

# STUDI LITERATUR PEMANFAATAN CAMPURAN MINYAK JELANTAH DAN PLASTIK UNTUK MENINGKATKAN KARAKTERISTIK BAKAR SAMPAH ORGANIK DENGAN METODE *FRYING*

Feby Sisilia Watu, Eko Naryono

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, Indonesia  
[ebhywatu@gmail.com](mailto:ebhywatu@gmail.com), [[eko.naryono@polinema.ac.id](mailto:eko.naryono@polinema.ac.id)]

## ABSTRAK

Sampah organik merupakan bahan buangan dari kegiatan rumah tangga, kegiatan komersial, industri atau aktivitas-aktivitas yang dilakukan oleh manusia. Sampah organik dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar setelah dikeringkan terlebih dahulu. Pengeringan dilakukan dengan tujuan untuk mengurangi kadar air serta meningkatkan nilai panas pada sampah organik. Nilai kadar air maksimum untuk bahan bakar padat adalah 15% sedangkan untuk nilai kalor minimum bahan bakar padat adalah 20.920 kJ/kg (SNI 01-6235-2000). Salah satu metode pengeringan sampah adalah metode *frying*. Metode *frying* mengeringkan sampah dengan cara kontak langsung menggunakan minyak panas sehingga mampu mengeringkan sampah dengan cepat dan menghasilkan produk kering yang aman untuk dibakar. Pengeringan sampah dengan metode *frying* dapat menurunkan kadar air 80-90% dan meningkatkan nilai kalor hingga lebih dari 20.000 kJ/kg. Hasil terbaik diperoleh pada kisaran suhu 140 – 150°C dan waktu pengeringan 5 – 10 menit yang menghasilkan nilai kadar air dibawah 5% dan nilai kalor lebih dari 20.000 kJ/kg.

**Kata kunci** : media panas, metode *frying*, sampah organik, suhu, waktu

## ABSTRACT

*Organic waste is waste material from household activities, commercial activities, industry or activities carried out by humans. Organic waste can be used as fuel after it is dried first. Drying is done with the aim to reduce water content and increase the value of heat in organic waste. The maximum water content value for solid fuels is 15% while for the minimum heating value of solid fuels is 20,920 kJ / kg (SNI 01-6235-2000). One method of drying waste is the frying method. The frying method dries the waste by direct contact with hot oil so that it can dry the waste quickly and produces a dry product that is safe to burn. Drying waste by frying method can reduce water content 80-90% and increase the heating value up to more than 20.000 kJ / kg. The best results are obtained in the temperature range of 140-150 ° C and a drying time of 5-10 minutes which results in a moisture content below 5% and a calorific value of more than 20.000 kJ / kg.*

**Keywords** : hot media, *frying* method, organic waste, temperature, time

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan sampah organik digunakan sebagai pembuatan kompos yang volumenya hanya 2% dari total sampah. Sisa volume sampah yang belum dimanfaatkan masih sangat besar. Salah satu pemanfaatan yang potensial adalah digunakan sebagai bahan bakar untuk sumber energi. Pemanfaatan sampah organik sebagai bahan bakar harus memenuhi persyaratan kadar air maksimal dari sampah tersebut [1]. Jika sampah organik kering akan digunakan sebagai bahan bakar padat yang berasal dari limbah, kadar airnya harus kurang dari 10% berat, dan nilai kalor yang paling rendah harus dipertahankan pada lebih dari 12.560 kJ / kg (basis basah)[2]. Untuk itu perlu dilakukan proses pengeringan terlebih dahulu. Berbagai jenis pengeringan dapat digunakan untuk mengeringkan sampah antara lain metode *biodrying*, metode konveksi, metode sinar matahari, dan metode *frying* [3].

Pengeringan sampah merupakan salah satu tahapan proses yang penting pada pengolahan sampah. Tujuan pengeringan adalah mengurangi volume, menstabilkan dari mikroorganisme patogen dan meningkatkan nilai panas sampah sehingga memenuhi persyaratan untuk dibakar [3].

Metode *frying* mempunyai keunggulan dibandingkan dengan ketiga metode yang lain. Proses ini relatif mudah dengan cara kontak langsung menggunakan media pemanas (seperti minyak panas), mampu mengeringkan dengan cepat dan menghasilkan produk kering yang aman untuk dibakar [4]. Keuntungan lain adalah uap yang terbentuk berupa uap air sehingga mudah untuk diambil kembali (*recovery*) dengan cara kondensasi. Beberapa keuntungan lain *frying* adalah terserapnya minyak pada bahan dapat menaikkan nilai energi yang dibutuhkan pembakaran, minyak dapat mengurangi sifat berdebu pada *sludge* atau sampah organik dan produk yang dihasilkan stabil tidak mudah mengalami degradasi (penurunan mutu) ketika disimpan [3].

Telah banyak dilakukan penelitian tentang pengeringan menggunakan metode *frying* seperti pengeringan *sludge* maupun makanan. [5] melakukan penelitian pengeringan menggunakan metode *frying* pada kotoran babi, lumpur limbah, sampah makanan ,lumpur air limbah yang masing-masing memiliki kadar air awal sebesar 79,58%, 72,18%, 80,64% dan 63,53%. [2] melakukan penelitian pada kotoran babi, lumpur limbah, lumpur industri yang masing-masing memiliki kadar air awal sebesar 78,9%, 83,49%, 78,56%. [6] melakukan penelitian lumpur air limbah industri pada tiga industri berbeda. Kadar air awal tiap industri adalah 72,54%, 63,53%, dan 78,56%.

Oleh karena itu dengan mengacu pada beberapa penelitian di atas, kajian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu, waktu, dan penambahan plastik terhadap hasil akhir dari proses *frying* sampah organik berupa kadar air dan nilai kalor. Media pemanas yang akan dikaji mengacu pada beberapa jurnal, yaitu minyak jelantah. Hasil pengkajian ini diharapkan bermanfaat untuk menghasilkan teknologi alternatif mengolah sampah organik menjadi bahan bakar.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini dilakukan dengan menggunakan studi literatur pada berbagai jurnal, dengan sistem pembahasan pengaruh variabel yang diteliti sebagai berikut :

1. Pengaruh suhu dan waktu *frying* terhadap kadar air dan nilai kalor produk.
2. Pengaruh rasio sampel dan minyak terhadap kadar air dan nilai kalor produk.

3. Pengaruh diameter sampel terhadap kadar air dan nilai kalor produk.
4. Pengaruh jenis minyak yang digunakan sebagai media pemanas terhadap kadar air dan nilai kalor produk.
5. Pengaruh penambahan plastik pada kadar air dan nilai kalor minyak.

### 2.1. Pretreatment Sampel

Ada 2 macam pretreatment sampel yang digunakan pada metode *frying*, yaitu:

1. Sampel yang sudah ditentukan jumlahnya dicetak ke dalam silinder sesuai dengan diameter yang diinginkan. Panjang silinder dibatasi untuk menghindari kerusakan sampel selama proses *frying* terutama ketika ditarik keluar dari alat *frying* untuk dianalisis [7].
2. Sampel yang sudah ditentukan jumlahnya langsung dimasukkan kedalam peralatan *frying*.

### 2.2. Proses *Frying*

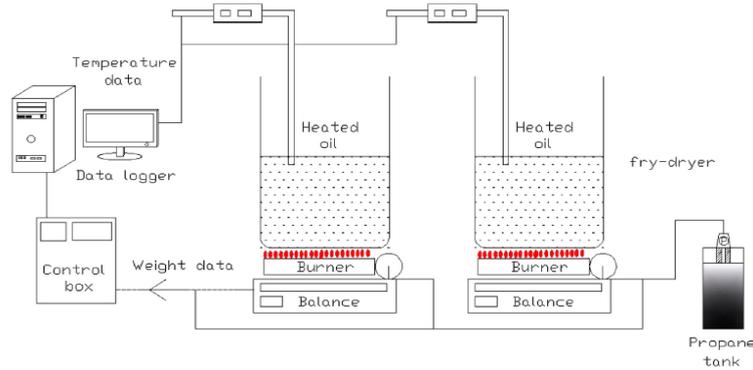
Berikut merupakan proses pengeringan dengan metode *frying* secara umum :

1. Minyak dimasukkan kedalam peralatan *frying* sesuai dengan rasio yang ditentukan.
2. Minyak dipanaskan sesuai dengan suhu yang ditentukan.
3. Plastik dimasukkan ke dalam minyak panas hingga larut/leleh.
4. Sampah yang sudah ditimbang atau dicetak dimasukkan kedalam campuran minyak panas dan plastik.
5. Sampel dikeringkan selama waktu yang telah ditentukan.
6. Produk *frying* dianalisa dengan parameter uji kadar air dan uji kelembaban.
7. Data yang dihasilkan dari analisa produk dicatat sebagai hasil pengamatan.

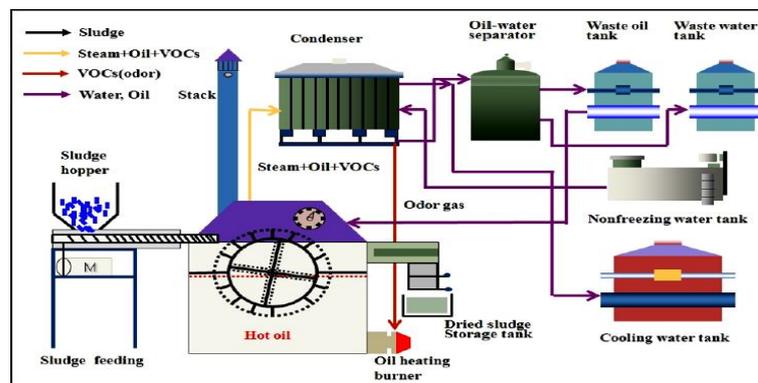
Ohm, dkk [2] melakukan percobaan *frying* menggunakan peralatan tipe kontinyu yang dibagi menjadi tiga (3) bagian yaitu : Bagian pertama terdiri dari peralatan pengumpanan sampel yang memasukkan sampel ke tangki pengeringan evaporatif, bagian kedua adalah tangki penggorengan (*frying*) sampel dimana sampel yang disediakan akan dikeringkan. Bagian ketiga adalah kondensor, dimana uap, minyak, dan senyawa organik volatil (VOC) dihasilkan dari peralatan pengeringan (*frying*).

Park, dkk [8] melakukan percobaan *frying* dengan menggunakan peralatan skala laboratorium yang sebagai evaporator tipe *batch* yang terdiri dari evaporator vakum, sistem pencampur putar, dan pengontrol suhu. Peralatan pengeringan ini dapat melakukan penguapan vakum dan menerapkan *immersion frying technology*, sehingga mengamankan plastisitas sampel dengan mencampurkannya dengan minyak seperti minyak bumi. Proses pengeringan ini terdiri dari tiga langkah: mencampur sampel dan minyak, penguapan, dan pemulihan minyak.

Wu, dkk [7] melakukan percobaan *frying* dengan alat imersi tipe *batch*. Peralatan ini terdiri dari penggorengan, unit akuisisi data, dan *computer*. Alat *frying* yang digunakan adalah evaporator rotary skala laboratorium yang dimodifikasi yang memiliki penangas minyak dengan kapasitas 5 liter minyak, elemen pemanas listrik dengan kekuatan 2 kW yang terendam di bagian bawah tangki dan pengontrol suhu dengan kisaran suhu 30–280 °C. Alat *frying* dilengkapi dengan keranjang metalik, yang digunakan untuk memasukkan sampel lumpur dan memindahkannya setelah penggorengan selesai. Gambar 1 merupakan skema peralatan *frying* tipe *batch*. Gambar 2 merupakan skema peralatan *frying* tipe kontinyu. Produk akhir dari proses *frying* akan diambil untuk dianalisa kadar air dan nilai kalornya.



Gambar 1. Skema Peralatan *Frying Tipe Batch* [6]



Gambar 2. Skema Peralatan *Frying Tipe Kontinyu* [8]

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Frying* adalah metode pengeringan sampah yang menggunakan minyak sebagai media pemanas. Sampah yang dikeringkan dengan metode *frying* dapat menurunkan kadar air 80-90%, karena menurut Chae, dkk [6] uap air dalam lumpur diganti oleh minyak yang dipanaskan selama proses *frying*, sehingga membuat kandungan zat yang mudah menguap sangat meningkat dan dapat menurunkan kadar air sampah hingga kadar air akhir kurang dari 5%. Menurut Park, dkk [8], kadar air lumpur berkurang dengan meningkatnya dosis minyak. Peningkatan suhu minyak menghasilkan penguapan air yang lebih tinggi [7]. Tabel 1 menunjukkan hasil *frying* yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya.

Nilai kadar air dari hasil *frying* memenuhi syarat yang digunakan sebagai bahan bakar padat yaitu kurang dari 10% [2] dan maksimum 8% (SNI 01-6235-2000). Hal ini sesuai dengan pencapaian yang diinginkan yaitu menghasilkan sampah organik yang memiliki kandungan air maksimum 8%. Dan sesuai dengan permen ESDM No.047 tahun 2006 yang menjelaskan bahwa kadar air maksimal bio-briket (bahan bakar padat) adalah 15% [12]. Tabel 2. Menunjukkan nilai kalor sebelum dan sesudah proses *frying*.

**Tabel 1.** Nilai Kadar Air Sebelum dan Sesudah *Frying*

No	Sampel	Kadar Air (%)		Media Panas	Sumber
		Sebelum	Sesudah		
1	Kotoran Babi	79,90	1,62	Minyak Berat B-C	[2]
	Lumpur Limbah	83,49	2,99	Minyak Limbah Olahan	
2	Limbah Industri	78,56	1,96	Minyak Limbah Olahan	[8]
	Lumpur Limbah	78,80	2,40	Minyak Kedelai	
3	Kotoran Babi Mentah	78,90	1,56	Minyak Limbah Olahan	[10]
	Kotoran Babi Dicerna	79,58	3,40	Minyak Berat B-C	
4	Lumpur Limbah	78,5	4,58	Minyak Jelantah	[11]
	Lumpur Limbah Kimia	80	5,12		

**Tabel 2.** Nilai Kalor Sebelum Dan Sesudah Proses *Frying*

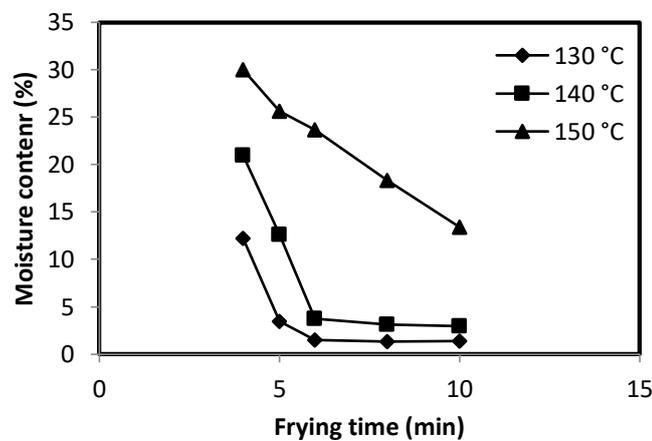
No	Sampel	Nilai Kalor (kJ/kg)		Media Panas	Sumber
		Sebelum	Sesudah		
1	Kotoran Babi	422	28.169	Minyak Berat B-C	[2]
	Lumpur Limbah	-1.154	26.445	Minyak Limbah Olahan	
2	Limbah Industri	-2.867	19.238	Minyak Limbah Olahan	[8]
	Lumpur Limbah	-5,58	16.923	Minyak Kedelai	
3	Kotoran Babi Mentah	422	27.843	Minyak Limbah Olahan	[10]
	Kotoran Babi Dicerna	-2,731	14.905	Minyak Berat B-C	
4	Lumpur Limbah	2.86	25.200	Minyak Jelantah	[11]
	Lumpur Limbah Kimia	1.29	20.800		

Meningkatnya nilai kalor karena adanya perpindahan panas yang terjadi karena konveksi dari minyak ke lumpur [5]. Minyak melekat pada permukaan material dan kemudian memasuki pori-pori dan jalur yang dibuka oleh uap air [7]. Oleh karena itu, produk ini dianggap sebagai bahan bakar yang baik dengan nilai kalor yang tinggi [13]. Hasil dari nilai kalor setelah proses *frying* sangat mendekati bahkan melewati nilai kalor maksimum biobriket batubara (bahan bakar padat) yaitu sebesar 18.409 kJ/kg sesuai permen ESDM No.047 tahun 2006 [12]. Kandungan kalori yang terkandung pada bahan bakar padat yaitu sebesar 20.920 kJ/kg (SNI 01-6235-2000). Jika lumpur organik kering akan digunakan sebagai bahan bakar padat yang berasal dari limbah, maka nilai kalor yang rendah harus dipertahankan pada lebih dari 12.560 kJ/kg [2].

### 3.1. Pengaruh Suhu Dan Waktu Terhadap Proses *Frying*

Suhu dan waktu merupakan parameter yang sangat penting dalam pengeringan dengan metode *frying*. Kenaikan suhu minyak meningkatkan tingkat *frying* lumpur limbah dan dengan demikian mengurangi waktu pengeringan [7]. Ohm, dkk [2] melakukan pengeringan dengan metode *frying* menggunakan suhu 130°C, 140°C dan 150°C dengan waktu pengeringan selama 4, 5, 6, 8, dan 10 menit. Suhu 130°C dengan waktu selama 8

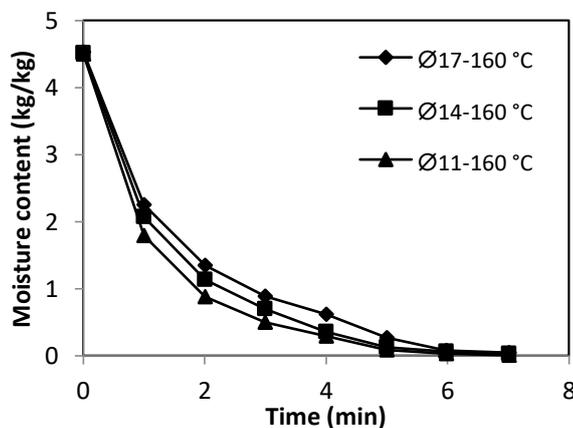
menit masih menghasilkan kadar air lebih dari 20%, pada suhu 140°C dengan waktu 4 menit masih menghasilkan kadar air sebesar 22,32%, namun setelah 6 menit kadar air menjadi 6,12%. Sedangkan untuk suhu 150°C pada suhu 5 menit, kadar air yang dihasilkan sudah mencapai 4,52% [2]. Gambar 3. Menunjukkan semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu yang digunakan pada proses, maka semakin rendah kadar air yang dihasilkan. Dari beberapa penelitian, kisaran suhu 140-150°C dengan waktu pengeringan selama 5-10 menit merupakan suhu dan waktu yang ideal untuk proses *frying*. Hal ini dikarenakan pada kisaran suhu dan waktu tersebut kadar air dan nilai kalor sudah menghasilkan nilai yang sesuai dengan syarat bahan bakar padat. Nilai kalor yang lebih rendah dari lumpur limbah meningkat dengan waktu penggorengan. Hal ini terjadi karena hilangnya kelembaban dan penggabungan minyak.



Gambar 3. Grafik *Frying* Dengan Berbagai Suhu Minyak [2]

### 3.2 Pengaruh Diameter Sampel Terhadap Proses *Frying*

Penurunan diameter sampel pada proses *frying* memiliki efek pada tingkat pengeringan. Semakin kecil ukuran sampel akan lebih cepat pengeringan yang terjadi daripada sampel dengan diameter yang lebih besar[7]. Dengan meningkatnya diameter, jarak yang harus ditempuh uap air dari bagian dalam lumpur ke permukaan juga meningkat, dan jumlah uap air yang diuapkan berkurang [11]. Gambar 4. Menunjukkan pengaruh diameter sampel terhadap kadar air dan waktu pengeringan.



Gambar 4. Grafik Pengaruh Diameter Sampel Terhadap Kadar Air dan Waktu Pengeringan [7]

### 3.3 Pengaruh Jenis Minyak Terhadap Proses *Frying*

Viskositas dan berat molekul dari minyak yang digunakan pada proses *frying* sangat berpengaruh dalam proses pengeringan. Semakin tinggi viskositas suatu minyak maka semakin lama penguapan kadar air yang terjadi pada proses *frying* [11]. Semakin ringan berat molekul suatu minyak maka semakin cepat waktu pengeringan berlangsung [14]. Minyak jelantah merupakan minyak yang memiliki viskositas rendah dan berat molekul yang ringan, sehingga bisa digunakan sebagai media pemanas dalam proses *frying*. Nilai kadar air yang dihasilkan dengan menggunakan minyak jelantah kurang dari 5% dan nilai kalor yang dihasilkan memenuhi persyaratan minimum nilai kalor bahan bakar. Tabel 3. Menunjukkan kadar air dan nilai kalor sebelum dan sesudah *frying* dengan berbagai jenis minyak.

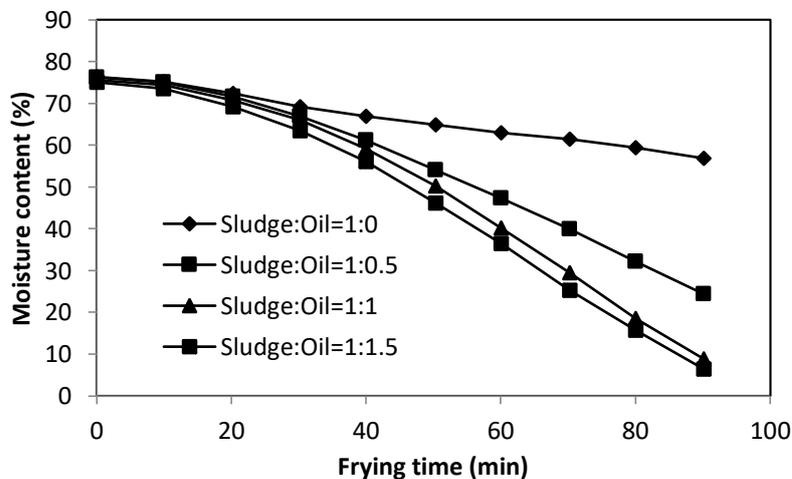
**Tabel 3.** Kadar Air Dan Nilai Kalor Sebelum Dan Sesudah *Frying* Dengan Berbagai Jenis Minyak

Lumpur Pabrik	Kadar Air (%)	Nilai Kalor (kkal/kg)
Sebelum	78,9	626
Sesudah (Limbah minyak mesin)	6	5.501
Sesudah (Minyak limbah olahan)	5,5	5.795
Sesudah (Minyak berat B-C)	5,1	5.875
Sesudah (Minyak jelantah)	4,8	5.459

Sumber : Ohm, dkk [14]

### 3.4 Pengaruh Rasio Minyak Dan Sampel Pada Proses *Frying*

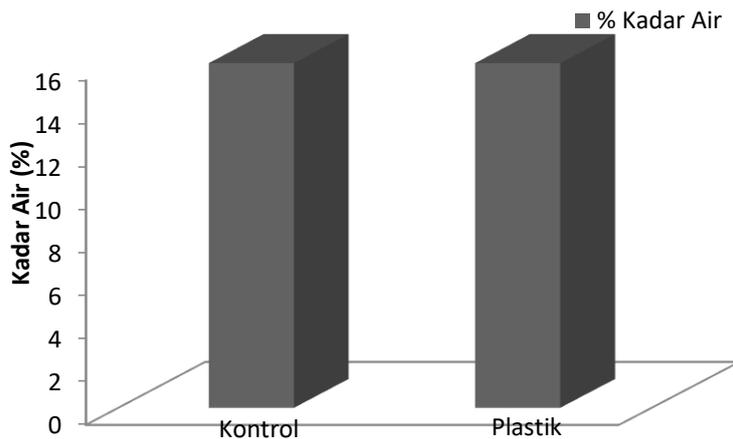
Kadar air berkurang dengan meningkatnya dosis minyak [8]. Jumlah sampel yang digunakan juga berpengaruh dengan hasil kadar air akhir setelah proses *frying*. Semakin sedikit jumlah sampel yang digunakan maka semakin rendah kadar air yang dihasilkan [11]. Agar mendapatkan nilai kadar yang rendah untuk sampah organik, maka jumlah sampah organik harus lebih sedikit dari minyak jelantah yang digunakan. Lebih sedikit jumlah sampah organik yang digunakan maka dapat menguapkan kadar air didalam sampah organik dengan lebih cepat. Gambar 5. Menunjukkan pengaruh dosis minyak terhadap kadar air akhir *frying*.



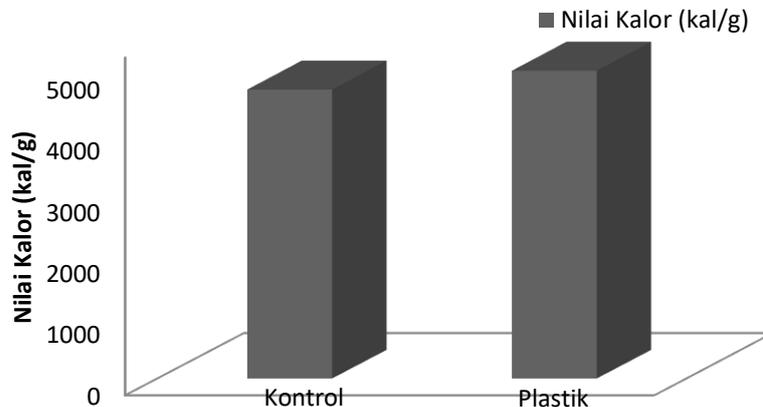
**Gambar 5.** Pengaruh Rasio Campuran Lumpur:Minyak Terhadap Kadar Air [8]

### 3.5 Pengaruh Penambahan Plastik Terhadap Kadar Air Dan Nilai Kalor

Penambahan plastik dapat meningkatkan nilai kalor dan menurunkan nilai kadar air [12]. Penambahan plastik meningkatkan nilai kalor pada briket menjadi 5.009,16 kal/g dan menurunkan kadar air menjadi 13,88%, sehingga menurut [12], nilai kalor briket yang dihasilkan dalam penelitian ini memenuhi standar nilai kalor ESDM No 047 tahun 2006. Penambahan plastik pada proses *frying* dapat membantu dalam penurunan kadar air dan peningkatan nilai kalor, sehingga dapat membuat sampah organik menjadi bahan bakar padat. Gambar 6 dan Gambar 7 menunjukkan pengaruh penambahan plastik terhadap kadar air dan nilai kalor briket.



Gambar 6. Persen Kadar Air Briket Setelah Penambahan Plastik [12]



Gambar 7. Nilai Kalor Briket Setelah Penambahan Plastik [12]

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan di atas semakin panas suhu yang digunakan dan semakin lama waktu proses *frying*, maka kadar air akhir yang dihasilkan akan semakin kecil dan nilai kalor yang dihasilkan akan semakin besar. Pengeringan menggunakan metode *frying* dapat mengurangi kadar air hingga kurang dari 5 %. Penggunaan minyak jelantah sebagai media

pemanas dan penambahan plastik dapat mengurangi kadar air dan meningkatkan nilai kalor. Nilai kalor yang dihasilkan pada proses *frying* memenuhi syarat nilai kalor bahan bakar padat. Sampah organik setelah proses pengeringan akan cocok didaur ulang sebagai bahan bakar alternatif dengan syarat kadar airnya harus kurang dari 10%, dan nilai kalor yang rendah harus dipertahankan pada lebih dari 12.000 kJ/kg.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan studi literatur ini terdapat beberapa saran untuk penelitian sejenis yaitu (1) Suhu optimal yang digunakan untuk proses *frying* adalah 130-150°C. (2) Waktu pengeringan optimal yang digunakan untuk proses *frying* adalah 8-10 menit. (3) Rasio perbandingan sampel dan minyak yang digunakan yaitu 1:1,5 dimana jumlah minyak harus lebih banyak.

#### REFERENSI

- [1] Naryono, E., and Santosa, S., 2018, *Penggunaan Tar Sebagai Pengawet Briket Sampah Organik*, Prosiding SNTT 2018 - Politeknik Negeri Malang, Vol. 4, 37–42.
- [2] Ohm, T. -I., Chae, J. -S., and Moon, S. -H., 2014, *Experimental Study of the Fry-Drying Phenomena of Organic Wastes in Hot Oil for Waste-Derived Solid Fuel*, Journal of Environmental Protection., Vol. 05, No. 7, 637–6464.
- [3] Naryono, E., and Soemarno, S., 2013, *Pengeringan Sampah Organik Rumah Tangga*, Indonesian Green Technology Journal, Vol. 2, No. 2, 61–69.
- [4] Peregrina, C., Rudolph, V., Lecomte, D., and Arlabosse, P., 2008, *Immersion Frying for the Thermal Drying of Sewage Sludge: An Economic Assessment*, Journal of Environmental Management, Vol. 86, No. 1, 246–261.
- [5] Ohm, T., Chae, J., Kim, Y., and Moon, S., 2017, *Characteristics of Fry-Drying and Solid Refuse Fuels for Organic Wastes with High Water Content*, Journal of Renewable Materials, Vol. 5, No. 1, 13–21.
- [6] Chae, J. S., Choi, S. A., Kim, Y. H., Oh, S. C., Ryu, C. K., and Ohm, T. I., 2016, *Experimental Study of Fry-drying and Melting System for Industrial Wastewater Sludge*, Journal of Hazardous Material, Vol. 313, 78–84.
- [7] Wu, Z., Zhang, J., Li, Z., Xie, J., and Mujumdar, A. S., 2012, *Production of a Solid Fuel Using Sewage Sludge and Spent Cooking Oil by Immersion Frying*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 243, 357–363.
- [8] Park, K. T., Lim, B. R., and Lee, S. K., 2010, *Drying Characteristics of Sewage Sludge Using Vacuum Evaporation and Frying*, Journal of Material Cycles and Waste Management, Vol. 12, No. 3, 235–239.
- [9] Almu, M. A., Syahrul, S., and Padang, Y. A., 2014, *Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi*, Dinamika Teknik Mesin, Vol. 4, No. 2, 117–122.
- [10] Ohm, T. I., Chae, J. S., Moon, S. H., and Jung, B. J., 2013, *Experimental Study of the Characteristics of Solid Fuel From Fry-dried Swine Excreta*, Process Safety and Environmental Protection, Vol. 91, No. 3, 227–234.
- [11] Shin, M., Kim, H., Jang, D., and Ohm, T., 2011, *Novel Fry-drying Method for the Treatment of Sewage Sludge*, Journal of Material Cycles and Waste Management, Vol. 13, No. 3, 232–239.
- [12] Septhiani, S., and Septiani, E., 2015, *Peningkatan Mutu Briket dari Sampah Organik*

- dengan Penambahan Minyak Jelantah dan Plastik High Density Polyethylene (HDPE)*"  
Jurnal Kimia Valensi, Vol. 1, No. 2, 91–96.
- [13] Romdhana, M. H., Lecomte, D., and Ladevie, B., 2011, *Dimensionless Formulation of Convective Heat Transfer in Fry-drying of Sewage Sludge*, Chemical Engineering Technology, Vol. 34, No. 11, 1847–1853.
- [14] Ohm, T. I., Chae, J. S., Lim, K. S., and Moon, S. H., 2010, *The Evaporative Drying of Sludge by Immersion In Hot Oil: Effects of Oil Type and Temperature*, Journal of Hazardous Materials, Vol. 178, No. 1–3, 483–488.
- [15] Chang, F. C., Ko, C. H., Wu, J. Y., Wang, H. P., and Chen, W. S., 2013, *Resource Recovery of Organic Sludge as Refuse Derived Fuel by Fry-drying Process*, Bioresource Technology, Vol. 141, 240–244.