

PENGARUH PENAMBAHAN ADITIF ANTIOKSIDAN TERHADAP KUALITAS PELET DAN FILM PLASTIK POLIPROPILENA DI PT XYZ

Najwa Kamila Widodo^{1*}, Haris Nu'man Aulia¹

¹Teknik Pengolahan Minyak dan Gas, Politeknik Energi dan Mineral Akamigas, Jalan Gajah Mada No. 38
Cepu, Blora, 58315

*E-mail: najwakamilaw@gmail.com

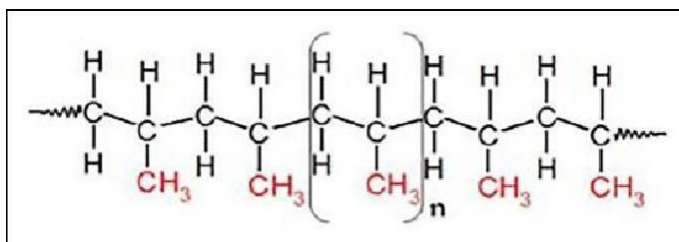
ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan aditif antioksidan terhadap kualitas pelet dan film plastik polipropilena (PP) yang diproduksi di PT XYZ. Pengujian dilakukan di Laboratorium PT XYZ dengan parameter *Melt Flow Rate* (MFR), *color*, *haze*, *gloss*, *friction*, dan *tensile strength* sesuai standar ASTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan aditif antioksidan golongan fenol berpengaruh signifikan terhadap sebagian besar parameter pengujian. Pelet dengan aditif antioksidan menunjukkan stabilitas warna yang lebih baik, sementara film plastik memiliki nilai *haze* lebih rendah, *gloss* lebih tinggi, serta sifat friksi yang meningkat. Namun, *tensile strength* pada film plastik cenderung menurun dengan penambahan aditif antioksidan. Dari keseluruhan hasil, semua parameter memenuhi spesifikasi yang ditetapkan kecuali MFR yang tidak sesuai akibat keterbatasan proses pada bahan baku. Dengan demikian, aditif antioksidan terbukti dapat meningkatkan kestabilan polipropilena, meskipun berpengaruh berbeda pada sifat mekaniknya.

Kata kunci: Aditif antioksidan, Kualitas plastik, Polipropilena

1. PENDAHULUAN

Pluff polipropilena memiliki bentuk seperti padatan pasir berwarna bening. *Pluff* polipropilena harus segera diolah dijadikan pelet plastik atau disimpan disuhu dibawah 20°C ketika sudah dibuka bungkusnya, karena agar tidak rusak dan merubah karakteristik polimer dari polipropilena tersebut. Polipropilena (PP) merupakan salah satu polimer dari jenis termoplastik yang memiliki titik leleh yang tinggi, tahan korosi, mudah diproses, biaya prosesnya murah, mudah diperoleh di pasaran, serta dapat didaur ulang, sehingga banyak diaplikasikan untuk perabotan rumah tangga [1]. PP adalah polimer vinil yang setiap atom karbonnya terikat pada gugus metil yang strukturnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Polipropilena

Menurut Lanangta, umumnya proses pembuatan plastik dimulai dari tahapan formulasi (pencampuran bahan utama dengan aditif), pembentukan pelet plastik dan pembuatan film

plastik [2]. Pelet dan film plastik tersebut kemudian dilakukan pengujian dengan beberapa parameter. Parameter pengujian untuk pelet plastik terdiri dari pengujian *Melt flow rate* (MFR) dan *color*. Sedangkan parameter pengujian untuk film plastik terdiri dari pengujian *haze*, *gloss*, *friction* dan *tensile strength*. Hasil pengujian tersebut dibandingkan dengan spesifikasi perusahaan yang mengacu pada masing-masing *American Society for Testing and Material* (ASTM).

Aditif merupakan suatu senyawa yang ditambahkan ke dalam matriks sampel dengan sifat tertentu sesuai dengan spesifikasi produk yang diinginkan. Aditif dapat meningkatkan atau memodifikasi karakteristik polimer, terutama dalam hal sifat fisik, kimia maupun sifat mekaniknya [3]. Secara garis besar aditif plastik dikelompokkan menjadi tiga, yaitu aditif yang berfungsi sebagai stabilisator (pelindung akibat proses degradasi dan penuaan), aditif yang berfungsi membantu pada saat proses pembuatan, dan aditif yang memodifikasi sifat-sifat fisik plastik. Contoh aditif diantaranya *antioksidant agent*, *lubricant agent*, *antiblocking agent*, *slip agent*, *anti-static*, dan bahan lain (*filler*) [4].

Plastik dengan kualitas yang bagus dihasilkan karena adanya penambahan aditif yang berfungsi menstabilkan polimer dari adanya reaksi yang kemungkinan terjadi. Aditif antioksidan adalah aditif yang dapat meningkatkan stabilitas polimer sehingga umur pakai produk akan lebih lama serta tidak mudah rapuh [5]. Selain itu dapat menstabilkan polimer akibat reaksi oksidasi yang menyebabkan sampel berubah warna menjadi kekuningan. Umumnya aditif antioksidan yang digunakan berasal dari golongan fenol atau amina karena memiliki gugus aktif -NH₂ dan -OH yang bekerja melalui transfer hidrogen [6].

Aditif antioksidan golongan fenol umumnya lebih mudah didapat dan lebih mudah bereaksi dengan polipropilena, oleh karena itu pada pengujian ini dilakukan menggunakan aditif antioksidan golongan fenol. Parameter pengujian untuk mengetahui pengaruh penambahan aditif antioksidan terhadap kualitas pelet dan film plastik diantaranya *melt flow rate*, *color*, *haze*, *gloss*, *friction* dan *tensile strength* [7].

2. METODE

Penelitian ini dilakukan langsung di PT XYZ dengan menggunakan berbagai bahan dan alat dalam proses pengujian, di antaranya *Pluff* polipropilen (PP) dengan tambahan beberapa aditif, serta peralatan utama seperti *Henchle Dry Mixer*, *Extruder*, *Melt Flow Index Tester*, *Blow Film*, *Thickness Gauge Meter*, *Haze Meter*, *Gloss Meter*, *Ultrascan-VIS Spectrophotometer*, dan *Universal Tensile Machine* (UTM), dengan dukungan peralatan laboratorium tambahan.

Tahapan pengujian dilakukan melalui dua langkah, yaitu tahap persiapan dan tahap pengujian. Pada tahap persiapan, dilakukan pembuatan formulasi dengan menimbang *Pluff Polypropylene* serta aditif sesuai komposisi yang tertera dalam tabel formulasi. Hasil penimbangan dicampur menggunakan *henchle dry mixer* dengan metode *dry blending*, lalu dilanjutkan ke proses pembentukan pelet plastik menggunakan *extruder* pada suhu tinggi sehingga menghasilkan pelet. Pelet yang terbentuk kemudian diproses lebih lanjut menjadi film plastik menggunakan *blow film* hingga diperoleh lembaran film yang siap diuji.

Tahap pengujian dilakukan dengan serangkaian uji laboratorium sesuai standar ASTM. Pengujian *melt flow rate* dilakukan dengan *melt flow index* tester pada suhu 230 °C dengan beban 2,16 kg untuk mengetahui laju aliran leleh pelet plastik. Selanjutnya dilakukan pengujian warna menggunakan Spektrofotometri Ultrascan-VIS dengan metode *color-Lc*, di mana hasilnya ditampilkan dalam bentuk absorbansi. Uji *haze* dilakukan terhadap film plastik dengan menggunakan *haze meter* untuk mengukur tingkat kejernihan, sementara ketebalan sampel diukur dengan *thickness gauge meter*. Uji *gloss* dilakukan untuk mengetahui kilap permukaan film plastik menggunakan *gloss meter*, diikuti dengan pengujian koefisien gesek (*friction*)

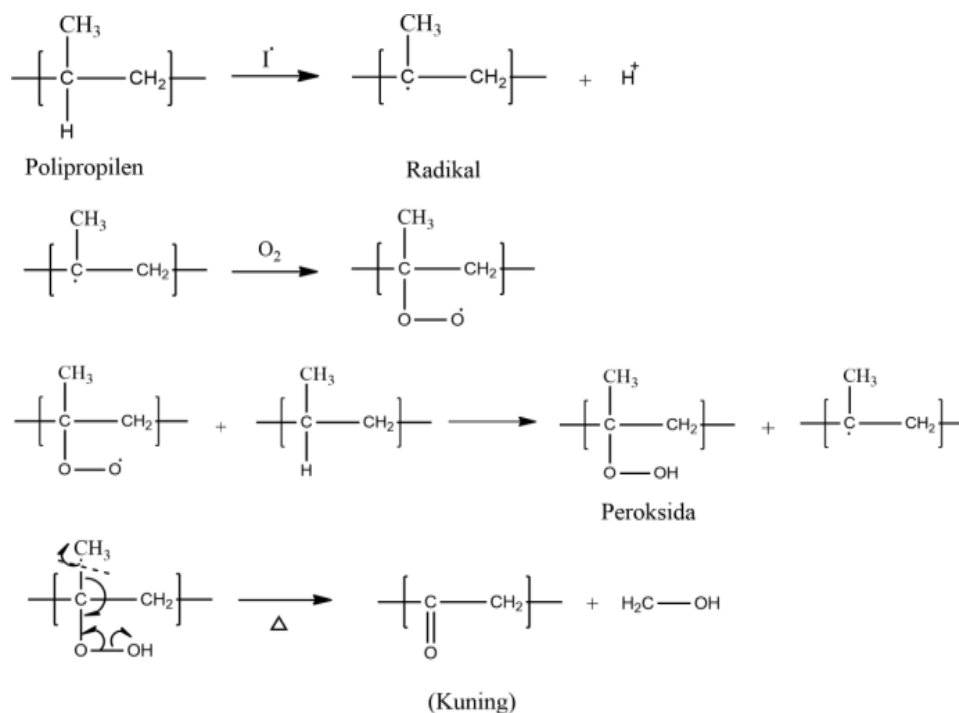
menggunakan *Universal Tensile Machine* (UTM) pada potongan sampel berukuran tertentu. Tahap terakhir adalah uji *tensile strength* pada film plastik, yang juga menggunakan *Universal Tensile Machine* (UTM), dengan sampel dipotong dalam dua arah berbeda yaitu MD (*Machine Direction*) dan TD (*Transverse Direction*). Semua pengujian dilakukan dengan pengulangan sesuai prosedur untuk memperoleh data yang akurat dan dapat dipertanggungjawabkan.

3. PEMBAHASAN

A. Formulasi

Pada formulasi dilakukan perlakuan yang berbeda terhadap formulasi F1 dan F2. Formulasi F1 tanpa adanya penambahan aditif antioksidan sedangkan formulasi F2 dengan adanya penambahan aditif antioksidan. Berdasarkan hasil formulasi yang telah dilakukan, keduanya masih berbentuk padatan pasir dengan perbedaan yang tampak visual yaitu pada formulasi F1 memiliki hasil formulasi berwarna kuning sedangkan pada formulasi F2 berwarna putih bening. Hal ini terjadi karena pada dasarnya senyawa mudah teroksidasi akibat adanya oksigen membentuk senyawaan peroksida yang menjadi radikal. Reaksi tersebut menyebabkan sampel berubah menjadi kuning [8].

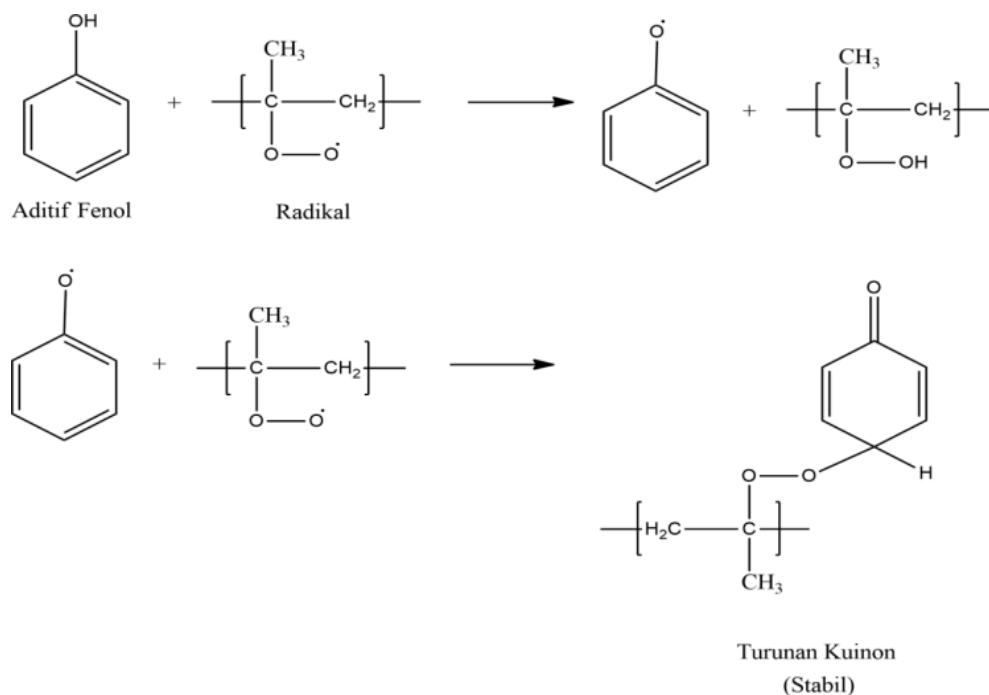
Polipropilena tidak dapat digunakan di luar ruangan tanpa adanya stabilisator (bahan aditif) karena adanya atom hidrogen yang mudah dilepaskan pada atom karbon tersier. PP akan mengalami reaksi degradasi berantai dan berubah menjadi atom karbon (C) radikal. Atom karbon radikal ini bersifat reaktif sehingga akan berikatan dengan oksigen membentuk senyawaan peroksida. Pada proses formulasi, dilakukan pencampuran secara dry blending dengan bantuan pemanasan sehingga gugus peroksida pada PP akan berubah menjadi keton yang ditandai dengan perubahan warna menjadi warna kuning [9]. Reaksi degradasi polipropilena dapat dilihat sebagai berikut:



Ketika bahan organik seperti Polipropilena dalam kondisi terkena panas, sinar ultraviolet atau tekanan mekanis dengan adanya oksigen dalam atmosfer maka akan terjadi proses oksidasi yang ditandai dengan terbentuknya radikal bebas. Radikal bebas yang berasal dari polipropilena akan bereaksi dengan oksigen diudara menghasilkan alkoksi radikal (R-O $\cdot$) dan kemudian akan berubah menjadi propilena hidroperoksida ketika bereaksi dengan polipropilena lainnya. Reaksi

tersebut akan menghasilkan reaksi berantai, kemudian akhirnya alkoksi radikal yang berasal dari polipropilena hidroperoksida akan mudah mengalami fragmentasi sehingga terjadi pemotongan rantai dan berubah menjadi gugus karbonil yang ditandai adanya perubahan warna kuning. Proses oksidasi derivatif dari polipropilena dapat terjadi ketika proses operasi lelehan menggunakan suhu tinggi, atau terkena sinar matahari saat proses operasi [10].

Pada sampel formulasi F2 tidak terjadi perubahan warna karena adanya penambahan aditif antioksidan yang berfungsi untuk menstabilkan polimer akibat reaksi oksidasi. Aditif antioksidan akan bereaksi dengan radikal karena senyawa radikal sangat reaktif. Aditif antioksidan yang digunakan yaitu golongan fenol dengan mekanisme reaksi sebagai berikut:



Berdasarkan reaksi tersebut, terlihat laju reaksi berantai diperlambat karena adanya antioksidan golongan fenol. Antioksidan bertindak sebagai pemindah radikal untuk menghasilkan rantai polimer yang lebih stabil karena aditif fenol bertindak sebagai donor hidrogen (H) sehingga rantai polimer yang dihasilkan berikatan dengan atom hidrogen menghasilkan senyawa peroksida. Radikal lain yang terdapat pada gugus fenol tidak mengalami degradasi rantai radikal karena kestabilan gugus aromatik. Radikal bebas pada gugus fenol ini dapat berikatan dengan radikal bebas lain membentuk turunan kuinon yang stabil [11]. Berdasarkan hasil formulasi F1 dan F2 tersebut dilakukan pengujian dengan beberapa parameter uji. Masing-masing parameter pengujian memiliki spesifikasi dan acuan yang berbeda yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Parameter, Spesifikasi dan Acuan Pengujian Pelet dan Film Plastik

Sampel	Parameter	Spesifikasi	Acuan
Pelet Plastik	<i>Melt Flow Rate</i>	(8,5-11,5) g/10 menit	ASTM D1238-13
Pelet Plastik	<i>Color</i>	Minimal 70	ASTM D6290-05
Film Plastik	<i>Haze</i>	Maksimal 10%	ASTM D1003-11
Film Plastik	<i>Gloss</i>	(60-90) %	ASTM D2457-08
Film Plastik	<i>Friction</i>	Statis: maks 0,400 kgf.cm ⁻² Dinamis: maks 0,300 kgf.cm ⁻²	ASTM D1894-14
Film Plastik	<i>Tensile strength</i>	<i>Tensile Yield MD</i> : min 220 kgf.cm ⁻² <i>Elongation Yield MD</i> : min 12 kgf.cm ⁻² <i>Tensile Yield TD</i> : min 220 kgf.cm ⁻² <i>Elongation Yield TD</i> : min 10 kgf.cm ⁻²	ASTM D882-18

B. Pengujian *Melt Flow Rate* (MFR) pada Sampel Pelet Plastik

Melt Flow Rate (MFR) merupakan suatu parameter yang digunakan dalam bidang termoplastik untuk menentukan atau mengukur berat molekul secara tidak langsung. Hubungan MFR dengan berat molekul adalah berbanding terbalik, Ketika MFR rendah maka berat molekulnya tinggi dan sebaliknya. MFR adalah berat dalam suatu material plastik yang dapat mengalir atau meleleh melalui lubang kecil (*die*) pada suhu, beban dan interval waktu tertentu yang dihitung dalam berat (g) tiap 10 menit. MFR dapat digunakan untuk menentukan kontrol kualitas bahan termoplastik yang diproduksi dan dipakai untuk menentukan *grade* suatu bahan termoplastik. Hasil pengujian MFR pada sampel pelet dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian MFR pada Sampel Pelet Plastik F1 dan F2

Sampel	Berat <i>Extrudate</i> (g)	MFR (g/10 menit)	Rata-Rata (g/10 menit)	Spesifikasi	Acuan
F1	0,9886	19,772	19,8	(8,5-11,5) g/10 menit	ASTM D1238- 13
	0,9912	19,824			
	0,9835	19,67			
F2	1,0189	20,378	20,2		
	1,0071	20,142			
	1,0094	20,188			

Berdasarkan hasil pengujian MFR yang dapat dilihat pada Tabel 2, diperoleh hasil perhitungan dengan satuan g/10 menit yang dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil pengujian tersebut tidak memenuhi spesifikasi yang ditetapkan yaitu (8,5- 11,5) g/10 menit. Hal ini disebabkan karena pada bahan baku *Pluff Polypropylene* yang dikirim dari Kilang Unit III Plaju ternyata melewati 1 proses, yaitu pengeringan dengan nitrogen panas yang tujuannya untuk menghilangkan pelarut heksana dan pelarut lainnya yang masih terkandung pada *Pluff Polypropylene*. Dengan adanya pelarut tersebut membuat proses pelelehan pada pengujian MFR semakin cepat,

sehingga hasilnya tidak masuk spesifikasi yang ditetapkan. Selain itu, kemungkinan yang dapat menyebabkan hasil MFR tidak masuk spesifikasi adalah penyimpanan sampel yang tidak terkontrol pada suhu yang seharusnya yaitu $\leq 20^{\circ}\text{C}$, aktualnya yaitu diatas 22°C . Karena pengujian MFR tersebut tidak masuk spesifikasi yang ditetapkan, pengujian lainnya seharusnya tidak dilanjutkan. Namun, untuk riset dan melihat pengaruhnya terhadap pengujian lainnya, maka pengujian tetap dilakukan.

Hasil pengujian sampel F2 memiliki hasil yang lebih tinggi dibanding F1. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat mempercepat laju aliran leleh pada sampel pelet. Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian MFR secara signifikan.

C. Pengujian *Color* pada Sampel Pelet Plastik

Pengujian *color* dalam bentuk pelet tidak mungkin dengan visual langsung karena sangat sulit mengamatinnya pada bentuk pelet. Maka dari itu pengamatannya dimungkinkan menggunakan pengujian *color* dengan metode *color-Lc*, sehingga diperoleh hasil pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Color* pada Sampel Pelet Plastik F1 dan F2

Sampel	Color Lc	Rata-Rata	Spesifikasi	Acuan
F1	72,56	73	Minimal 70	ASTM D6290-05
	72,55			
	72,59			
F2	73,74	74		
	73,72			
	73,71			

Hasil pengujian yang diperoleh pada Tabel 3 sudah sesuai dengan spesifikasi *color-Lc* produk PP yaitu minimal 70. Hasil uji F2 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan F1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat menstabilkan sampel pelet tersebut akibat adanya reaksi oksidasi dan pencampuran secara *hot blending* pada saat proses *pelletizing* yang dapat merubah warna sampel menjadi kuning. Berdasarkan acuan pada ASTM D6290-05 tentang perbandingan warna resin dalam bentuk pelet dan *Mitsui Petrochemical Industries* No.PP-F-127-2 tentang sifat putih pelet, nilai probabilitasnya adalah 95% (0,95). Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian *color* secara signifikan.

D. Pengujian *Haze* pada Sampel Film Plastik

Pengujian *haze* (keburaman) pada film didasarkan pada pengukuran sinar yang disebarkan dari plastik transparan. Ketika sumber cahaya mengenai sampel uji, akan ada cahaya yang dihamburkan dan akan ada cahaya yang diteruskan sampai ke sensor. Sensor akan membacanya dan hasil pembacaan akan muncul pada alat. Hasil pengujian *haze* dapat dilihat pada Tabel 4.

Hasil pengujian yang diperoleh pada Tabel 4 sudah sesuai dengan spesifikasi *haze* produk PP yaitu maksimal 10%. Hasil uji F2 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan F1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat mengurangi tingkat keburaman pada sampel film, karena semakin tinggi nilainya maka semakin buram sampel film tersebut. Berdasarkan acuan pada ASTM D1003-11 tentang kabut dan transmisi cahaya dari plastik transparan, nilai probabilitasnya adalah 95% (0,95). Maka dapat disimpulkan penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian *haze* secara signifikan.

Tabel 4. Hasil Pengujian *Haze* pada Sampel Film Plastik F1 dan F2

Sampel	Thickness (μm)	Haze (%)	Rata- Rata (%)	Spesifikasi	Acuan
F1	38	4	4,1	Maksimal 10%	ASTM D1003-11
	38	4,2			
	38	4			
	38	4,1			
	38	4,2			
F2	37	3,6	3,5		
	37	3,4			
	37	3,5			
	37	3,5			
	37	3,4			

E. Pengujian *Gloss* pada Sampel Film Plastik

Pengujian *gloss* (kekilapan) pada film didasarkan pada pengukuran sinar yang dipantulkan oleh sampel uji setelah dikenakan sinar datang pada sudut tertentu untuk film plastik transparan. Terdapat 3 jenis sudut yang dapat digunakan yaitu sudut 60°, sudut 85° dan sudut 20°. Pada pengujian kali ini sudut yang digunakan yaitu 20°. Hasil pengujian *gloss* dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian *Gloss* pada Sampel Film Plastik F1 dan F2

Sampel	Thickness (μm)	Gloss (%)	Mean (%)	Spesifikasi	Acuan
F1	38	71,3	73	(60-90) %	ASTM D2457-08
	38	72,5			
	38	73,3			
	38	72,4			
	38	74,4			
F2	37	89,4	88		
	37	84,5			
	37	88,4			
	37	89,2			
	37	88,4			

Hasil pengujian yang diperoleh pada Tabel 5 sudah sesuai dengan spesifikasi *haze* produk PP yaitu (60-90) %. Hasil uji F2 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan F1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat menambah kekilapan pada sampel film, karena semakin tinggi nilainya maka semakin mengkilap sampel film tersebut. Hasil pengujian *gloss* berbanding terbalik dengan hasil pengujian *haze*, Ketika nilai *haze* rendah maka nilai *gloss* akan tinggi begitu juga sebaliknya. Pada pengujian ini dilakukan juga uji T biasa untuk melihat pengaruh dari penambahan aditif antioksidan tersebut. Berdasarkan acuan pada ASTM D2457-08 tentang metode pengujian standar untuk mengukur kilauan film plastik

dan plastik padat, nilai probabilitasnya adalah 95% (0,95). Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian *gloss* secara signifikan.

F. Pengujian *Friction* pada Sampel Film Plastik

Friction (friksi) adalah besar gaya yang digunakan agar specimen mencapai jarak tertentu pada saat bergesekan. Semakin besar gesekannya maka nilai friksi semakin besar. Untuk hasil pengujian *friction* dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian *Friction* pada Sampel Film Plastik F1 dan F2

Sampel	F1		F2	
Output Alat	<i>Statis</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Dynamic</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Static</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Dynamic</i> (kgf.cm ⁻²)
Nilai	0,2166	0,0799	0,278	0,2052
	0,2196	0,117	0,3063	0,1509
	0,2115	0,0699	0,2871	0,1676
	0,2178	0,0704	0,2578	0,1328
	0,2146	0,0884	0,3366	0,1935
Rerata	0,216	0,0851	0,2931	0,17
Spesifikasi	Maks 0,4000	Maks 0,3000	Maks 0,4000	Maks 0,3000

Hasil pengujian yang diperoleh pada Tabel 6 sudah sesuai dengan spesifikasi *friction* produk PP yaitu untuk statis maksimal 0,400 kgf.cm⁻² dan untuk dinamis maksimal 0,300 kgf.cm⁻². Hasil uji F2 memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan F1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat membuat sampel film lebih kesat sehingga saat adanya gesekan antar sampel memberikan gaya gesekan yang besar dan nilai friksi yang besar. Berdasarkan pada acuan ASTM D1894-14 tentang metode uji standar untuk koefisien statis dan kinetik gesekan film plastik dan terpal, nilai probabilitasnya adalah 95% (0,95). Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian *friction* secara signifikan.

G. Pengujian *Tensile Strength* pada Sampel Film Plastik

Pengujian *tensile strength* atau kuat tarik adalah suatu pengukuran kemampuan contoh uji plastik menahan beban tarik sampai putus. Hasil pengujian kuat tarik banyak digunakan sebagai salah satu petunjuk kuat tentang sifat-sifat mekanis plastik. Kuat tarik film diuji dengan dua arah yaitu arah MD (searah alur plastik) dan TD (berlawanan dengan arah alur plastik). Hal ini ditunjukkan untuk mengetahui kekuatan tarik dari dua arah tersebut. Hasil Pengujian *tensile strength* dapat dilihat pada Tabel 7 dan 8.

Hasil pengujian yang diperoleh pada Tabel 7 dan 8 sudah sesuai dengan spesifikasi *tensile strength* produk PP yaitu untuk *tensile yield* MD minimal 220 kgf.cm⁻², *elongation yield* MD minimal 12 kgf.cm⁻², *tensile yield* TD minimal 220 kgf.cm⁻² dan *elongation yield* TD minimal 10 kgf.cm⁻². Hasil uji F2 memiliki nilai yang lebih rendah dibandingkan F1. Hal ini menunjukkan bahwa sampel dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat mengurangi daya tarik dan pemanjangan atau pemeluran sampel film.

Tabel 7. Hasil Pengujian *Tensile strength* pada Sampel Plastik F1 dan F2 MD

Sampel	F1 MD		F2 MD	
Output Alat	<i>Tensile Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Elongation Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Tensile Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Elongation Yield</i> (kgf.cm ⁻²)
Nilai	301	13	267	13
	301	13	264	12
	302	13	266	12
	301	13	267	12
	302	13	265	13
Rerata	301	13	266	12
Spesifikasi	Minimal 220	Minimal 12	Minimal 220	Minimal 12

Tabel 8. Hasil Pengujian *Tensile strength* pada Sampel Plastik F1 dan F2 TD

Sampel	F1 TD		F2 TD	
Output Alat	<i>Tensile Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Elongation Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Tensile Yield</i> (kgf.cm ⁻²)	<i>Elongation Yield</i> (kgf.cm ⁻²)
Nilai	263	12	224	12
	261	13	221	12
	263	13	223	12
	266	13	221	12
	266	13	221	12
Rerata	264	13	222	12
Spesifikasi	Minimal 220	Minimal 10	Minimal 220	Minimal 10

Berdasarkan acuan pada ASTM D882-18 tentang metode uji standar untuk sifat tarik terpal plastik tipis, nilai probabilitasnya adalah 95% (0,95). Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan aditif antioksidan pada F2 mempengaruhi hasil pengujian *tensile strength* secara signifikan.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dengan adanya penambahan aditif antioksidan dapat mempengaruhi kualitas pelet dan film yang diuji menggunakan parameter MFR, *color*, *haze*, *gloss*, *friction* dan *tensile strength*. Semua parameter pengujian yang dilakukan, hasilnya sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan kecuali pengujian MFR. Peralatan yang ada sebaiknya di *maintenance* secara berkala agar saat pengujian tidak terjadi *error* dan menghambat pengujian. Seperti saat pembuatan pelet dan film menggunakan alat *extruder* dan *blow film*, sehingga hasilnya tidak sesuai yang diinginkan. Dalam penggunaan alat diharapkan alat tersebut memiliki panduan pada setiap alat yang digunakan yang terlampirkan secara jelas dan detail, sehingga penguji dapat melakukan pengujian dengan baik dan benar. Untuk bahan yang akan diuji dipastikan sudah memenuhi kriteria sampel uji, agar pada hasil pengujian semua memenuhi spesifikasi yang ditetapkan perusahaan.

Sampel F1 (tanpa aditif antioksidan) dan sampel F2 (dengan aditif antioksidan) menun-

jukkan perbedaan yang signifikan pada sebagian besar parameter pengujian. Pada pengujian *Melt Flow Rate* (MFR), kedua sampel tidak memenuhi spesifikasi (8,5– 11,5 g/10 menit). Namun, nilai MFR F2 lebih tinggi (20,2 g/10 menit) dibandingkan F1 (19,8 g/10 menit), yang menunjukkan laju aliran leleh meningkat akibat penambahan aditif. Parameter *color* menunjukkan peningkatan pada F2 dengan rata-rata nilai 74 dibandingkan F1 sebesar 73, menandakan bahwa aditif antioksidan mampu menstabilkan warna pelet terhadap oksidasi.

Uji haze menunjukkan penurunan nilai pada F2 (3,5%) dibanding F1 (4,1%), menunjukkan film dengan aditif lebih jernih. Sebaliknya, nilai *gloss* meningkat dari 73% (F1) menjadi 88% (F2), memperlihatkan hubungan terbalik antara haze dan gloss. Nilai *friction* (statis dan dinamis) pada F2 lebih tinggi dibanding F1, menunjukkan permukaan film menjadi lebih kasar setelah penambahan aditif, namun masih dalam batas spesifikasi ASTM. Pengujian *tensile strength* menunjukkan penurunan kekuatan tarik pada F2 baik arah MD maupun TD dibandingkan F1, menandakan bahwa aditif antioksidan dapat menurunkan sifat mekanik tarik film meskipun masih memenuhi standar minimum. Secara keseluruhan, penambahan aditif antioksidan fenol meningkatkan kestabilan termal dan optik (warna, haze, gloss) pada polipropilena, tetapi menurunkan sedikit sifat mekanik tariknya. Dengan demikian, aditif antioksidan berperan positif terhadap stabilitas dan penampilan produk, meskipun perlu perhatian terhadap pengaruhnya pada kekuatan tarik.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Dvorakova, A. S. Tsagkaris, and J. Pulkrabova, "Novel strategies for the determination of plastic additives derived from agricultural plastics in soil using ultrahigh-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry (UHPLC-MS/MS)," *Science of the Total Environment*, vol. 946, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.scitotenv.2024.174492.
- [2] A. Lanangta, A. Brenda, and D. Saharani Lanangta, "Quality Control Polimer Polypropylene," Yogyakarta, 2019.
- [3] R. A. Lusiana, N. B. A. Prasetya, and Khabibi, "Pengaruh Penambahan Aditif Terhadap Karakterisasi Fisikokimia Membrane Polisulfon," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 3, pp. 194–200, 2020.
- [4] A. Melkar, R. Kumar, V. P. Singh, P. Singh, S. Samanta, and S. Banerjee, "Effect of antiblock and slip additives on the properties of tubular quenched polypropylene film," *Journal of Polymer Engineering*, vol. 42, no. 2, 2021.
- [5] B. AHMADI and W. ARNATA, "Teknologi Polimer," Bali: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana, 2015.
- [6] S. Nagarajan, "Antioxidant activity of synthetic polymers of phenolic compounds: implications for polymer stabilization," *Polymers (Basel)*, vol. 12, no. 8, 2020.
- [7] H. A. Maddah, "Polypropylene as a Promising Plastic: A Review," *American Journal of Polymer Science*, vol. 6, no. 1, pp. 1–11, 2016.
- [8] A. F. Alrashoudi, "Impact of Natural and Synthetic Antioxidants on the Stability of High-Density Polyethylene," *Polymers (Basel)*, vol. 17, no. 17, 2023.
- [9] V. V. Zefirov *et al.*, "A New Look at the Chemical Recycling of Polypropylene: Thermal Oxidative Destruction in Aqueous Oxygen-Enriched Medium," vol. 14, no. 4, 2022.
- [10] H. Budiman, "Analisis Pengujian Tarik (Tensile Test) Pada Baja ST37 dengan Alat Bantu Ukur Load Cell," *J-Ensatec*, vol. 3, pp. 9–13, 2016.
- [11] R. Noviyanti, "Monitoring Kualitas Polimer Pellet dan Film Plastik dengan Parameter Color, MFR (Melt Flow Rate) dan Kadar Oleamid," Jakarta, 2015.
- [12] R. Magdalena and M. A. Krisanti, "Analisis Penyebab dan Solusi Rekonsiliasi Finished Goods Menggunakan Hipotesis Statistik dengan Metode Pengujian Independent Sample T-Test di PT.Merck, Tbk," *Jurnal Tekno*, vol. 16, pp. 35–48, 2019.