

**PENGUJIAN VARIASI ZAT ADITIF TERHADAP NILAI
MELT FLOW INDEX PADA HIGH DENSITY POLYETHYLENE**
(*Examination of Additive Variation to Melt Flow Index Value in High Density
Polyethylene*)

Annes Krias, & M. Irfan Junaedi

PT. Lotte Chemical Titan Nusantara, Cilegon, Banten
E-mail/telp: mirfanjunedid@yahoo.co.id/087808851263

ABSTRAK

High density polyethylene (HDPE) merupakan salah satu jenis polimer polietilena yang diproduksi PT Lotte Titan Chemical Nusantara. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penambahan zat aditif, yaitu zat antioksidan fenolik, antioksidan fosfor, dan pelumas metalik pada polimer HDPE dengan nomor *grade* produk 53XX, terhadap nilai *melt flow index*. Percobaan ini dilakukan melalui tiga tahap, yaitu tahap persiapan contoh dilakukan dengan membuat variasi konsentrasi aditif pada polimer HDPE dengan 2 formulasi, tahap pengujian contoh terdiri dari pengkondisian alat *melt indexer*, dan pengukuran nilai MFI. Berdasarkan hasil pengujian penambahan zat aditif (antioksidan primer fenolik, antioksidan sekunder fosfor, dan pelumas metalik) pada polimer *high density polyethylene* (HDPE) terhadap nilai *melt flow index* (MFI), didapat nilai F hitung (84,93) dari campuran aditif antioksidan primer fenolik dan aditif pelumas metalik (formula 1), sedangkan F hitung (26,47) dari campuran aditif antioksidan sekunder fosfor dan aditif pelumas metalik (formula 2). Nilai F hitung keduanya lebih besar dari F tabel (3,24) dengan tingkat kepercayaan 95%.

Kata kunci: *high density polyethylene, melt flow index, density*

ABSTRACT

High density polyethylene (HDPE) is one type of polyethylene polymer produced by PT Lotte Titan Chemical Nusantara. This study aims to examine the effect of additives addition, ie phenolic antioxidant substances, phosphorus antioxidants, and metallic lubricants in HDPE polymer with product grade 53XX, to melt flow index value. This experiment was carried out through three stages, the preparation step of the sample was carried out by making variation of additive concentration on HDPE polymer with 2 formulations, sample testing stage

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

consisting of melt indexer conditioning, and measurement of MFI value. Based on the result of additive addition (phenolic primer antioxidant, phosphorus secondary antioxidant, and metallic lubricant) in high density polyethylene (HDPE) polymer to melt flow index (MFI) value, F count value obtained 84,93 from primary antioxidant additive mix phenolic and metallic lubricant additives (formula 1), while F count (26.47) from a mixture of phosphorus secondary antioxidant additives and metallic lubricant additives (formula 2). F count is greater than F table (3.24) with 95% confidence level.

Key words: *high density polyethylene, melt flow index, density*

1. PENDAHULUAN

Polietylena adalah bahan termoplastik transparan atau berwarna putih yang mempunyai titik leleh bervariasi antara 110 °C – 137 °C. Umumnya polietylena bersifat resisten terhadap zat kimia. Polietylena tidak larut dalam pelarut organik dan anorganik pada suhu kamar (Billmeyer, 1994).

PT Lotte Titan Chemical merupakan perusahaan pertama di Indonesia yang bergerak di bidang petrokimia sebagai penghasil polietylena, yang selalu berupaya untuk menyediakan produk polimer yang bermutu tinggi. Produk polimer yang berkualitas dan memenuhi persyaratan perusahaan didapat dengan melakukan analisis baik pada produk setengah jadi maupun produk jadi. Salah satu produk yang dihasilkan adalah HDPE yang merupakan salah satu jenis polietylena.

Plastik HDPE memiliki struktur yang sederhana dan pada dasarnya memiliki struktur rantai polimer yang cukup panjang. Rantai polimer ini lebih mudah menyesuaikan diri dengan ikatan rantai lainnya, karena itu HDPE memiliki tingkat kristalinitas tertinggi dalam polietylen. Plastik HDPE juga memiliki bobot molekul yang cukup tinggi dan memiliki derajat kristalinitas antara 70% - 95% (Andrady, 2003).

E-mail: *jurnal.itekima@stack.ac.id*

Serbuk polietilena dalam tahapan proses ditambahkan beberapa jenis aditif untuk menjaga dan mempertahankan bentuk strukur fisik dan kimia. Zat aditif yang umum digunakan pada polimer adalah antioksidan dan lubrikan. Zat aditif antioksidan terbagi lagi menjadi dua jenis yaitu aditif primer dan aditif sekunder. Aditif antioksidan primer berfungsi sebagai antioksidan jangka panjang yang melindungi polimer dari degradasi akibat paparan oksigen, cahaya, dan pemanasan baik saat tahap proses maupun saat sudah menjadi produk jadi. Aditif antioksidan sekunder berfungsi sebagai antioksidan jangka pendek yang melindungi degradasi dan oksidasi pada polimer hingga tahapan proses saja. Aditif lubrikan berfungsi sebagai pelumas yang dapat menurunkan lelehan viskositas, sehingga dapat meningkatkan laju alir pada tahapan proses produksi polimer. Berdasarkan tahapan proses dan sudut pandang komersial, nilai *melt flow index* merupakan salah satu parameter yang penting dalam proses produksi polietilena.

Melt index merupakan suatu metode untuk mengukur sejumlah partikel material polimer yang meleleh melalui *orifice* pada alat *melt indexer*, dalam waktu 10 menit, pada suhu 190 °C dengan beban standar yang ditetapkan 2,16 kg, 5 kg, dan 211,6 kg. Berdasarkan Peacock (2000) *melt index* dari resin polietilena tergantung pada karakteristik molekuler, terutama berat molekul, distribusi berat molekul, percabangan rantai, karakteristik panjang rantai, konsentrasi, dan distribusi. Indeks leleh mencerminkan dimensi rata-rata dari molekul dalam resin dan keterlibatan mereka dengan satu sama lain.

Penelitian ini bertujuan menguji pengaruh penambahan zat aditif, yaitu zat antioksidan fenolik, antioksidan fosfor, dan pelumas metalik pada polimer HDPE dengan nomor *grade* produk 53XX, terhadap nilai *melt flow index*. Nilai yang diperoleh diuji dengan metode rancangan acak lengkap (RAL), untuk mengetahui

apakah penambahan variasi konsentrasi aditif yang diberikan pada serbuk HDPE, berpengaruh terhadap nilai *melt flow index*.

2. BAHAN DAN PROSEDUR PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan terdiri dari bahan uji dan bahan kimia. Bahan uji yang digunakan adalah *powder* polimer HDPE dengan nomor *batch* 53XX yang didapat dari *train* 2. Bahan kimia yang digunakan adalah standar zat aditif antioksidan primer fenolik, zat aditif antioksidan sekunder fosfor, dan zat pelumas metalik. Peralatan yang digunakan adalah untuk menentukan nilai *melt flow index* adalah *Melt Indexer Tinius Olsen*, neraca analitik *Mettler Toledo XP205*, spatula, gelas piala, kertas timbang, tisu, dan plastik *wrap* berukuran sedang.

Prosedur penelitian

Uji pengaruh penambahan zat aditif pada HDPE terhadap nilai MFI polimer dilakukan dalam tiga tahapan yaitu tahap persiapan contoh, tahap pengujian contoh, dan tahap uji statistik. Tahap persiapan contoh, ditimbang serbuk polimer dan aditif yang telah ditentukan konsentrasinya dengan neraca analitik dalam gelas piala. Variasi konsentrasi aditif pada polimer dibuat menjadi 2 formulasi dengan masing-masing formula terdiri dari 3 standar dan kontrol positif (serbuk polimer tanpa tambahan zat aditif). Formula 1 terdiri dari standar 1, 2, dan 3 merupakan campuran aditif antioksidan primer fenolik dengan kadar 200 mg/kg, 500 mg/kg, dan 1000 mg/kg, serta zat aditif metalik lubrikan 1000 mg/kg aditif untuk setiap standar. Formula 2 terdiri dari standar 4, 5, dan 6 merupakan campuran aditif antioksidan sekunder fosfor dengan kadar 200 mg/kg, 500 mg/kg, dan 1000 mg/kg, serta zat aditif metalik lubrikan 1000 mg/kg aditif untuk setiap standar. Tahap selanjutnya dilakukan dengan pengkondisian alat *melt indexer*, dan

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

pengukuran nilai *melt flow index* standar yang telah homogen. Nilai yang diperoleh dilakukan uji rancangan acak lengkap (RAL).

Pengkondisian alat *melt indexer*

Pengkondisian alat *melt indexer* dilakukan dengan menyalakan alat hingga terlihat lampu dan angka digital menyala. Bagian dalam *cylinder* dan *orifice* dibersihkan, kemudian dimasukkan ke dalam *barrel*. *Cylinder* dan *orifice* dipastikan bersih dari material dengan menjatuhkan *orifice* ke dalam *cylinder* dan ditandai dengan bunyi klik. *Piston load* dibersihkan dengan potongan kain. Program dipilih pada alat *melt indexer* sesuai *grade* polimer yang dianalisis.

Pengukuran *melt flow index* (MFI)

Sampel polimer dimasukkan ke dalam *barrel* sesuai berat yang sudah ditentukan dengan bantuan corong dan *charging tool*. Sampel yang dimasukkan ke dalam *barrel* diatur tidak lebih dari satu menit. *Piston* dimasukkan ke dalam *barrel* sehingga kontak dengan contoh. Beban ditambahkan sebelum atau sesudah *pre heat* tergantung program yang digunakan. *Pra-heat* sudah tercapai ditandai dengan bunyi “beep” panjang pada alat. Pengukuran sudah dapat dimulai jika tanda garis pada *piston* sudah sejajar dengan *barrel*. *Timer* akan menghitung waktu potong *extrude* (lehan polimer/sampel yang keluar dari celah alat *melt indexer*) yang keluar dari *barrel*. Saat waktu tercapai *extrude* dipotong dengan *cut-off tool*, bersamaan menekan tombol pada alat. *Timer* akan menghitung naik kembali untuk pemotongan berikutnya, setelah selesai membuat beberapa potongan *extrude*, *timer* pemotongan dihentikan. Bobot *extrude* yang telah ditimbang kemudian dihitung nilai MFI menggunakan rumus:

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

$$\text{MFI (g/10 min)} = \frac{m}{n} \times \frac{600}{t}$$

Keterangan:

- m : Bobot penimbangan *exstrude* (gram)
n : Jumlah potongan *exstrude* yang didapat
t : Waktu potong yang sudah ditetapkan (detik)

Uji rancangan acak lengkap (RAL)

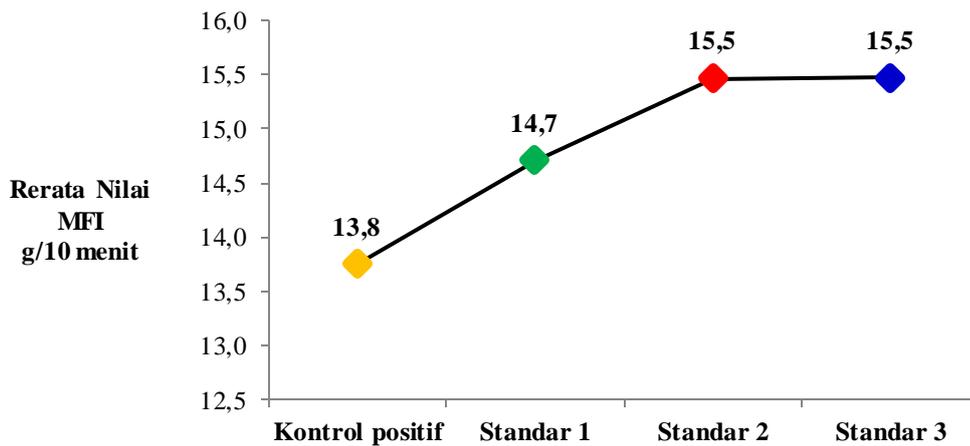
Variasi konsentrasi aditif pada HDPE berbeda nyata atau tidak terhadap nilai *melt flow index* dapat ditentukan dengan uji RAL. Uji RAL dilakukan dengan membuat hipotesis terlebih dahulu, kemudian dilakukan analisis data dengan menghitung FK, JKT, JKP, JKG, KTP, KTG, kemudian menghitung nilai F_{hitung} . Hasil pengujian didapat dengan membandingkan nilai F_{hitung} dengan nilai F_{tabel} , jika didapatkan nilai $F_{hitung} < F_{tabel}$, maka H_0 diterima pada level nyata α , artinya perlakuan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap respon yang diamati. Sebaliknya, jika nilai $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka H_0 ditolak pada level nyata α , artinya perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap respon yang diamati.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Standar HDPE aditif primer fenolik dan aditif pelumas metalik

Rerata nilai *melt flow index* (MFI) yang didapat menunjukkan bahwa terjadi kenaikan yang signifikan pada kontrol positif, standar 1 hingga standar 2, sedangkan dari standar 2 hingga standar 3 nilai MFI konstan. Hal ini sesuai dengan penelitian Ismariny dan Wisojodharmo (2005) yang menyatakan bahwa penambahan aditif primer fenolik dan aditif lubrikan metalik pada polimer akan menahan penurunan MFI. Kurva nilai rerata MFI ditunjukkan pada Gambar 1.

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id



Gambar 1. Kurva rerata nilai MFI kontrol positif, standar 1, 2, dan 3

Hasil di atas sejalan dengan hasil penelitian Ismariny dan Wisojodharmo (2005) menggunakan polimer polipropilena (PP) yang menyatakan bahwa penambahan sistem stabilisasi menggunakan antioksidan dapat menahan penurunan MFI hampir 24% dibanding kandungan polimer tanpa aditif. Penambahan aditif lubrikan metalik menyebabkan polimer lebih mudah mencair dan menurunkan viskositas dari lelehan polimer, sehingga semakin banyak pula polimer yang keluar dari celah *die* (lubang kecil keluarnya lelehan polimer) *melt indexer* sehingga memperbesar nilai MFI. Aditif antioksidan primer fenolik mampu melindungi material dari kerusakan oksidasi termal selama pemanasan.

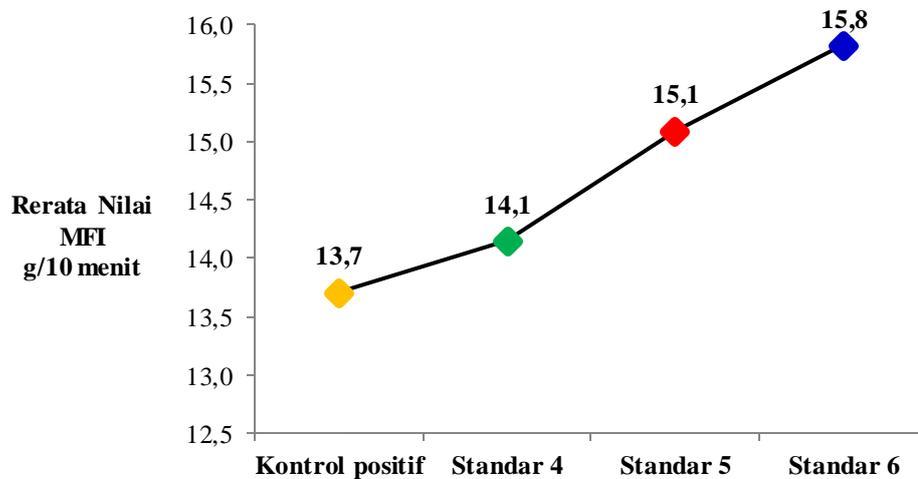
Penambahan aditif antioksidan primer fenolik dan aditif lubrikan metalik seharusnya dapat menurunkan degradasi dan kerusakan oksidatif termal pada polimer saat terjadi pemanasan. Data nilai MFI yang didapat dari penambahan variasi konsentrasi aditif pada campuran polimer, tidak dapat terlihat apakah penambahan aditif dapat mengurangi proses degradasi pada polimer hanya dengan melihat nilai MFI. Hasil uji lanjutan menggunakan metode *least significant difference* (LSD) atau BNT didapatkan bahwa hampir semua perbandingan nilai

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

MFI antar standar berbeda nyata, namun hanya data antara standar 2 dengan standar 3 yang tidak berbeda signifikan, terlihat dari selisih rerata nilai MFI yaitu 0,01.

Standar HDPE, Aditif Sekunder Fosfor, dan Aditif Pelumas Metalik

Berdasarkan hasil pengujian rerata nilai MFI, menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai MFI yang signifikan dari rerata kontrol positif, standar 4, standar 5, dan standar 6. Data ini sesuai dengan sifat kedua aditif yaitu aditif sekunder fosfor yang menstabilkan proses (pemanasan) pada polimer sehingga tidak memerlukan kalor yang banyak, dengan stabilitas pemanasan yang baik dari polimer dapat memudahkan pelelehan, sedangkan aditif pelumas metal akan menurunkan viskositas dari lelehan polimer sehingga semakin banyak pula polimer yang keluar dari celah *die* alat MI (*extrude*) sehingga memperbesar bobot *extrude* yang didapat, sehingga menaikkan nilai MFI. Rerata nilai MFI untuk kontrol positif, standar 4, 5, dan 6 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata nilai MFI kontrol positif, standar 4, 5, dan 6

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

Berdasarkan hasil uji LSD diketahui bahwa hampir semua perbandingan nilai MFI antar standar berbeda nyata. Hanya data MFI kontrol positif dengan standar 2 yang tidak berbeda nyata dengan selisih rerata nilai MFI 0,45 sehingga di antara dua perlakuan ini penambahan aditif pada HDPE tidak berbeda nyata. Campuran aditif sekunder fosfor dengan aditif pelumas metalik pada HDPE diharapkan dapat menurunkan kemungkinan degradasi. Menurut Ismarini dan Wisojodharmo (2005), antioksidan sekunder berfungsi untuk meminimalkan diskolorasi selama proses, selama pengeringan dan meningkatkan stabilitas proses.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian penambahan zat aditif (antioksidan fenolik, antioksidan fosfor, dan pelumas metalik) pada polimer HDPE, terdapat perbedaan yang nyata pada nilai *melt flow index* berdasarkan uji RAL. Hasil uji lanjutan dengan metode *least significant difference* (LSD) atau BNT didapatkan bahwa pada formula 1 dan 2 semua perbandingan nilai MFI antar standar berbeda nyata kecuali data MFI antara standar 2 dengan 3, dan data MFI antara kontrol positif dengan standar 4.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrady AL. 2003. Plastic and environment. New Jersey: John Wiley & Sons Inc.
- Billmeyer JFW. 1994. Textbook of polymer science. New Jersey: John Wiley and Sons Inc.
- Birley AW, Heat RJ, & Scoots MJ. 1988. Plastic materials properties and application. New York: Chapman and Hill Publishing.
- Cowd MA. 1991. Kimia polimer. Bandung: ITB press.

E-mail: jurnal.itekima@stack.ac.id

- Harjosuwono BA, Arnata IW, & Puspawati GAKD. 2011. Rancangan percobaan teori, aplikasi SPSS dan excel. Malang: Lintas Kata Publishing.
- Hartomo AJ. 1992. Polimer mutakhir. Yogyakarta: Andi.
- Hassanpour S, & Khoylou F. 2007. Synergistic effect of combination of irganox 1010 and zinc stearate on thermal stabilization of electron beam irradiated HDPE/EVA both in hot water and oven. Elsevier. Iran.
- Koleske. 2011. Two thousand additive handbook. Paint and Coatings Industry.
- Mujiarto I. 2005. Sifat karakteristik material plastik dan bahan aditif. Semarang: AMNI.
- Peacock AJ. 2000. Handbook of polyethylene structures, properties, and application. Marcel Dekker Inc. USA.
- Pratisto A. 2004. Masalah statistik dan rancangan percobaan dengan SPSS 12. Jakarta: PT. Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia.
- Sastrosupadi A. 2000. Rancangan percobaan praktis bidang pertanian. Yogyakarta: Penerbit Kanisus.
- Sopyan I. 2001. Kimia polimer. Jakarta: Pradya Paramita.
- Sudjana. 2009. Statistika edisi ke-3. Bandung: Tarsito.