

PERUBAHAN STRUKTURMIKRO KOMPOSIT POLIPROPILEN-CaCO₃ AKIBAT PENAMBAHAN COUPLING AGENT 3-AMINOPROPIL TRIETOKSISILAN

Ari Handayani, Aloma K.K., Deswita dan Sudirman

Pustek Bahan Industri Nuklir (PTBIN)- BATAN
Kawasan Puspipstek , Serpong 15314, Tangerang

ABSTRAK

PERUBAHAN STRUKTURMIKRO KOMPOSIT POLIPROPILEN-CaCO₃ AKIBAT PENAMBAHAN COUPLING AGENT 3-AMINOPROPIL TRIETOKSISILAN. Telah dilakukan studi pengaruh *coupling agent* 3-aminopropil trietoksisilan terhadap perubahan strukturmikro komposit PP-CaCO₃ dengan metode mikroskopik menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Untuk meningkatkan kompatibilitas antara PP dan CaCO₃ pada komposit PP-CaCO₃ ditambahkan *coupling agent* 3-aminopropil trietoksisilan dengan volume 5 mL, 10 mL dan 15 mL. Komposit PP-CaCO₃ dibuat dengan metode *blending* pada *labo plastomill* dengan suhu 180 °C dan kecepatan rotasi 40 rpm selama 10 menit. Komposit yang diperoleh dikarakterisasi SEM untuk melihat homogenitas dan diuji sifat mekaniknya. Hasil yang diperoleh menunjukkan penambahan *coupling agent* 3-aminopropil trietoksisilan dapat meningkatkan kompatibilitas komposit PP-CaCO₃ dan menaikkan nilai kekuatan tarik (188,48 kg/cm² hingga 281,76 kg/cm²) serta kekerasan komposit PP-CaCO₃ (95 HVN). Penambahan 5 mL *coupling agent* 3-aminopropil trietoksisilan memberikan hasil yang lebih baik dibanding 10 mL dan 15 mL baik dari nilai kekuatan tarik (281,76 kg/cm²) maupun distribusi CaCO₃ dalam polipropilen yang lebih homogen.

Kata kunci : Komposit, *Coupling agent*, Strukturmikro

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF 3-AMINOPROPYL TRIETOXYLANE COUPLING AGENT ADDITION ON THE MICROSTRUCTURE OF PP-CaCO₃. The influence of 3-aminopropyl trietoxysilane coupling agent on the change of Polypropylene-CaCO₃ composite microstructure has been studied by microscopic method using Scanning Electron Microscope. 3-aminopropyl trietoxysilane coupling agent of 5mL, 10 mL and 15 mL were added to increase the compatibility between polypropylene and CaCO₃ on PP-CaCO₃ composite. PP-CaCO₃ composite was made by blending method at 180 °C for 10 minutes with speed of 40 rpm in labo plastomill. The homogeneity of the composite were characterized using Scanning Electron Microscope and the mechanical properties were analyzed using appropriate method. The results show that the addition of 3-aminopropyl trietoxysilane coupling agent increase the compatibility of PP-CaCO₃ composite, its tensile strength (188,48 kg/cm² till 281,76 kg/cm²) and also PP-CaCO₃ composite (95 HVN) hardness. The addition of 5 mL coupling agent give better effect on homogeneity and tensile strength of PP-CaCO₃ composite than 10 mL or 15 mL coupling agents addition.

Key words : Composite, Coupling agent, Microstructure

PENDAHULUAN

Komposit polimer merupakan perpaduan antara dua atau lebih bahan yang mempunyai jenis dan sifat yang berbeda, serta sifat akhir komposit yang berbeda dengan sifat polimer penyusunnya. Komposit yang tersusun dari bahan polimer sebagai matriks dan bahan anorganik sebagai pengisi (*filler*) yang dicampurkan ke dalam matriks, akan menghasilkan komposit dengan sifat akhir yang sangat tergantung pada karakteristik polimer dan pengisi serta sifat adesi antar muka matriks pengisi

yang menentukan kompatibilitas komposit serta distribusi bahan pengisi dalam matriks [1]. Sejauh ini telah dilakukan beberapa penelitian bahan komposit dan polipaduan yang mengkaji sifat mekanik, kompatibilitas, sifat termal untuk berbagai keperluan aplikasi [1-3].

Polipropilen (PP) telah umum digunakan dalam berbagai bentuk keperluan, seperti bahan kemasan (plastik dan botol), barang mekanik, mainan dan otomotif. Penelitian aplikasi polipropilen sebagai bahan plastik

pertanian juga telah dilakukan dengan membentuk paduan dengan polimer lainnya (karet alam, PVC dan polietilen). Secara perlahan plastik menggantikan bahan kayu, gelas, kertas dan logam. Penggunaan plastik secara luas ini dikarenakan plastik mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan dengan bahan lain, seperti sifat yang kuat, ringan, stabil, transparan, tidak berkarat, bentuk dan warna yang beraneka ragam. Namun penggunaan kemasan plastik secara luas telah menimbulkan persoalan tersendiri terhadap isu-isu lingkungan, karena limbah plastik yang tahan lama dan bersifat tidak mampu urai sehingga terjadi penumpukan limbah plastik [4,5].

Untuk memenuhi kebutuhan plastik yang ramah lingkungan yang mampu urai akan mengurangi terjadinya penumpukan limbah plastik dan persaingan yang sangat ketat dalam pemakaian plastik, perlu pengembangan material plastik alternatif yang memberikan keunggulan yang lebih dalam berbagai sifatnya dan harga bersaing. Pembuatan komposit polimer adalah salah satu alternatif, yaitu dengan menambahkan bahan organik atau anorganik ke dalam polimer sebagai bahan pengisi (*filler*). Dengan menambahkan *filler* akan meningkatkan antara lain sifat ketahanan panas, kekerasan dan kemudahan proses serta lebih mudah terdegradasi [2].

CaCO₃ merupakan bahan *filler* anorganik dalam plastik yang banyak digunakan pada beberapa polimer, karena mudah terurai dan berwarna putih disamping banyak tersedia di alam dan harga tidak mahal. Namun interaksi permukaan CaCO₃ dengan polimer kurang baik, sehingga perlu ditambahkan bahan kimia sebagai penggandeng (*coupling agent*) yang mampu bertindak sebagai penghubung dengan keduanya untuk memberikan ikatan yang stabil dan kompatibilitas yang baik [6,7].

Pada percobaan ini dibuat komposit polimer dengan paduan polipropilen sebagai matriks dan CaCO₃ sebagai *filler*. Dipilih polipropilen sebagai matriks karena polipropilen mempunyai sifat kekuatan tarik yang tinggi, keras, tidak beracun serta mudah didapat dipasaran. CaCO₃ sebagai *filler* yang ditambahkan bervariasi antara 30 %berat dan 60 %berat. Sebagai *coupling agent* digunakan jenis silan yaitu 3-aminopropil trietoksisilan (3-APE) dengan variasi penambahannya 5 mL, 10 mL dan 15 mL. Karena antara PP dan Ca CO₃ tidak bercampur baik, maka dalam makalah ini dititik beratkan pada analisis perubahan strukturmikro komposit PP-CaCO₃ akibat penggunaan *coupling agent*.

Dengan metode mikroskopik menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* diamati perubahan strukturmikro permukaan komposit PP-CaCO₃ dan pengaruhnya setelah ditambahkan dengan *coupling agent* 3-APE. Juga dilakukan uji kekuatan tarik dan kekerasannya.

METODE PERCOBAAN

Bahan yang digunakan sebagai bahan matriks adalah Polipropilen 35 (PP35) dari PT. Tri Polyta Indonesia, Tbk, Cilegon, CaCO₃ sebagai *filler*, 3-amino trietoksisilan (3-APE) sebagai *coupling agent* dan bahan pendukung etanol pro analisis serta mika plastik yang tahan suhu 180 °C.

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat pembuatan plastik (*labo plastomill* merek Toyoseiki, alat cetak film, *hydraulic press a/s 16T*), alat uji sifat mekanik (*Tensile Strength Tester* merk Toyoseiki, *Hardness Tester, Shore A*) dan *Scanning Electron Microscope (SEM S 515 Philips)* untuk pengamatan strukturmikro permukaan.

Pembuatan Komposit PP-CaCO₃

Komposit ini dibuat dengan variasi penambahan CaCO₃ (30 % - 60 % CaCO₃) dengan jumlah total 40 gram. Pencampuran kedua bahan tersebut dilakukan dalam *labo plastomill* pada suhu operasi 180 °C, kecepatan putar 40 rpm. Lebih dulu dimasukkan PP ke dalam *labo plastomill*, dibiarkan beberapa saat mengalami pemanasan dan digiling hingga mengembang (*swelling*), kemudian CaCO₃ dimasukkan secara bertahap dan dibiarkan selama 10 menit.

Kemudian hasil pencampuran yang sudah dibuat kecil-kecil dicetak menjadi bentuk pelat film menggunakan alat cetak film. Alat cetak film dimasukkan ke dalam mesin pengepres panas, pengepresan pada tekanan 150 kg/cm² dan suhu 180 °C. Setelah pres panas dilanjutkan pres dingin dalam mesin *hydraulic press* dengan beban 5 ton dengan pendinginan air secara kontinyu dengan kecepatan pendinginan 15 ± 2 °C per menit hingga dapat dipegang tangan.

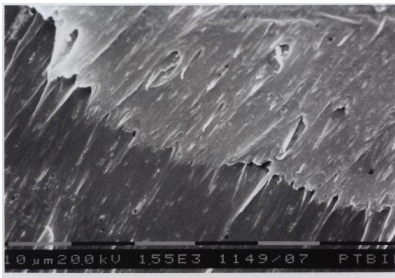
Pembuatan Komposit PP-CaCO₃-(3-APE)

Dilakukan dengan cara yang sama pada pembuatan komposit PP-CaCO₃, hanya CaCO₃ yang ditambahkan dicampur lebih dulu dengan *coupling agent* 3-APE. Penambahan 3-APE dengan variasi volume 5 mL, 10 mL dan 15 mL dilakukan hanya pada komposit dengan komposisi 30 % dan 60 % CaCO₃.

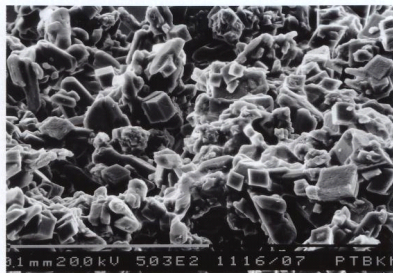
Kemudian dilakukan pengamatan strukturmikro permukaan menggunakan *SEM* dan dilakukan uji mekanik (kekuatan tarik dan kekerasan).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan metode mikroskopik menggunakan *SEM*, diperoleh hasil pengamatan strukturmikro permukaan matriks PP dan filler CaCO₃ yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2



Gambar 1. Struktur mikro matriks PP



Gambar 2. Struktur mikro CaCO₃

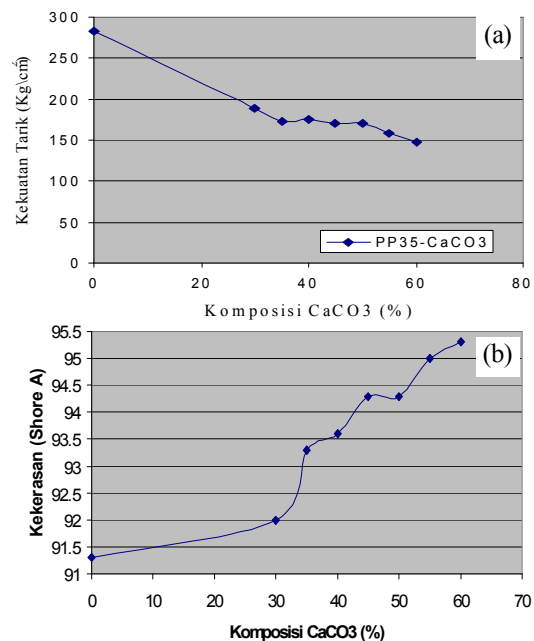


Gambar 3. Struktur mikro komposit PP-CaCO₃ dengan variasi komposisi CaCO₃, (a) 30% CaCO₃, (b) 40% CaCO₃, (c) 45% CaCO₃

Hasil pengamatan struktur mikro komposit PP-CaCO₃ ditunjukkan pada Gambar 3. Dari gambaran struktur mikro permukaan komposit PP-CaCO₃ tampak jelas bahwa partikel *filler* CaCO₃ berbentuk kubus tidak menyatu dalam matriks PP. Terlihat adanya rongga antara matriks dengan *filler*, karena PP sebagai matriks merupakan material non polar sedangkan *filler* CaCO₃ bersifat polar, sehingga pada pencampuran keduanya

membentuk komposit yang kompatibilitasnya kurang baik. Lemahnya ikatan yang terbentuk dan kurangnya interaksi permukaan *filler* dengan matriks menyebabkan lemahnya adesi antar muka yang menyebabkan komposit kurang kuat terhadap beban [8].

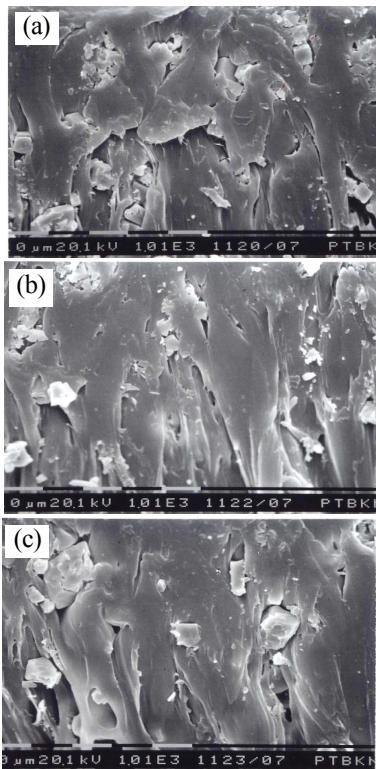
Pada komposisi CaCO₃ makin tinggi tampak makin banyak rongga, yang akan menyebabkan makin menurunnya sifat kekuatan tarik seiring dengan bertambahnya CaCO₃. Hal ini dapat diamati pada hasil uji kekuatan tarik komposit PP-CaCO₃ yang cenderung menurun seiring dengan bertambahnya CaCO₃, seperti ditunjukkan pada Gambar 4(a). Sedangkan nilai kekerasan naik seiring dengan bertambahnya CaCO₃, yang ditunjukkan pada Gambar 4(b).



Gambar 4. Grafik (a) kekuatan tarik dan (b) Kekerasan pada PP sebagai fungsi penambahan CaCO₃

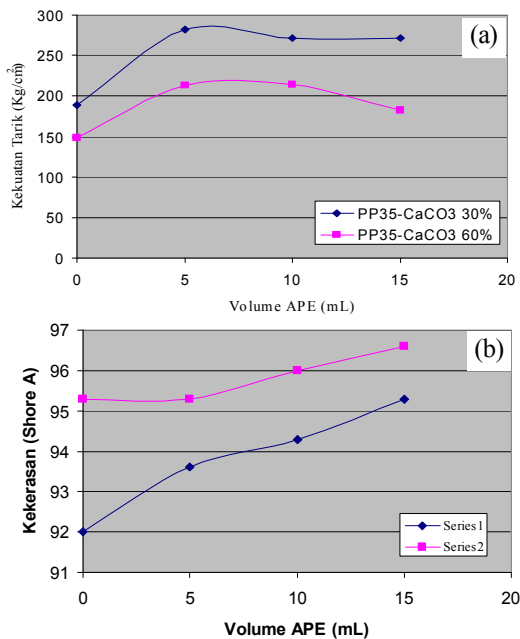
Struktur mikro permukaan komposit PP-CaCO₃ setelah ditambahkan *coupling agent* 3-APE, ditunjukkan pada Gambar 5. Tampak partikel CaCO₃ lebih menyatu dengan matriks PP. Dengan ditambahkan 3-APE sebagai *coupling agent* yang dapat berikatan dengan PP sebagai matriks dan *filler* CaCO₃ membentuk atau mengatur kuat ikatan antar muka dan dengan terbentuknya adesi antar muka yang lebih kuat sehingga terbentuk komposit yang kompatibilitasnya lebih baik.

Hal inilah yang menaikkan nilai kekuatan tarik dibanding pada komposit PP-30%CaCO₃. Hasil uji kekuatan tarik setelah penambahan 3-APE, ditunjukkan pada Gambar 6(a) sedangkan hasil uji kekerasan ditunjukkan pada Gambar 6(b). Pada penambahan 10 mL 3-APE dan 15 mL 3-APE (Gambar 5(b) dan Gambar 5(c)) struktur mikro permukaannya tidak tampak beda dengan penambahan 5 mL 3APE (Gambar 5(a)). Dan dari hasil uji kekuatan tarik pada penambahan 10 mL 3-APE dan 15 mL 3-APE juga tidak mengalami



Gambar 5. Strukturmikro permukaan komposit PP-30%CaCO₃-(3-APE) dengan variasi volume 3-APE, (a) 5mL 3-APE, (b) 10 mL 3-APE, (c) 15 mL 3-APE.

kenaikan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa penambahan 5 mL 3-APE sudah mencukupi untuk mendapatkan komposit PP-30%CaCO₃ yang kompatibel, karena pada kondisi tersebut strukturmikro partikel CaCO₃ tampak sudah menyatu dengan matriks PP,



Gambar 6. Grafik kekerasan (a) kekuatan tarik dan (b) sebagai fungsi penambahan 3-APE pada komposit PP-30%CaCO₃

nilai kekuatan tarik komposit sebesar 281,76 kg/cm² mendekati nilai kekuatan tarik matriks PP sebesar 283,13 kg/cm². Nilai kekerasannya meningkat dari 91,3 HVN pada PP menjadi 93,6 HVN.

KESIMPULAN

Dari percobaan dapat disimpulkan bahwa *coupling agent* 3-APE dapat meningkatkan kompatibilitas komposit PP-CaCO₃. Partikel *filler* CaCO₃ menyatu dengan matriks PP dan dapat menaikkan nilai kekuatan tarik dari 188,48 kg/cm² pada komposit PP-30% CaCO₃ menjadi 281,76 kg/cm² pada PP-CaCO₃-5mL(3-APE). Demikian pula kekerasannya meningkat dari 92 HVN pada komposit PP-30% CaCO₃ menjadi 93,6 HVN pada komposit PP-30% CaCO₃-(3-APE). Penambahan *coupling agent* 3-APE optimum pada 5 mL 3-APE dengan nilai kekuatan tarik sebanding nilai kekuatan tarik PP sehingga dapat diharapkan sifat plastik yang ulet sebagaimana plastik PP namun ramah lingkungan.

DAFTARACUAN

- [1]. STEVEN, M., *Kimia Polimer*, diIndonesiakan oleh IIS SOFYAN, Pradnya Paramita, Jakarta, (2001).
- [2]. LEONG, et. all, *Journal of Applied Polymer Science*, **91** (2003) 3315-3326
- [3]. SUDIRMAN, dkk, *Journal Mikroskopi dan Mikroanalisis*, **4**(2) (2001).
- [4]. <http://www.antara.co.id>
- [5]. COWD, *Kimia Polimer*, terjemahan: HARRY FIRMA, ITB Press, Bandung.
- [6]. SEYMOR, R., *Filler Reinforcement for Plastics and Development in Plastics Technology*, London, Elsevier Applied Science Publishers LTD, **2** (1985)
- [7]. LANGROUDI A.E., YOUSEFI A.K., KABIRI K., *Effect of Silane Coupling Agent on Interfacial Adhesion of Copper/Glass Fabric/Epoxy Composites*, Departement of Colour, Resin and Surface Coating, Departement of Plastic Iran Polymer and Petrochemical Institute, (2003).
- [8]. CHANDA M., *Plastics Technology Handbook*, Second Edition, Marcel Dekker Inc., New York, (1993).