

## PENGARUH ANTI OKSIDAN TERHADAP DEGRADASI PLASTIK POLIPROPILEN

Aloma K. K., Sudirman, Evvy Hertinvyana, Sudaryanto dan Indra G.

*Puslitbang Iptek Bahan(P3IB) - BATAN  
Kawasan Puspiptek Serpong 15314, Tangerang*

### ABSTRAK

#### PENGARUH ANTI OKSIDAN TERHADAP DEGRADASI PLASTIK POLIPROPILEN.

Plastik yang sering digunakan dan berhubungan langsung atau tidak langsung dengan sinar matahari dalam waktu yang lama akan cepat mengalami perubahan fisik, sehingga perlu ditambahkan bahan aditif untuk mencegah terjadinya proses degradasi. Pada penelitian ini digunakan dua jenis bahan aditif anti oksidan yaitu *irganox* 1076 dan *irganox* 245 dengan konsentrasi 0,1 hingga 1 phr lalu dibandingkan kemampuan dari aditif tersebut dalam menahan laju degradasi dari plastik polipropilen. Proses pencampuran antara polipropilen dengan aditif dilakukan dalam labo plastomil pada suhu titik leleh polipropilen, kemudian dibentuk menjadi spesimen uji mekanik dan ketahanan terhadap cuaca, uji ketahanan terhadap cuaca dilakukan dengan menjemur spesimen uji di luar ruangan dalam jangka waktu 0 minggu sampai dengan 12 minggu. Data hasil uji mekanik dan strukturmikro menunjukkan bahwa polipropilen mengalami degradasi hingga retak setelah penjemuran selama 8 minggu, sedangkan polipropilen yang diberi aditif anti oksidan juga menunjukkan proses awal degradasi namun tidak sampai retak. Penggunaan aditif *irganox* 1076 menunjukkan ketahanan degradasi lebih baik dibandingkan *irganox* 245 setelah dijemur selama 12 minggu.

**Kata kunci:** Anti oksidan, *irganox*, polipropilen, strukturmikro, sifat mekanik

### ABSTRACT

**EFFECT OF ANTI OXIDANT ON POLYPROPYLENE PLASTIC DEGRADATION.** Plastics, which are often used and exposed direct or indirectly to sunlight for long periods will undergoes physical properties changes. Therefore it is necessary to add additives to delay the degradation process. In this investigation the *irganox* 1076 and *irganox* 245 (0.1 to 1.0) phr are used as anti oxidant, the effects of each antioxidant on delaying of the degradation processing of polypropylene plastics were studied. The specimens are produced by mixing of polypropylene and anti oxidants into laboplastomill at melting point of polypropylene. The specimens were exposed to daylight outdoors for 12 weeks, after the exposure the specimen were visually inspected. The results showed that polypropylene degraded after 8 weeks exposed which is indicated by cracks, meanwhile polypropylene which are added with anti oxidant showed undergo initial surface degradation but no substantial crack. The use of *irganox* 1076 gave a better degradation retard compare to *irganox* 245 after exposed for 12 weeks.

**Key words :** Anti oxidant, *irganox*, polypropylene, microstructure, mechanical properties

### PENDAHULUAN

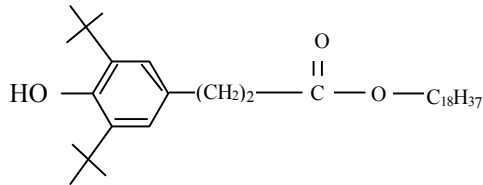
Plastik merupakan material yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Penggunaannya di berbagai bidang semakin meningkat dari tahun ke tahun. Plastik yang dahulu dikenal hanya sebagai pembungkus makanan dan bahan peralatan rumah tangga, ternyata memiliki manfaat yang lebih luas. Sekarang plastik digunakan di berbagai bidang industri seperti industri pertanian, elektronik, produk kesehatan, otomotif, karoseri, hingga ke industri penerbangan.

Plastik yang sering digunakan baik di dalam maupun di luar ruangan terbuka dan berhubungan

langsung dengan sinar matahari dalam jangka waktu yang lama, dapat memberikan efek yang merugikan bagi produk plastik tersebut. Radiasi *ultra violet* dapat memutuskan ikatan kimia dalam polimer. Proses ini disebut fotodegradasi yang pada akhirnya menyebabkan keretakan, pengapuran, perubahan warna, dan menurunnya sifat-sifat fisik tertentu, sehingga perlu ditambahkan suatu aditif antioksidan dan penstabil *ultra violet* untuk mencegah kerusakan lebih awal [1,2].

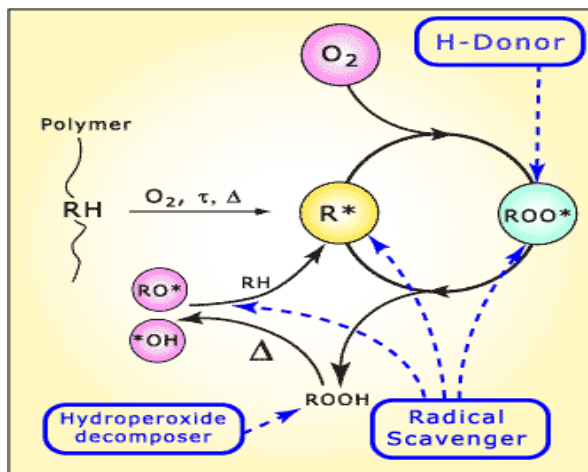
*Irganox* dengan rumus dan struktur molekul pada Gambar 1 adalah salah satu jenis antioksidan yang

digunakan untuk mengatasi degradasi oksidatif dan fotodegradasi plastik polipropilen, anti oksidan ini sering juga disebut sebagai inhibitor yang ditambahkan kedalam suatu material organik yang mudah teroksidasi, untuk mencegah/menahan proses auto oksidasi dan secara umum memperpanjang penggunaan plastik tersebut [3].



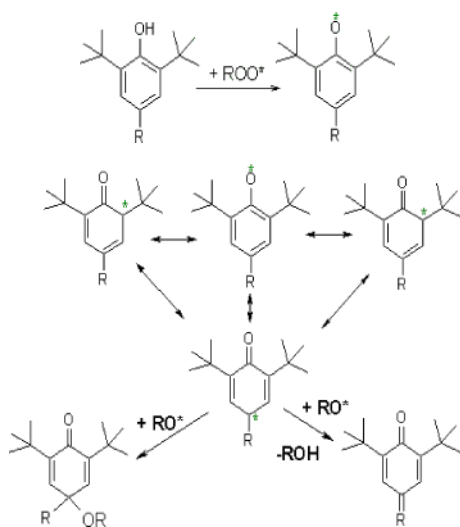
Gambar 1. Struktur molekul *irganox* 1076

Mekanisme oksidasi pada plastik polipropilen belum diketahui secara lengkap, namun sebagai pendekatan mekanisme penstabil radikal peroksida oleh aditif anti oksidan adalah seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme auto oksidasi polimer

Sedangkan mekanisme penstabilan radikal peroksida oleh *irganox* 1076 seperti Gambar 3 di bawah ini;



Gambar 3. Mekanisme reaksi anti oksidan dengan radikal bebas membentuk gugus yang lebih stabil.

Proses degradasi yang terjadi pada plastik polipropilen dapat diamati dengan mengukur indek karbonil, perubahan warna, perubahan sifat mekanik dan lain-lain. Dalam penelitian ini hanya perubahan sifat mekanik polipropilen diamati sebagai indikator terjadinya proses degradasi pada polipropilen. Kemampuan 2 (dua) jenis antioksidan yaitu *irganox* 245 dan *irganox* 1076 dalam memperbaiki ketahanan plastik polipropilen terhadap proses degradasi oksidatif setelah pemaparan cuaca selama jangka waktu yang ditentukan juga diamati.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan

Polipropilen dari Trypolita Indonesia Tbk., Anti oksidan *irganox* 1076 dan *irganox* 245 dari Ciba.

### Alat

Labo plastomil, hydraulic press, mesin uji tarik Stograph R-1 Toyoseiki dan Scanning Electron Microscope (SEM) Philips tipe 515.

### Cara Kerja

Bahan plastik polipropilen terlebih dahulu dimasukkan kedalam Labo plastomil pada suhu 183°C, lalu dibiarkan mengalami pemanasan sampai lunak dan mengembang (*swelling*) kemudian dimasukkan sedikit demi sedikit bahan aditif anti oksidan *irganox* 1076 atau *irganox* 245 kedalam labo plastomil yang berisi polipropilen. Setelah itu dibiarkan proses pencampuran selama 4 menit dengan kecepatan putaran pengaduk 25 rpm. Selanjutnya campuran dibuat menjadi lembaran film dengan proses *casting* sehingga terbentuk lembaran plastik. Karakterisasi terhadap bahan plastik dilakukan dengan uji sifat mekanik, strukturmikro dan ketahanan terhadap cuaca

## HASIL DAN PEMBAHASAN

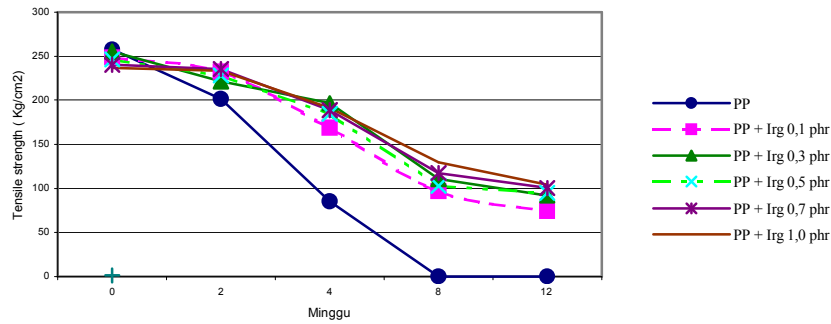
### Uji Mekanik

Polimer yang di jemur atau diuji cuaca (*weathering test*) baik secara langsung (pemaparan di luar ruangan) atau secara tidak langsung (*accelerate weathering*) biasanya akan mengalami perubahan dalam jangka waktu tertentu. Penjemuran polipropilen pada kondisi lingkungan luar dipengaruhi oleh sinar matahari, panas, oksigen, kelembaban dan faktor lain yang berperan terhadap degradasi bahan. Seringkali degradasi yang terlihat di permukaan seperti pemudaran warna, berkurangnya transparansi dan kilap suatu polimer terlihat lebih dulu sebelum terjadi perubahan sifat fisik seperti kekuatan tarik, perpanjangan putus, atau sifat elektrik, secara signifikan [5]. Secara visual, polipropilen setelah dijemur akan terlihat berbeda dengan polipropilen yang

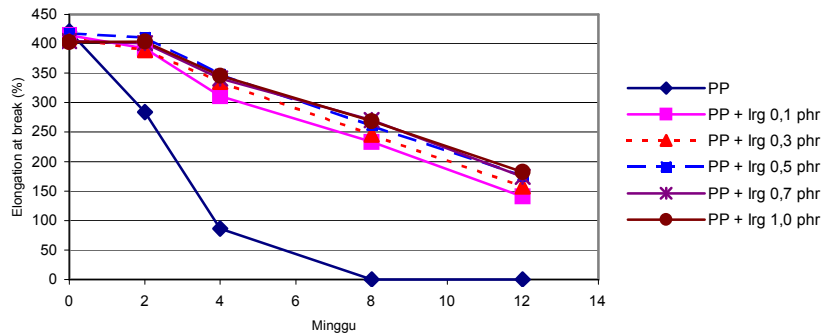
tidak dijemur atau polipropilen yang diberi aditif anti oksidan.

Hasil Uji tarik ditunjukkan pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 9. Berdasarkan data kekuatan tarik pada gambar tersebut, terlihat bahwa penambahan anti oksidan hingga konsentrasi 1 phr

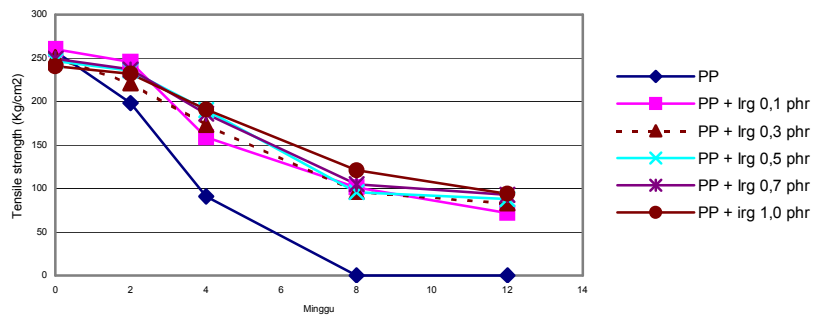
mempengaruhi nilai kekuatan tarik polipropilen dibawah 10 %, baik *tensile strength* dan *elongation at break*. Hal ini berarti antioksidan yang digunakan cukup kompaktil dengan matriks (polipropilen) bila faktor koreksi alat 5 %. Jika aditif yang ditambahkan tidak kompaktil akan menurunkan kekuatan tariknya.



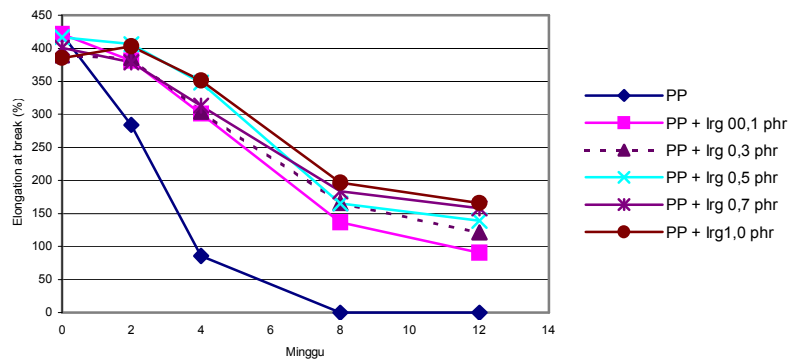
Gambar 4. Pengaruh lama penjemuran terhadap *tensile strength* polipropilen yang diberi anti oksidan *irganox 1076*



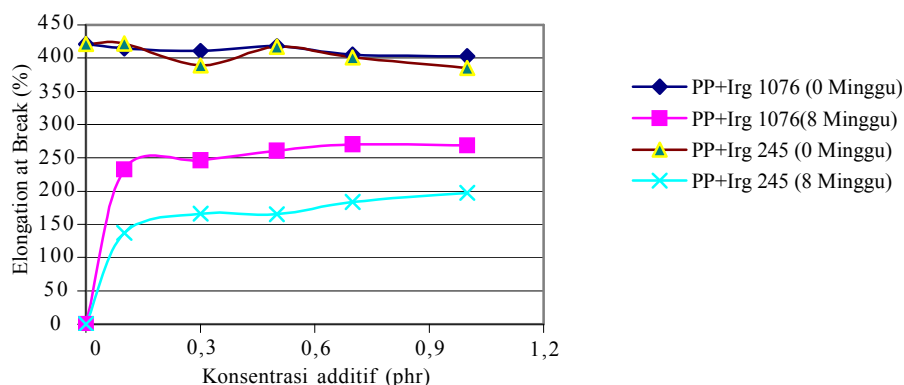
Gambar 5. Pengaruh lama penjemuran terhadap *elongation at break* polipropilen yang diberi anti oksidan *irganox 1076*



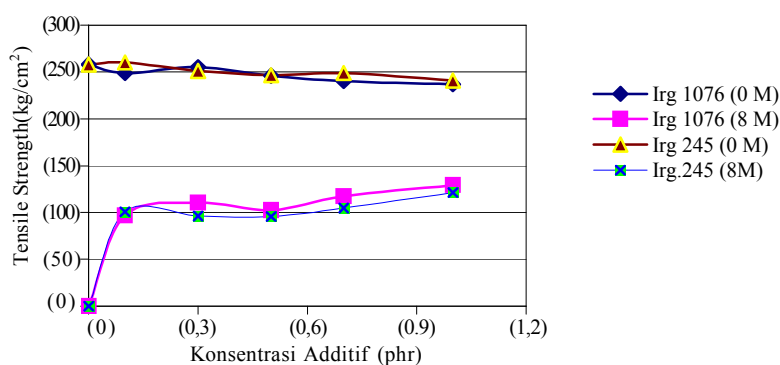
Gambar 6. Pengaruh lama penjemuran terhadap *tensile strength* polipropilen yang diberi anti oksidan *irganox 245*



Gambar 7. Pengaruh lama penjemuran terhadap *elongation at break* polipropilen yang diberi anti oksidan *irganox 245*.



Gambar 8. Pengaruh konsentrasi *irganox* terhadap *elongation at break* polipropilen



Gambar 9. Pengaruh konsentrasi *irganox* terhadap *tensile strength* polipropilen

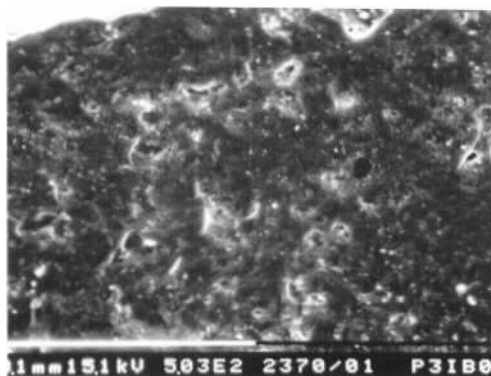
Polipropilen tanpa aditif anti oksidan hanya bertahan hingga 2 minggu penjemuran, setelah itu sifat mekaniknya (*tensile strength* dan *elongation at break*) menurun drastis dan setelah 8 minggu penjemuran polipropilen menjadi rapuh sehingga tidak terukur nilai *tensile strength* dan *elongation at break*. Polipropilen yang diberi tambahan aditif memberikan ketahanan terhadap penjemuran yang lebih baik. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 4 sampai dengan Gambar 7. Kedua parameter sifat fisik *tensile strength* dan *elongation at break* tidak menjadi rapuh pada penjemuran sampai 12 minggu, berbeda dengan yang terjadi pada polipropilen murni, namun kenaikan konsentrasi *irganox* tidak berbanding lurus dengan

kemampuannya menghambat laju degradasi oksidatif polipropilen.

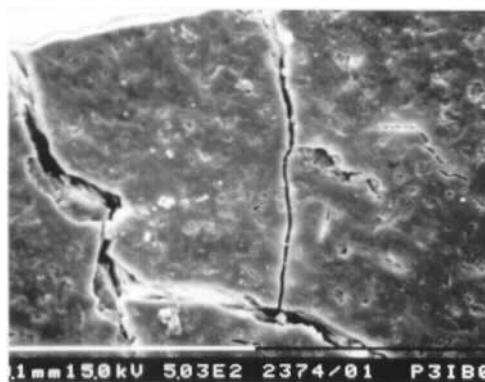
Gambar 8 dan Gambar 9 menunjukkan perbedaan pengaruh *irganox* 1076 dan *irganox* 245 terhadap sifat mekanik plastik polipropilen. *Elongation at break* *irganox* 1076 memberikan ketahanan yang lebih besar dari pada *irganox* 245 (Gambar 8). Namun kedua aditif memberikan pengaruh yang hampir sama pada *tensile strength* (Gambar 9).

### Image SEM

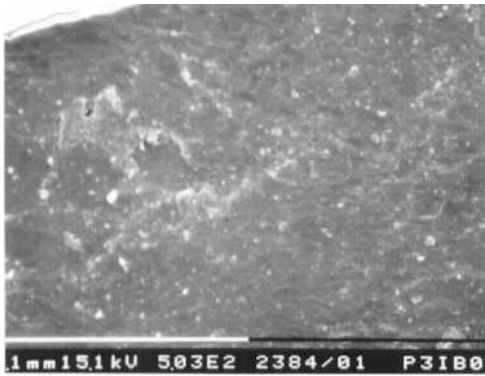
Pengaruh penjemuran terhadap plastik polipropilen dapat dilihat pada Gambar 10 dan



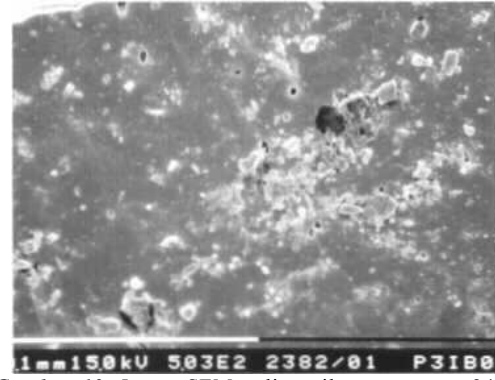
Gambar 10. Image SEM polipropilen tanpa anti oksidan sebelum dijemur.



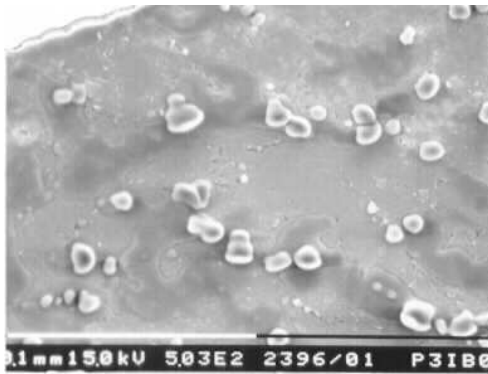
Gambar 11. Image SEM polipropilen tanpa anti oksidan setelah dijemur 8 minggu



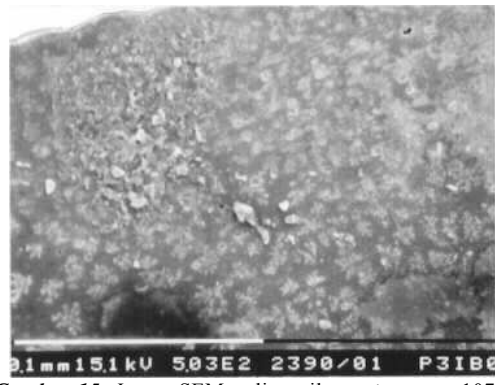
Gambar 12. Image SEM polipropilen + irganox 245 0,5 phr sebelum dijemur



Gambar 13. Image SEM polipropilen + irganox 245 0,5 phr setelah dijemur 8 minggu



Gambar 14. Image SEM polipropilen + irganox 1076 0,5 phr sebelum dijemur



Gambar 15. Image SEM polipropilen + irganox 1076 0,5 phr setelah dijemur 8 minggu.

Gambar 11, image SEM ini menunjukkan perubahan strukturmikro polipropilen setelah dijemur selama 8 minggu menjadi retak. Hal ini terjadi karena proses degradasi langsung terhadap permukaan polipropilen tanpa adanya hambatan. Peristiwa yang sama tidak terjadi pada polipropilen yang diberi aditif anti oksidan, dimana anti oksidan *irganox* yang digunakan berperan aktif memperlambat terjadinya degradasi oksidatif pada polipropilen (Gambar 13 dan Gambar 15). Dari Gambar 13 dan Gambar 15 menunjukkan kemampuan additif antioksidan *irganox* menghambat proses degradasi terhadap polipropilen, dimana polipropilen masih dapat bertahan (tidak retak) sampai minggu ke 8 penjemuran. Hanya saja proses degradasi permukaan sudah mulai terlihat, hal ini didukung juga oleh data pengukuran *tensile strength* dan *elongation at break*. Pada image SEM polipropilen setelah dijemur 8 minggu memperlihatkan degradasi oksidatif awal telah terjadi pada permukaan yang ditunjukkan dengan adanya bintik putih atau pengkabutan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil uji mekanik dan strukturmikro maka dapat disimpulkan :

1. *Irganox* 1076 dan *irganox* 245 berpengaruh pada sifat mekanik polipropilen yang dijemur, tetapi tidak

memberikan pengaruh yang sama terhadap setiap parameter sifat mekanik.

2. Pola perubahan *tensile strength* dan *elongation at break* untuk kedua anti oksidan tersebut sama untuk pemaparan selama 8 minggu, peningkatan konsentrasi *irganox* pada polipropilen belum menunjukkan peran yang signifikan dalam menghambat laju degradasi
3. Secara keseluruhan *irganox* 1076 lebih baik dibanding *irganox* 245 dalam menahan laju degradasi oksidatif plastik polipropilen

## DAFTARACUAN

- [1]. BIRLEY R.J., HEATH, & SCOTT M.J., *Plastics Material; Properties and Application*, Ed. ke-2. London, (1988)
- [2]. CAPOCCI, *Ultraviolet Light Stabilizer*, Di dalam E.J. WICKSON, Editor. *Plastics Additive Handbook*, Munich, Hanser Publisher, (1993) 1-21
- [3]. KRAUSKOPT LB, *Plasticizer*, Di dalam *Modern Plastics Encyclopedia*, 48 (1972) 270-274
- [4]. [http://www.SpecialChem.com/Antioxidant\\_for\\_polymer\\_at\\_SpecialChem.html](http://www.SpecialChem.com/Antioxidant_for_polymer_at_SpecialChem.html)
- [5]. ANDRADY A.L., AMIN.M.B, HAMID.S, HU.X and TORIKAI.A., *Effects of Increased Solar*

*Ultraviolet Radiation On Materials,*  
Environmental Effects of Ozone Depletion, **7** (1994)

- [6]. KLEMCHUK.P, *Antioxidants A3*, CIBA-GEIGY Corporation , Ardsley, New York, United States
- [7]. THACKER G.A., *UV Absorbers and Light Stabilizers*, Di dalam *Modern Plastics Encyclopedia* **48**, (1972) 284-291