

EFEK RADIASI TERHADAP MATRIKS CAMPURAN PP/PMMA DAN PP/PP-g-PMMA

Marsongko, dan Yanti S. Soebianto

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN



ID0000136

ABSTRAK

EFEK RADIASI TERHADAP MATRIKS CAMPURAN PP/PMMA DAN PP/PP-g-PMMA. Telah dilakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh penambahan PMMA dan PP-g-PMMA (kompatibilizer) terhadap karakteristik oksidasi Polipropilen (PP). Pencampuran dilakukan dengan menggunakan laboplastomill pada suhu 200°C, dan kecepatan putaran 20 rpm selama 5 menit. Konsentrasi PMMA adalah 1, 2, 5, dan 10% berat. Konsentrasi PP-g-PMMA dalam PP adalah 5, 10, dan 20% berat. PP-g-PMMA yang digunakan mempunyai derajat kopolimer tempel 12%. Uji sifat mekanik campuran PP menunjukkan bahwa penambahan PMMA diatas 5% menurunkan baik tegangan putus (Tb) dan perpanjangan putus (Eb), sedangkan penambahan PMMA diatas 3% saja sudah membuat film menjadi kurang transparan atau keruh. Iradiasi dilakukan dengan menggunakan mesin berkas elektron pada dosis 5, 10, 30, dan 50 kGy untuk mempercepat terjadinya oksidasi terhadap matriks sebagai simulasi oksidasi alam. Semakin banyak PMMA didalam campuran, semakin cepat teroksidasi. Sifat mekanik campuran PP/PMMA dapat dipertahankan, jika kadar PMMA maksimum 2%, baik PMMA ditambahkan secara langsung maupun sebagai kompatibilizer.

ABSTRACT

IRRADIATION EFFECT ON PP/PMMA AND PP/PP-g-PMMA MATRICES. The effects of PMMA and PP-g-PMMA on the oxidation of polypropylene (PP) have been studied. The mixing was done in Laboplastomill at the temperature of 200°C, and screw speed of 20 rpm, for 5 minutes. The PMMA concentrations were 1, 2, 5, and 10% by weight, and PP-g-PMMA (12% grafting) 5, 10, and 20% by weight. Mechanical properties (tensile strength (Tb) and elongation at break (Eb)) of the mixture decreased with the increase of PMMA content over 5%. The addition of PMMA over 3% produced non-transparent film. Electron beam irradiation at the dose of 5, 10, 30, and 50 kGy was carried out to accelerate the matrix oxidation in order to simulate the natural degradation. The more PMMA in the mixture, the oxidation is accelerated. The optimum properties of PP/PMMA blends can be achieved by addition of maximum 2% PMMA either direct as PMMA or as compatibilizer (PP-g-PMMA).

PENDAHULUAN

Polipropilen (PP) sebagai bahan plastik penggunaan dalam kehidupan sudah sedemikian luas, antara lain untuk pengemas, baik untuk pengemas makanan mentah seperti sayur-sayuran, buah-buahan, daging, makanan olahan maupun makanan kering, alat kedokteran misalnya, alat suntik sekali pakai, tabung cuci darah, wadah obat-obatan, dan lain-lain. PP mempunyai sifat keras, kaku, ketahanan terhadap panas cukup tinggi karena mempunyai titik leleh sekitar 170°C, ketahanan terhadap bahan kimia cukup baik dan mempunyai transparansi yang baik [1].

Karena sifat plastik yang tidak mudah didegradasi oleh alam, akibatnya akan terjadi penumpukan sampah plastik yang banyak mengganggu lingkungan [2]. Maka untuk mengatasi limbah plastik tersebut perlu diupayakan sedini mungkin. Sebagai salah satu usaha mengurangi limbah plastik adalah melakukan modifikasi matriks PP.

Dalam penelitian ini dilakukan blending PP dengan polimer yang mudah terdegradasi oleh radiasi. Dalam hal ini dipakai PMMA (polimetil metakrilat). Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik oksidasi PP yang telah dimodifikasi dengan PMMA. Radiasi dipakai untuk memodifikasi PP dan mempercepat oksidasi.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Polipropilen (PP) dalam bentuk powder (P8000), dan PP dalam bentuk pellet (K1008), buatan Chisso Corporation, Jepang. Polimetil metakrilat (PMMA) buatan Sumitomo Chemical Co. Ltd., Jepang. Monomer metilmetakrilat (MMA) dan aseton masing-masing dari Kishida Chemical Corporation dan Kanto Chemical Co., Jepang.

Alat. Mesin berkas elektron (MBE) dengan tegangan operasi dan arus maksimum 2 MeV dan 30 mA buatan Nissin High Voltage. Percobaan dilakukan pada kondisi operasi dengan tegangan 1 MeV, dan arus 1 mA. Laboplastomill buatan Toyoseiki Co, Ltd., Jepang, digunakan untuk mencampur PP/PMMA maupun PP/PP-g-PMMA. Untuk menentukan sifat mekanik film plastik digunakan Strograph - R1 tensile tester, buatan Toyoseiki Co. Ltd., Jepang.

METODE

1. Pencampuran PP : PP dan PMMA maupun PP dan PP-g-PMMA masing masing dicampur dengan

menggunakan "Laboplastomill" pada suhu 200°C. Kecepatan putaran adalah 20 rpm selama 5 menit. Lembaran plastik (200 x 200 x 0,5mm³) dibuat dengan cara pres panas (melt press) pada suhu 200°C dan tekanan 150 kg/cm². Pemanasan awal (pre-heating) dilakukan selama 3 menit sebelum penekanan 150 kg/cm² selama 3 menit. Pendinginan dilakukan pada suhu 25°C dengan tekanan 150 kg/cm² dan waktu selama 3 menit.

- Kopolimerisasi tempel secara radiasi. Radiasi dengan cara simultan dalam atmosfer gas N₂. PP (powder) dicampur dengan monomer MMA dengan kadar 50, 80, dan 100% di dalam gelas beker dan diaduk sampai rata, kemudian campuran tersebut dimasukkan ke dalam kantong plastik PE. Sebelum ditutup dialiri dulu dengan gas N₂, kemudian diiradiasi.

Iradiasi dilakukan dengan mesin berkas elektron pada dosis 10, 30, 50, dan 100 kGy. (1MeV, 1mA / laju dosis 10 kGy/pass). Setelah iradiasi, masing-masing sampel dikeluarkan dari kantong plastik PE dan direndam ke dalam aseton selama 24 jam. Kemudian disaring dan dikeringkan didalam oven pada suhu 60°C dalam keadaan hampa udara selama 12 jam. Derajat kopolimer tempel dihitung dari selisih berat PP sesudah dan sebelum reaksi kopolimerisasi:

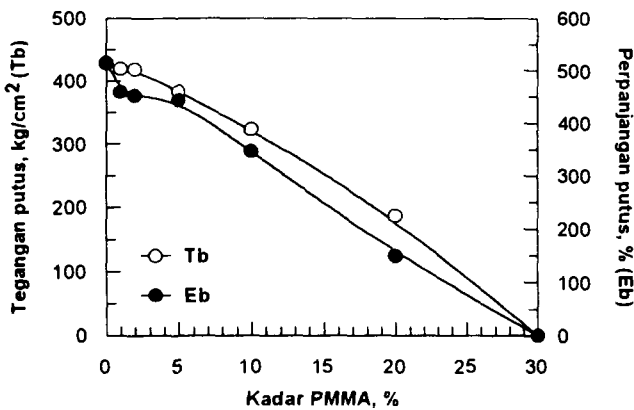
$$D_{kop.} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100 \%$$

Dimana, $D_{kop.}$ = derajat kopolimer tempel,
 W_0 = berat PP sebelum reaksi kopolimerisasi
 W_1 = berat PP setelah reaksi kopolimerisasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat mekanik campuran PP dan PMMA.

Gambar 1a. menunjukkan pengaruh kadar PMMA terhadap tegangan putus (Tb) dan perpanjangan putus (Eb) campuran PP-PMMA. Tb dan Eb PP menurun dengan adanya kenaikan kadar PMMA. Penambahan PMMA diatas 5% menurunkan lebih cepat baik Tb maupun Eb matriksnya.



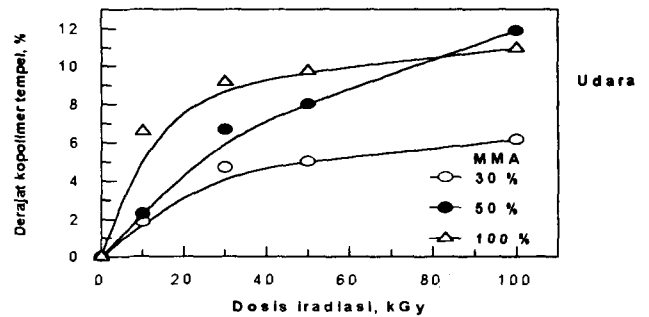
Gambar 1. Tegangan putus dan perpanjangan putus campuran PP-PMMA

Disamping itu penambahan PMMA diatas 3% membuat film jadi kurang transparan atau keruh. Hal ini menunjukkan bahwa campuran antara PP dan PMMA dengan komposisi diatas 97/3 kompatibilitasnya berkurang.

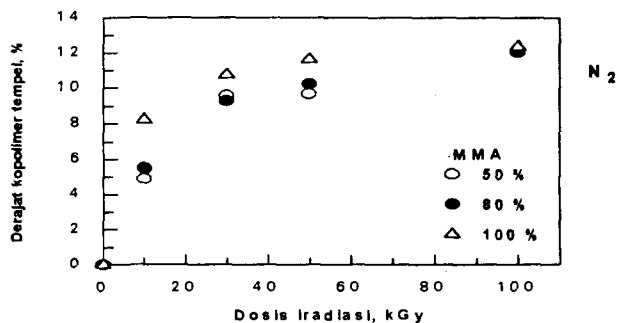
Menurut MAT BIN ZAKARIA [3], temperatur glass (Tg) PP= -20°C, sedang PMMA = 105°C, sehingga pada temperatur ruang (25 - 30°C) terdapat perbedaan sifat fisik antara keduanya : PP akan bersifat lunak, sedangkan PMMA yang bersifat kaku. Jika kedua polimer tersebut dicampurkan akan menjadi ketidak homogenan meskipun dari segi parameter kelarutan (solubility parameter (δ) PP dan PMMA mempunyai nilai yang hampir sama, yaitu masing-masing 18,8 dan 18,58 (MPa)^{1/2} [4]. Alternatif yang dapat dilakukan untuk mendapatkan campuran yang homogen pada penelitian ini adalah mencampurkan PP dengan kompatibilitasnya, yaitu PP yang digrafting dengan monomer MMA atau ditulis PP-g-PMMA (kopolimer).

Kopolimerisasi tempel secara radiasi. Pengaruh atmosfer dan konsentrasi monomer MMA terhadap derajat kopolimer tempel dapat dilihat pada Gambar 2a dan 2b. Terlihat bahwa derajat penempelan meningkat dengan dosis pada kedua jenis atmosfer penempel. Namun terlihat bahwa dalam atmosfer N₂ derajat kopolimer tempel lebih tinggi dibandingkan dalam atmosfer udara pada kadar monomer dan dosis iradiasi yang sama. Dengan kata lain penempelan lebih cepat didalam atmosfer N₂

Adanya O₂ dalam proses kopolimerisasi tempel akan menangkap radikal-radikal PP yang terbentuk oleh radiasi menjadi radikal peroksida yang selanjutnya akan melakukan reaksi terminasi, sehingga mengurangi jumlah radikal-radikal yang akan bereaksi dengan MMA. Jadi, adanya udara (O₂) akan menghambat proses penempelan MMA ke dalam PP.



Gambar 2a. Pengaruh konsentrasi monomer terhadap derajat kopolimer tempel PP (udara)

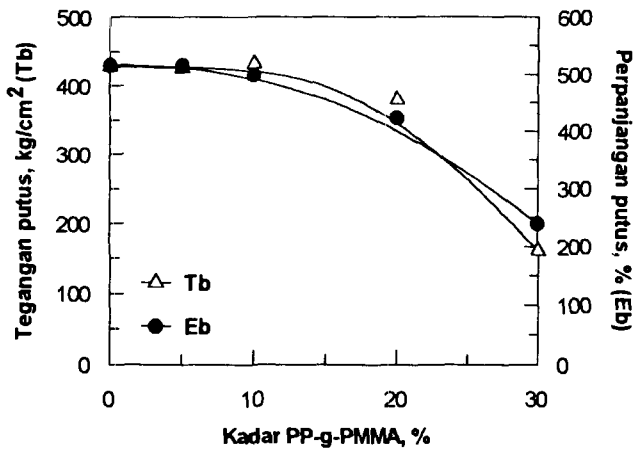


Gambar 2b. Pengaruh konsentrasi monomer terhadap derajat kopolimer tempel polipropilen (N₂)

Derajat kopolimer tempel tertinggi adalah 12 % pada dosis iradiasi 100 kGy tidak bergantung pada atmosfernya. Kadar monomer 30%, derajat kopolimer tempel maksimum yang dicapai relatif rendah (6%), walaupun pada dosis iradiasi 100 kGy. Hal ini menunjukkan bahwa semua monomer sudah terkonsumsi pada penempelan. Nilai maksimum derajat kopolimer tempel dicapai pada penambahan monomer 50% dan tidak meningkat lagi meskipun kadar monomernya menjadi 100%. Hal ini disebabkan karena semua reaksi kimia dalam polimer semikristal hanya berlangsung didalam fase amorph. Keterbatasan fase amorph menyebabkan tidak berubahnya derajat kopolimerisasi meskipun kadar monomernya dinaikkan.

Sifat mekanik campuran PP dan PP-g-PMMA.

Gambar 3, menunjukkan hubungan antara kadar kopolimer PP-g-PMMA (kompatibilizer) dalam PP terhadap Tb dan Eb matriks.



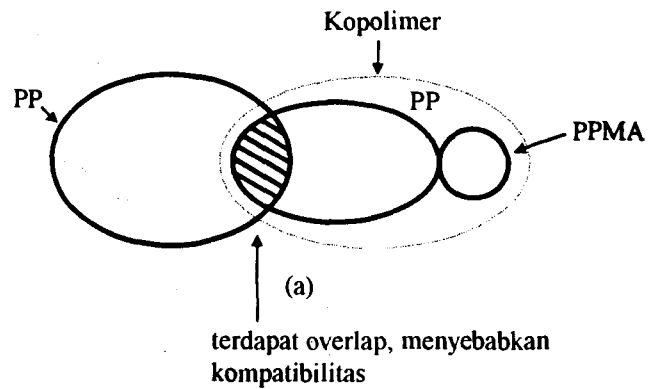
Gambar 3. Tegangan putus dan perpanjangan putus campuran PP/PP-g-PMMA (derajat kopolimer tempel = 12%)

Kopolimer yang digunakan dalam penelitian ini mempunyai derajat kopolimer tempel 12%. Dengan penambahan PP-g-PMMA sampai dengan 10% (1,2 % PMMA dalam matriks PP) Tb dan Eb tidak berbeda dari matrik PP murninya, artinya homogenitas matriks PP belum terganggu oleh adanya 10% kompatibilizer. Sedangkan pada campuran PP-PMMA (99/1) penurunan Eb lebih nyata, meskipun persentasenya masih rendah (12%) (Gambar 1). Dari data tersebut dapat dilihat bahwa campuran PP dan PP-g-PMMA lebih kompatibel dibandingkan campuran PP dan PMMA. Tegangan putus matriks memang belum menurun dengan adanya 1% PMMA secara langsung inapun melalui penambahan 10% PP-g-PMMA (12% grafting).

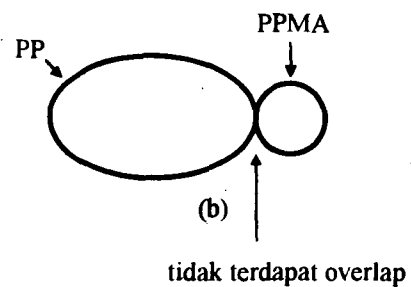
Pada penambahan PP-g-PMMA diatas 10%, Tb dan Eb mulai turun dan ketika penambahan PP-g-PMMA mencapai 20% (2,4% PMMA dalam matrik) penurunan mulai nyata meskipun presentase penurunan Eb masih dibawah 20%. Jika penambahan diteruskan sampai 30% (3,6% PMMA) Tb dan Eb turun kira-kira 50% dari nilai awal. Ini menunjukkan bahwa, semakin tinggi kadar kopolimer PP-g-PMMA (12% grafting) akan menurunkan

kompatibilitas campuran. Dari Gambar 1 dan 3 dapat dilihat bahwa kompatibilitas campuran PP-PMMA dapat dipertahankan jika kadar PMMA maksimum 2%, baik PMMA ditambahkan secara langsung maupun sebagai kompatibilizer (PP-g-PMMA).

Kompatibilitas campuran PP dan kopolimernya dapat diilustrasikan pada gambar dibawah ini.

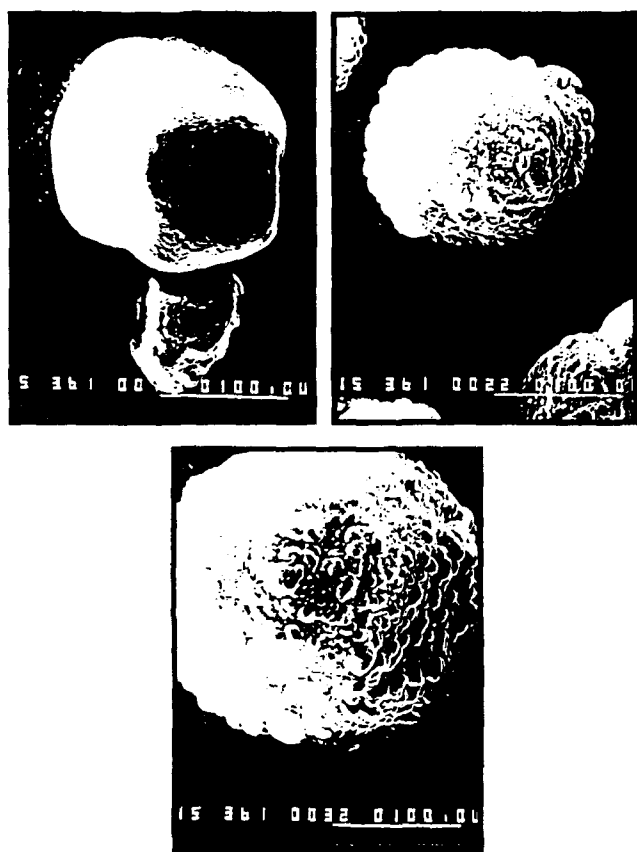


Sedangkan campuran PP/PMMA dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 4. Ilustrasi kompatibilitas campuran (a) PP/PP-g-PMMA dan (b) PP/PMMA

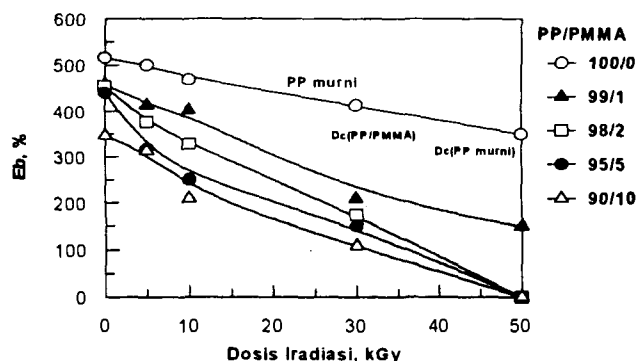
Gambar 5 menunjukkan bentuk partikel PP dan kopolimernya yang diambil dengan alat scanning electron microscope (SEM). Terlihat adanya perubahan dimensi partikel PP setelah terjadi penempelan MMA. Semakin tinggi derajat kopolimer tempel dari PP-g-PMMA, semakin besar ukuran partikel tersebut. PP murni (powder) mempunyai diameter sekitar 185 (m dan permukaan yang halus (smooth) (Gambar 5a). Setelah ditempel mencapai derajat kopolimer tempel 62% ukuran partikel tidak berubah, tetapi bentuk permukaannya berubah (Gambar 5b). Pada penempelan dengan derajat kopolimer tempel 113% terjadi deformasi dan besar partikel hampir dua kali lipat dari PP murni, yaitu sekitar 257 (m (Gambar 5c). Pada derajat kopolimerisasi yang sedemikian tinggi struktur PP-nya sudah berubah. Yang dibutuhkan disini adalah kopolimer yang masih mempunyai struktur PP-nya, sehingga bila dicampur akan kompatibel dengan matriks PP-nya. Jadi, harus dipakai kopolimer yang kadar graftingnya rendah. Dalam penelitian ini dipakai kadar grafting 12%.



Gambar 5. Partikel PP sebelum dan sesudah terjadi penempelan MMA ke dalam PP

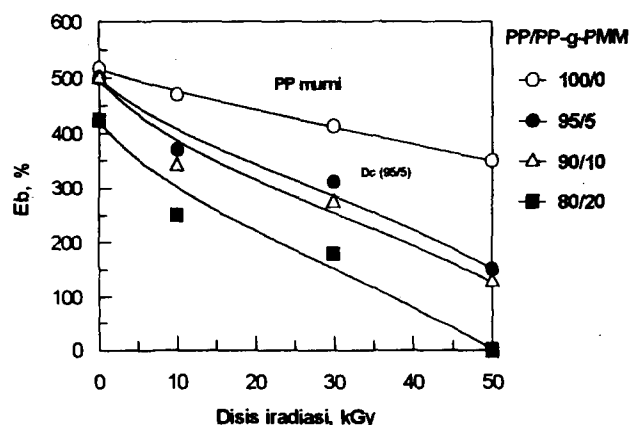
EFEK RADIASI CAMPURAN PP/PMMA DAN PP/PP-g-PMMA

Campuran PP/PMMA. Dalam hal ini radiasi untuk mempercepat oksidasi, yaitu mensimulasi oksidasi alam. Penelitian ini berbeda dari yang dilakukan oleh MELIGI dkk. [5] yang mempelajari degradasi alam matriks PP yang diradiasi. Oksidasi menyebabkan penurunan Eb, karena terjadi pemutusan ikatan. Pada gambar ditunjukkan efek radiasi terhadap Eb saja, karena efek radiasi terhadap Tb tendensinya juga sama. Pada umumnya dengan menaikkan dosis iradiasi menurunkan Eb-nya. Pada PP yang telah dicampur dengan PMMA makin cepat teroksidasi dan kelihatan semakin banyak PMMA semakin cepat teroksidasi



Gambar 6. Pengaruh dosis iradiasi terhadap Eb campuran PP/PMMA

Campuran PP/PP-g-PMMA. Gambar 7 menunjukkan hubungan antara Eb dengan dosis radiasi terhadap campuran PP dengan kopolimernya. Pada campuran dengan perbandingan PP/PP-g-PMMA 95/5 dan 90/10 yang diiradiasi pada dosis 100 kGy, Eb masih sekitar 200 %, sedangkan pada campuran PP/PMMA sudah tidak mempunyai Eb lagi. Jadi, campuran PP/kopolimer lebih tahan terhadap radiasi dibanding campuran PP/PMMA. Hal ini dikarenakan pada perbandingan PP/PP-g-PMMA 95/5 dan 90/10 kadar PMMA-nya adalah 0,6 dan 1,2 % atau dibawah 5 %. Jadi, penambahan PMMA bagaimanapun juga menurunkan ketahanan terhadap radiasi PP murninya. Hal ini dapat dilihat dari perubahan dosis kritisnya (Dc), yaitu dosis yang dibutuhkan untuk mencapai Eb sebesar 50% Eb awalnya.

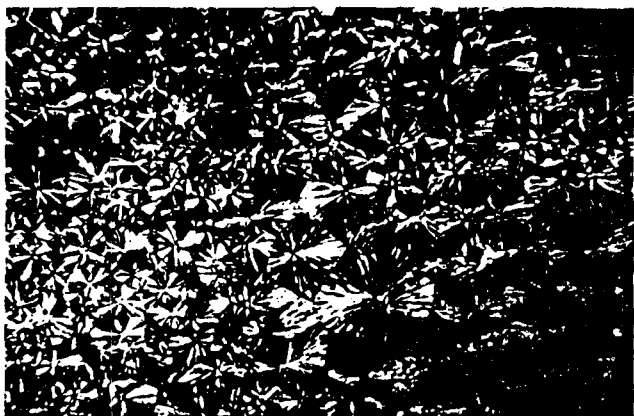


Gambar 7. Pengaruh dosis iradiasi terhadap Eb campuran PP/PP-g-PMMA (D.k.t = 12 %)

PP murni mempunyai Dc > 50 kGy, sedangkan campuran PP dengan PMMA 1 % saja baik langsung maupun sebagai kompatibilizernya memberikan Dc sekitar 30 kGy (Gambar 6 dan 7). Dengan kata lain penambahan PMMA yang hanya 1 % saja, sudah dapat mempercepat oksidasi PP. Jadi, diperkirakan penambahan 1% PMMA di dalam PP juga dapat mempercepat oksidasi alam. Phenomena percepatan oksidasi dapat dijelaskan berdasarkan gambar mikroskop polar matriks-matriks yang dianalisa. Gambar 8a menunjukkan bentuk kristal PP murni. Warna hitam adalah fase amorfus yang dihuni oleh aditif-aditif dan tempat O₂ berdifusi, dan yang berbentuk seperti kembang-kembang adalah fase kristalin. Oksidasi terjadi pada permukaan kristal karena O₂ tidak dapat berdifusi kedalamnya. Jika PP dicampur dengan kopolimer, akan terlihat adanya perubahan ukuran kristal, yaitu menjadi lebih kecil (Gb. 8b). Dengan demikian permukaan kristal menjadi lebih luas dan luas permukaan tempat terjadinya oksidasi menjadi lebih besar. Oleh sebab itu oksidasinya akan lebih intensif. Itulah sebabnya degradasi PP menjadi lebih cepat.



(a)



(b)

Gambar 8. Spherulite structure of (a) pure PP, and (b) PP/PP-g-PMMA (14.6 % grafting) (98/2) prior to weathing test.

KESIMPULAN

1. Sifat mekanik campuran PP/PMMA dapat dipertahankan, jika kadar PMMA maksimum 2%, baik

PMMA ditambahkan secara langsung maupun sebagai kompatibilizer (PP-g-PMMA).

2. Penambahan PMMA diatas 3% membuat film menjadi kurang transparan atau keruh.
3. Penambahan PMMA sebanyak 1% ke dalam PP dapat mempercepat terjadinya oksidasi, karena oksidasi terjadi lebih intensif akibat perubahan ukuran kristal

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Mr. F. Yoshii yang telah banyak membantu penulis untuk melakukan penelitian di TRCRE, JAERI, Jepang.

DAFTAR PUSTAKA

1. ISKAK BIN MANAF, et al., Effect of Pre-Irradiation on Radiation Stability of Polypropylene, JAERI-MEMO, 06 - 270 (1994).
2. SWIFT G., Polymers, Environmentally Degradable, Encyclopedia of Chemical Technolgy, Vol. 19, Fourth Ed, John Wiley & Sons, N. Y (199).
3. MAT BIN ZAKARIA, Prinsip Kimia Polimer, Dewan Bahasa dan Pustaka, Kementerian Pendidikan Malaysia, Kuala Lumpur (1988) 27.
4. ERIC. A. GRULKE, "Solubility Parameter Values" Polimer Hanbook, Third edition (J. BRANDRUP and E.H. IMMERGUT), A. Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons, New York (1989) 553-554.
5. MELIGI, G., et al., Comparison of the Degradability of Irradiated Polypropylene and Poly (propylene-co-ethylene) in the Natural Enviroment, Pol. Deg. Stab 49 (1995).

DISKUSI

MARGA UTAMA

Mohon disebutkan perbedaan solubility parameter PP, PMMA, Kopolimer MMA, karena bila dapat diketahui nilai-nilai kompatibilitas tersebut akan lebih jelas ?

MARSONGKO

Solubility parameter PP = 18,8 (MPa)^{1/2}, PMMA = 18,58 (MPa)^{1/2}, perbedaan tidak terlalu jauh. Tetapi Tg (titik glass PP = -10°C, sedang PMMA = 65°C. Pada temperatur ruang (25 - 30°C) terdapat perbedaan sifat fisik antara keduanya, PP akan bersifat lunak karena Tg-nya rendah dan PMMA akan bersifat kaku karena Tg-nya tinggi.

HERWINARNI S.

1. Mengapa PP dengan PP-g-PMMA tegangan putus maupun perpanjangan putus lebih tinggi daripada PP/PMMA ?
2. Tujuannya untuk apa PP/PP-gr-PMMA (barang jadi untuk apa). Dan PP/PMMA kegunaannya untuk apa ?

MARSONGKO

1. Pada campuran PP dengan PP-gr-PMMA lebih kompatibel dibandingkan dengan campuran PP/PMMA.
2. Untuk mendapat bahan plastik yang mudah terdegradasi. Yang jelas campuran PP/PMMA ini kurang kompatibel dan berwarna keruh.

GATOT TRIMULYADI

Pada efek radiasi terhadap perpanjangan putus sampai dengan dosis 50 kGy, kondisi radiasi dalam atmosfer apa, udara atau inert, dan apa perbedaannya bila dilakukan pada kondisi udara atau inert ?

MARSONGKO

Udara, bila dilakukan pada kondisi inert, tentu efek radiasinya berbeda, kemungkinan pengaruh terhadap penurunan Eb berkurang, karena tingkat oksidasinya lebih sedikit.

M. NATSIR

1. Berapakah besarnya energi berkas elektron yang Anda gunakan dalam penelitian ini ?
2. Anda menggunakan radiasi berkas elektron, apa dasar pemilihan Anda tersebut, bagaimana pendapat Anda kalau menggunakan radiasi sinar gamma mengingat daya tembus lebih tinggi ?

MARSONGKO

1. Besar energi elektron 1 MeV, 1 mA.
2. Dengan berkas elektron laju dosisnya lebih tinggi dibanding dengan sinar gamma, sehingga oksidasinya

lebih sedikit. Dengan menggunakan sinar gamma laju dosisnya rendah, sehingga dibutuhkan waktu yang lebih lama yang berarti oksidasi terjadi lebih banyak.

RAHAYU Ch.

1. Dengan pertimbangan apa, suhu pencampuran 200°C, kecepatan putaran 20 rpm selama 5 menit ?
2. Sasaran penelitian Anda adalah mendapatkan PP untuk alat kesehatan yang tahan sterilisasi radiasi. Dan hasil penelitian yang Anda peroleh dengan dosis 10 kGy (5 % PMMA) harga Tb (kekuatan tarik) sudah menurun. Bagaimana menurut pendapat Anda desain penelitian selanjutnya, mengingat dari sterilisasi radiasi 25 kGy.

MARSONGKO

1. Pertimbangannya adalah bahwa di atas titik leleh kedua komponen dengan putaran 20 rpm komponen yang dihasilkan cukup bagus dan rata dan tidak menimbulkan udara di dalam komponen, dan 5 menit, karena kalau terlalu panjang terdegradasi, terlalu pendek tidak campur (hasil campuran kurang baik).
2. Dalam hal ini belum dibicarakan tahan radiasi, tetapi dari hasil penelitian ini, masih dapat diradiasi sampai 50 kGy. Setelah campuran ini diradiasi akan cepat terdegradasi.

SUDRAJAT ISKANDAR

1. Melihat hasil penelitian yang Anda lakukan terlihat bahwa dengan penambahan PMMA terhadap PP, maka PP-nya menjadi mudah terdegradasi setelah iradiasi, maka polimer PP-PMMA tidak bisa dibuat sebagai bahan polimer yang dapat disterilkan dengan iradiasi.
2. PP-PMMA bukan bahan biodegradable, maka tidak bisa dibuat produk yang ramah lingkungan. Dari hasil penelitian ini kira-kira produk yang bagaimana dapat dipakai di industri ?

MARSONGKO

Penelitian ini masih terlalu dini dan masih banyak hal-hal yang perlu ditindak lanjuti, untuk kearah produk tertentu.

DAVIDSON A. MUIS

Apakah hasil penelitian dari PP/PMMA atau PP/PP-g-PMMA dapat diaplikasikan untuk alat kesehatan (syringe/alat suntik) yang disterilkan memakai iradiasi. Mengingat PP yang dipakai oleh perusahaan yang membuat alat-alat tersebut yang ada di Indonesia tidak ada yang tahan iradasi untuk dosis min. 25 kGy.

MARSONGKO

Dilihat dari efek radiasi campuran PP/PMMA atau PP/PP-g-PMMA (kopolimer). Pada campuran dengan

kopolimer yang diiradiasi pada dosis 50 kGy masih sekitar 200 % atau dosis kritis kira-kira 30 kGy. Ditinjau untuk aplikasinya masih mungkin digunakan untuk alat kesehatan, dan setelah diiradiasi justru akan mudah terdegradasi.

ZUBAIDAH IRAWATI

1. Tujuan Anda mengiradiasi/me-modifikasi PP murni adalah untuk mendapatkan produk baru yang ramah lingkungan. Dari data Anda, ternyata perlakuan modifikasi tersebut justru menurunkan beberapa sifat fisiknya. Perlu Anda ketahui bahwa dosis sterilisasi yang digunakan untuk peralatan kedokteran berkisar antara 25 kGy, bahkan ada yang sampai 50 kGy. Apa pendapat Anda, sehubungan dengan data yang Anda peroleh

dengan aplikasinya nanti ?

2. Mengapa uji pin-hole tidak dilakukan ?
3. Standar apa yang Anda gunakan untuk menentukan sebagai SEM bahwa PP itu Crystalline ? Bagaimana dengan amorph ? Apakah tampak pula di SEM ?

MARSONGKO

1. Tingkat modifikasi disini ada batasnya, pada derajat tertentu masih dapat digunakan untuk alat kedokteran, seperti pada campuran PP/PMMA (9 %) Dc > 50 kGy.
2. Tidak dilakukan.
3. Untuk melihat fase Crystalline PP disini digunakan mikroskop polanografi bukan menggunakan SEM.