

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Proksimat

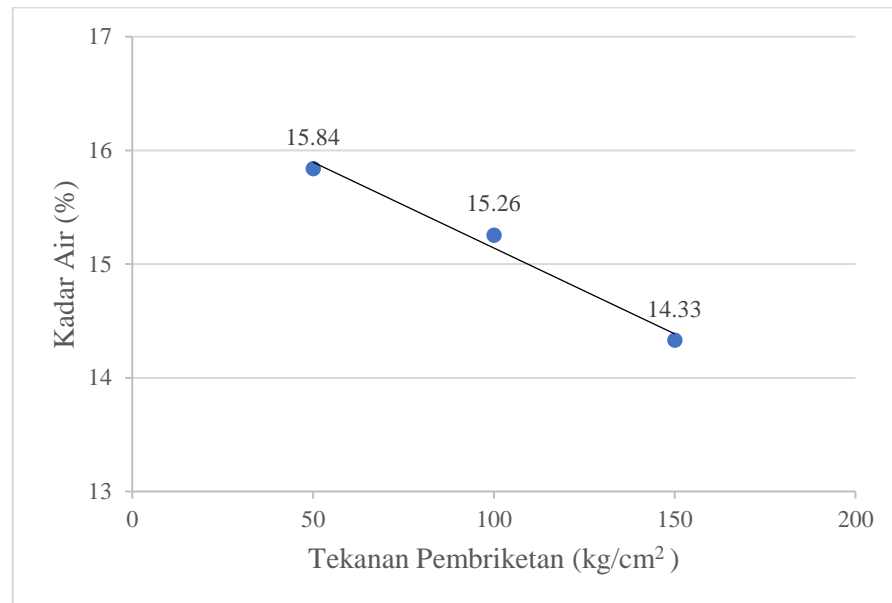
Analisis proksimat adalah salah satu teknik analisis yang dilakukan untuk mengetahui karakteristik biobriket. Analisis proksimat adalah analisis bahan bakar padat biomassa yang menghasilkan fraksi massa dari kadar air (*moisture content*), zat-zat yang mudah menguap (*volatile matter*), kadar karbon terikat (*fixed carbon*) dan kadar abu (*ash*). Analisis Proksimat menggunakan standar pengujian ASTM D1762-84 tahun 2007.

4.1.1 Kadar Air

Berikut adalah hasil pengujian kadar air biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.1 :

Tabel 4.1 Kadar air pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Kadar Air (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
50	15,86	15,82	15,84
100	15,12	15,39	15,26
150	13,85	14,81	14,33



Gambar 4.1 Grafik kadar air biobriket ampas tebu

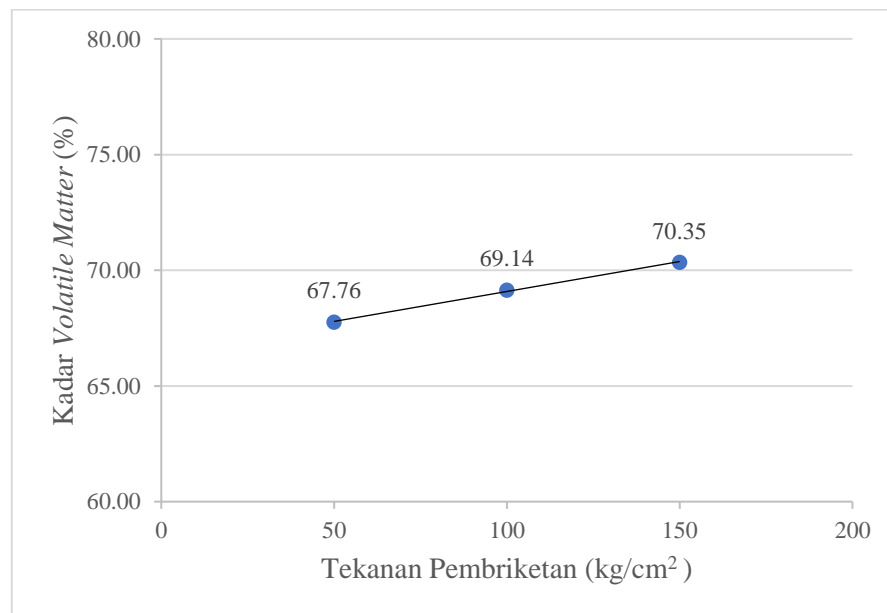
Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kadar air biobriket ampas tebu mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Kadar air tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 15,84%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 14,33%. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Elfiano *et al* (2014), analisis proksimat biobriket ampas tebu menunjukkan bahwa kenaikan tekanan pembriketan akan menurunkan kadar air. Hal tersebut dimungkinkan karena adanya pergerakan molekul air (H₂O) yang terdorong keluar dari biobriket pada saat proses pembriketan. Pemberian tekanan pembriketan yang semakin besar juga akan membuat ikatan antara permukaan bahan perekat dan serbuk ampas tebu semakin rapat yang membuat rongga terisi air semakin kecil, sehingga kadar air akan semakin rendah.

4.1.2 Kadar *Volatile Matter*

Berikut adalah hasil pengujian kadar *volatile matter* biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.2 :

Tabel 4.2 Kadar *volatile matter* pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	<i>Volatile Matter</i> (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
50	65,97	69,54	67,76
100	68,47	69,80	69,14
150	70,78	69,93	70,35



Gambar 4.2 Grafik kadar *volatile matter* biobriket ampas tebu

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa kadar *volatile matter* biobriket ampas tebu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Kadar *volatile matter* tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 67,76%, sedangkan kadar *volatile*

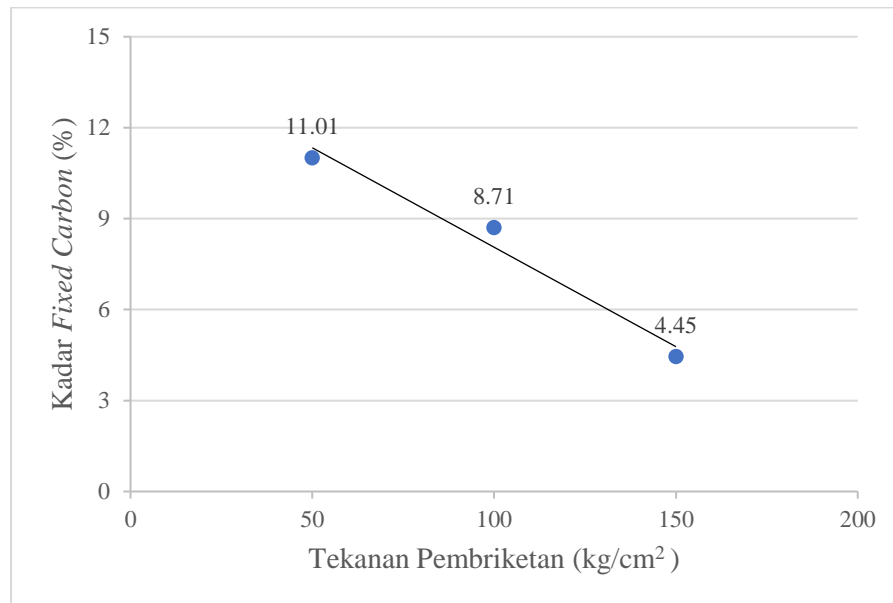
matter terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 70,35%. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan menurunkan kadar air, kadar *fixed carbon* serta menaikkan kadar abu, sehingga dapat meningkatkan kadar *volatile matter* meskipun tidak signifikan. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Caroko *et al* (2015), bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan akan meningkatkan kadar *volatile matter*. Kadar *volatile matter* yang semakin tinggi dimungkinkan karena bahan pengaktif yang terserap akan menyebabkan terjadinya pengikisan pada karbon, sehingga mengurangi efisiensi proses pemanasan pada saat aktivasi (Subadra, 2005).

4.1.3 Kadar *Fixed Carbon*

Berikut adalah hasil pengujian kadar *fixed carbon* biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.3 :

Tabel 4.3 Kadar *fixed carbon* pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	<i>Fixed Carbon</i> (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
50	14,03	7,99	11,01
100	9,37	8,06	8,71
150	5,51	3,75	4,45



Gambar 4.3 Grafik kadar *fixed carbon* biobriket ampas tebu

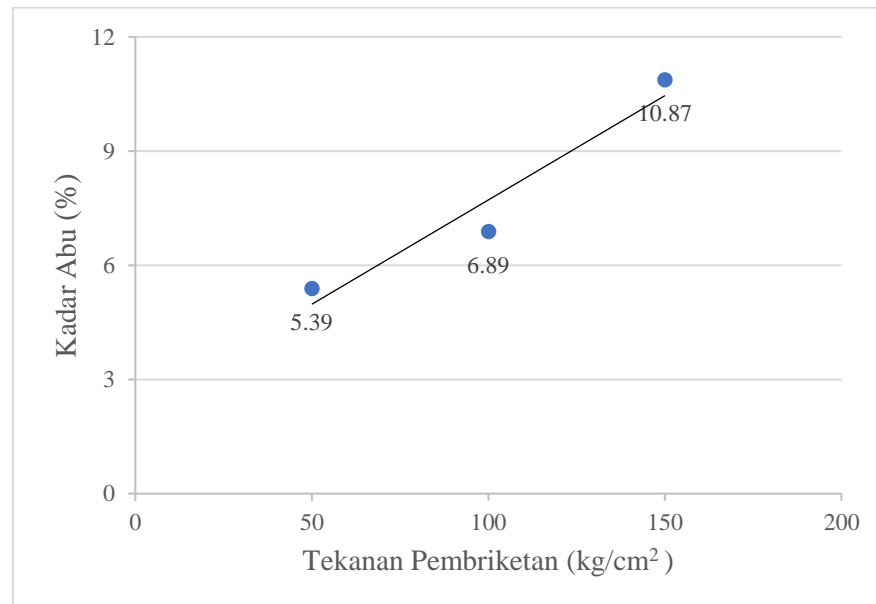
Gambar 4.3 menunjukkan bahwa kadar *fixed carbon* biobriket ampas tebu mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Kadar *fixed carbon* tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 11,01%, sedangkan kadar *fixed carbon* terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 4,45%. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan menurunkan kadar air serta meningkatkan kadar *volatile matter* dan kadar abu yang akan berakibat pada menurunnya kadar *fixed carbon*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliza *et al* (2013), bahwa kadar *fixed carbon* akan bernilai rendah apabila kadar abu dan kadar *volatile matter* tinggi. Kadar *fixed carbon* merupakan selisih dari 100% dengan total kadar air, kadar *volatile matter* dan kadar abu (Pane *et al*, 2015).

4.1.4 Kadar Abu

Berikut adalah hasil pengujian kadar abu biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.4 :

Tabel 4.4 Kadar abu pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Kadar Abu (%)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
50	4,15	6,64	5,39
100	7,04	6,75	6,89
150	10,22	11,51	10,87



Gambar 4.4 Grafik kadar abu biobriket ampas tebu

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa kadar abu biobriket ampas tebu mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Kadar abu terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 5,39%, sedangkan kadar abu tertinggi terdapat pada pemberian

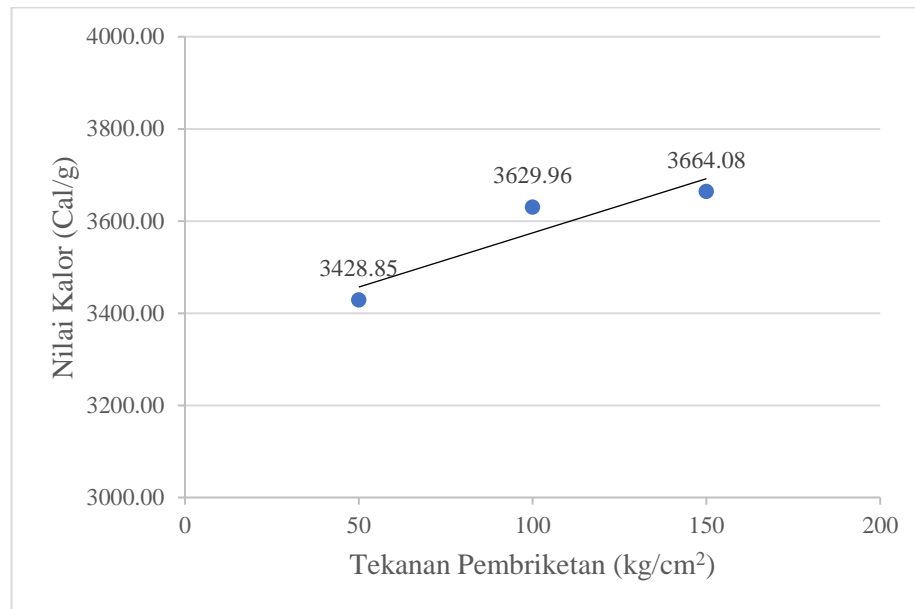
tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 10,87%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Widodo (2015), bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan akan meningkatkan kadar abu. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan maka akan menurunkan kadar air, kadar *fixed carbon* serta meningkatkan kadar *volatile matter*, sehingga kadar abu juga akan meningkat. Kadar abu yang tinggi diduga karena banyaknya jumlah Silika (SiO₂) yang terkandung pada biobriket (Yuliza *et al*, 2013).

4.2 Nilai Kalor

Berikut adalah hasil pengujian nilai kalor biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.5 :

Tabel 4.5 Nilai kalor pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Nilai Kalor (Cal/g)		
	Pengujian 1	Pengujian 2	Rata-rata
50	3204,89	3653,82	3428,85
100	3659,80	3600,13	3629,96
150	3661,00	3667,16	3664,08



Gambar 4.5 Grafik nilai kalor biobriket ampas tebu

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa nilai kalor biobriket ampas tebu mengalami kenaikan seiring dengan adanya kenaikan tekanan pembriketan. Nilai kalor tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 150 kg/cm² dengan nilai 3664,08 Cal/g, sedangkan nilai kalor terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 50 kg/cm² dengan nilai 3428,85 Cal/g. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai kalor semakin tinggi, hal tersebut dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan maka akan menurunkan kadar air, sehingga akan meningkatkan nilai kalor. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Elfiano *et al* (2014) bahwa semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai kalor biobriket ampas tebu semakin meningkat. Nilai kalor yang meningkat diduga karena kepadatan biobriket yang semakin tinggi akan melepaskan lebih banyak panas selama pembakaran.

4.3 Karakteristik Pembakaran Biobriket Ampas Tebu (*Bagasse*)

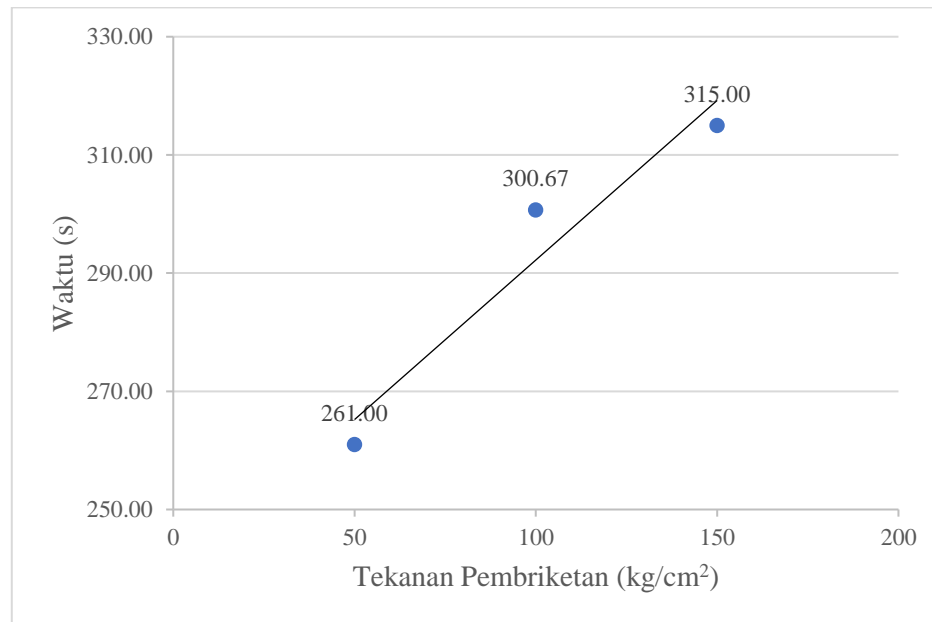
Metode *Thermogravimetry Analysis* (TGA) digunakan untuk mengetahui pengaruh tekanan pembriketan terhadap karakteristik pembakaran dari biobriket ampas tebu. Metode *Thermogravimetry Analysis* (TGA) meliputi : ITVM (*Initiation Temperature of Volatile Matter*), ITFC (*Initiation Temperature of Fixed Carbon*), PT (*Peak of Temperature*) dan BT (*Burning out Temperature*). Ada 3 proses yang terjadi ketika proses pembakaran, yaitu proses pengeringan (*drying*), proses devolatilisasi dan proses pembakaran biobriket.

4.3.1 Lama Pembakaran

Berikut adalah lama pembakaran biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.6 :

Tabel 4.6 Lama pembakaran

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Lama Pembakaran (s)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	220	228	335	261,00
100	302	243	356	300,67
150	353	213	379	315,00



Gambar 4.6 Grafik lama pembakaran biobriket ampas tebu

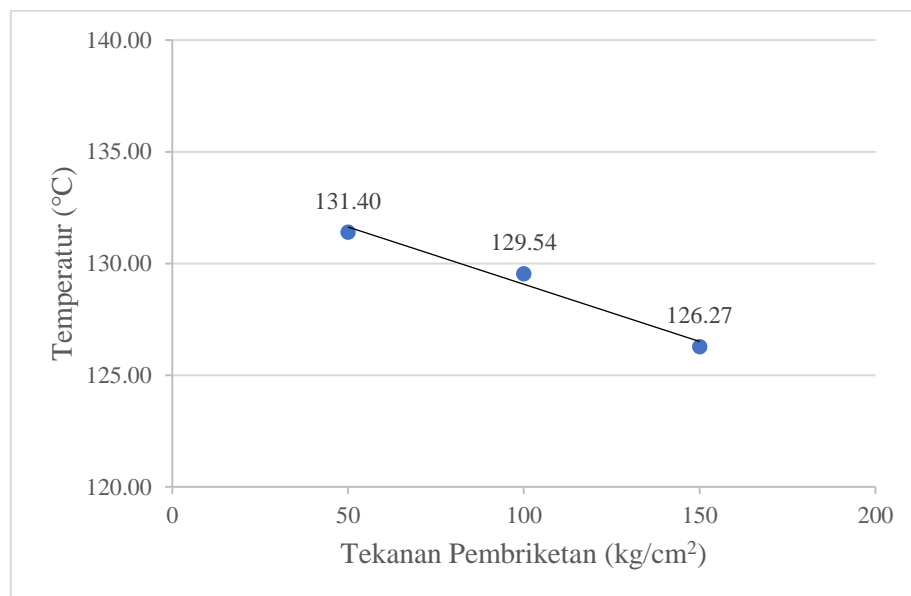
Gambar 4.6 menunjukkan bahwa lama waktu pembakaran biobriket ampas tebu mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Waktu pembakaran paling singkat terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan lama pembakaran 261 detik, sedangkan waktu pembakaran terlama terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan dengan lama pembakaran 315 detik. Hal tersebut dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan menaikkan kerapatan (*density*) yang membuat pori-pori biobriket semakin kecil sehingga mempersulit proses oksidasi. Semakin tinggi tekanan pembriketan maka partikel biobriket akan semakin rapat, sehingga porositasnya menjadi semakin rendah yang dapat menyebabkan difusi oksigen ke dalam biobriket juga terhambat, sehingga waktu pembakarannya akan semakin lama (Surono, 2010).

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

Berikut adalah hasil nilai ITVM biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.7 :

Tabel 4.7 Nilai ITVM pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Nilai ITVM (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	127,10	131,74	135,35	131,40
100	125,86	130,88	131,88	129,54
150	120,12	127,96	130,73	126,27



Gambar 4.7 Grafik nilai ITVM pada biobriket ampas tebu

Nilai ITVM adalah temperatur dimana *volatile matter* mulai keluar atau terlepas atau disebut sebagai proses devolatilisasi yang ditandai dengan kenaikan temperatur yang cukup signifikan serta penurunan massa yang

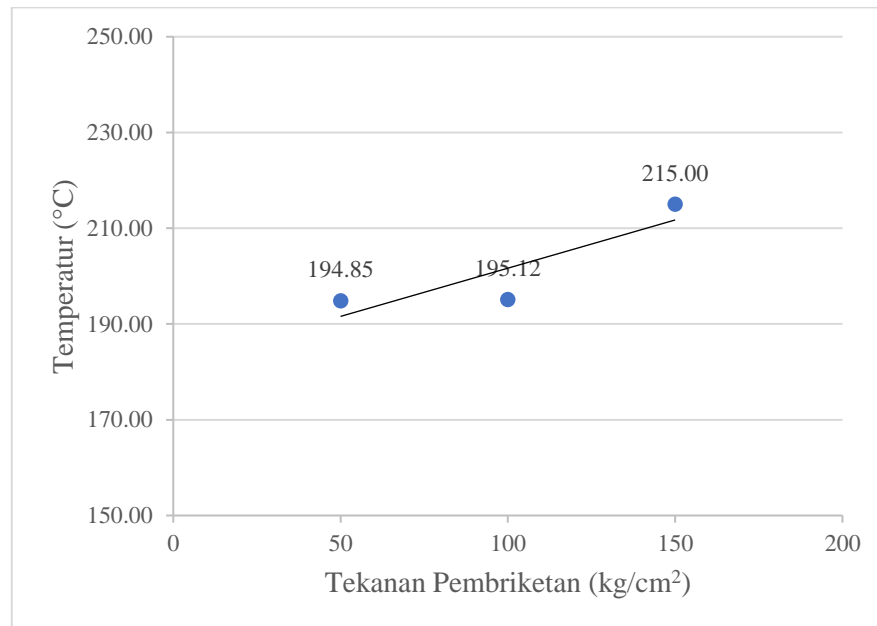
meningkat. Gambar 4.7 menunjukkan bahwa nilai ITVM biobriket ampas tebu mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Nilai ITVM tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 131,40°C, sedangkan nilai ITVM terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 126,27°C. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai ITVM semakin rendah, hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan menaikkan kadar *volatile matter* sehingga akan menurunkan nilai ITVM (Caroko *et al*, 2015). Meningkatnya kadar *volatile matter* serta menurunnya nilai ITVM mengindikasikan bahwa proses devolatilisasi biobriket terjadi pada temperatur yang rendah, sehingga biobriket ampas tebu akan semakin mudah dinyalakan dan terbakar (Jamilatun, 2008).

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

Berikut adalah hasil nilai ITFC biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.8 :

Tabel 4.8 Nilai ITFC pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Nilai ITFC (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	202,77	189,48	192,31	194,85
100	197,82	194,56	192,99	195,12
150	239,06	202,26	203,67	215,00



Gambar 4.8 Grafik nilai ITFC pada biobriket ampas tebu

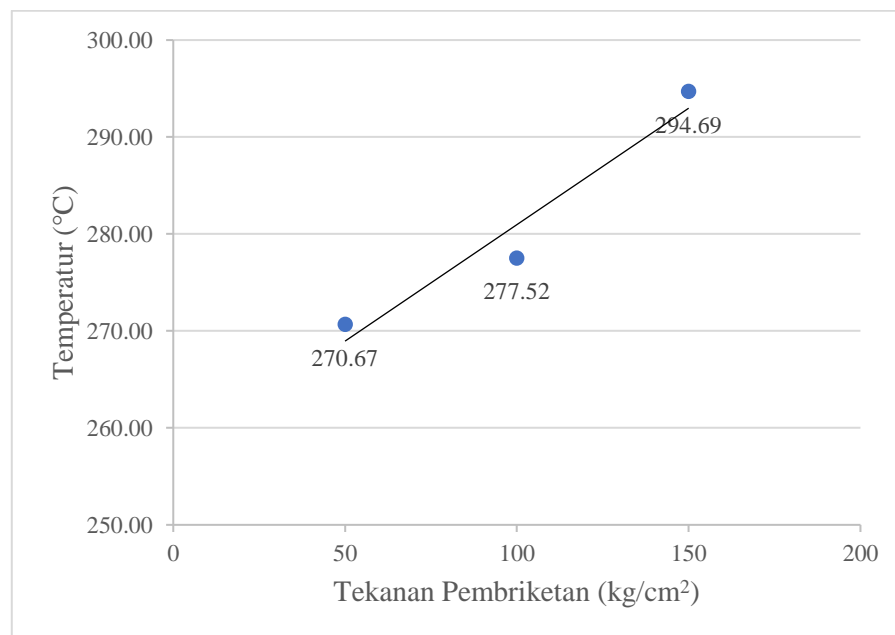
Nilai ITFC adalah temperatur dimana terjadinya pengurangan massa terbesar yang ditandai dengan titik tertinggi dari grafik laju penurunan massa. Gambar 4.8 menunjukkan bahwa nilai ITFC biobriket ampas tebu mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Nilai ITFC terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 194,85°C, sedangkan nilai ITFC tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 215,00°C. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai ITFC semakin tinggi. Hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan meningkatkan kadar *volatile matter*, sehingga meningkatkan nilai ITFC karena briket akan terkompaksi dan sulit teroksidasi. Semakin tinggi kadar *volatile matter* maka akan menurunkan kadar *fixed carbon*, sehingga nilai ITFC akan semakin meningkat (Caroko, 2015).

4.3.4 Nilai PT (*Peak Temperature*)

Berikut adalah hasil nilai PT biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.9 :

Tabel 4.9 Nilai PT pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Nilai PT (°C)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	260,86	281,07	270,08	270,67
100	261,99	286,29	284,28	277,52
150	296,92	296,50	290,66	294,69



Gambar 4.9 Grafik nilai PT pada biobriket ampas tebu

Nilai PT adalah temperatur tertinggi yang terjadi pada saat proses pembakaran. Pada titik PT kandungan *fixed carbon* biobriket mulai terbakar yang ditandai dengan penurunan massa yang relatif melambat. Gambar 4.9

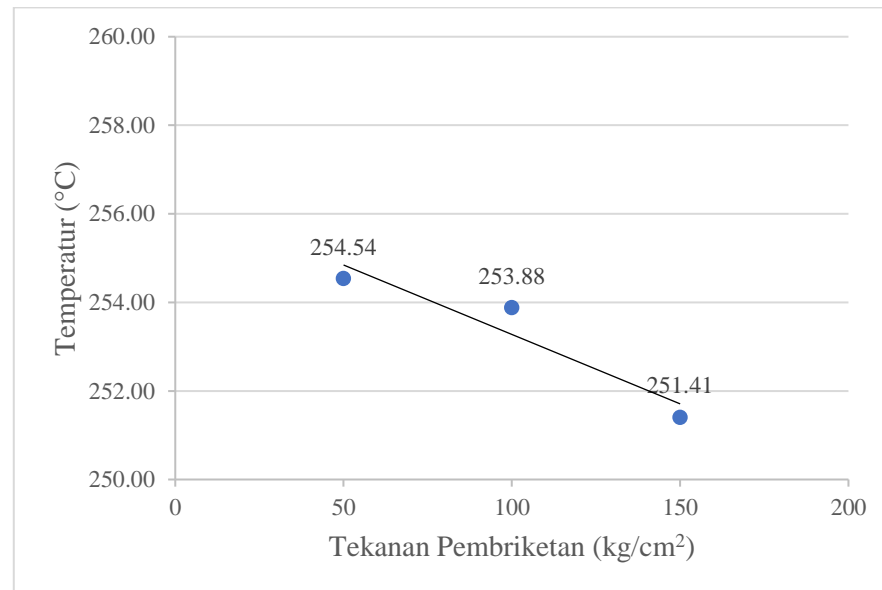
menunjukkan bahwa nilai PT biobriket ampas tebu mengalami kenaikan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Nilai PT terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm^2 dengan nilai $270,67^\circ\text{C}$, sedangkan nilai PT tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm^2 dengan nilai $294,69^\circ\text{C}$. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai PT semakin tinggi. Meskipun kadar *fixed carbon* semakin turun, namun dimungkinkan faktor turunnya kadar air lebih berpengaruh dominan terhadap meningkatnya nilai PT. Selain itu, meningkatnya nilai PT juga dimungkinkan terjadi karena semakin tingginya nilai kalor (Caroko *et al*, 2015).

4.3.5 Nilai BT (*Burning out Temperature*)

Berikut adalah hasil nilai BT biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.10 :

Tabel 4.10 Nilai BT pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm^2)	Nilai BT ($^\circ\text{C}$)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	250,86	268,58	244,19	254,54
100	249,30	264,47	247,87	253,88
150	238,05	272,54	243,63	251,41



Gambar 4.10 Grafik nilai BT pada biobriket ampas tebu

Nilai BT adalah temperatur dimana pembakaran dapat dinyatakan selesai yang ditandai dengan penurunan massa yang konstan. Proses pembakaran yang dianggap telah selesai hanya menyisakan abu (*ash*). Gambar 4.10 menunjukkan bahwa nilai BT biobriket ampas tebu mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Nilai BT tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 50 kg/cm² dengan nilai 254,54°C, sedangkan nilai BT terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 150 kg/cm² dengan nilai 251,41°C. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai BT semakin rendah, hal ini dimungkinkan semakin tinggi tekanan pembriketan akan menaikkan kadar abu (*ash*) dan menurunkan kadar *fixed carbon*, sehingga akan menurunkan nilai BT (Caroko *et al*, 2015).

4.4 Energi Aktivasi

Energi Aktivasi adalah energi minimum yang dibutuhkan briket untuk pembakaran. Energi aktivasi ditentukan dengan memplotkan $\ln\left(\frac{-\ln(1-\alpha)}{T^2}\right)$ dan $\frac{1}{T}$.

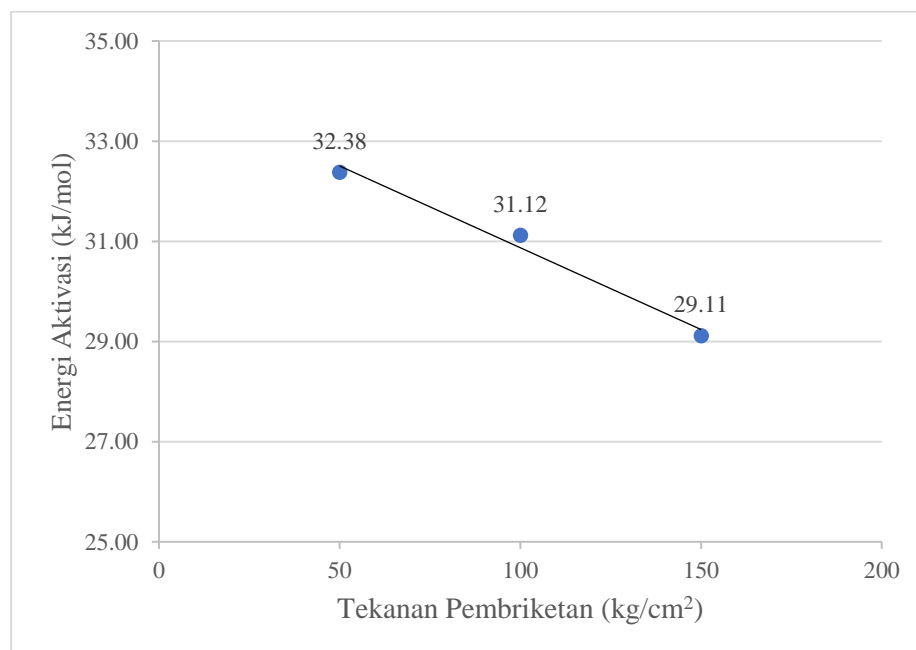
Slope yang terjadi merupakan besarnya energi aktivasi dengan mengalikan 8,3145 kJ/mol.

4.4.1 Energi Aktivasi Biobriket Ampas Tebu

Berikut adalah hasil energi aktivasi biobriket ampas tebu yang ditunjukkan pada Tabel 4.11 :

Tabel 4.11 Energi aktivasi pada biobriket ampas tebu

Tekanan Pembriketan (kg/cm ²)	Energi Aktivasi (kJ/mol)			
	Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	Rata-rata
50	31,58	32,19	33,37	32,38
100	30,24	30,44	32,68	31,12
150	28,32	31,47	27,55	29,11



Gambar 4.11 Grafik Energi Aktivasi biobriket ampas tebu

Gambar 4.11 menunjukkan bahwa nilai energi aktivasi biobriket ampas tebu mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya tekanan pembriketan. Nilai energi aktivasi terendah terdapat pada pemberian tekanan pembriketan sebesar 150 kg/cm^2 dengan nilai $29,11 \text{ kJ/mol}$, sedangkan nilai energi aktivasi tertinggi terdapat pada pemberian tekanan pembriketan 50 kg/cm^2 dengan nilai $32,38 \text{ kJ/mol}$. Semakin tinggi tekanan pembriketan menunjukkan nilai energi aktivasi semakin rendah, hal ini dimungkinkan karena semakin tinggi tekanan pembriketan akan meningkatkan kadar *volatile matter*, dimana semakin tinggi kadar *volatile matter* maka nilai energi aktivasi akan semakin rendah (Caroko *et al*, 2015).