapa, ikan, tulang, lemak, daun pembungkus, kotoran hewan, kotoran manusia	1,4	1,6	4,0	1,8	2	2,8	1,8	2,5	2,23
2	Kertas	HVS, karton, Koran, majalah, kertas nasi, kardus, diaper	0,5	1,0	0,5	0,8	0,5	0,6	1,2	0,8	0,74
3	Plastic	Pet botol, HDPE, PVC, LDPE, PP Cup	0,5	1,0	0,8	1,4	1,8	1	1,8	1,5	1,22
4	Styrofoam	Poly-Styrene	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,5	0,5	0,24
5	Karet	Karet, sandal	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Tekstil	Kain, renda, perca	-	0,2	0,1	0,2	0,5	0,2	0,8	0,8	0,38
7	Kayu	Kayu, bamboo	0,1	0,4	-	-	0,4	-	0,5	0,8	0,28
8	Logam	Kaleng susu, kaleng cat, kaleng makanan, besi	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Kaca/beling	Botol beling, gelas, piring beling	0,2	1,2	0,7	1,8	0,5	-	1,5	0,5	0,80
10	Lain-lain	Abu, puing-puing, bagian terpotong	0,2	0,6	0,7	0,5	0,3	0,6	0,6	0,5	0,50
Total Berat Basah (kg)			3	6,1	7	6,7	6,2	5,3	8,4	7,6	6,29

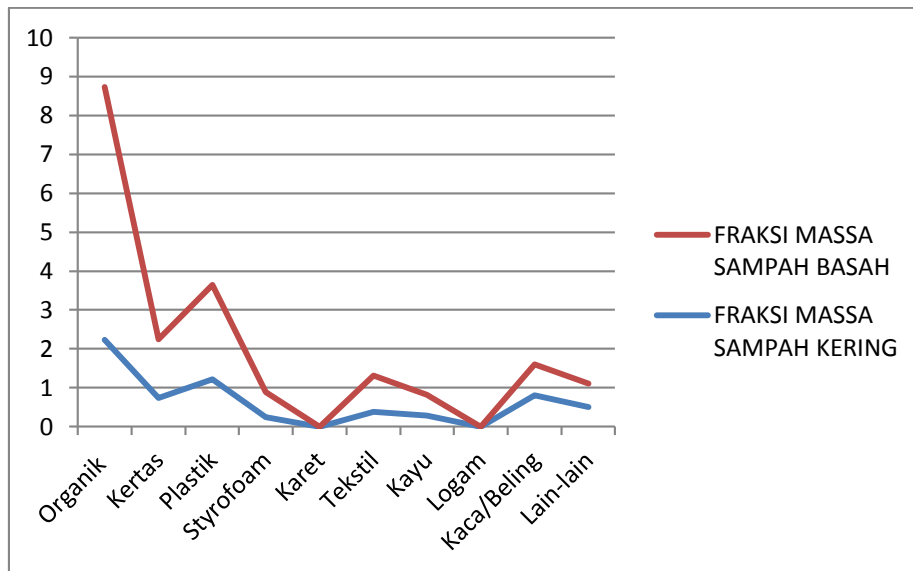


Gambar 5. Proses Penimbangan Sampel Sampah

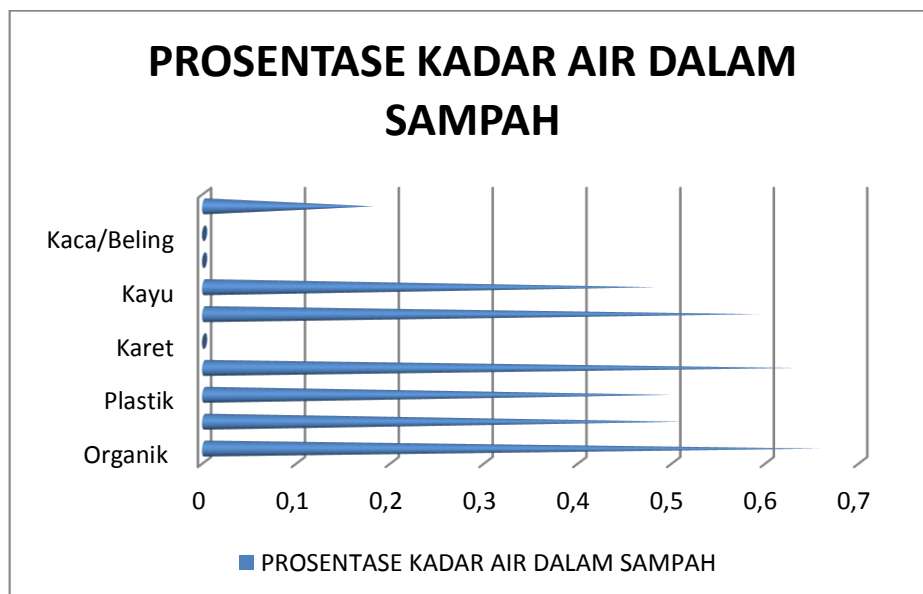
Hasil % Moisture Content

Berdasarkan pengukuran fraksi massa sampah sebelum dan sesudah proses pengeringan selesai diperoleh hasil penyusutan prosentase *moisture content*

(% kadar air) yang signifikan. Penyusutan ini dapat meningkatkan performa sampah sebagai alternatif energi pengganti bahan bakar fosil, seperti yang disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Kadar Air dalam Sampel Sampah Kota Serang



Gambar 7. Grafik Prosentase (%) *Moisture Content* dalam Sampah Kota Serang

Kadar air tiap-tiap komponen atau jenis sampah berbeda satu dengan yang lain, tergantung daripada karakteristik alamiahnya, adanya pengaruh pengotor luar yang masuk ke dalam komponen sampah dan kondisi lingkungan di lokasi pengambilan sampah. Pada **Gambar 7** terlihat jenis atau komponen sampah yang

memiliki prosentase kadar air tinggi adalah sampah organik, *Styrofoam*, dan tekstil. Sedangkan plastik, kertas dan kayu memiliki kadar air rendah.

Menurut Damanhuri (2006) proses yang pertama kali terjadi di dalam proses pembakaran adalah proses penguapan air yang ada di kandungan sampah. Hal ini

menunjukkan semakin banyak air yang terkandung dalam sampah, semakin besar pula energi dibutuhkan untuk menguapkan air tersebut dan semakin rendah kalor yang dihasilkan dari pembakaran tersebut. Dengan demikian sampah yang paling baik untuk digunakan sebagai energi alternatif dalam konsep *waste to energy* adalah plastik, kertas dan kayu.

Berdasarkan penelitian sebelumnya (Imaduddin dkk, 2014) untuk kadar air sampah bisa dijadikan sebagai energy alternative. Pengoperasian reaktor MFCs dengan variasi komposisi sampah sayur pada fase slurry selama 21 hari menunjukkan voltase yang dihasilkan paling besar pada reaktor R1+ yaitu mencapai 1180 mV, arus listrik sebesar 5,1 μ A, dan daya listrik sebesar 6,02 mWatt, serta kerapatan daya sebesar 462,92 mWatt/m². Dengan demikian, dapat diketahui bahwa keberadaan air pada reaktor MFCs berperan dalam mekanisme degradasi sampah sayur. Terdapat kecenderungan naiknya energi listrik yang dihasilkan pada awal pengoperasian reaktor yang menunjukkan adanya peningkatan sintesis seluler.

KESIMPULAN

Berdasarkan pengukuran fraksi massa sampah sebelum dan dan sesudah proses pengeringan selesai diperoleh hasil penyusutan prosentase *moisture content*

(% kadar air) yang signifikan. Penyusutan ini dapat meningkatkan performa sampah sebagai alternatif energi pengganti bahan bakar fosil.

DAFTAR PUSTAKA

- Ben, O. M. 2015. Experimental Characterization Of Municipal Solid Waste For Energy Production In Niger Republic . *America Journal Of Energy Research*. Vol. 3, No. 2, pp 32 – 36.
- BPS. 2016. Provinsi Banten dalam angka 2016. Banten
- Damanhuri, E. (2006). *Perolehan Kembali Materi-materi dari Sampah*. Teknik Lingkungan. FTSL: ITB
- Damanhuri & Padi. 2010. *Diktat Pengolahan Sampah. Teknik Lingkungan*. Institut Teknologi Bandung (ITB): Bandung.
- Hardianto, T. (2012). *Batu Bara dan Proses Pembakaran Batu Bara*. PT. Hutama Karya
- Imaduddin, M., Hermawan, dan Hadiyanto. 2014. Pemanfaatan Sampah Sayur Pasar dalam Produksi Listrik Melalui Microbial Fuel Cells. *Media Elekrika*. Vol. 7 No 2. Hal:22-35
- Islam, K. M. N. 2016. Municipal Solid Waste To Energy Generation In Bangladesh: Possible Scenarios To Generate Renewable Electricity In Dhaka And Chittagong City. *Journal of Reneweble energy*. Vol. 2016.
- Kristanto Phillip. Ir. (2013). *Ekologi Industri*, Edisi Kedua, Penerbit CV. Andi Offset, Yogyakarta.

- Kim, J.E., Dec, J., Bruns, M.E., & Logan, B.E. (2004). Production of Electricity During Wastewater Treatment Using a Single Chamber Microbial Fuel Cell. *Environmental Science and Technology*, 38: 4040-4046.
- Logan, B.E. 2007. *Microbial Fuel Cells*. Wiley-Interscience. ISBN 978-0-470-23948-3
- Nuroniah, Nunung., B.Sc. (2003). *Pengujian Sifat Kimia dan Klasifikasi Batu Bara*. Bandung: Tekmira.
- Omari, A.M., Kichonge, B. N., John, G,R., Nju, K. N., Mtui, P.L. 2014. Potential Of Municipal Solid Waste, As Renewable Energy Source - A Case Study Of Arusha, Tanzania. *International Journal Of Renewable Energy Technology Research*. vol. 3, No. 6, PP. 1 – 9.
- Prakarsa, Yanda. 2008, *Analisis Karakteristik Pembakaran Sampah Kota Bandung untuk PLTSa Babakan*. Bandung: ITB
- Tim Pemandu Dosen-dosen PTN & Tim Penyusun Dosen-dosen PTS (Kopertis Wilayah I S,D. XII). 1997. *Rekayasa Lingkungan*, Penerbit Universitas Gunadarma, Jakarta.