

PENGUJIAN TITIK LELEH, TITIK NYALA DAN TEMPERATUR *AUTOIGNITION* PADA MATERIAL KOMPOSIT POLIMER *POLYPROPYLENE*-LIMBAH OLI (PPLO)

Ringgi Purnayuda^{1*}, Edi Sutoyo¹, Dwi Yuliaji¹

¹Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor

^{1*}e-mail: ringgipy@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil uji termal terdiri dari titik leleh, titik nyala dan temperatur *autoignition* pada material komposit polimer *polypropylene*-limbah oli (PPLO) dengan tiga fraksi berat 50%, 60% dan 70%, *polypropylene* sebagai matriks dan limbah oli sebagai bahan campuran. Tahapan uji titik leleh dengan memanaskan spesimen di dalam gelas *stainless steel* dengan cairan *paraffin* sebagai perantaranya. Hasil pengujian menunjukkan rata-rata tertinggi dari fraksi pertama 50% wt diikuti 60% wt dan 70% wt dengan suhu leleh mulai 132°C - 203°C selama 29 menit. Titik nyala dicapai ketika benda uji menyala (nyala biru singkat) ketika dilewatkan api penguji, hasil pengujian menunjukkan titik nyala tertinggi pada fraksi 50% wt diikuti 60% wt dan 70% wt pada suhu 217 °C, 189 °C dan 174 °C. Suhu *autoignition* tercapai ketika adanya nyala api spontan dengan sendirinya tanpa adanya sumber panas tepat sesaat bercampur dengan oksigen, hasil pengujian menunjukkan suhu *autoignition* tertinggi pada fraksi 50% wt diikuti 60% wt dan 70% wt pada suhu 403 °C, 346 °C dan 277 °C. Keseluruhan spesimen yang telah diuji menunjukkan karakteristik semakin banyak kandungan plastik *polypropylene* maka titik leleh akan menurun, demikian juga titik nyala dan suhu *autoignition*.

Kata Kunci: Komposit Polimer, Limbah Oli, Polypropylene, Titik Leleh, Titik Nyala

ABSTRACT

This research was conducted to determine the result of thermal test consisting of melting point, flash point and autoignition temperature on polymer composite of polypropylene-waste oil (PPLO) material with three weight fractions 50%, 60% and 70%, polypropylene as matrix and waste oil as filler. The melting point test was carried out by heating the specimen in a stainless steel glass by using liquid paraffin as the medium. The test result showed that the highest average was from the first fraction which is 50%wt., followed by 60% wt. and 70% wt., at the melting temperatures of 132°C-203°C for 29 minutes. The flash point was reached when the test object lit (blue flame) while being appeared a flame, the test result indicated the highest flash point was from the 50% wt. fraction, followed by 60% wt. and 70% wt. at the temperatures of 217°C, 189°C and 174°C. The autoignition temperature was occurred when there was a spontaneous ignition without external ignition source just momentarily involved the oxygen, the test result pointed the highest autoignition temperature was from fraction of 50% wt., followed by 60% wt. and 70% wt. at the temperatures of 403°C, 346°C and 277°C. All tested specimens showed the characteristic that is the more amount of polypropylene plastic content in the composite, the temperature of melting point will decrease as well as the flash point and autoignition.

Keywords: Polymer Composite, Polypropylene, Waste Oil, Melting Point, Flash Point

1. PENDAHULUAN

Salah satu dampak dari pandemi Covid-19 yang muncul pada awal tahun 2020 di Indonesia adalah perubahan aktivitas berbelanja masyarakat. Kegiatan berbelanja secara daring/*online* melalui layanan pesan-antar meningkat cukup pesat. Barang-barang yang dibeli secara daring ini mayoritas dikirim memakai bungkus plastik sekali pakai yang termasuk jenis plastik *polypropylene* (PP). Konsekuensi dari hal ini adalah jumlah plastik di rumah menumpuk dan membuat jumlah sampah plastik rumah tangga meningkat. Hasil survei dan observasi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) di Bantargebang, Bekasi, Jawa Barat dilansir dari Katadata.co.id (2/12/2020) menunjukkan adanya penurunan sampah selama pandemi namun komposisi sampah plastik justru meningkat.

Diperlukan penanganan dan pengelolaan yang jelas untuk masalah sampah plastik ini dan salah satunya adalah mengolah limbah plastik menjadi bahan komposit non struktur. Plastik *polypropylene* dapat dijadikan pilihan bahan dasar pembuatan komposit berbasis polimer karena mempunyai sifat mekanik yang kuat, keras, tahan terhadap bahan kimia dan dapat diberi zat lain serta harganya relatif murah. Material komposit seperti ini telah menjadi solusi untuk berbagai masalah dan juga merupakan area penelitian yang luas. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Sudirman *et al.* (2002) dengan judul “Sintesis dan Karakterisasi Komposit Polipropilena/ Serbuk Kayu Gergaji”. Dalam penelitian yang menggunakan plastik *polypropylene* sebagai matriks dan serbuk kayu gergaji sebagai *filler* ini Sudirman beserta tim menemukan bahwa karakteristik komposit tersebut yaitu apabila adanya penambahan serbuk kayu gergaji menyebabkan berkurangnya kuat tarik, menurunnya titik leleh dan derajat kistalinitas komposit. Kualitas karakteristik komposit tersebut semakin baik seiring dengan adanya penambahan kandungan plastik PP.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan komposit polimer *polypropylene*-limbah oli (PPLO) di mana limbah plastik PP sebagai matriks dan limbah oli berperan sebagai bahan pengisi serta dilakukan analisa sifat fisik yang meliputi titik leleh, titik nyala dan temperatur *autoignition* yang belum pernah ada pada penelitian-penelitian sebelumnya. Limbah oli dikenal sebagai limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Dengan memanfaatkan kedua limbah ini diharapkan selain menciptakan produk baru

yang bermanfaat bagi masyarakat luas tapi juga mampu mengurangi dampak negatif keduanya terutama terhadap lingkungan.

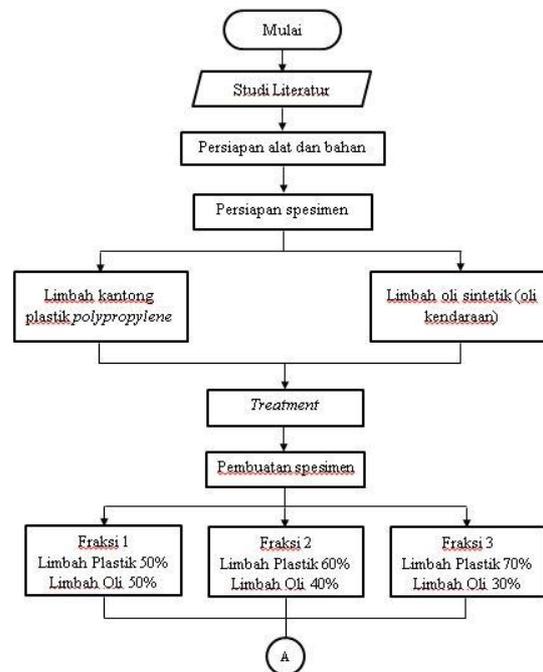
Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi dan memperoleh temperatur titik leleh, titik nyala dan *autoignition* pada material PPLO yang dibuat dengan tiga (3) fraksi variasi komposisi berdasarkan berat yaitu fraksi berat 50%, 60%, dan 70%.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboraturium Manufaktur Fakultas Teknik Universitas Ibn Khaldun. Bahan pembuat komposit terdiri dari limbah kantong plastik *polypropylene* dan limbah oli sintetik kendaraan. Penelitian eksperimen (*experimental research*) digunakan pada penelitian ini untuk mengetahui nilai uji temperatur titik leleh, titik nyala dan *autoignition* pada material polimer *polypropylene*-limbah oli (PPLO). Metode pengujian yang digunakan adalah metode konvensional atau sederhana (tidak menggunakan alat uji khusus) karena peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mudah didapat dmalam kehidupan sehari-hari.

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diperlukan adanya rancangan skema alur penelitian untuk mempermudah dalam melakukan penelitian. Alur proses penelitian ini disajikan pada diagram alir berikut ini.

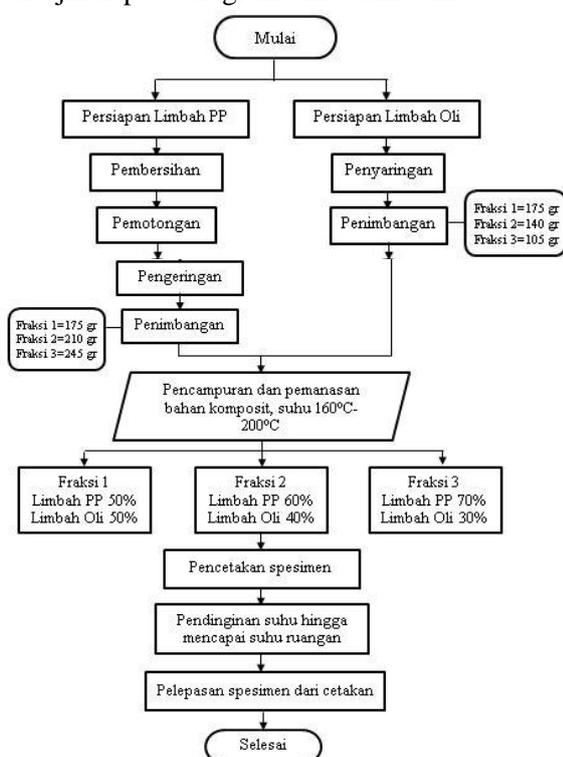




Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Proses Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen merupakan langkah awal sebelum memulai pengujian pada penelitian ini. Ada beberapa langkah dalam proses pembuatan spesimen. Alur proses pembuatan disajikan pada diagram alir berikut ini.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan spesimen

Pada penelitian ini terdapat tiga fraksi berat yaitu 50% wt., 60% wt., dan 70% wt. Spesimen dibuat sebanyak 5 buah untuk setiap fraksi. Maka terdapat 15 spesimen uji pada penelitian ini.

2.3 Pengujian Titik Leleh

Titik leleh adalah suhu tepat dimana suatu zat padat berubah wujud menjadi zat cair pada tekanan satu atmosfer dan proses ini disebut meleleh atau melebur. Pengujian titik leleh dimulai dengan mempersiapkan spesimen uji di mana spesimen uji dipotong kecil dengan ukuran

sekitar 1x1 cm. Potongan kecil spesimen tersebut dimasukan ke dalam mangkuk kaca atau gelas berbahan *stainless steel*. Setelah itu gelas atau mangkuk diletakkan ke dalam panci berisi cairan paraffin dan dipanaskan dengan media kompor beserta gas sebagai sumber panasnya. Dalam pengujian ini digunakan alat ukur suhu yaitu *thermometer pen* dengan maksimal suhu 350°C. Angka pada termometer dibaca dan dicatat apabila potongan spesimen sudah mulai meleleh (penentuan suhu titik mulai leleh) dan terus dilakukan sampai potongan spesimen meleleh sempurna (penentuan suhu titik meleleh sempurna).

2.4 Pengujian Titik Nyala

Pengujian titik nyala menggunakan spesimen yang telah mencair sempurna yang dihasilkan dari pengujian titik leleh. Suhu spesimen diamati ketika dipanaskan dan dicatat waktunya setiap kenaikan suhu 5°C. Titik nyala diperoleh ketika uap benda uji dapat menyala (nyala biru singkat) apabila dilewatkan api penguji. Suhu titik nyala spesimen uji ini terlihat kurang dari 5 detik pada suatu titik di atas permukaan spesimen. Proses melewati api perlu perhatian jangan sampai nyala api mati karena akan menyebabkan suhu spesimen dapat turun kembali. Jadi dalam pengujian ini diusahakan agar api terus menyala agar hasil yang didapatkan titik nyala tingkat kevalidannya tinggi.

Dalam pengujian ini digunakan *thermometer pen* bersuhu tinggi dengan maksimal 350°C dan *thermogun* dengan suhu maksimal 500°C untuk menghindari terjadinya kerusakan pada termometer *pen* ketika dipakai. Pengujian dilaksanakan dalam ruangan yang tidak terlalu terang sehingga memudahkan dalam mengamati kapan titik nyala terjadi. Untuk mengetahui titik nyala spesimen dipengaruhi oleh ketelitian membaca suhu dan waktu, kestabilan panas kompor dan tekanan udara.

2.5 Pengujian Temperatur Autoignition

Pada tahap pengujian ini cairan spesimen yang telah mencapai titik nyala terus dipanaskan yang kemudian akan mencapai titik bakar. Titik bakar ini merupakan temperatur di mana permukaan cairan spesimen mulai menyala selama minimal 5 detik. Setelah mencapai suhu titik bakar, cairan spesimen terus dipanaskan dan dihasilkan api yang menyala di atas permukaan spesimen semakin besar.

Temperatur titik *autoignition* tercapai ketika adanya nyala api spontan dengan sendirinya tanpa adanya sumber panas (kompor) tepat sesaat setelah tutup gelas *stainless steel* dibuka. Kondisi sebelumnya adalah gelas ditutup ketika api bakar di atas permukaan spesimen semakin besar atau dalam kondisi ekstrim dan sumber panas (kompor) dimatikan. Ketika pembakaran spontan terjadi suhu permukaan spesimen langsung segera diamati karena jika terlalu lama suhu pada permukaan spesimen akan menurun.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pembuatan Spesimen

Proses pembuatan spesimen di mulai dengan meleburkan material limbah kantong plastik dan limbah oli pada suhu sekitar 160°C-200°C ke dalam alat pelebur yang sebelumnya dilumasi oleh minyak sayur. Setelah itu ditunggu hingga suhunya turun dan mengeras sekitar 30-45 menit kemudian dikeluarkan dari cetakan. Spesimen yang dihasilkan sebanyak 15 buah dengan tiga fraksi berat berbeda yang ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Spesimen penelitian

Fr	Limbah PP		Limbah Oli		Massa Sp. (gr)
	Kadar (%)	Berat (gr)	Kadar (%)	Berat (gr)	
1	50	175	50	175	350
2	60	210	40	140	350
3	70	245	30	105	350



Gambar 3. Spesimen uji

Kelima belas spesimen yang dihasilkan berwujud padat, berwarna hitam dan memiliki bau yang cukup menyengat. Setiap spesimen memiliki total berat yang sama yaitu 350 gram. Pada tahap pengujian ini menggunakan lima spesimen dari setiap fraksi agar hasil yang didapat tervalidasi dengan baik.

3.2 Hasil Pengujian Titik Leleh

A. Spesimen Fraksi 1



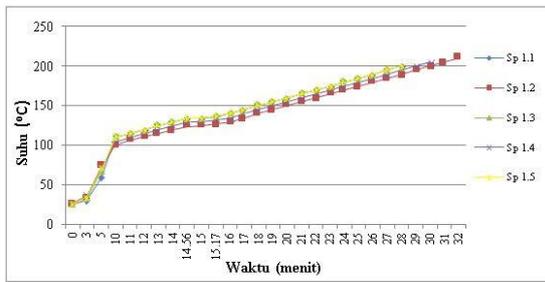
Gambar 4. Proses uji titik leleh

Menurut teori, plastik PP memiliki titik leleh 130°C-171°C maka pengamatan dilakukan dari suhu 120°C dengan kenaikan 5°C setiap 1 menit. Hasil pengujian titik leleh dari spesimen fraksi leleh (FL) 1.1-1.5 dengan komposisi limbah plastik 50% dan limbah oli 50% ditunjukkan melalui tabel di bawah ini.

Tabel 2. Data suhu dan waktu pengujian titik leleh spesimen fraksi 1

Spesimen FL	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	26	26	25	27	26
2.00	30	35	32	37	35
5.00	60	73	68	70	70
10.00	110	100	110	104	110
11.00	115	106	115	110	115
12.00	120	111	120	115	120
13.00	125	115	125	120	125
14.00	130	120	130	125	130
14.56	134	124	134	129	134
15.00	135	125	135	130	135
15.17	136	127	137	132	137
16.00	140	130	140	135	140
17.00	145	135	145	140	145
18.00	150	140	150	145	150
19.00	155	145	155	150	155
20.00	160	150	160	155	160
21.00	165	155	165	160	165
22.00	170	160	170	165	170
23.00	175	165	175	170	175
24.00	180	170	180	175	180
25.00	185	175	185	180	185
26.00	190	180	190	185	190
27.00	195	185	195	190	195
28.00	200	190	200	195	200
29.00	205	195	205	200	205
30.00	210	200	210	205	210
31.00	215	205	215	210	215
32.00	220	210	220	215	220

Perbandingan suhu (°C) terhadap waktu (menit) dapat dilihat dari grafik pada gambar 5 berikut ini.



Gambar 5. Suhu dan waktu leleh spesimen fraksi 1

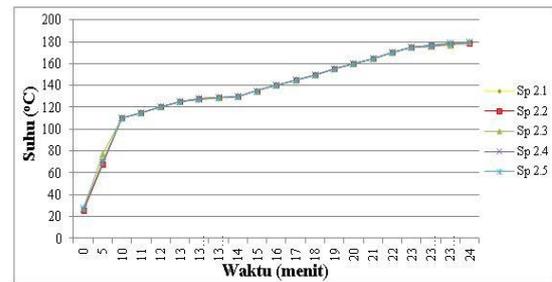
Dari data hasil pengujian didapat suhu titik leleh terendah/tercepat adalah spesimen FL 1.1 dan FL 1.3, kemudian diikuti oleh spesimen FL 1.4, FL 1.5 dan FL 1.2 pada suhu leleh secara berurutan yaitu 130°C-200°C dalam 28 menit, 132°C-205°C dalam 30 menit, 134°C-200°C dalam 28 menit dan 135°C-210°C dalam 32 menit. Suhu rata-rata titik leleh spesimen fraksi ini adalah 132°C-203°C yang dicapai dalam waktu sekitar 29 menit.

B. Spesimen Fraksi 2

Pengujian pada spesimen FL 2.1-2.5 menunjukkan hasil yang berbeda dengan lima spesimen sebelumnya. Pengamatan titik leleh dimulai pada suhu 120°C. Data hasil pengujian dituangkan pada tabel dan grafik pada gambar berikut ini.

Tabel 3. Data suhu dan waktu pengujian titik leleh spesimen fraksi 2

Spesimen FL	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	26	26	28	27	28
2.00	35	31	40	39	38
5.00	72	68	77	70	70
10.00	110	110	110	110	110
11.00	115	115	115	115	115
12.00	120	120	120	120	120
13.00	125	125	125	125	125
13.46	127	128	128	128	127
13.52	128	129	129	129	129
14.00	130	130	130	130	130
15.00	135	135	135	135	135
16.00	140	140	140	140	140
17.00	145	145	145	145	145
18.00	150	150	150	150	150
19.00	155	155	155	155	155
20.00	160	160	160	160	160
21.00	165	165	165	165	165
22.00	170	170	170	170	170
23.00	175	175	175	175	175
23.37	176	177	176	176	177
23.53	179	178	177	179	179
24.00	180	179	180	180	180



Gambar 5. Suhu dan waktu leleh spesimen fraksi 2

Pada pengujian spesimen fraksi kedua ini, range suhu yang didapatkan adalah 130°C-176°C dalam waktu 23.37 menit untuk spesimen FL 2.1, suhu 128°C-179°C dengan waktu 24 menit untuk spesimen FL 2.2, dan spesimen FL 2.3 dengan suhu leleh 130°C-177°C dalam 23.53 menit. Selanjutnya spesimen FL 2.4 mulai meleleh pada suhu 130°C dan meleleh sempurna pada suhu 175°C dalam 23 menit sedangkan spesimen FL 2.5 memiliki suhu leleh 129°C-177°C dalam 23.37 menit. Dari hasil tersebut didapat suhu rata-rata leleh spesimen FL 2.1-2.5 yaitu 129°C-177°C dalam waktu 23 menit. Nilai suhu titik leleh serta waktu leleh dari kelima spesimen ini lebih rendah dibanding dengan lima spesimen dari fraksi 1 (spesimen FL 1.1-1.5).

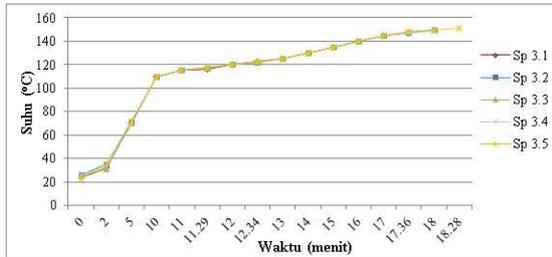
C. Spesimen Fraksi 3

Pengujian pada spesimen FL 3.1-3.5 menunjukkan hasil yang berbeda di mana suhu titik leleh dari fraksi ini memiliki nilai yang paling rendah dibandingkan dengan 10 spesimen sebelumnya. Pengamatan uji titik leleh pada spesimen ini dimulai pada suhu 110°C. Data hasil pengujian disajikan pada tabel 4 dan grafik pada gambar 6 berikut ini.

Tabel 4. Data suhu dan waktu pengujian titik leleh spesimen fraksi 3

Spesimen FL	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	24	26	25	26	23
2.00	32	35	31	33	35
5.00	70	71	70	69	72
10.00	110	110	110	110	110
11.00	115	115	115	115	115
11.29	116	117	117	118	118
12.00	120	120	120	120	120
12.34	123	122	123	122	122
13.00	125	125	125	125	125
14.00	130	130	130	130	130
15.00	135	135	135	135	135
16.00	140	140	140	140	140

Spesimen FL	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
17.00	145	145	145	145	145
17.36	147	147	148	147	148
18.00	150	150	150	149	150
18.12	152	152	153	151	151



Gambar 6. Suhu dan Waktu Leleh Spesimen Fraksi 3

Pada pengujian ini spesimen FL 3.1 mulai meleleh pada 116°C serta meleleh sempurna pada suhu 147°C dalam waktu 17.36 menit. Suhu leleh 120°C-145°C diperoleh spesimen FL 3.2 dalam 17 menit. Didapat suhu titik mulai leleh paling rendah pada spesimen FL 3.3 dengan *range* suhu 116°C-150°C dalam 18 menit. Selanjutnya dari spesimen FL 3.4 diperoleh suhu mulai leleh tertinggi yaitu pada 122°C dan meleleh sempurna pada 149°C dalam waktu 18 menit. Dari spesimen FL 3.5 didapat suhu *range* yaitu 120°C-151°C dalam waktu 18.12 menit. Dari hasil uji ini diperoleh suhu leleh rata-rata ada pada *range* 119°C-148°C dengan waktu 18 menit.

Dari pengujian titik leleh ini dapat diperoleh bahwa jenis komposit terbaik adalah spesimen fraksi pertama yaitu 50% wt. karena memiliki suhu leleh rata-rata paling tinggi yaitu 132°C-203°C dan memiliki rentang waktu leleh hingga sempurna paling lama yaitu 29 menit. Hal ini menandakan bahwa komposit dari fraksi pertama tahan panas lebih lama dibanding dua komposit fraksi lainnya.

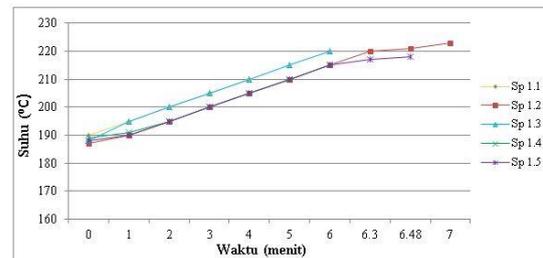
3.3 Hasil Pengujian Titik Nyala

A. Spesimen Fraksi 1

Berdasarkan pengujian titik nyala spesimen fraksi nyala (FN) 1.1-1.5 diperoleh data suhu dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai keadaan titik nyala yang disajikan pada tabel 5 dan grafik pada gambar 8. Spesimen mulai diuji ketika sudah mencapai suhu 200°C karena sesuai teori titik nyala plastik PP adalah 260°C dan titik nyala limbah oli adalah 200°C.

Tabel 5. Data suhu dan waktu pengujian titik nyala spesimen fraksi 1

Spesimen FN	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	190	187	188	189	188
1.00	195	190	195	191	190
2.00	200	195	200	195	195
3.00	205	200	205	200	200
4.00	210	205	210	205	205
5.00	215	210	215	210	210
6.00	220	215	220	215	215
6.48	223	220	225	220	218
7.00	225	223	230	225	224



Gambar 8. Grafik suhu dan waktu nyala spesimen fraksi 1

Spesimen FN 1.1 memperoleh titik nyala pada suhu 210°C yang merupakan suhu nyala paling rendah dan dicapai dalam waktu 4 menit yang juga merupakan waktu capaian tercepat. Pada spesimen FN 1.2 didapat titik nyala pada suhu 223°C yang merupakan suhu nyala paling tinggi dalam waktu 7 menit yang juga merupakan waktu capaian paling lama. Hal ini juga terlihat dalam grafik gambar 8 memiliki garis paling panjang dengan titik akhir paling tinggi.



Gambar 7. Uji titik nyala

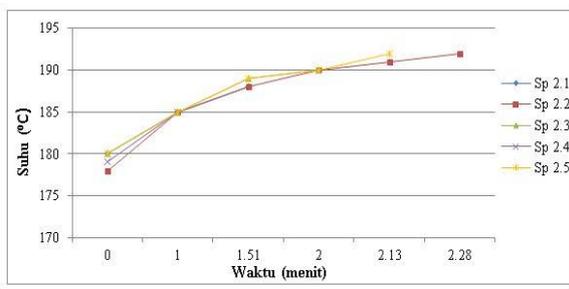
Selanjutnya titik nyala untuk spesimen FN 1.3 adalah 220°C tercapai pada menit keenam (6) dan untuk spesimen FN 1.4 titik nyalanya adalah 215°C tercapai pada menit keenam (6) pula. Suhu titik nyala spesimen FN 1.5 adalah 218°C yang muncul dalam waktu 6.48 menit. Dari keseluruhan hasil titik nyala spesimen fraksi 1 ini dapat diambil suhu rata-rata titik nyala ada pada suhu 217°C dalam waktu 6 menit.

B. Spesimen Fraksi 2

Pengamatan uji titik nyala pada spesimen FN 2.1-2.5 dimulai pada suhu 180°C di mana suhu ini lebih rendah dibanding dengan suhu mulai pada fraksi pertama. Suhu mulai perhitungan ini ditetapkan setelah beberapa kali terjadi kegagalan pengujian. Hasil pengujian titik nyala untuk spesimen FN 2.1-2.5 ini dimuat pada tabel 6 dan grafik dalam gambar 9.

Tabel 6. Data suhu dan waktu pengujian titik nyala spesimen fraksi 2

Spesimen FN	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	180	178	180	179	180
1.00	185	185	185	185	185
1.51	188	188	189	188	188
2.00	190	190	190	190	190
2.13	192	191	191	192	192
2.28	193	192	193	194	193



Gambar 9. Grafik suhu dan waktu nyala spesimen fraksi 2

Hasil pengujian titik nyala spesimen FN 2.1 ada pada suhu 188°C dalam 1.51 menit. Spesimen FN 2.2 menyala pada suhu 192°C (suhu tertinggi titik nyala) dalam waktu 2.28 menit. Di sisi lain, titik nyala spesimen FN 2.3 adalah 190°C yang dicapai dalam 2 menit dan titik nyala untuk spesimen FN 2.4 adalah 185°C yang diperoleh hanya dalam 1 menit. Spesimen FN 2.5 mempunyai titik nyala pada suhu 192°C dalam waktu 2.13 menit.

Spesimen FN 2.4 memiliki suhu nyala terendah dan waktu pencapaian tercepat terbukti dari garis paling pendek yang dimiliki spesimen FN 2.1 pada grafik dalam gambar 9. Suhu titik nyala tertinggi di antara spesimen lainnya dihasilkan oleh spesimen FN 2.2 dan FN 2.5. Dari hasil uji kelima spesimen fraksi ini dapat diperoleh suhu titik nyala rata-rata sebesar 189°C dalam waktu rata-rata 2 menit.

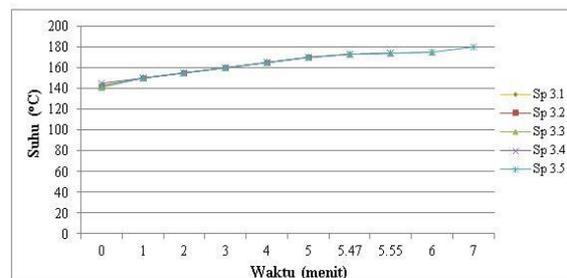
C. Spesimen Fraksi 3

Titik nyala pada spesimen FN 3.1-3.5 mulai diamati pada suhu 150°C. Hasil uji titik nyala

spesimen fraksi ini mengalami penurunan dari dua fraksi sebelumnya yang ditunjukkan pada tabel 7 dan grafik gambar 10.

Tabel 7. Data suhu dan waktu pengujian titik nyala spesimen fraksi 3

Spesimen FN	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	143	142	141	145	142
1.00	150	150	150	150	150
2.00	155	155	155	155	155
3.00	160	160	160	160	160
4.00	165	165	165	165	165
5.00	170	170	170	170	170
5.47	173	174	173	173	173
5.55	174	175	174	174	174
6.00	175	177	175	175	175
7.00	180	180	180	180	180



Gambar 10. Grafik suhu dan waktu nyala spesimen fraksi 3

Suhu titik nyala hasil uji spesimen FN 3.1 yaitu 173°C dalam 5.47 menit kemudian spesimen FN 3.2 berada pada suhu 170°C dengan waktu 5 menit. Selanjutnya titik nyala pada suhu 175°C dalam 6 menit dihasilkan oleh spesimen FN 3.3 dan titik nyala spesimen FN 3.4 berada pada suhu 174°C pada menit ke 5.55. Spesimen FN 3.5 mencapai titik nyala pada 180°C dalam 7 menit.

Nilai uji titik nyala spesimen FN 3.5 adalah yang paling tinggi namun dengan waktu yang paling lama (7 menit) dan ini tergambarkan dari grafik gambar 10 dimana spesimen FN 3.5 memiliki garis yang paling panjang. Di sisi lain suhu titik nyala terendah diperoleh spesimen 12 (170°C) dengan waktu terendah pula (5 menit). Suhu titik nyala rata-rata yang didapat dari 5 spesimen ini adalah 174°C dengan waktu rata-rata 6 menit.

Dapat ditarik kesimpulan dari hasil pengujian titik nyala etiga fraksi bawah dari fraksi 50%wt, 60%wt hingga 70%wt temperatur titik

nyala cenderung menurun yaitu pada suhu 217°C kemudian 189°C hingga 174°C. Spesimen terbaik pada uji titik nyala ini adalah dari fraksi 1 karena memiliki suhu rata-rata nyala lebih tinggi.

3.4 Hasil Pengujian Temperatur *Autoignition*
A. Spesimen Fraksi 1



Gambar 11. Proses uji temperatur *autoignition*

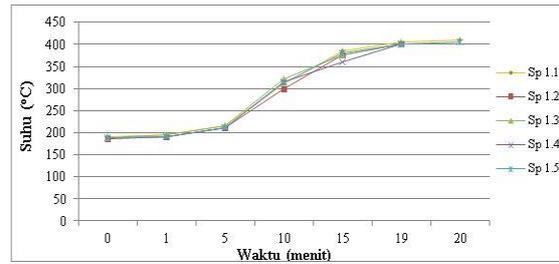
Pengamatan uji kali ini dimulai setelah spesimen mencapai titik bakar pada suhu 250°C. Hasil pengujian pembakaran spontan spesimen fraksi *autoignition* (FA) 1.1-1.5 terlihat dalam tabel 8 berikut ini.

Tabel 8. Data suhu dan waktu pengujian temperatur *autoignition* spesimen fraksi 1

Spesimen FA	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	190	187	188	189	188
1.00	195	190	195	191	190
5.00	215	210	215	210	210
10.00	310	300	321	315	312
15.00	385	375	377	360	380
19.00	401	400	400	400	392
20.00	410	414	408	410	405

Dari tabel di atas terlihat bahwa pada suhu di atas 250°C (suhu titik bakar) terjadi kenaikan suhu yang cukup cepat. Kenaikan suhu 5°C per menit tetap diusahakan namun ketika pemanasan berjalan semakin lama, temperatur pemanasan terus meningkat, api bakar di atas permukaan spesimen semakin besar dan yang terjadi adalah kenaikan suhu pun semakin cepat.

Kondisi yang menunjukkan pembakaran spontan spesimen FA 1.1-1.5 secara berurutan terjadi pada temperatur 410°C dalam waktu 20 menit, 400°C dalam waktu 19 menit, 400°C dalam 19 menit, 400°C dalam 19 menit, dan 405°C dalam 20 menit. Hasil ini memperlihatkan bahwa spesimen FA 1.1 mempunyai suhu *autoignition* paling tinggi dengan waktu capaian terlama. Di sisi lain spesimen FA 1.2, 1.3 dan 1.4 memiliki suhu *autoignition* terendah dengan waktu capaian tercepat. Hasil pengujian temperatur *autoignition* spesimen fraksi pertama ini pula disajikan dalam bentuk grafik pada gambar 12.



Gambar 12. Grafik suhu dan waktu *autoignition* spesimen fraksi 1

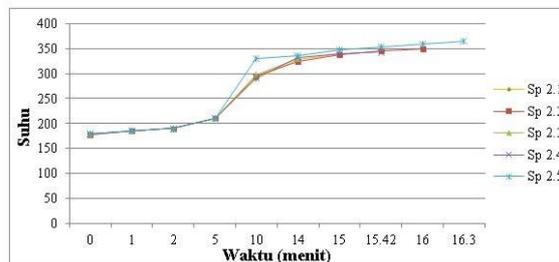
Dari hasil uji spesimen uji fraksi pertama ini dapat diambil rata-rata suhu *autoignition* pada suhu 403°C dengan waktu rata-rata 19 menit.

B. Spesimen Fraksi 2

Pengamatan uji titik *autoignition* pada spesimen fraksi kedua ini dimulai setelah titik bakar tercapai pada suhu kurang lebih di atas 225°C. Tabel 9 dan gambar 13 memperlihatkan hasil pengujian titik *autoignition* pada spesimen FA 2.1-2.5.

Tabel 9. Data suhu dan waktu pengujian temperatur *autoignition* spesimen fraksi 2

Spesimen FA	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	180	178	180	179	180
1.00	185	185	185	185	185
2.00	190	190	190	190	190
5.00	210	210	210	210	210
10.00	290	295	298	292	330
14.00	328	325	330	332	337
15.00	340	339	345	340	348
15.42	351	346	349	343	353
16.00	369	350	364	358	360
16.30	372	373	370	366	365



Gambar 13. Grafik suhu dan waktu *autoignition* spesimen fraksi 2

Dari tabel dan gambar di atas dapat dilihat bahwa spesimen yang memiliki suhu tertinggi titik *autoignition* adalah spesimen FA 2.5 yaitu pada 365°C dalam waktu capaian terlama yaitu 16.30 menit dan suhu terendah diperoleh

spesimen FA 2.3 dengan suhu *autoignition* 330°C yang dicapai dengan tercepat yaitu 14 menit.

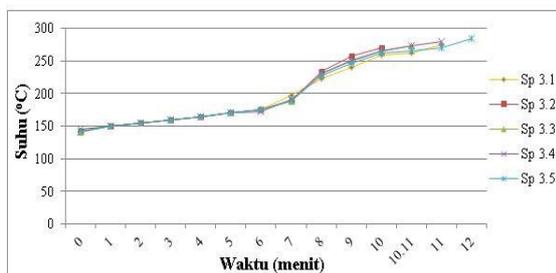
Jika dibandingkan dengan hasil pengujian spesimen fraksi 1, nilai suhu *autoignition* spesimen fraksi 2 ini mengalami penurunan. Penurunan ini tentu dikarenakan kadar dari dua material pembentuk komposit yang berbeda. Spesimen FA 2.1-2.5 memiliki kadar limbah plastik 10% lebih besar dan kadar limbah oli 10% lebih rendah dibanding spesimen di fraksi 1. Nilai rata-rata suhu *autoignition* dari lima spesimen ini tercipta ketika suhu lingkungan mencapai 346°C dalam waktu rata-rata 15 menit.

C. Spesimen Fraksi 3

Pengujian terakhir yaitu pengujian *autoignition* pada spesimen FA 3.1-3.5 dengan titik mulai pengamatan pada suhu 200°C. Tabel 10 dan grafik pada gambar 14 menunjukkan hasil dari pengujian *autoignition* spesimen fraksi 3.

Tabel 10. Data suhu dan waktu pengujian temperatur *autoignition* spesimen fraksi 3

Spesimen FA	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5
Waktu (menit)	Temperatur (°C)				
0.00	143	142	141	145	142
1.00	150	150	150	150	150
2.00	155	155	155	155	155
3.00	160	160	160	160	160
4.00	165	165	165	165	165
5.00	170	170	170	170	170
6.00	175	176	175	173	175
7.00	198	190	188	192	189
8.00	223	234	230	231	228
9.00	241	257	249	252	246
10.00	260	270	265	265	262
10.11	263	275	273	274	265
11.00	275	281	279	280	271
12.00	288	290	287	287	285



Gambar 14. Grafik suhu dan waktu *autoignition* spesimen fraksi 3

Spesimen FA 3.5 memiliki suhu *autoignition* tertinggi yaitu 285°C dalam waktu capaian tertinggi 12 menit terbukti memiliki garis terpanjang pada grafik gambar 14. Suhu terendah

dihasilkan oleh spesimen FA 3.2 dengan suhu 270°C dalam 10 menit di mana ini juga merupakan suhu capaian terendah. Suhu rata-rata temperatur *autoignition* dari hasil pengujian spesimen fraksi ini adalah 277°C dengan waktu 11 menit. Suhu *autoignition* yang dihasilkan dari pengujian spesimen fraksi ketiga ini memiliki nilai suhu paling rendah dibandingkan dengan spesimen uji dari dua fraksi sebelumnya. Suhu rata-rata temperatur *autoignition* yang dapat diperoleh adalah 277°C dengan waktu rata-rata 11 menit.

Dari pengujian temperatur *autoignition* yang terbagi menjadi tiga fraksi didapat hasil bahwa spesimen terbaik adalah spesimen fraksi pertama. Suhu *autoignition* rata-rata yang dihasilkan memiliki nilai tertinggi yaitu 403°C dibandingkan dengan dua fraksi lain yang memiliki suhu *autoignition* rata-rata 346°C dan 277°C. Banyaknya kandungan plastik dalam komposit ini yang mempengaruhi tinggi rendahnya suhu *autoignition*.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada material komposit polimer *polypropylene*-limbah oli dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pengujian titik leleh spesimen menunjukkan karakteristik bahwa semakin banyak kandungan plastik *polypropylene* dalam material PPLO akan menurunkan kebutuhan energi dalam proses peleburan atau proses melelehkan material.
2. Pengujian titik nyala spesimen menunjukkan karakteristik bahwa semakin banyak kandungan plastik *polypropylene* dalam material PPLO akan menurunkan titik nyala.
3. Pengujian suhu *autoignition* spesimen menunjukkan karakteristik bahwa semakin banyak kandungan plastik *polypropylene* dalam material PPLO akan menurunkan suhu *autoignition*.

4.2 Saran

Dalam penelitian ini menggunakan prosentase berat pada nilai tengah, yaitu 50% wt, 60% wt dan 70% wt, sehingga perlu dilakukan penelitian lanjutan sebagai berikut :

1. Perlu dibuat alat pembuatan spesimen yang baik, dengan sumber pemanas *elektrik heater*, sehingga kontrol suhu dapat dilakukan secara tepat.

2. Penelitian lanjutan dengan fraksi berat yang lain mulai 10% wt, 20% wt, 30 wt, 40% wt, 80% dan 90% wt.
3. Diperlukan pengujian lainnya, sehingga sifat dari material PPLO dapat diidentifikasi lebih komplek.

REFERENSI

- Kelvin, P.E.Y., & Rahayu S. (2015). Pemetaan Lokasi Kebakaran Berdasarkan Prinsip Segitiga Api Pada Industri Textile. *Seminar Nasional "Inovasi dalam Desain dan Teknologi"*. Surabaya: Sekolah Tinggi Teknik Surabaya.
- Mujiarto, I. (2005). Sifat dan Karakteristik Material Plastik dan Bahan Aditif. *Traksi Staff Pengajar AMNI Semarang*. 3(2), 65-73.
- Nuruddin, A.W., Suwardana, H., Kalista, A., & Wicaksono, N. (2020). Studi Literatur: Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah B3 (Oli Bekas). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*. 5(1), 108-112, Cepu: Universitas PGRI Ronggolawe.
- Rahman, A., Farid, M., & Ardhyanta, H. (2016). Pengaruh Komposisi Material Komposit Dengan Matriks *Polypropylene* Berpenguat Serat Alam Terhadap Morfologi dan Kekuatan Sifat Fisik. *Jurnal Teknik ITS*. 5 (2). 209-211.
- Setiawan, V.N., & Surta. T. (16 Desember 2020). SOS Sampah Selama Pandemi. *Katadata.co.id*. Diakses dari <https://katadata.co.id/timredaksikatadata/analisisdata/5fc719de77307/banjir-sampah-plastik-selama-pandemi-pada-Desember-2020>.
- Shanti, DGD. D. (2016). *Plastik sebagai Kemasan Makanan dan Minuman*. Bali: Universitas Udayana.
- Silviyati, I., Supraptiah, E., Ramadhan I., & Wulandari, M. (2019). Pengaruh Penambahan *High Density Ethylene* (HDPE) dan Oli Bekas sebagai Binder pada Bata Ringan dengan Variasi Filler. *Jurnal Kinetika Politeknik Negeri Sriwijaya*, 10(3), 14-18.
- Siskayanti, R. (2017). Perbandingan Kinerja Pelumas Motor Skutik Mineral dan Sintetik pada Uji Jalan Sampai 6000 KM. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi 2015*, Jakarta: Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Sudirman, A.K.K., Gunawan, I., Handayani, A., & Hertinvyana, E. (2002). Sintesis Dan Karakterisasi Komposit

- Polipropilena/Serbuk Kayu Gergaji, *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 4(1), 20-25.
- Syahwalia, R., & Chalid, M. (2016). Modifikasi Bitumen dengan Penambahan High Density Polyethylene (HDPE) atau Polypropylene (PP) dengan Metode Hot Melt Mixing, *Jurnal Teknik Universitas Indonesia*, 1-20.