

ANALISA THERMOGRAVIMETRY PADA PEMBAKARAN SAMPAH KOTA

¹Yohanes Parningotan Silaban, ²Dwi Aries Himawanto, ³D. Danardono

¹Alumni Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret ,

²Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret ,

Jl.Ir. Sutami36A Surakarta

e-mail: ²dwiarieshimawanto@gmail.com

Abstrak. Penelitian ini dilakukan untuk menemukan karakteristik termal dari pembakaran sampah kota terseleksi melalui metoda thermogravimetry. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan bahan baku terlebih dahulu, yaitu berupa sampah kota terseleksi (daun pisang, bambu, plastik kemasan dan sterefoam). Sampel kemudian dikeringkan sampai kadar air sekitar 12% dan ukurannya diperkecil hingga 20 mesh. Setelah bahan terkumpul dilakukan uji Proximat yang meliputi kadar abu, kadar air, kadar volatile matter, kadar karbon tetap dan nilai kalor. Tahapan selanjutnya adalah melakukan proses pembakaran dengan metoda thermogravimetry dimana massa awal sampel uji yang digunakan sebesar 10 gram dan kenaikan temperatur sebesar 10oC/menit. Proses pembakaran ini berlangsung sampai sampel habis terbakar atau massa pada sampel sudah konstan. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa proses devolatilisasi pada sampel dengan campuran organik lebih banyak terlihat lebih landai, hal ini disebabkan karena pada campuran organik proses dekomposisinya terjadi secara bertahap

Kata kunci: thermogravimetry, sampah kota, pembakaran

1. Pendahuluan

Sampah adalah isu yang berkembang di mana-mana. Beberapa negara memecahkan masalah sampah mereka dengan pengiriman ke tempat lain. Ada juga negara-negara lain yang dengan cara-cara kreatif untuk mengurangi jumlah sampah dengan cara menciptakan penemuan – penemuan dan alternatif baru.

Saat ini, Indonesia merupakan negara dengan penduduk terbanyak keempat di dunia, dengan total penduduk sebanyak 237 juta. Diperkirakan jumlah penduduk ini akan bertambah menjadi 270 juta pada tahun 2025. Dengan jumlah penduduk sebanyak itu, diperkirakan akan dihasilkan sampah sebanyak 130.000 ton/hari. Ini merupakan potensi yang besar sebagai sumberdaya (bahan yang dapat di daur ulang, sumber energi, dll), tetapi saat ini sebagian besar masih menjadi sumber penyebab polusi. Pengurangan sampah yang bertujuan untuk membatasi volume sampah yang dihasilkan harus segera dilakukan.

Selain berasal dari sampah rumah tangga, jenis sampah yang ada juga dihasilkan dari sampah plastik sebesar 14%, kertas sebesar 9%, sisanya terdiri dari logam, karet, kain, kaca dan lain-lain. Sementara dari sisi sumbernya, yang paling dominan berasal dari rumah tangga sebanyak 48%, pasar tradisional 24%, dan kawasan komersial sebesar 9%. Sisanya dari fasilitas publik, sekolah, kantor, jalan, dan sebagainya. Sebagian besar masyarakat lebih memilih untuk membakar sampah tersebut, karena selain cepat cara ini juga dianggap hemat untuk mengurangi jumlah sampah yang menumpuk. Padahal cara pembakaran sampah diruang terbuka yang tidak sempurna dapat menimbulkan masalah lain, seperti masalah kesehatan pada manusia (pernafasan,

pemicu kanker, penyebab iritasi, dll), merusak lingkungan hidup karena menghasilkan senyawa kimia dioksin yang merupakan racun bagi tumbuhan, dan bisa menghasilkan kabut asap yang tebal sehingga mengganggu jarak pandang serta kenyamanan dilingkungan tersebut, serta dalam skala besar bisa mengakibatkan kebakaran hutan. Oleh karena itu diperlukan penanganan khusus untuk mengolah sampah supaya tidak membahayakan manusia dan selalu menjaga kenyamanan lingkungan hidup (Supriyono, S.KM, M. Kes).

Teknologi untuk menangani sampah sebenarnya telah banyak dikembangkan diantaranya teknologi *incineration*, *gasification*, *anaerobic digestion* dan *pyrolysis*. Tetapi kesemua teknologi tersebut juga memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Berbagai cara telah dilakukan untuk menganalisis optimasi dari beberapa teknologi tersebut. Salah satu pendekatan yang telah dilakukan adalah dengan metode *Life Cycle Assesment* (Himawanto dan Fachrurozi, 2000).

Penelitian mengenai karakteristik pembakaran pernah dilakukan oleh jin et al (2004), dimana menggunakan 5 jenis sampah kota, yaitu kayu, plastik, kertas, makanan dan PVC. Dengan cara dikeringkan terlebih dahulu pada suhu 100°C selama 2 sampai 8 jam kemudian ukurannya diperkecil dan massa awal sebesar 5 mg. Hasil yang diperoleh dari diagram DTG menunjukkan bahwa tiap bahan memiliki 1 sampai 3 tingkat karakteristik pembakaran yang berbeda. Tingkat pertama untuk *biowaste* (kertas, kayu, makanan) melibatkan pelepasan *volatile matter* dan pembakaran, tingkat kedua melibatkan pembakaran *char*. Karena plastik tidak mengandung *fixed carbon*, maka hanya satu tingkat saja. Sedangkan pengurangan masa pada PVC lebih rumit, tingkat pertama merupakan fase pelepasan HCl, tingkat kedua melibatkan pelepasan *benzene*, *toluene*, dan *hydrocarbons* yang lain dan tingkatan yang ketiga merupakan pembakaran *char* dan dekomposisi material anorganik. S.O Bada (2014) juga melakukan penelitian mengenai pengaruh penambahan coal pada proses pembakaran bambu dengan variasi jumlah coal dan temperatur pembakaran. Hasilnya menunjukkan bahwa semakin banyak kandungan coal maka semakin rendah puncak DTG.

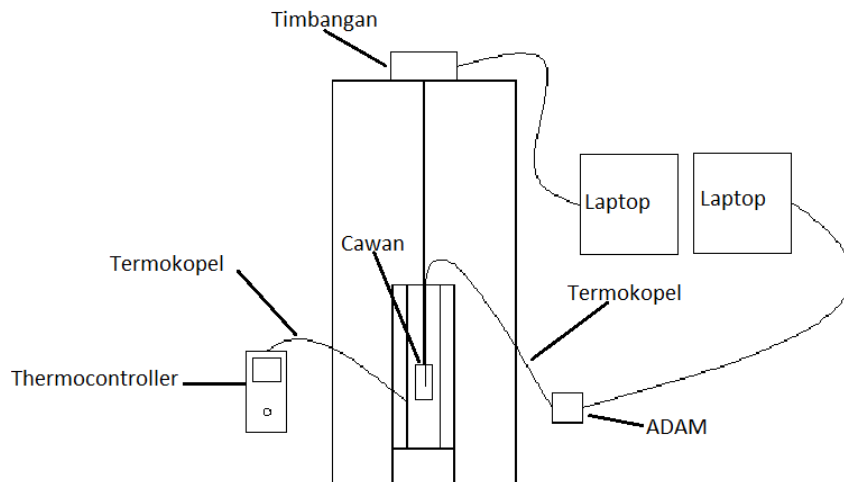
2. Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran antara sampah organik (daun pisang dan bambu) dan sampah anorganik (plastik dan *styrefoam*). Pencampuran tersebut dengan variasi antara 60%, 65%, 70%, 75% dan 80% sampah organik. Sedangkan massa awal campuran sampah adalah sebesar 10 gram.

2.2 Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini berupa tungku pemanas yang kenaikan temperaturnya bisa diatur melalui *thermocontroller* dan pada bagian atasnya terdapat timbangan *digital* yang berfungsi untuk mengamati pengurangan massa yang terjadi. Skema peralatan bisa dilihat pada gambar 1.



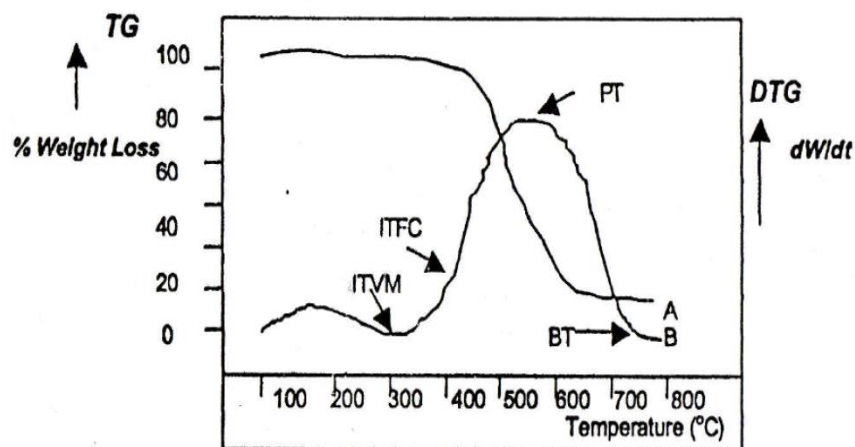
Gambar 1: Skema Peralatan Penelitian

2.3 Cara Pengambilan Data

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan bahan baku terlebih dahulu, yaitu berupa daun pisang, bambu, plastik kemasan dan styrofoam. Sampel kemudian dikeringkan sampai kadar air sekitar 12% dan ukurannya diperkecil sampai dibawah 20 mesh. Setelah bahan terkumpul dilakukan uji Proximat yang meliputi kadar abu, kadar air, kadar *volatile matter*, kadar karbon tetap dan nilai kalor.

Tahapan selanjutnya adalah melakukan proses pembakaran dengan massa awal sampah campuran sebesar 10 gram dan kenaikan temperatur sebesar 10°C/menit. Proses pembakaran ini berlangsung sampai sampel habis terbakar atau massa pada sampel sudah konstan.

Dengan menggunakan metode thermogravimetry seperti gambar 2 kita bisa menentukan temperatur pembakaran dimana massa mulai berkurang (ITVM (*volatile matter initiation temperature*)), temperatur ruang bakar dimana laju pengurangan massa meningkat selama proses awal pembakaran (ITFC (*fixed carbon initiation temperature*)), temperatur ruang bakar yang menghasilkan laju penurunan massa terbesar (PT (*peak temperature*)) dan temperatur ruang bakar dimana massa konstan pada akhir tahap pembakaran (BT (*burning temperature*)).



Gambar 2: Penentuan Zona Pembakaran Dengan Metode Thermogravimetry

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Proximate Bahan Baku

Hasil uji Proximat bisa dilihat pada tabel 1

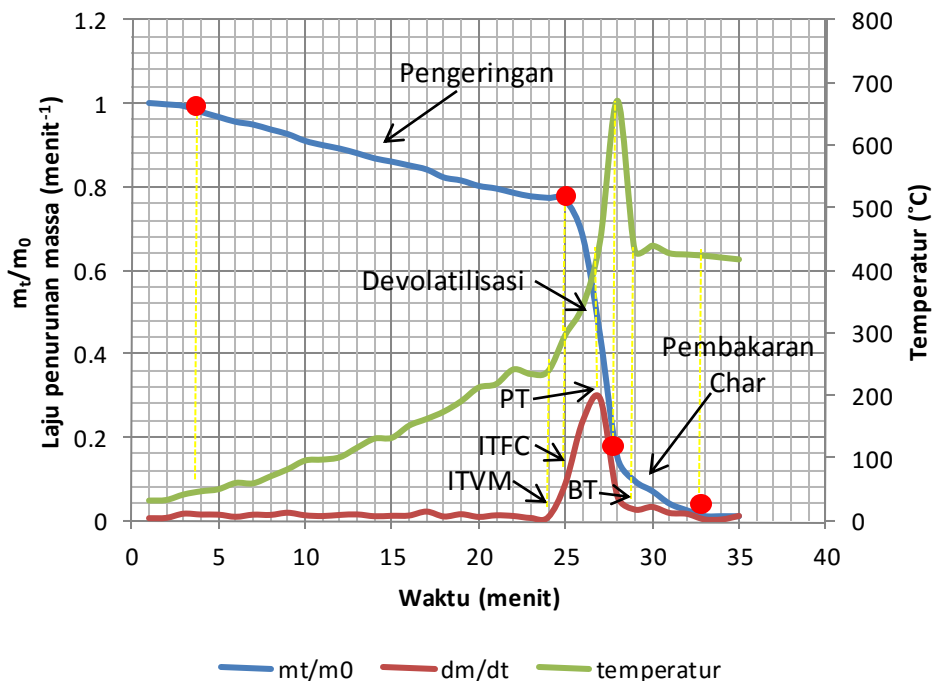
Tabel 1: Hasil Uji Proximat Bahan Baku

Sampel	Kadar abu (%)	Kadar air (%)	Volatle Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (kal/gram)
Bambu Kering	10.911	4.567	61.516	23.006	4174.797
	10.770	4.037	61.303	23.890	4092.833
Daun Pisang	12.243	12.154	55.513	20.090	4383.533
	12.222	13.181	54.915	19.682	4320.140
Plastik Kemasan	1.453	8.359	83.661	6.577	8723.481
	1.340	8.484	84.760	5.416	8741.887
Styrefoam	3.427	4.839	87.564	4.170	9248.207
	3.298	4.841	88.167	3.694	8988.731

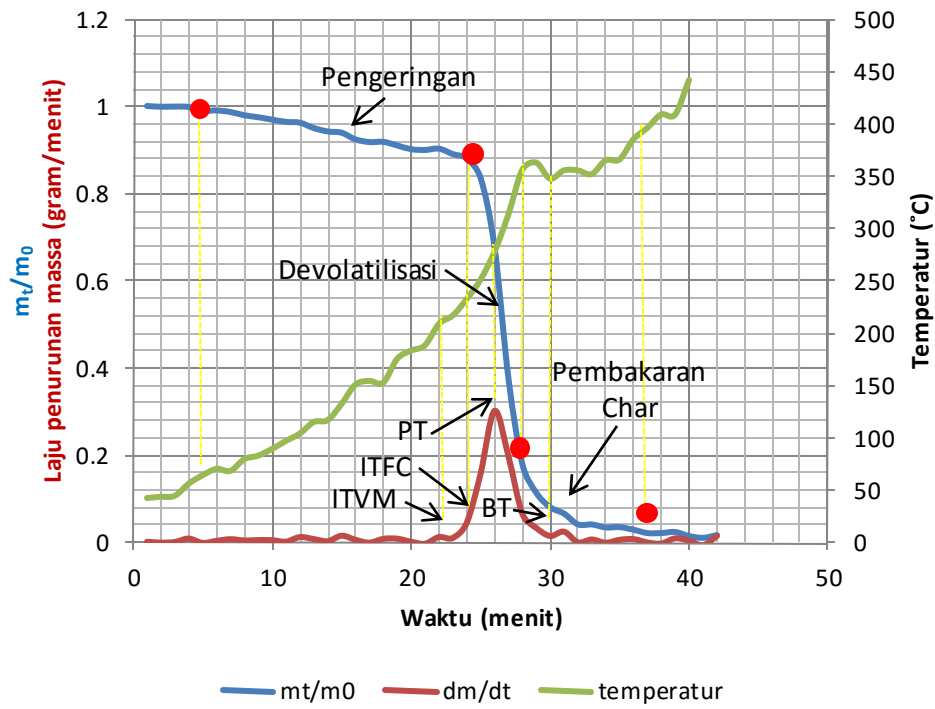
Uji proximate tersebut dilakukan di Laboratorium Bio Kimia PAU Universitas Gajah Mada. Berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan bahwa plastik kemasan memiliki kadar volatle matter yang terbesar dan kadar abu yang terendah, hal ini mirip seperti penelitian yang dilakukan oleh Grammelis (2009).

3.2 Karakteristik Pembakaran Campuran Sampah Kota

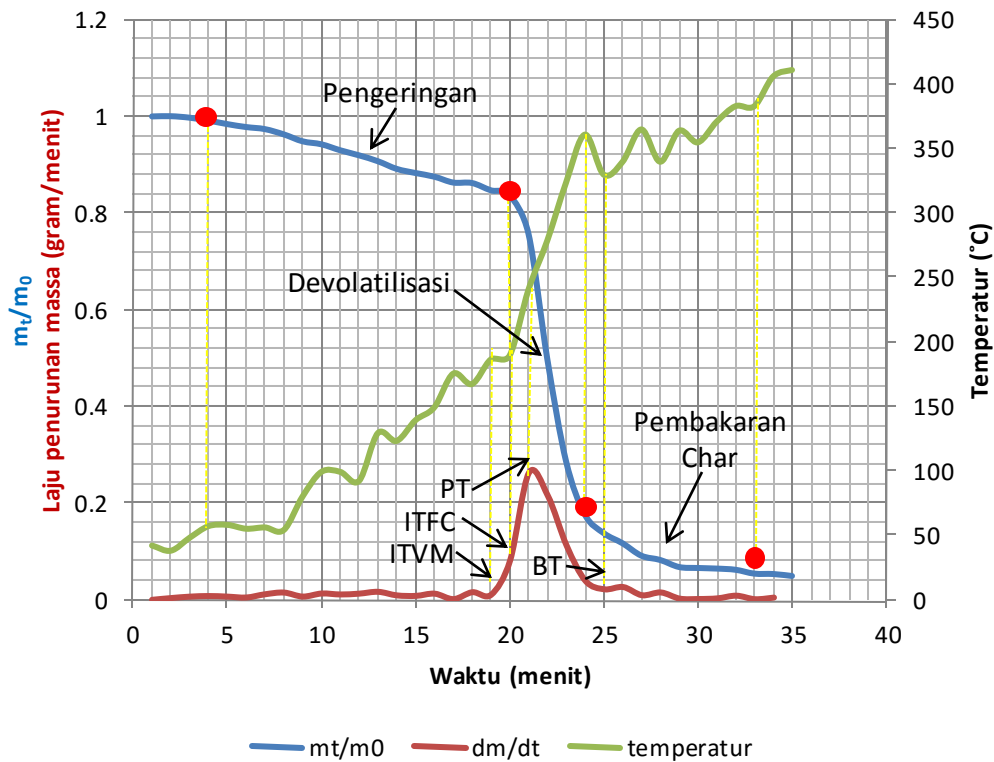
Pada proses pembakaran terjadi 3 tahapan, yaitu pengeringan, devolatilisasi dan pembakaran *Char*. Berikut merupakan hasil dari pembakaran campuran sampah kota.



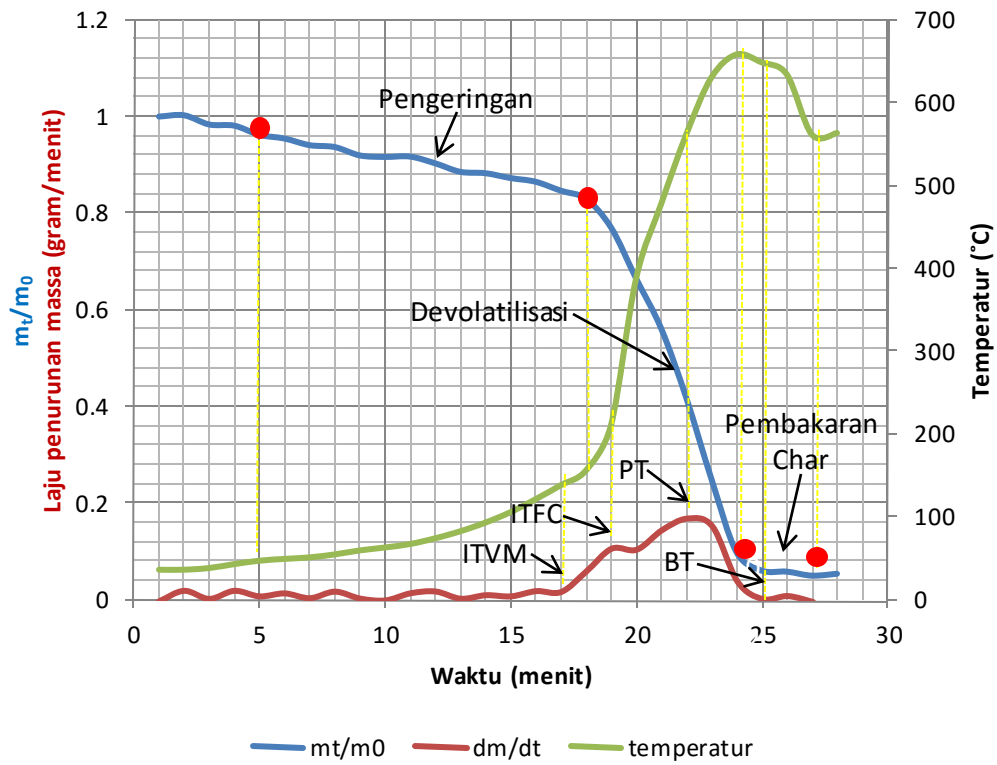
Gambar 3: Pembakaran Campuran Sampah Kota Organik-Anorganik 60-40



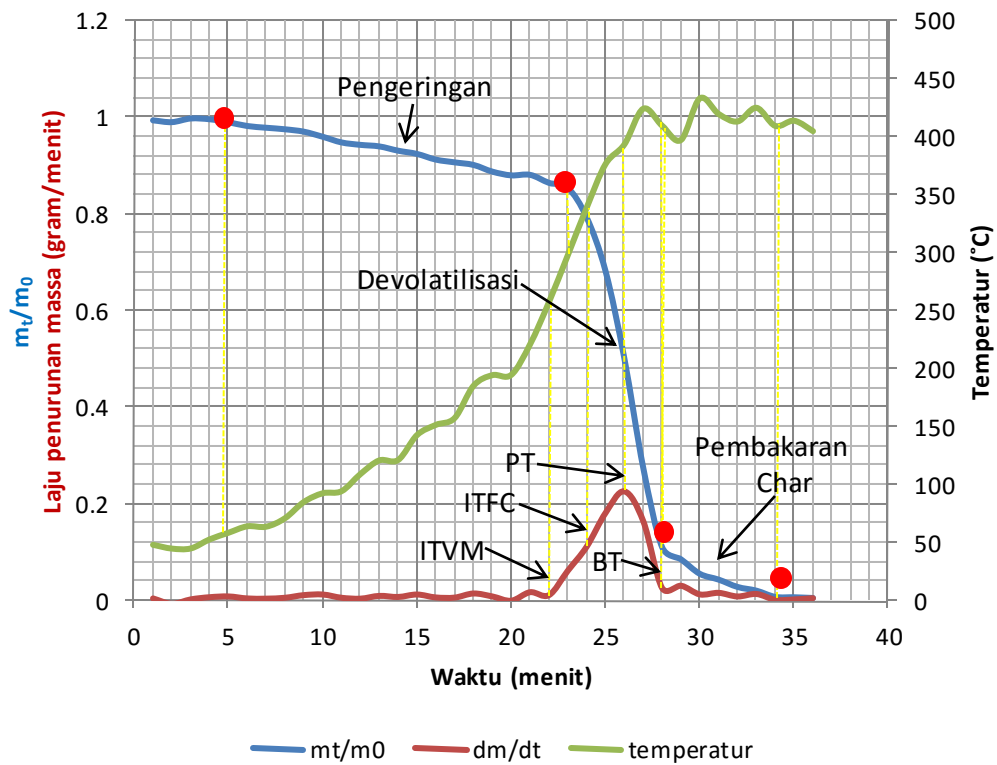
Gambar 4: Pembakaran Campuran Sampah Kota Organik-Anorganik 65-35



Gambar 5: Pembakaran Campuran Sampah Kota Organik-Anorganik 70-30



Gambar 6: Pembakaran Campuran Sampah Kota Organik-Anorganik 75-25



Gambar 7: Pembakaran Campuran Sampah Kota Organik-Anorganik 80-20

melalui gambar diatas menunjukkan bahwa temperatur memiliki trend yang naik akan tetapi tidak konstan. Hal ini disebabkan karena pada saat terjadi proses pembakaran ada abu yang terbentuk dan menutupi permukaan sampel, abu tersebut akan hilang dengan sendirinya dan akan terbentuk kembali. Melalui gambar diatas juga bisa menggambarkan laju pengurangan massa yang terjadi dan menentukan nilai ITVM, ITFC, PT dan BT. Pada tabel 2 bisa dilihat nilai ITVM, ITFC, PT dan BT dari setiap sampel.

Tabel 2: Nilai ITVM, ITVC, PT, dan BT

Komposisi organik -anorganik	ITVM (°C)	ITFC (°C)	PT (°C)	BT (°C)
60-40	239,24	298,05	448,45	431,85
65-35	208,3	232,1	277,4	347,5
70-30	186	189	240	329
75-25	137	209,95	562,1	648,95
80-20	256,65	338	392,45	408,5

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan,

1. Sampel anorganik memerlukan temperatur pembakaran lebih tinggi dibandingkan bahan anorganik.
2. Sampel dengan campuran organik lebih banyak grafik pembakaran terlihat lebih landai, hal ini disebabkan karena pada campuran organik proses dekomposisi terjadi secara bertahap.
3. Pada beberapa sampel, terjadi lonjakan temperatur pembakaran yang dikarenakan adanya abu yang menutupi sampel, dan ketika abu tersebut hilang temperaturnya akan naik kembali secara drastis. Sehingga temperatur memiliki kecenderungan yang naik, walaupun tidak secara stabil.

5. Ucapan Terima Kasih

Artikel ini merupakan bagian dari skema Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi yang didanai dengan Dana DIPA BLU Universitas Sebelas Maret, sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Nomor 3385a/UN27.16/PN/2014 tanggal 3 Maret 2014

Daftar Pustaka

- Bada, S.O., 2014, Investigation of combustion and co combustion characteristics of raw and thermal treated bamboo with thermal gravimetric analysis, Elsevier
- Cheng, Z., Chen, H., Zhang, Y., Hack, P., Pan, W.P., 2007, An Application of Thermal Analysis to Household Waste, Journal of ASTM International, Vol. 4, No.1, Paper ID : JAI100523.

- Grammelis, P., Basinas, P., Malliopoulou, A., Sakellariopoulos, G., 2009, Pyrolysis Kinetics and Combustion Characteristics of Waste Recovered Fuels, Elsevier, Fuel 88, pp. 195-205.
- Himawanto, D.A., Dhewangga, R.D., Indarto, Saptoadi, H., Rohmat, T.A., 2010, Pengolahan Sampah Kota Terseleksi Menjadi Refused Derived Fuel Sebagai Bahan Bakar Padat Alternatif, *Jurnal Teknik Industri Vol. 11, No. 2 Agustus 2010: 118-124.*
- Jin, Y., Yan, J., Cen, K., 2004, Study on The Comprehensive Combustion Kinetics of MSW, *Journal of Zhejiang University Science*, ISSN 1009-3095.
- Kumar, R., N. Chandrashekar, 2014, Fuel properties and combustion characteristics of some promising bamboo species in India, Northeast Forestry University and Springer-Verlag Berlin Heidelberg, DOI 10.1007/s11676-014-0478-6
- Sun, X., Yin, S., Wang, H., Li, C., Zhang, S., 2011, Effect of the addition of cornstalk to coal powder/coal tar combustion, *Akadé'miai Kiado', Budapest, Hungary*, DOI 10.1007/s10973-011-1769-1
- Yi, Q., Fangjie Qi, Gong Cheng, Yongguang Zhang, Bo Xiao, Zhiquan Hu, Shiming Liu, Haiyan Cai, Shan Xu, 2012, Thermogravimetric analysis of co-combustion of biomass and biochar, *Akadé'miai Kiado', Budapest, Hungary*, DOI 10.1007/s10973-012-2744-1