ABSTRAK

Elsama Christina Manalu, NIM. 4193510016. Studi Perbandingan Efektivitas Antioksidan Irganox Acid dan Piperidin Alkohol Terhadap Stabilitas Termo-Oksidatif Polipropilena Menggunakan Analisis FTIR dan Melt Flow Index.

Polipropilena (PP) merupakan polimer termoplastik yang banyak digunakan karena sifat mekaniknya yang unggul, namun sangat rentan terhadap degradasi termo-oksidatif akibat keberadaan atom hidrogen tersier pada pada rantai utamanya yang ditandai dengan pembentukan gugus karbonil, pemutusan rantai polimer, dan penurunan berat molekul. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perubahan gugus fungsi polipropilena sebelum dan sesudah termodegradasi menggunakan Fourier Transform Infrared (FTIR), menganalisis pengaruh durasi ekspos panas terhadap nilai Carbonyl Index (CI) dan Methyl Index (MI) pada PP murni maupun PP yang ditambahkan antioksidan, serta menentukan efisiensi stabilitas termal antara Irganox Acid dan Piperidin Alkohol (Pip-OH) dalam menghambat laju autooksidasi PP. Metodologi penelitian melibatkan pencampuran Polipropilena murni dan PP yang mengandung 0,1% (b/b) Irganox Acid atau Piperidin Alkohol menggunakan internal mixer kemudian dicetak menjadi film tipis melalui hot press. Sampel selanjutnya diekspos pada suhu 125°C selama 0–120 jam untuk PP murni dan 0–230 jam untuk PP yang mengandung antioksidan. Karakterisasi dilakukan menggunakan spektroskopi FTIR dengan analisis Carbonyl Index (CI) dan Methyl Index (MI), serta pengujian Melt Flow Index (MFI) untuk mengevaluasi perubahan sifat reologi akibat degradasi termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa PP murni mengalami degradasi termo-oksidatif yang ditandai dengan munculnya gugus karbonil pada 1718 cm^{-1} dan gugus hidroksil/hidroperoksida pada daerah 3200–3600 cm^{-1}, disertai penurunan intensitas pita C–H. Nilai CI meningkat tajam dari 0,06 menjadi 19,16, sedangkan MI menurun dari 8,12 menjadi 3,86 setelah 120 jam paparan panas. Penambahan Irganox Acid dan Piperidin Alkohol mampu menunda degradasi hingga 230 jam dengan mempertahankan nilai CI dan MI tetap relatif stabil hingga 192 jam. Pada akhir pengujian, Irganox Acid menunjukkan nilai CI yang lebih rendah (11,26) dan MI yang lebih tinggi (7,26) dibandingkan Piperidin Alkohol (CI 15,30; MI 5,83), serta lebih efektif menekan kenaikan nilai MFI. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kedua antioksidan mampu meningkatkan stabilitas termal polipropilena, namun Irganox Acid memberikan efisiensi perlindungan yang lebih baik dalam menghambat autooksidasi, mempertahankan struktur molekul, dan menekan pemutusan rantai polimer dibandingkan Piperidin Alkohol.

Kata Kunci: Polipropilena, Degradasi Termo-Oksidatif, Irganox Acid, Piperidin Alkohol, FTIR, Carbonyl Index, Methyl Index, Melt Flow Index.

ABSTRACT

Polypropylene (PP) is a widely used thermoplastic polymer due to its excellent mechanical properties. However, it is highly susceptible to thermo-oxidative degradation because of the presence of tertiary hydrogen atoms along its main polymer chain, resulting in carbonyl group formation, polymer chain scission, and molecular weight reduction. This study aimed to identify the changes in the functional groups of polypropylene before and after thermal degradation using Fourier Transform Infrared (FTIR) spectroscopy, to analyze the effect of thermal exposure duration on the Carbonyl Index (CI) and Methyl Index (MI) of neat PP and antioxidant-stabilized PP, and to determine the thermal stabilization efficiency of Irganox Acid and Piperidine Alcohol (Pip-OH) in inhibiting the autoxidation of polypropylene. The experimental procedure involved melt blending neat polypropylene and polypropylene containing 0.1 wt% Irganox Acid or Piperidine Alcohol using an internal mixer, followed by compression molding into thin films using a hot press. The specimens were subsequently subjected to thermal aging in an oven at 125°C for 0–120 h for neat PP and 0–230 h for antioxidant-containing PP. Structural characterization was carried out using FTIR spectroscopy by evaluating the Carbonyl Index (CI) and Methyl Index (MI), while Melt Flow Index (MFI) measurements were performed to assess rheological changes associated with thermal degradation. The results showed that neat PP underwent significant thermo-oxidative degradation, as evidenced by the appearance of a carbonyl absorption band at 1718 cm^{-1} and hydroxyl/hydroperoxide absorption bands within the 3200–3600 cm^{-1} region, accompanied by a decrease in the intensity of the C–H absorption bands. The CI increased sharply from 0.06 to 19.16, whereas the MI decreased from 8.12 to 3.86 after 120 h of thermal exposure. The incorporation of Irganox Acid and Piperidine Alcohol successfully delayed degradation up to 230 h by maintaining relatively stable CI and MI values until 192 h. At the end of the thermal aging period, Irganox Acid exhibited a lower CI (11.26) and a higher MI (7.26) than Piperidine Alcohol (CI = 15.30; MI = 5.83), while also providing more effective suppression of the increase in MFI. These findings demonstrate that both antioxidants effectively enhanced the thermal stability of polypropylene; however, Irganox Acid exhibited superior stabilization efficiency by more effectively inhibiting autoxidation, preserving the molecular structure, and reducing polymer chain scission compared with Piperidine Alcohol.

Keywords: *Polypropylene, Thermo-Oxidative Degradation, Irganox Acid, Piperidine Alcohol, FTIR, , Carbonyl Index, Methyl Index , Melt Flow Index.*