

**BAB IV**  
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1. Karakteristik pada Pemanasan**

Pada proses pemanasan material akan dipanaskan mencapai suhu 105. Pada proses tersebut material akan kehilangan kadar air (*moisture content*) dengan hasil akhir yang tersisa pada material berupa *char*.

Karakteristik dasar dari bahan baku sampel tandan kosong kelapa sawit diketahui dari hasil uji proksimat dan kadar holoselulosa-alfa selulosa di Laboratorium Konversi Kimia Biomaterial Fakultas Kehutanan UGM yang mengacu pada standar SNI 0492:2008, sedangkan sampel PET diperoleh berdasarkan data dari Sharuddin dkk., (2016). Hasil pengujian proksimate tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.1

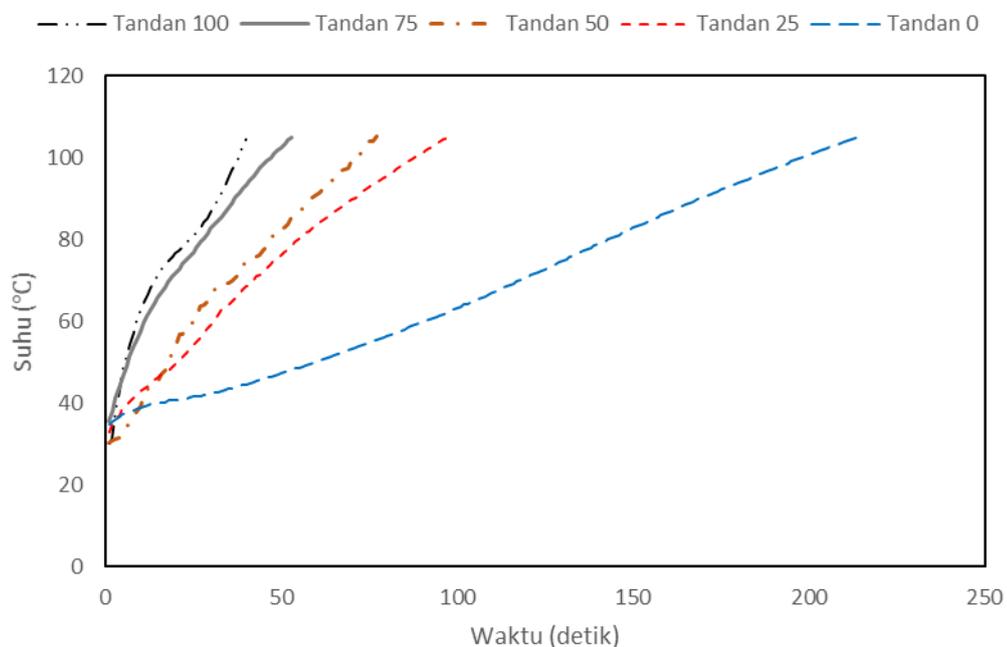
Tabel 4.1 Hasil analisis proksimat dan kadar holoselulosa-alfa selulosa tandan kosong kelapa sawit dan PET

<b>Analisis</b>	<b>Component</b>	<b>% Tandan Kosong</b>	<b>wt% PET (Sharuddin dkk. 2016)</b>
<b>Proksimat</b>	Moisture	6,47	0,46
	Volatile Matter	69,23	91,75
	Fixed Carbon	18,69	7,77
	Ash	5,74	0,02
<b>Kadar Holoselulosa</b>	Heloselulosa	47,14	
	Alfa selulosa	26,21	
	Lignin	22,16	

Dari Tabel 4.1 kandungan *volatile metter* tandan kosong kelapa sawit sekitar 69,23%. Dari hasil data *volatile matter* yang diuji di Laboratorium Konversi Kimia Biomaterial Fakultas Kehutanan UGM tidak beda jauh dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Sembiring dkk., (2018) yang menyatakan kandungan *volatile matter* pada tandan kosong kelapa sawit yaitu 70,64 %.

Sampel tandan kosong kelapa sawit ini memiliki kandungan air, *fixed carbon*, dan *ash* yang lebih besar dibandingkan pada sampel PET.

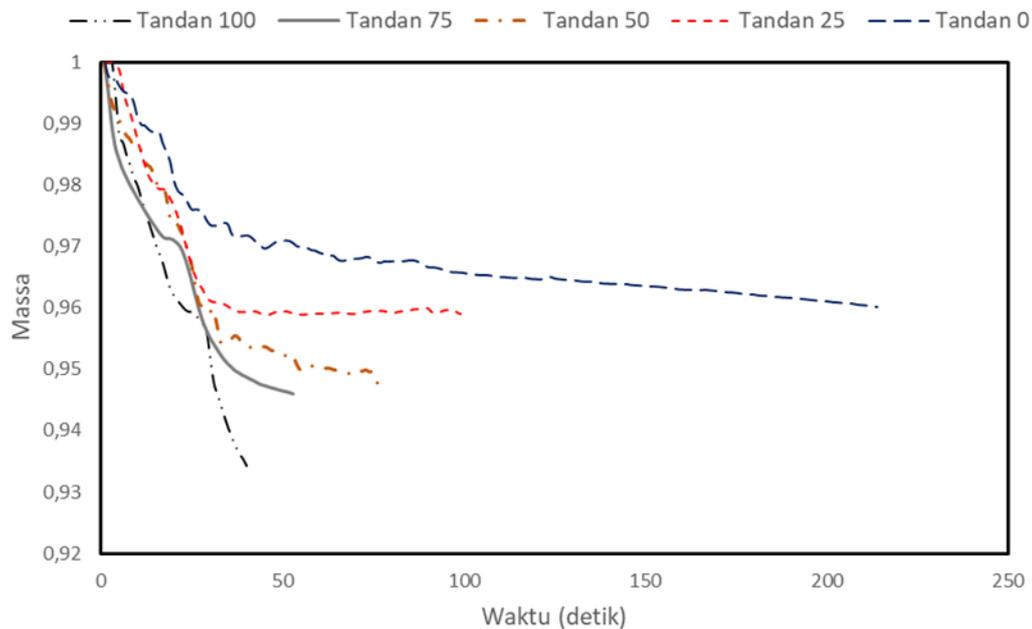
#### 4.1.1. Profil Temperatur



Gambar 4.1 Temperature terhadap waktu

Dapat dilihat pada Gambar 4.1, bahwa variasi 100:0 memiliki kenaikan temperatur yang lebih cepat (40 detik) dibandingkan dengan variasi pengujian campuran 75:0 ; 50:50 ; 25:75 ; 0:100 untuk mencapai suhu 105°C. Hal tersebut dapat disebabkan *thermal treatment* pada oven microwave sangat dipengaruhi oleh kandungan *fixed carbon* pada suatu material semakin tinggi kandungan maka semakin cepat mencapai suhu 105°C . Dapat dilihat pada Table 4.1 bahwa kandungan *fixed carbon* tandan kosong lebih banyak dibandingkan pada PET.

#### 4.1.2. Profil Massa



Gambar 4.2 Penurunan massa terhadap waktu

Hasil perekaman penurunan massa dari variasi pengujian selama proses pemanasan dapat dilihat pada Gambar 4.2. Terlihat bahwa massa pada setiap variasi pengujian mengalami penurunan seiring dengan waktu pemanasan. Dari perbandingan variasi pengujian diatas, dapat diketahui bahwa penurunan massa pada setiap variasi pengujian memiliki tren yang sama yaitu dengan tren yang menurun. Penurunan massa dipengaruhi oleh kandungan *fixed carbon* pada sampel biomassa selama proses pemanasan. Semakin banyak *fixed carbon* maka proses pemanasan semakin cepat dan penurunan massa juga semakin banyak. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Chen dkk., (2014) bahwa selama proses pemanasan dengan temperature mencapai 105 °C akan kehilangan *moisture content*.

Berdasarkan Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa peningkatan temperatur dan penurunan massa memiliki tren yang sama setiap variasi pengujian, baik variasi murni dan campuran. Hal tersebut ditandai dengan semakin banyak kandungan *fixed carbon*, maka pemanasan *microwave* akan

mengakibatkan semakin cepat mencapai suhu 105 °C dan semakin banyak penurunan massa.

#### 4.1 Karakteristik *Thermal Treatment*

##### 4.1.1 Laju Kenaikan Temperatur (*Heating Rate*)

Dapat diketahui untuk menghitung nilai *heating rate* maka dapat dilakukan perhitungan dengan persamaan berikut.

$$HR = \frac{\Delta T}{Waktu} \dots \dots \dots (4.1)$$

Perhitungan dilakukan pada variasi tandan kosong 75%

Diketahui : T awal = 35,4911 °C

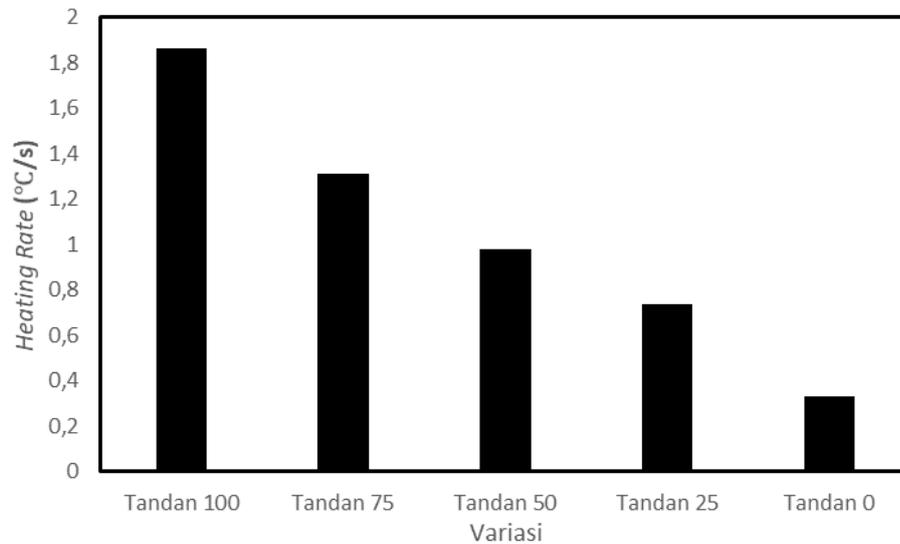
T akhir = 105,014 °C

Waktu = 53 detik

$$HR = \frac{(105,014 - 35,4911)^\circ\text{C}}{(53)\text{detik}}$$

$$HR = \frac{69,5229^\circ\text{C}}{53 \text{ detik}}$$

$$HR = 1,3117^\circ\text{C/detik}$$



Gambar 4.3 *Heating rate*

Dapat ditunjukkan pada Gambar 4.3 bahwa nilai *heating rate* menunjukkan kondisi yang linier dengan kecenderungan menurun dengan bertambahnya kadar PET. Dari variasi pengujian ditunjukkan bahwa nilai *heating rate* terbesar yaitu pada variasi pengujian 100% sebesar 1,859 °C/detik dan terendah pada variasi pengujian 100% PET sebesar 0,324 °C/detik. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan *fixed carbon* sangat mempengaruhi nilai *heating rate*. Dilihat dari Table 4.1 kandungan *fixed carbon* tandan kosong kelapa sawit memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan kandungan *fixed carbon* pada PET.

#### 4.1.2 Laju Aliran Massa (*Mass loss Rate*)

Dapat diketahui untuk menghitung nilai *Mass loss rate* maka dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$MLR = \frac{\text{Selisih massa}}{\text{waktu}} \dots \dots \dots (4.1)$$

Perhitungan dilakukan pada variasi tandan kosong 75%

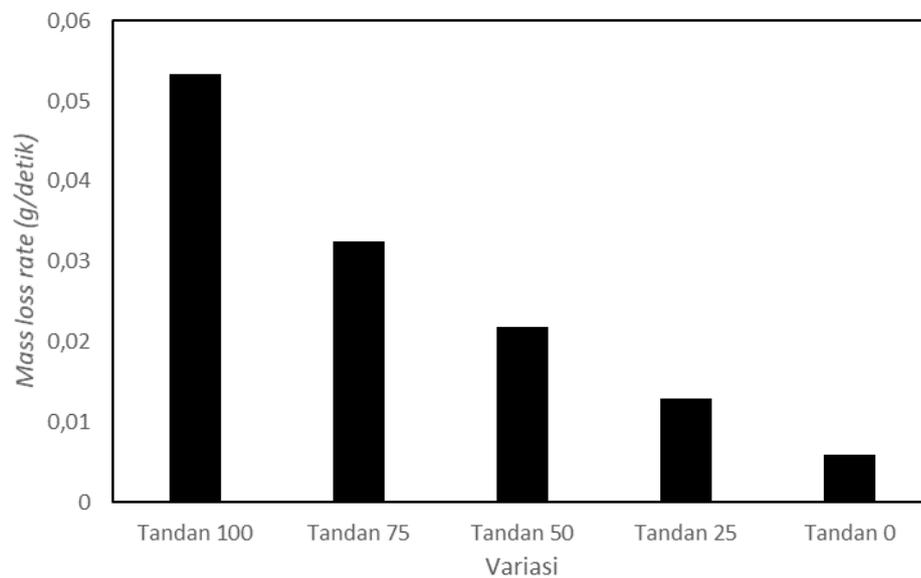
Diketahui:        Massa awal = 31,9098 gram  
                           Massa akhir = 30,1855 gram

Waktu = 53 detik

$$\text{MLR} = \frac{(31,9098 - 30,1855)^\circ\text{C}}{53 \text{ detik}}$$

$$\text{MLR} = \frac{1,7243 \text{ gram}}{53 \text{ detik}}$$

$$\text{MLR} = 0,0325 \text{ gram/detik}$$



Gambar 4.4 Laju aliran massa

Bedasarkan Gambar 4.4 dapat dilihat bahwa nilai *mass loss rate* memiliki tren yang mirip dengan nilai *heating rate* yang linier dengan kecenderungan menurun dengan bertambahnya kadar campuran PET. Kandungan *fixed carbon* dalam tandan kosong sangat berpengaruh terhadap peningkatan nilai *mass loss rate*. Dapat diketahui bahwa semakin tinggi nilai *heating rate* maka semakin tinggi nilai *mass loss rate*. Hal tersebut dapat dikorelasika terhadap penelitian dari Barneto dkk., (2009) yang mengatakan bahwa semakin tinggi nilai *heating rate* akan berdampak pada peningkatan nilai *mass loss rate*.

## 4.2 Konsumsi Energi

Pada proses *thermal treatment* menggunakan oven *microwave* membutuhkan energi yang cukup besar untuk mendapatkan nilai *heating rate* dan *mass loss rate*. Oleh karena itu diperlukan perhitungan untuk mendapatkan variasi yang memiliki nilai ekonomis dalam penggunaan energi. Perhitungan dapat dilakukan dengan persamaan berikut.

$$Energi = P \times (Waktu) \dots \dots \dots (4.1)$$

Perhitungan pada variasi pengujian Tandan kosong 75 %

Diketahui : Daya = 800 Watt

Waktu = 54 s

$$Energi = 800 \text{ Watt} \times (54s)$$

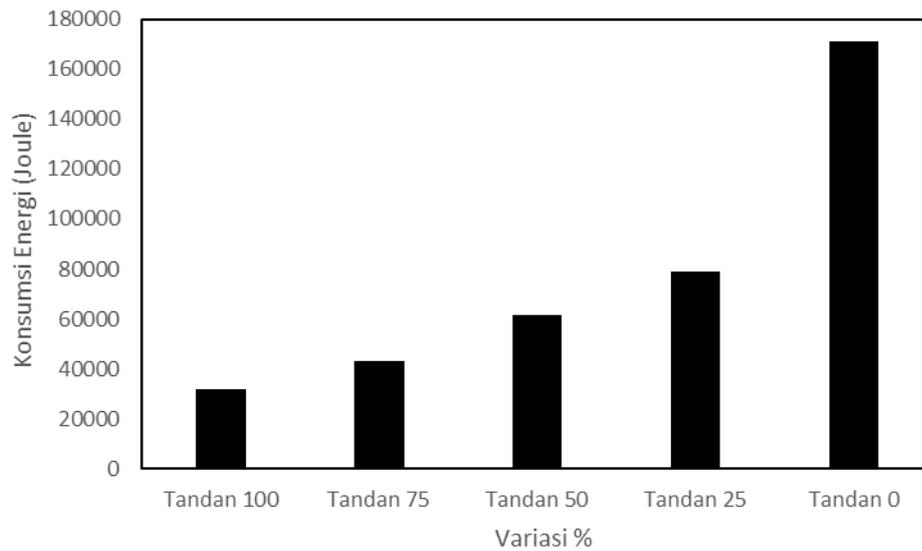
$$Energi = 800 \text{ Watt} \times 54s$$

$$Energi = 43200 \text{ Joule}$$

Konsumsi energi yang dibutuhkan selama proses *thermal treatment* disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Hasil konsumsi energi

Variasi Pengujian	Konsumsi Energi (Joule)
Tandan kosong 100:0	32000
Tandan kosong 75:25	43200
Tandan kosong 50:50	61600
Tandan kosong 25:75	79200
Tandan kosong 0:100	171200



Gambar 4.5 Konsumsi energi

Berdasarkan Gambar 4.5 dapat diketahui bahwa semakin besar prosentase sampel tandan kosong dan waktu mencapai suhu  $105^{\circ}\text{C}$  pada proses pemanasan campuran tandan kosong kelapa sawit dan PET dengan menggunakan oven *microwave* maka akan berpengaruh pada konsumsi energi yang digunakan. Semakin besar prosentase tandan kosong kelapa sawit akan berpengaruh pada semakin besarnya kandungan *fixed carbon*. Kandungan *fixed carbon* berpengaruh terhadap panas yang dimunculkan, semakin banyak kandungan tandan kosong mengakibatkan semakin kecil konsumsi energi yang dibutuhkan.