

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Analisis Proksimat

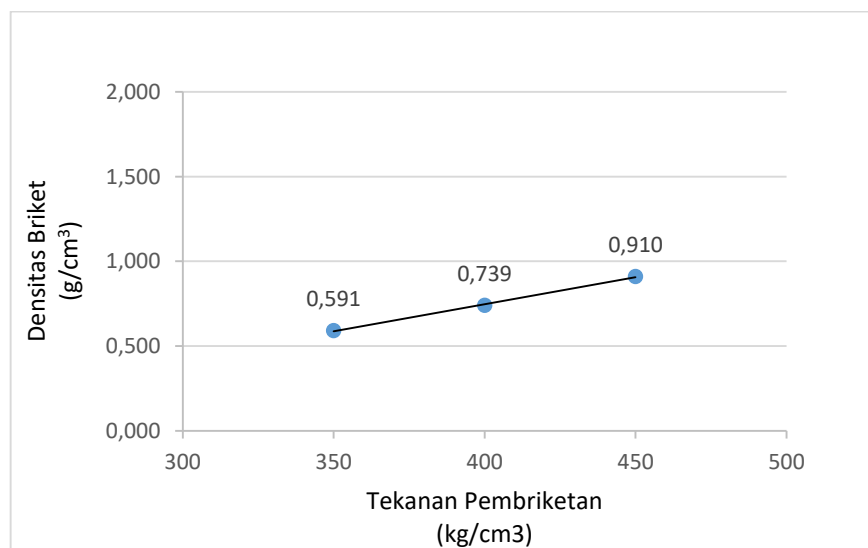
Analisis proksimat adalah pengujian yang bertujuan untuk menentukan nilai kadar air (*moisture*), kadar zat mudah menguap (*volatile matter*), kadar abu (*ash content*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*) dan nilai kalor.

#### 4.1.1. Hubungan Tekanan Pembriketan Terhadap Densitas Briket

Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) densitas adalah perbandingan antara kerapatan kayu (atas dasar berat kering tanur dan volume kadar air yang telah ditentukan) dengan kerapatan air pada suhu 4<sup>0</sup>C.

**Tabel 4.1.** Hubungan tekanan pembriketan terhadap densitas briket.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Densitas Briket $\rho$ (g/cm <sup>3</sup> )			
	$\rho$ 1	$\rho$ 2	$\rho$ 3	Rata-rata
350	0,597	0,642	0,534	0,591
400	0,758	0,716	0,744	0,739
450	0,951	0,885	0,893	0,910



**Gambar 4.1.** Grafik hubungan tekanan pembriketan terhadap densitas briket.

Gambar di atas menunjukkan bahwa densitas briket naik seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Menurut Sudiro dan sigit suroto (2014)

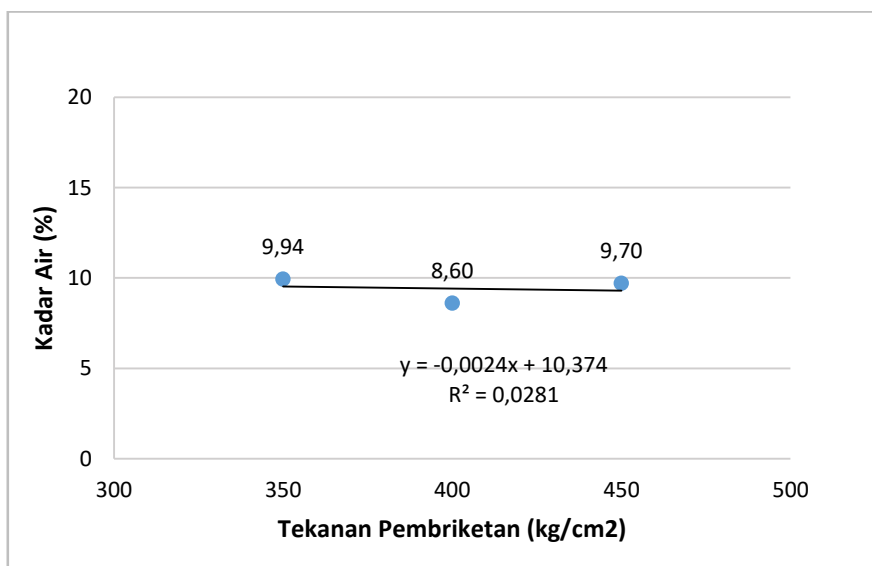
densitas briket mempengaruhi kadar air karena semakin besar densitas, kadar air akan susah masuk ke dalam briket.

Ditinjau dari ukuran partikelnya, dimungkinkan adanya perbedaan besar kecilnya pori-pori antar partikel. Briket yang memiliki kerapatan (densitas) yang lebih rendah, pori-pori briket menjadi lebih banyak. Kondisi ini mengakibatkan penguapan air menjadi lebih mudah pada saat dilakukan pengeringan. Oleh karena itu, pada saat dilakukan pengujian, kadar air yang tersisa sedikit dibandingkan dengan briket yang kerapatannya lebih tinggi.

#### 4.1.2. Kadar Air

**Tabel 4.2.** Persentase kadar air pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kadar Air (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
350	10,23	9,66	9,94
400	8,66	8,55	8,60
450	10,07	9,34	9,70



**Gambar 4.2.** Grafik persentase kadar air pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

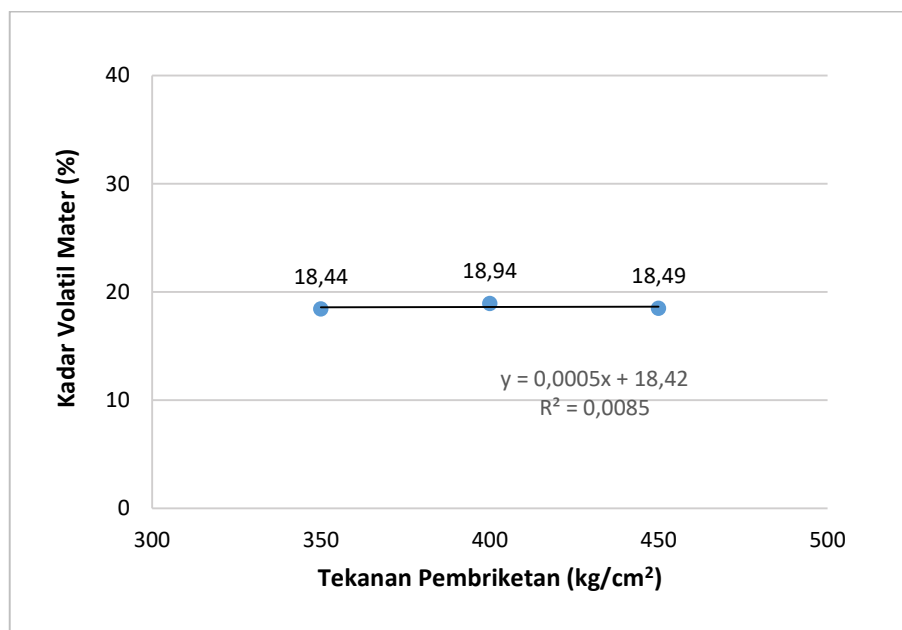
Dilihat dari gambar 4.2., diketahui bahwa kadar air pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> memiliki persentase terendah sebesar 8,60% dan memiliki kadar air tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> dengan persentase sebesar 9,94%.

Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang menurun tetapi tidak signifikan, jadi semakin tinggi tekanan pembriketan maka kadar air akan semakin rendah. Menurut Kusuma (2014), hal ini dikarenakan semakin tinggi tekanan pembriketan maka kerapatan antar partikel atau pori-pori pada briket arang cangkang kelapa Sawit semakin kecil sehingga kadar air banyak terbuang saat proses pembriketan. Penggunaan cangkang kelapa Sawit sebagai bahan utama briket mempengaruhi kadar air, hal ini disebabkan cangkang kelapa Sawit memiliki kadar air yang sedikit dan sukar menyerap air karena tekstur cangkang kelapa Sawit yang keras.

#### 4.1.3. Kadar Zat Mudah Menguap (*Volatile Matter*)

**Tabel 4.3.** Persentase kadar zat volatil pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kadar Volatil (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
350	17,71	19,16	18,44
400	17,11	20,76	18,94
450	19,34	17,64	18,49



**Gambar 4.3.** Grafik persentase kadar zat volatil pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

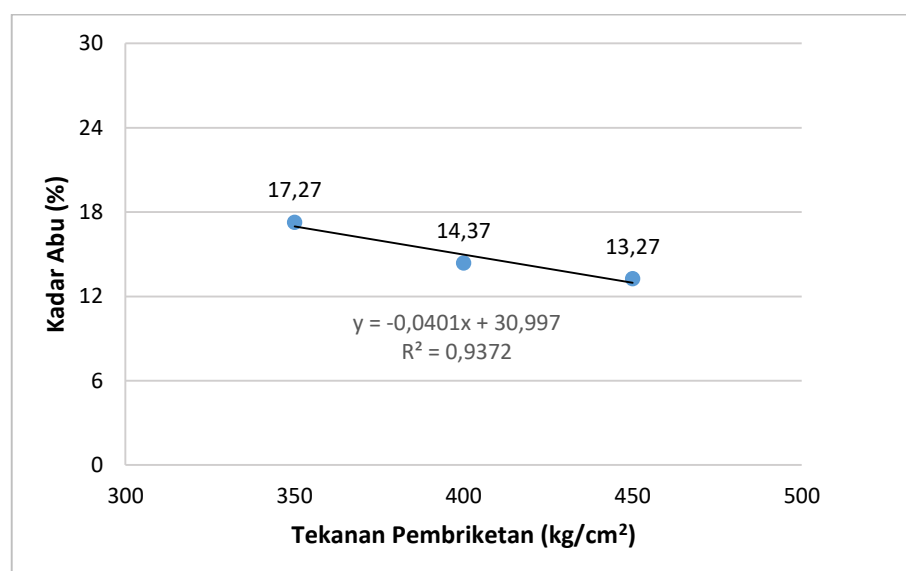
Dari tabel 4.3. di atas, diketahui bahwa kadar zat mudah menguap terendah terdapat pada briket dengan tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 18,44% dan pada briket dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> memiliki kadar zat mudah menguap tertinggi sebesar 18,94%.

Dari keseluruhan tekanan pembriketan menunjukkan *trendline* yang meningkat tetapi tidak signifikan. Dimana briket arang dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> memiliki zat volatil tertinggi. Menurut Kusuma (2014), hal ini disebabkan semakin tinggi tekanan pembriketan maka kadar air semakin rendah, berakibat pada zat volatil yang meningkat. Meningkatnya zat volatil akan mempercepat pembakaran karbon dan tingginya zat volatil menunjukkan kualitas briket rendah. Semakin banyak kandungan zat volatil pada briket maka akan mempermudah penyalaan dan pembakaran briket.

#### 4.1.4. Kadar Abu (*Ash Content*)

**Tabel 4.4.** Persentase kadar abu pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kadar Abu (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
350	21,61	12,94	17,27
400	18,19	10,56	14,37
450	11,57	14,97	13,27



**Gambar 4.4.** Grafik persentase kadar abu pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

Dari tabel 4.4. di atas, persentase kadar abu tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 17,27% dan pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan 450 kg/cm<sup>2</sup> memiliki kadar abu terendah sebesar 13,27%.

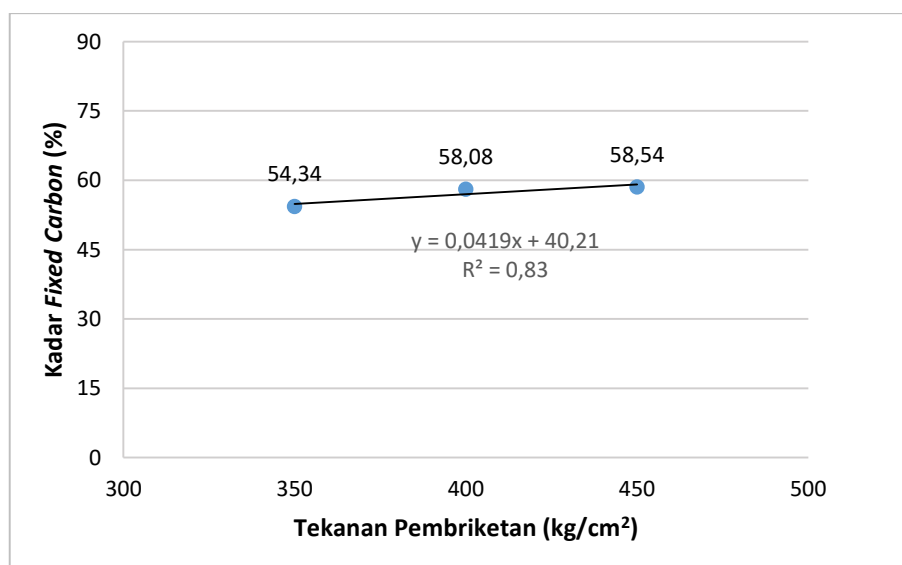
Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang menurun. Menurut Kusuma (2014), menurunnya kadar abu dipengaruhi oleh turunnya kadar air, kadar zat

volatil dan naiknya kadar karbon terikat. Maka bertambahnya tekanan pembriketan akan menurunkan kadar abu dan mempermudah penyalaan briket.

#### 4.1.5. Kadar Karbon Terikat (*Fixed Carbon*)

**Tabel 4.5.** Persentase kadar karbon terikat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Kadar Karbon Terikat (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
350	50,45	58,24	54,34
400	56,04	60,13	58,08
450	59,02	58,05	58,54



**Gambar 4.5.** Grafik kadar zat karbon terikat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan

Dari tabel 4.5. di atas, menunjukkan bahwa persentase kadar karbon terikat tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 450 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 58,54% dan kadar karbon terikat terendah terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 54,34%.

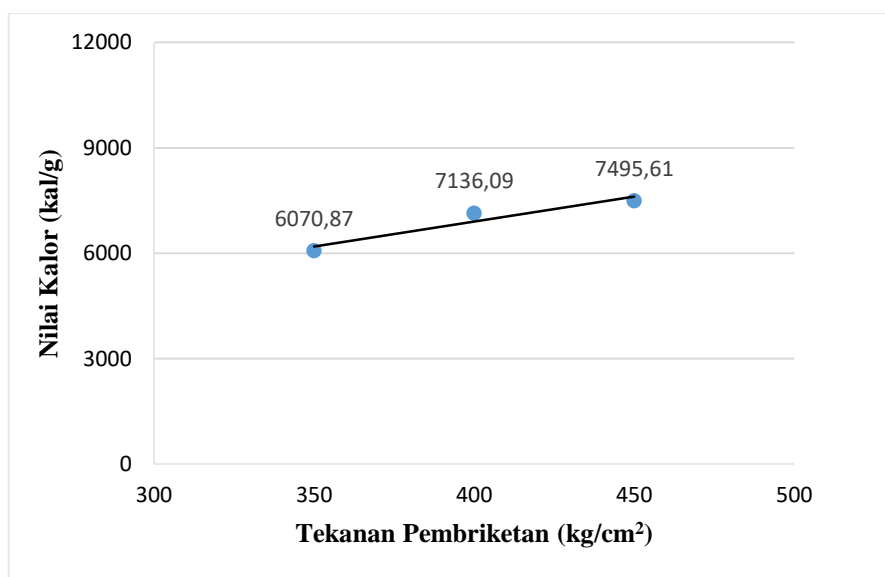
Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang meningkat. Menurut Kusuma (2014), kadar air dan zat volatil yang keluar akan menaikkan *fixed carbon*. Maka

dapat disimpulkan bahwa tingginya *fixed carbon* semakin meningkatkan kualitas briket.

#### 4.2. Nilai Kalor

**Tabel 4.6.** Nilai kalor pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai Kalor (kal/g)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
350	6624,75	5516,94	6070,87
400	7196,54	7075,63	7136,09
450	7471,25	7519,97	7495,97



**Gambar 4.6.** Grafik nilai kalor pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Dari gambar 4.6. menunjukkan nilai kalor tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit tekanan pembriketan 400 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 8819,68 kal/g, sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit tekanan pembriketan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 6070,87 kal/g.

Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang meningkat, Tingginya tekanan pembriketan maka nilai kalor pada briket akan meningkat. Menurut Sudarja (2007)

tekanan kompaksi memiliki kecenderungan yang berlawanan dengan grafik kadar air, semakin tinggi kadar air dalam briket arang, maka nilai kalornya akan semakin rendah.

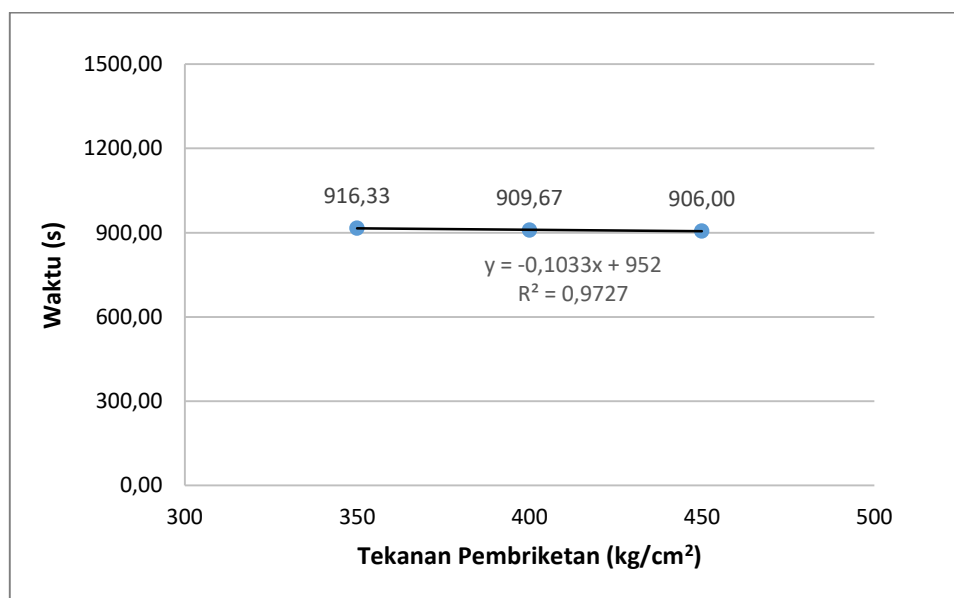
### 4.3. Analisis Karakteristik Pembakaran

Metode *Thermogravimetry Analysis* (TGA) digunakan untuk mengetahui pengaruh tekanan pembriketan terhadap karakteristik pembakaran dari biobriket ampas tebu. Metode *Thermogravimetry Analysis* (TGA) meliputi : ITVM (*Initiation Temperature of Volatile Matter*), ITFC (*Initiation Temperature of Fixed Carbon*), PT (*Peak of weight loss rate Temperature*) dan BT (*Burning out Temperature*).

#### 4.3.1. Pengaruh Tekanan Pembriketan Terhadap Waktu Pembakaran

**Tabel 4.7.** Variasi tekanan pembriketan terhadap waktu pembakaran

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Lama Pembakaran (s)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	970	927	852	916,33
400	877	975	877	909,67
450	946	934	838	906,00



**Gambar 4.7.** Grafik variasi tekanan pembriketan terhadap waktu pembakaran



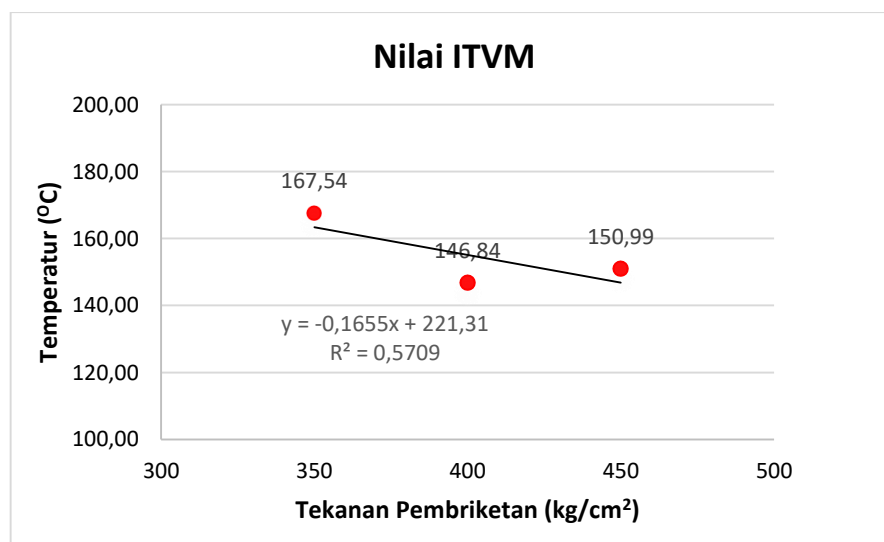
Dilihat dari gambar 4.7. dapat diketahui bahwa waktu pembakaran briket arang cangkang kelapa Sawit terlama terdapat pada tekanan pembriketan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 916,33 detik. Sedangkan waktu pembakaran briket tercepat terdapat pada tekanan 450 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 906,00 detik.

Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang menurun. Menurut Kusuma (2014), waktu pembakaran dipengaruhi oleh kadar air dan kadar zat menguap jadi semakin tinggi kadar air dan zat volatil semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran briket.

#### 4.3.2. Nilai ITVM (*Initiation Temperature of Volatile Matter*)

**Tabel 4.8.** Nilai ITVM dengan tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai ITVM (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	148,76	179,66	174,19	167,54
400	136,16	145,53	158,82	146,84
450	141,67	162,07	149,23	150,99



**Gambar 4.8.** Grafik temperatur ITVM dengan tekanan pembriketan.

Pada gambar 4.8. di atas, dengan menggunakan analisis termogravimetri proses pembakaran briket arang cangkang kelapa Sawit zona devolatilisasi tertinggi

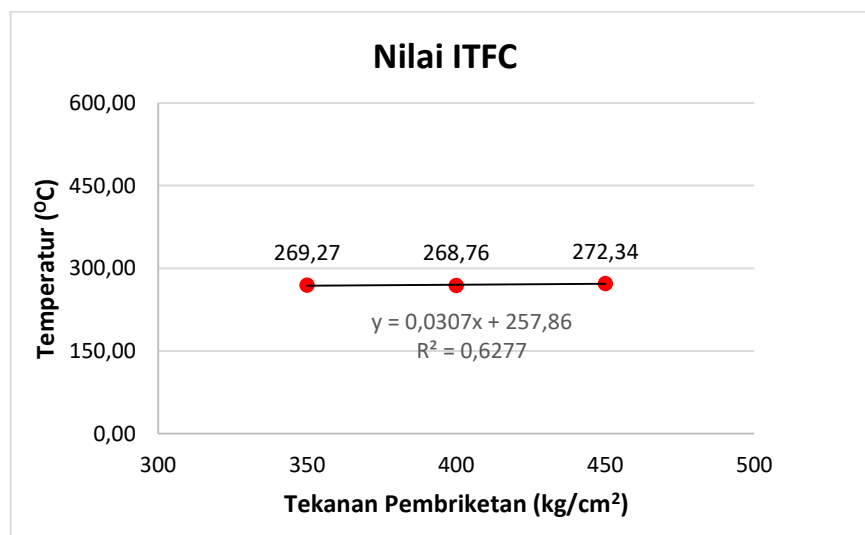
terdapat pada tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 167,54°C sedangkan nilai terendah terdapat pada briket dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 146,84°C.

Nilai ITVM pada briket cangkang kelapa Sawit mengalami *trendline* yang menurun. Menurut Kusuma (2014), semakin tinggi tekanan pembriketan maka pori-pori dan kerapatan akan semakin rapat sehingga akan menurunkan kadar *volatile matter* dan mempengaruhi proses devolatilisasi pada saat pembakaran.

#### 4.3.3. Nilai ITFC (*Initiation Temperature of Fixed Carbon*)

**Tabel 4.9.** Nilai ITFC dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai ITFC (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	248,92	263,40	295,50	269,27
400	253,48	259,56	293,25	268,76
450	243,19	302,63	271,20	272,34



**Gambar 4.9.** Grafik temperatur ITFC briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

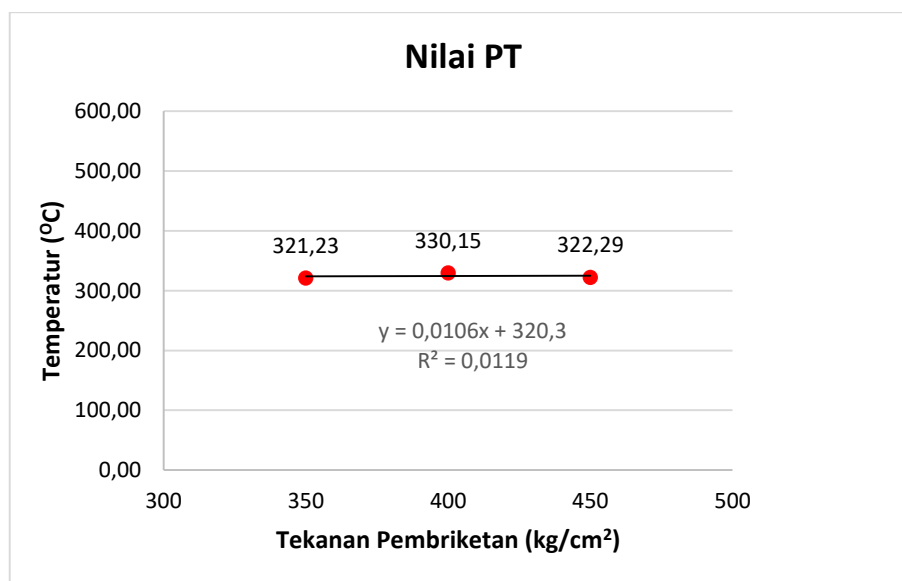
Pada gambar 4.9. di atas, proses pembakaran briket arang tertinggi pada zona ITFC terdapat pada briket arang dengan tekanan 450 kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada temperatur 272,34°C, sedangkan nilai terendah terdapat pada briket arang dengan tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> yang terjadi pada temperatur 269,27°C.

Grafik di atas menunjukkan *trendline* yang meningkat namun tidak signifikan, Hal ini dapat dibuktikan pada gambar 4.4. Menurut Kusuma (2014) semakin tinggi tekanan pembriketan maka kadar karbon terikat meningkat dan nilai ITFC juga meningkat.

#### 4.3.4. Nilai PT (*Peak of weight loss Temperature*)

**Tabel 4.10.** Nilai PT dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai PT (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	297,44	332,93	333,30	321,23
400	341,67	319,70	329,08	330,15
450	318,71	351,81	296,34	322,29



**Gambar 4.10.** Grafik temperatur PT pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

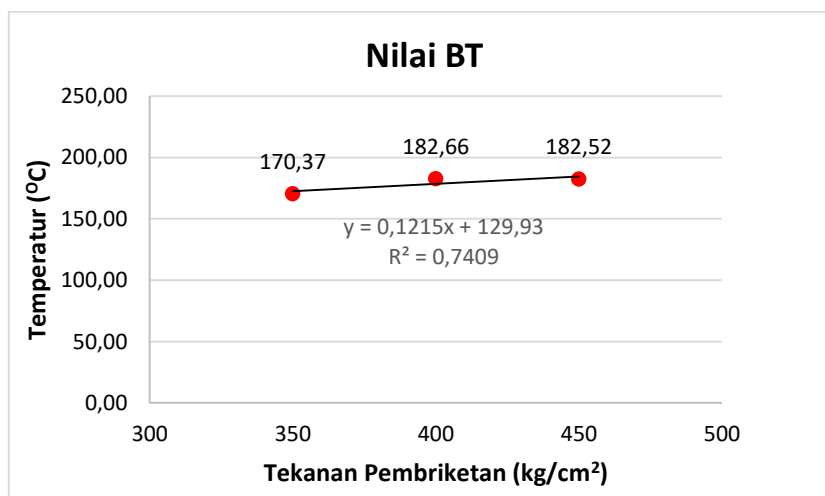
Dari gambar 4.10. di atas, diketahui nilai PT tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> yaitu terjadi pada temperatur 330,15°C. Sedangkan nilai PT terendah adalah briket arang pada tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 321,23°C.

Dari grafik di atas, diketahui memiliki *trendline* yang meningkat. Hal ini dapat dibuktikan pada gambar 4.6.. Menurut Kusuma (2014) bahwa nilai kalor berhubungan dengan nilai PT. Semakin tinggi nilai kalor maka nilai PT juga semakin tinggi, karena nilai kalor terbesar pada proses terbesar terjadi pada zona PT.

#### 4.3.5. Nilai BT (*Burning out of Temperature*)

**Tabel 4.11.** Nilai BT dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai BT (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	157,82	174,86	178,43	170,37
400	199,44	163,55	185,00	182,66
450	176,76	200,87	169,92	182,52



**Gambar 4.11.** Grafik temperatur BT pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Dari gambar 4.11. di atas, diketahui nilai BT tertinggi terdapat pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> yaitu terjadi pada temperatur 182,66°C. Sedangkan nilai BT terendah adalah briket arang cangkang kelapa Sawit pada tekanan 350 kg/cm<sup>2</sup> sebesar 170,37°C.

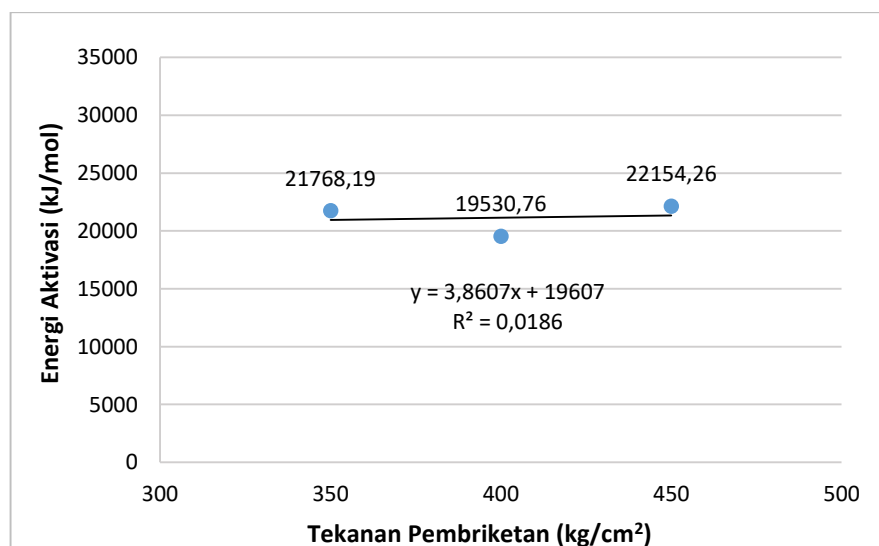
Pada grafik nilai BT menunjukkan *trendline* yang meningkat. Nilai BT dipengaruhi oleh kadar karbon terikat. Menurut Kusuma (2014), semakin tinggi kadar karbon terikat maka semakin tinggi pula nilai BT.

#### 4.4. Pengaruh Variasi Tekanan Terhadap Nilai Energi Aktivasi

Energi Aktivasi adalah energi yang dibutuhkan briket untuk pembakaran. Energi aktivasi ditentukan dengan memplotkan  $\ln\left(\frac{-\ln(1-\alpha)}{T_2}\right)$  dan  $\frac{1}{T}$ . *Slope* yang terjadi merupakan besarnya energi aktivasi dengan mengalikan 8,3145 kJ/mol.

**Tabel 4.12.** Nilai energi aktivasi briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Tekanan Pembriketan (kg/cm <sup>2</sup> )	Nilai EA (kJ/mol)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
350	21954,44	21929,49	21420,65	21768,19
400	18289,41	20290,71	20012,17	19530,76
450	21310,89	21353,30	23798,59	22154,26



**Gambar 4.12.** Grafik nilai energi aktivasi pada briket arang cangkang kelapa Sawit dengan variasi tekanan pembriketan.

Dari gambar 4.12. di atas, menunjukkan bahwa briket arang cangkang kelapa Sawit pada tekanan 450 kg/cm<sup>2</sup> didapatkan nilai energi aktivasi paling besar

yaitu sebesar 22154,26 kJ/mol. Sedangkan briket arang dengan tekanan 400 kg/cm<sup>2</sup> memiliki nilai energi aktivasi paling kecil yaitu 19530,76 kJ/mol.

Diketahui dari grafik di atas menunjukkan *trendline* yang meningkat. Tingginya nilai energi aktivasi dipengaruhi oleh kadar air dan kadar volatil pada briket. Jadi semakin tinggi tekanan pembriketan maka semakin besar nilai energi aktivasi. Hal ini disebabkan semakin tinggi pembriketan maka semakin tinggi kerapatan antar partikel, kerapatan antar partikel akan menghambat proses oksidasi.